

Introdução

Prof. Dr. Hugo Franco

Apostila de Evolução dos Conceitos da Física
Publicação IFUSP 1336/98 - 2ª edição 2002

Nossa civilização criou condições de vida excepcionalmente favoráveis para o *homo sapiens*, permitindo-lhe uma vida longa em comparação com seus antepassados pré-históricos. Os homens do final do Neolítico, geneticamente muito próximos do homem contemporâneo, tinham uma expectativa de vida **inferior a 30 anos**, e findavam com os corpos marcados por uma existência fisicamente dura. Seus despojos, em sítios arqueológicos, revelam ossos fraturados em caçadas, uma compleição física marcada por uma alimentação inconstante e pela exposição contínua a uma Natureza agressiva, que estes humanos estavam longe de controlar.

Hoje, protegido dos mamutes e tigres de dentes de sabre, das intempéries, o homem *consumidor* do século XX e XXI tem uma grande dívida para com o conhecimento científico que lhe permite desfrutar tal existência. A agricultura mecanizada e a indústria, aliados à medicina ocidental, lastreados todos na física, química e biologia, possibilitaram aos seres humanos, ao menos aos que participam desta economia, uma vida privilegiada na história da espécie.

Mas o homem ocidental contemporâneo nem sempre enxerga as ciências exatas e biomédicas como suas generosas benfeitoras. Ao contrário, a totalidade da ciência foi atacada por muitas correntes filosóficas ao longo do século XX, e é freqüentemente encarada com **desconfiança** pelos seus usuários, como uma forma de saber insatisfatória, incompleta para as demandas do espírito humano. Num ensaio intitulado “*O Processo de Galileu no Século XX*”, o filósofo Paolo Rossi afirma que “... *os magos, os alquimistas e os feiticeiros foram ocupar o lugar de Bacon, de Galileu e de Diderot*”. Tido como mártir do nascimento da ciência, tardiamente absolvido pelo Vaticano, Galileu Galilei estaria enfrentando, metaforicamente, um “*novo processo*” em que foram colocados em cheque não apenas sua obra, mas o próprio “*método científico*” que inaugurou.

A **razão** cartesiana era uma das musas da Revolução Francesa, esclarecedora dos espíritos ávidos de conhecimento desde o Iluminismo. Desse espírito renovador nasceu, por exemplo, o sistema métrico decimal. Mas, ao longo do século XX, a razão perdeu sua tradicional aura libertária.

O desprestígio da ciência no século XX, apontado por Rossi, se manifesta de forma difusa, mas recorrente, nas estantes de nossas livrarias, através da marcada presença de uma literatura pseudo-científica. Livros sobre **astrologia, magia, poderes dos cristais, numerologia, tarô, alquimia...** esses temas parecem fazer sucesso. Quase se torna prestigioso a qualquer atividade *alternativa* o “mérito” de *não ser* abençoada pela ciência. Quanto mais misteriosa a doutrina, mais atraente, como um novo “*fruto proibido*” .

O saber *alternativo*, multiplicado pela cultura de massa, mescla sem muita distinção textos lapidares de dois milênios, tais como o “*Corpus Hermeticum*”, com textos com dezoito séculos de idade, com obras de um eventual astrólogo de ocasião contratado pela editora. A circunspecta Física foi involuntariamente incorporada a este *caldeirão de maravilhas* do conhecimento. Privados das “tediosas equações”, expressões técnicas do **jargão da Física** moderna são **vulgarizadas e esvaziadas de seu significado original**, para integrar esta salada editorial. O pretense papel da Física no mundo do saber alternativo se restringe ao de **legitimar o oculto**, afirmando-se com argumentos trôpegos que a relatividade e a mecânica quântica possuem homólogos na ciência antiga! O universo do saber alternativo acusa a ciência moderna de ser uma mera repetição imperfeita do conhecimento dos “*antigos*” .

Na esteira do físico Fritjof Capra, que *presenteou* o mundo com seu popular livro “*O Tao da Física*”, em que tenta fazer um *coquetel* de física moderna com budismo Zen, multiplicam-se na literatura títulos bizarros como “*Cura Quântica*”, em que se tenta arrastar a Física do século XX, com seus desafiantes paradoxos, para esta mesma arena do saber “**alternativo**”. Mas o irônico deste fenômeno é que muitos desses corpos de conhecimento “*alternativo*” não são, de fato, corpos estranhos à ciência: são, em sua maioria, **fragmentos de etapas antigas da própria ciência**, oportunamente exumados do esquecimento e entregues a interpretações deslocadas do contexto original neste “*museu de grandes novidades*” .

