

Física Geral

Texto extraído do fascículo 0, “Física Geral e Experimental” de autoria do prof. Armando Dias Tavares.

Método Científico

1.1 Observação e experimento

O método científico começa com a observação, a qual consiste no exame atento dos acontecimentos e fatos que se passam na natureza.

Por isso mesmo a observação implica numa seleção do que se deve observar e na descrição do objeto e dos fatos observados; cada palavra empregada deve ter uma definição precisa. Em qualquer ciência cada palavra tem significado preciso, que dá uma idéia correta e exata do que foi definido. Uma das dificuldades de uma ciência é exatamente a definição do vocabulário empregado (principalmente no que diz respeito aos conceitos mais fundamentais). Para dificultar mais ainda o aprendizado, ocorre que muitas palavras empregadas cientificamente pertencem também à linguagem comum, o que traz ao estudante a sensação falsa de que está entendendo o texto quando na realidade, por ignorar a acepção correta das palavras empregadas, o máximo que consegue é fazer uma idéia aproximada do texto, muitas vezes completamente falsa. O estudante tem que se dedicar a aprender, a saber corretamente o significado das palavras, a definição correta e a compreensão exata das grandezas, das leis, dos postulados e axiomas, sem o que não poderá progredir no estudo por falta da linguagem adequada.

Por outro lado, a observação dos fatos naturais deve ser registrada com todo cuidado, num caderno de notas que o cientista deve ter sempre consigo nas ocasiões em que se dispõe a observar esses fatos. A memória humana é falível e, pior ainda, ela altera os registros mentais, de acordo com noções e preconceitos preestabelecidos. Por isso, o cientista não se fia na sua memória, por melhor que seja, registrando sempre no caderno de notas as suas observações.

Finalmente, pode exprimir-se numericamente grande parte das observações, a precisão tornando-se muito maior conforme técnicas adequadas são aprimoradas: a observação científica tende a ser quantitativa.

A observação pura e simples de fatos naturais é demorada, pois esses fatos não estão ocorrendo a toda hora, ou à vontade do observador. Por isso, ele passa da observação à experimentação. Na experimentação, o observador procura controlar os fatos, separá-los da influência de inúmeros outros, reproduzi-los à sua vontade e conveniência no Laboratório, ou na sala de experimentação. Deste modo poderá observar melhor, em condições ideais e com instrumentos que aumentam o seu poder de observação; ajudando seus sentidos nessa tarefa, os instrumentos que usa não são mais do que dispositivos ou meios para ampliar os seus sentidos. Assim o microscópio e o telescópio ampliam sua visão, os amplificadores de áudio sua audição. A visão e a audição constituem os sentidos mais usados pelo homem na observação dos fatos. Com o estudo e o desenvolvimento científico e tecnológico ele consegue detectar fatos e fenômenos para a percepção dos quais ele não possui sentido algum; por exemplo: os raios cósmicos, as partículas α , β e γ que emanam dos corpos radioativos, e também as ondas eletromagnéticas, não são percebidas diretamente pelos sentidos humanos e constituem exemplos frisantes de como o homem pode desenvolver novos “sentidos”

para observar, estudar e controlar a natureza. Esses sentidos, nos casos citados, são os detectores de partículas (contadores Geiger, cintiladores, etc.) e receptores de ondas eletromagnéticas.

O objetivo de toda Ciência é controlar, provocar e usar os fatos naturais em benefício do Homem. Entretanto, existem fatos, eventos (acontecimentos) naturais sobre os quais o homem não tem nenhum controle, nem pode levar ao laboratório; como por exemplo, as manchas solares, os eclipses do sol e da lua, o afastamento do periélio dos planetas, notavelmente o de mercúrio, etc., são fatos cuja observação acurada pode conferir ao homem, pelo menos, o poder de prever tais fatos ou eventos (eclipses do sol, manchas solares) o que já é um resultado notável capaz de trazer-lhe grandes benefícios.

O estudante ouve frequentemente que a Ciência deve ser estudada pela Ciência, desenvolvendo pesquisa pura ou básica, não visando nenhum benefício. Isto porque ninguém pode prever em que direção se deve pesquisar ou até mesmo o que se deve pesquisar para realizar descobertas que num futuro próximo ou mesmo remoto irão trazer benefícios ao Homem. Se os cientistas só pesquisassem com a finalidade de realizar descobertas “utilizáveis”, cedo o seu conhecimento estaria limitado, tornar-se-ia estanque, estiolar-se-ia² e se tornaria estático e obsoleto: a sociedade tenderia a ser “perfeita” num dado estágio de sua evolução. Desenvolvendo o interesse, o amor pela pesquisa básica, completamente desvinculada de suas possíveis aplicações práticas ou tecnológicas, o Homem está assegurando a continuidade do progresso científico e, por conseguinte, o do tecnológico em um processo auto alimentado.

