

# MÉTODO CIENTÍFICO

Prof. Paulo S. L. Beirão  
Departamento de Bioquímica e Imunologia  
Instituto de Ciências Biológicas  
Universidade Federal de Minas Gerais

## Como surgiu o método científico?

Ao longo de seu processo civilizatório, a humanidade foi capaz realizar avanços importantes, que geraram progresso e desenvolvimento. Esquemáticamente (e com todos os riscos e simplificações de análises esquemáticas), podemos dizer que esses avanços ocorreram basicamente por dois tipos de processos: um processo de tentativa-e-erro e um processo baseado na atividade intelectual e na lógica.

O processo tentativa-e-erro, típico dos artesãos, tinha como objetivo simplesmente obter a solução para problemas específicos. Foi tentando e errando que aprendemos a domar o fogo, a cultivar plantas, a domesticar animais, construir casas e monumentos, viajar em barcos, etc. Não havia preocupação em conhecer os fundamentos de cada processo (por exemplo, importava mais saber como utilizar o fogo do que entender a sua natureza) e assim obter conhecimento que permitisse generalizações. O importante nesse tipo de conhecimento era saber “se você fizer assim, funciona; de outra forma não funciona”. Ele derivava-se sempre da experimentação. Um exemplo ilustrativo era a construção das grandes catedrais góticas. Elas eram feitas baseando-se na experiência de construtores que sabiam como construir os arcos que sustentariam os tetos. Não havia uma teoria que permitisse a aplicação em diferentes circunstâncias – ainda não havia a Física e as equações da estática, e nem os conhecimentos de engenharia de estruturas. Porque as catedrais puderam ser construídas? Porque havia pessoas com conhecimento prático. Essas pessoas eram tão valorizadas que eram das poucas que tinham plena mobilidade nos diferentes reinos e feudos da Idade Média – eram referidas como mestres-de-obras, associados às corporações dos obreiros. Eles sabiam o “como fazer”, mas não sabiam o porquê das coisas.

Por outro lado, havia o conhecimento fruto apenas da atividade intelectual, do raciocínio lógico, muitas vezes derivados da teologia, que buscavam saber o porquê das coisas. Havia a procura de explicações para os fenômenos observados e para as grandes questões da humanidade. Nessa atividade prevalecia a explicação que parecia mais lógica, ou aquela dada em primeiro

lugar. Acabavam prevalecendo as explicações dadas pelas pessoas (ou entidades) com maior autoridade. O peso da autoridade se impunha e não havia a cultura de se verificar as afirmações dessas autoridades; pelo contrário, os questionamentos eram frequentemente encarados como desafio à ordem vigente. A ideia de que essas autoridades tinham dado a palavra final e que o conhecimento se esgotava com ela, era um desestímulo para o avanço do conhecimento. Quem ousava questionar era considerado rebelde (e alguns pagaram com a vida por isso).

O método científico trouxe como novidade a necessidade de que todas as ideias devem ser verificadas empiricamente, como faziam os artesões. No entanto, diferentemente do procedimento do artesão, o método científico busca fazer generalizações aplicáveis a qualquer situação análoga, e não apenas a casos específicos; busca entender o porquê dos processos descobertos. O impacto disso foi enorme, porque aliava essa generalização à necessidade de verificá-la, o que permitiu que o conhecimento passasse a ser acumulado sobre bases robustas, isto é, confirmadas experimentalmente. Atribui-se a Isaac Newton a frase: “Enxerguei mais longe porque estava sobre ombros de gigantes”. Essa frase expressa exatamente essa ideia – se você tem conhecimento solidamente estabelecido, é possível fazer importantes avanços a partir deles.

É interessante que o avanço do método científico se baseia, paradoxalmente, na dúvida. Não de uma dúvida paralisante, de contestação pela contestação, mas uma dúvida de quem quer aprender e verificar a veracidade do que se diz. Se há necessidade de verificação é porque o conhecimento não pode ser tomado como definitivo, a partir de uma “verdade” imposta pela autoridade. Essa dúvida, seguida de verificação, é que dá solidez ao conhecimento e permite seu avanço. Assim, um bom pesquisador deve sempre questionar seus achados antes de publicá-los e, de fato, para um artigo ser publicado em uma boa revista ele passa pelo escrutínio de especialistas cuja principal função é questionar a validade do trabalho, de levantar todas as possíveis falhas do trabalho e das interpretações dos resultados.