Ao mesmo tempo, a **história da ciência** passou, durante a segunda metade do século XX, por uma gradual mudança de enfoque, que trouxe à tona aspectos menos difundidos, mas fundamentais, das origens da ciência ocidental. Diversos episódios da história política contemporânea foram deliberadamente *modificados*, visando interesses de diferentes regimes políticos. No entanto, as revisões da história da ciência ocorrem de maneira mais sutil e insidiosa que estas deliberadas manipulações de fatos. Uma das dificuldades

que encontramos é o seu comprometimento com o papel de **legitimadora** da ciência e sua metodologia. Esta era a ênfase dada à história da ciência até fins do século XIX, e como tal, procurava acentuar seus contrastes com os conhecimentos “pré-científicos” .

O nascimento da Física de Galileu e Newton, como a conhecemos nos livros texto de Mecânica, é comumente apontada na história da ciência como o exemplo mais significativo do triunfo do pensamento científico, espelhando esta concepção do século XIX. Segundo tal concepção, a gênese desta ciência situar-se-ia no Renascimento, coincidindo com uma ruptura crescente com preceitos da Igreja. A civilização ocidental teria então se libertado da “*Idade das Trevas*” – a Idade Média. O **passado mágico-religioso** teria sido, então, **deixado para trás** por uma linhagem de pensadores: Copérnico, Kepler, Galileu, Newton, que teriam constituído um novo gênero de pensamento na Física. Esta visão da Física como resultado de uma “revolução científica” está claramente presente, por exemplo, no livro “*A Revolução Copernicana*” do autor Thomas Kuhn. Tal revolução do conhecimento ocidental teria se iniciado com o enunciado da hipótese heliocêntrica por Copérnico, e as inúmeras mudanças de perspectiva que implicava.

A ênfase na **ruptura com o pensamento mágico-religioso** tornou-se parte integrante de nossa **identidade cultural científica**. Estamos habituados a ver em certos personagens como Galileu ou Giordano Bruno, **heróis** fundadores da ciência moderna, em luta com o “*obscurantismo*” que a Igreja imporia à humanidade. Talvez a peça teatral “*Galileu Galilei*”, de Bertold Brecht, seja um exemplo acabado deste retrato de Galileu. No entanto, a história do Galileu **real** revelou-se consideravelmente mais complexa do que a mostrada em tal retrato, e novas interpretações mostram a presença de importantes ingredientes políticos em seu confronto com a Igreja, que pouco tinham a ver com heresia ou ruptura com o pensamento cristão, como procura demonstrar Pietro Redondi, em sua obra “*Galileu Herético*” .

No entanto, a **fronteira** entre a ciência e as formas de pensamento que a precederam revelou-se **mais tênue** do que desejariam os historiadores da ciência de meio século atrás. Um exemplo marcante são os *escritos alquímicos* de Newton. Todo um extenso conjunto de anotações deste importante pensador ficou confinado a um calhamaço de papéis velhos, arrematados em leilão na década de 30. Estes textos revelam que Newton dedicou, de fato, longo tempo a **estudos alquímicos**, cuja redescoberta neste século suscitou inicialmente “*perplexidade, desdém, horror e incredulidade*” junto à comunidade acadêmica. A imagem do pensador positivo, racional, mostrou-se **incompatível** com esse *corpus* de manuscritos, sobre os quais apenas recentemente a história da ciência se debruçou.

Mesmo obras mais conhecidas de Newton, como o “**Opticks**”, que teve

em sua época diversas edições, foi “**condenado**” a um longo período de esquecimento. Nesta obra, Newton expõe uma teoria híbrida, ao mesmo tempo **corpúscular e ondulatória** da luz, o que foi sentido como um equívoco menor do grande pensador quando a teoria ondulatória da luz se consolidou. O “**Opticks**” somente foi publicado novamente nos anos 30, depois da consolidação da mecânica quântica. A recém adquirida noção de dualidade onda-partícula emprestaram certo lustro e mesmo um tom profético a estes escritos.