1.2 Causa e Efeito

Um fato A pode ocorrer concomitantemente com outro B, ou anteceder-lo. Se isso acontece sempre, isto é, se ocorrido A ocorre B, o observador em geral supõe que a ocorrência de A acarreta a de B, ou diz que A é a causa de B, B sendo o efeito do acontecimento A. Entretanto a simples ocorrência lado a lado de dois fatos não significa que um seja a causa do outro, muitas vezes os dois são efeitos de uma mesma causa que não é observada e que ocorrendo ocasiona os dois fatos. Frequentemente o Observador, ou Experimentador, tem imensa dificuldade para discernir ou estabelecer a causa de um fato observado, e nisso reside a sua perícia, habilidade ou “sorte”.

1.3 Hipótese

Para discernir a causa dos fatos, explicar a ocorrência de dois ou mais fatos inter-relacionados, o Observador faz hipóteses que não são mais do que afirmações sobre “como” ou “porque” os fatos ocorrem.³ A hipótese pode ser assim meramente descritiva, “fenomenológica”, ou pode ser “interpretativa”, isto é, dizer porque ocorre, o observador tenta interpretar os fatos observados descrevendo-lhes a causa da ocorrência.

A hipótese é meramente um auxiliar do observador, seja na própria Observação seja na Experimentação. O observador pode “testar” sua hipótese, verificando-lhe a validade quando introduz modificações nos fatos observados, ou em um deles, a fim de verificar o que acontece com o outro. Se a hipótese resistiu a todos os testes, passando a ser comprovada pelos fatos, se as “consequências” da hipótese são verificadas, ela passa a ser uma Teoria.

2 Estiolar – fenecer, definhar, enfraquecer, debilitar.

3 Mas para fazer tais hipóteses é preciso que o proponente saiba perguntar “como?”, “por quê?”. A formação não pode acontecer por adestramento e sem senso crítico, o estudante não deve simplesmente se deixar convencer ou simplesmente acreditar por acreditar no que se diz ou afirma.

O valor de uma teoria está na previsão de novos fatos, de novas consequências, no valor “heurístico”,⁴ isto é, no seu poder de descobrir, de achar e de prever novos fatos, o que conduz a um progresso do conhecimento, a novas experiências e a um poder maior do Homem sobre a Natureza. Neste caso as teorias passam a ser denominadas leis da Natureza: leis da Física, da Química, etc.

1.4 Modelo e Matemática

Muitas vezes o homem faz hipóteses baseando-se em analogias, procurando descrever os fenômenos observados com base na semelhança com outros fenômenos. Assim, por exemplo, ele se vale de “modelos” mecânicos para explicar fatos que nada têm a ver com a mecânica, a não ser propriedades formais. Na física isso é frequente, o modelo sendo uma “imagem” do “objeto” que deve traduzir os fatos e fenômenos observados para um domínio cuja compreensão é melhor ou mais fácil. Tais fatos são “observados”, muitas vezes, com aparelhagem extremamente complicada que exige equipes de especialistas para ser adequadamente utilizada e sem a qual seria impossível a observação do fenômeno em questão.

O modelo matemático também é usado; os fatos e grandezas traduzem-se por variáveis e constantes matemáticas que se relacionam segundo os conhecimentos de um dado domínio da matemática⁵. As leis da Natureza são assim expressas por uma linguagem matemática que lhes dão nova feição e permitem o seu uso e desenvolvimento. Na Física, esse fato chega ao ponto de podermos até mesmo afirmar que a “linguagem natural” da Física é a Matemática.

Para ilustrar o que se explicou anteriormente, vamos dar um exemplo trivial de como o Homem pode proceder para investigar, pesquisar e descobrir fatos e leis. Ao escolher para ilustrar o “Método Científico” um exemplo trivial (§1.5), estamos querendo que o estudante possa participar tranquila e ativamente da observação e da experimentação que ele poderá fazer até mesmo em casa, com toda comodidade e facilidade, compreendendo-a nos mínimos pormenores. O método que pretendemos desenvolver neste livro de Física se baseia na compreensão, redescoberta e uso completo do conhecimento, seja para resolver exercícios e problemas de aplicação desses conhecimentos, seja para resolver problemas que impliquem numa nova aquisição de conhecimentos, isto é, na pesquisa científica. Vamos procurar manter-nos dentro desse padrão, não descrevendo fenômenos ou conhecimentos que ainda não estejam dentro da compreensão do estudante, procurando orientá-lo sem deslumbrá-lo com maravilhas que a Ciência já colocou ao alcance do Homem, isso o estudante vê a cada momento da sua vida sem entender (ou mesmo perceber). O que interessa ao estudante de Ciência é entender e poder participar da criação de novas técnicas, de novas tecnologias, e da aquisição de novos conhecimentos. É necessário não confundir os objetivos. Suponhamos, por exemplo, um silvícola trazido ao nosso meio urbano. Ao educá-lo para integrá-lo à nossa civilização podemos fazê-lo com dois objetivos:

Dar-lhe um conhecimento da vida civilizada, mostrando-lhe as realizações da Ciência e da Tecnologia. Ele, ao fim de algum tempo, estaria apto a viver a vida urbana nos seus múltiplos aspectos, ligando a luz à noite, abrindo a torneira para usar a água, acendendo o fogão a gás, sentando-se à mesa e usando o garfo e a faca para comer, descarregando a válvula da privada quando necessário, ligando e desligando o rádio e selecionando as estações transmissoras para ouvi-las.

⁴ [ADT] *Heurístico* –do grego *ὁ ῥισκω* (*heurisco*)– *descubro*, verbo *descobrir*, passado perf. *ὁ ῥηκα* (*heureka*) – *descobri*, *achei*.

Poderia até mesmo fazer consertos de bombeiro hidráulico e de eletricista sem ter noção mais profunda dos fenômenos envolvidos; com dois ou três anos de aprendizado prático, poderia ser um torneiro razoável, serralheiro, carpinteiro ou marceneiro; guiando carros e tratores, etc. Poderia usar a tecnologia à sua disposição para trabalhar numa fazenda ou numa indústria, poderia fazer tudo isso sem saber ler ou escrever, isto é, sendo analfabeto. Esse objetivo poderia ser atingido num prazo de três (3) a quatro (4) anos. Entretanto jamais poderia inovar a ciência, contribuindo para o avanço do Conhecimento e da Tecnologia.

2^o) Educá-lo com o objetivo de transformá-lo num ser capaz de aplicar os conhecimentos, de descobrir novos processos, materiais e máquinas, de transformar a tecnologia, de descobrir, estudar, desenvolver e estabelecer novos conhecimentos, isto é, com o objetivo de transformá-lo num Engenheiro ou num Cientista. Neste caso, teríamos que ensiná-lo durante vinte (20) ou trinta (30) anos.

Ora, uma Escola Superior para formar Engenheiros, Matemáticos ou Físicos, não pode evidentemente se limitar a formar “manipuladores de máquinas ou instrumentos”, o objetivo tem que ser mais elevado, superior; isso é possível se o estudante está motivado, se deseja realmente desenvolver-se e adquirir formação para ser Engenheiro, Matemático ou Físico, e não para ser engenheiro de operação ou um cientista apertador de botões sob as ordens de um Cientista estrangeiro, americano, alemão, francês, russo, chinês, italiano ou japonês. É fundamental e necessário que o estudante aspire mais alto, à Independência Intelectual (Estratégica) e Científica para não ficar a reboque dos países que cuidam muito bem da formação de seus cientistas.

O ensino científico e humanístico traz a Independência Intelectual que é a base sob a qual se assenta e alicerça a Independência Econômica e Política de um POVO; o método de ensino que estamos procurando desenvolver e divulgar visa exatamente essa Independência Intelectual estratégica.

Entretanto convém lembrar ou advertir ao estudante que não existe caminho fácil, ou mágica, para substituir o seu esforço na aquisição de conhecimento e que não deve esperar milagres; deve, sim, dispor-se a observar, experimentar, praticar, estudar, reestudar, VIVER a Física, durante anos e anos; e, se vai dedicar-se à Ciência, à Pesquisa Científica ou Tecnológica, como Físico, Matemático, ou como Engenheiro, deve saber que a aprendizagem só termina com a Morte. Isso não significa porém nenhuma desvantagem do Cientista, muito ao contrário, significa a certeza de que ele pode continuar produzindo, inovando, aprendendo até aos oitenta, noventa ou cem anos, quando a morte sobrevenha. Inúmeros são os exemplos, nesse particular, de Cientistas que conservaram pleno vigor intelectual até idade avançada, quando o vigor da mocidade e da idade madura já se foram há muito; entretanto o cérebro pode continuar mais ativo e potente que nessas fases da vida.