Alguns exemplos: se eu acho que uma determinada substância é capaz de curar uma doença que acomete homens e animais, ao testá-la devemos ter animais doentes com características semelhantes e divididos aleatoriamente em grupos que recebem o medicamento e aqueles que recebem um composto inerte (placebo). Isso permitirá distinguir um possível efeito da substância, comparando com possíveis efeitos não devidos a ela, como curas espontâneas, efeitos de manipulação, etc. Para tornar ainda mais rigoroso o teste, o(s) responsável(is) pela aplicação da substância e pela análise dos resultados não deve(m) saber quais animais receberam a droga em teste ou o placebo. (Devo comentar que, para simplificar esse exemplo,

não mencionei os aspectos éticos que precisam ser observados nessa experimentação para que tenham validade. Seria ainda mais complexo caso a experimentação ocorresse com seres humanos. Esses aspectos éticos serão discutidos oportunamente.)

Esse exemplo caracteriza uma das formas de verificação: repetir uma situação observada ou uma hipótese em condições controladas e conferir se a observação se repete ou se a hipótese se confirma. Quando Alexander Fleming observou um halo sem bactérias em torno da colônia de *Penicillium*, que se formara por acaso em uma de suas placas de Petri, a primeira coisa que ele fez foi repetir o cultivo dessa bactéria em placas com e sem a adição desse fungo. Ao ver que sempre ocorria o halo em torno das colônias de *Penicillium*, ele viu que havia alguma coisa que realmente impedia o crescimento bacteriano.

Observe que normalmente uma observação gera novas perguntas – no caso, uma nova pergunta era: como a colônia de *Penicillium* era capaz de impedir esse crescimento? Como não havia contato desta colônia com as bactérias, a hipótese foi que havia algum fator solúvel nela produzido que se difundia em torno da colônia e impedia o avanço das bactérias nessa região. Essa nos leva a uma outra forma robusta de verificação: o conhecimento levando a fazer previsões verificáveis. Se havia um fator solúvel impedindo o crescimento das bactérias, deveria ser possível extraí-lo e testá-lo nesse crescimento. Isso foi confirmado experimentalmente e deu origem (depois de várias etapas de experimentação) à penicilina, droga que mudou a medicina e aumentou significativamente a expectativa de vida das populações.

Voltando ao método científico, há situações em que não é possível reproduzir no laboratório uma determinada hipótese, especialmente quando ela envolve longos períodos de tempo. Nesse caso a comprovação deve ser buscada testando as previsões que a hipótese/teoria traz consigo. Esse é o caso de várias situações, a mais emblemática delas sendo a Teoria da Evolução, que será tratada e capítulo específico.

Isto significa que devemos duvidar de tudo? Naturalmente que os conhecimentos aceitos pela Ciência já passaram por vários escrutínios e temos boas razões para neles acreditar. Portanto não precisamos cair em um niilismo conceitual para sermos cientistas. Por outro lado, não devemos considerar nenhum conhecimento, por mais bem estabelecido que ele seja, imune a verificação. Vou dar um exemplo recente e emblemático.

A teoria da Relatividade de Albert Einstein é um dos fundamentos da Física moderna. Nem por isso ela deixou de ser colocada sob teste recentemente. Como mencionado anteriormente, uma das formas mais robustas de se testar uma teoria é verificar suas previsões. Uma das previsões da teoria da Relatividade é a existência de ondas gravitacionais. Em fevereiro de 2016, fruto de

um esforço de um consórcio de cientistas, a existência dessas ondas foi testada e detectada. Se não tivessem sido detectadas, a teoria da Relatividade teria que ser revista (ou até abandonada). Por terem sido detectadas e medidas a teoria saiu fortalecida. Hoje temos razões mais sólidas para aceitarmos a teoria da Relatividade do que antes, ou seja, a verificação, que poderia abalá-la, a fortaleceu. É assim que avança a Ciência.

## **A DISCIPLINA DE METODOLOGIA DA PESQUISA**

Nesta disciplina usaremos a seguinte abordagem. A invés de simplesmente descrever como é a metodologia de pesquisa, suas regras, suas limitações e suas virtudes, vamos examinar como ela foi utilizada em diversas ocasiões emblemáticas e que permitiram significativos avanços do conhecimento da Biologia. Faremos uma espécie de “estudos de casos”, e para isso analisaremos as metodologias que nos levaram a conceitos fundamentais da Biologia atual. Isso nos dará, adicionalmente, conhecimento das bases científicas desses conceitos. A descrição dos experimentos será feita de forma simplificada, e não será possível discutir todos os dados experimentais relevantes (e muito menos os experimentos controles) - apenas os mais emblemáticos serão escolhidos. Esperamos que esses aspectos possam ser enriquecidos nas discussões presenciais. Sempre que possível incluiremos os artigos originais como leitura complementar. Outros conceitos fundamentais poderiam ter sido adicionados aos que serão abordados, mas a limitação da carga horária impediria que todos fossem analisados com a necessária profundidade. Fica a sugestão de que cada mestrando construa uma revisão do seu assunto favorito.

Belo Horizonte, agosto de 2017