Estes fatos ilustram a suscetibilidade da história da ciência que, a exemplo deste caso de Newton, vemos servir como legitimadora do estilo de pensamento em voga. Por outro lado, veremos aspectos da **ciência da Antigüidade** que são surpreendentemente **próximos** de nossos métodos, tais como a determinação aproximada da **distância da Terra ao Sol** feita por Aristarco no século III a.C.

Com algumas honradas exceções, a maioria dos livros didáticos busca uma **assimilação eficiente de idéias e técnicas** através de uma **trajetória lógica**, em detrimento da seqüência histórica. Os nomes da história da física por vezes acabam se reduzindo a **nomes de leis e de equações**, *rótulos mnemônicos* tão distantes do personagem histórico quanto os nomes de ruas estão dos vultos que evocam: “Avenida Brigadeiro Luís Antônio”, “Praça Benedito Calixto”; assim se tornam as *leis de Newton*, a *equação de d’Alembert*, as *equações de Euler-Lagrange*...

Destinadas ao último ano de um curso superior de Física, buscamos nestas notas permitir ao aluno confrontar seus conhecimentos de Física básica com um panorama global da história da Física, história por vezes tortuosa, repleta de contradições, de retornos, de abandonos. Este estudo busca, aos que pretendem lecionar Física, permitir uma visão histórica da disciplina, importante aspecto na **motivação de sala de aula** e na formação de conceitos em alunos do segundo grau. Aos que pretendem se dedicar à pesquisa, é fundamental a compreensão da Física não como uma doutrina fechada, mas como um patrimônio cultural **em constante mudança**, do qual o pesquisador, em alguma proporção, irá participar, e finalmente, aos leitores de outras áreas, melhor situar a Física dentro da história do conhecimento humano.

Procuraremos privilegiar, no presente texto, uma narrativa predominantemente **factual e técnica** da *história da Física*, com suas diversas fontes e seus caminhos contraditórios, deixando em segundo plano o confronto entre diversas escolas de *filosofia da ciência e epistemologia*. As divisões entre “períodos” da história da ciência serão apresentadas como fluidas, graduais, com ênfase no testemunho registrado de **técnicas e métodos** utilizados em diversos momentos. Esta abordagem busca certa neutralidade quanto a modelos da evolução do pensamento científico, procurando facultar ao aluno

avaliar por si mesmo quão perto e quão longe cada um deles próprios se encontram destes seus antigos colegas.

A narrativa principia com a **Mecânica**, nascida das **observações astronômicas** e da Matemática das grandes civilizações da Antigüidade, Egito, Babilônia, Grécia, Roma. Estas constituem o **alicerce de dados e metodologia** sobre o qual se apoiaram Copérnico, Kepler e Newton, abordados neste texto. Antes de adentrar a ciência do Renascimento, a narrativa passa pela Idade Média, com a revivescência dos métodos gregos e helenísticos no seio do Império Islâmico, e o nascimento das Universidades na Europa a partir do século XIII. A seguir, descrevemos o nascimento da física ondulatória, originária de conhecimentos empíricos de instrumentos musicais e teóricos da harmonia, que culminou com a elucidação do lapidar problema da **corda vibrante**.

No âmbito da ótica, mostramos a história entrelaçada das teorias corpusculares e ondulatórias da luz, ambas remontando à Antigüidade. No capítulo sobre o Eletromagnetismo, mostramos a complexa tarefa da física em criar modelos mecânicos para o éter, modificados por sucessivas descobertas experimentais nesse campo, até a síntese realizada por Maxwell. Finalmente, mostramos os primeiros passos da Mecânica Quântica, desde as leis empíricas da espectroscopia, até a gênese das formulações de Heisenberg e de Schrödinger nos anos vinte.

Bibliografia

- Rossi, Paolo; “*O Processo de Galileu no Século XX*” In “*A Ciência e a Filosofia dos Modernos*”, Editora UNESP. 1992.
- Crombie, Alstair; “*Estilos de Pensamento nel Renascimento*”.
- Kuhn, T.; “*A Revolução Copernicana*”, ed. Edições 70, Lisboa, 1990.
- Webster, C.; “*De Paracelso a Newton – La Magia en la Creacion de la Ciencia Moderna*”, Ed. Fondo de Cultura Económica, México, 1982.