

FÍSICA COMO CONSTRUÇÃO HUMANA – OS PRIMEIROS PASSOS¹

André Batista Noronha Moreira¹, Vera Bohomoletz Henriques²

¹Universidade de São Paulo, Instituto de Física, andrefisica@usp.br

²Universidade de São Paulo, Instituto de Física, vhenriques@if.usp.br

O que é a Ciência? Qual sua natureza? Quais são as motivações daqueles e daquelas que a construíram e que a constroem? A postura dominante do professor de Física no ensino básico, ou mesmo no ensino superior, pode lembrar a de um sacerdote que professa religiosamente as verdades absolutas da Ciência, as quais espera que seus alunos memorizem. O livro didático, ou varre da Ciência a História e a Filosofia, ou mutila-as, ao enquadrá-las em pequenas “caixas” de leitura optativa. A “Ciência Divina”, dotada de verdades absolutas, nos submete a uma escravidão psicológica: professores que carregam concepções dogmáticas transferem-na para a sala de aula, apresentando verdades irrefutáveis que inibem qualquer tentativa de diálogo dos alunos com a ciência. No entanto, a ciência é um empreendimento humano, feito por homens e mulheres, cuja construção envolve também paixões e preconceitos – esta é a concepção humanitária de ciência que pode propiciar o encontro do estudante e seu professor com os modos do fazer da ciência.

As diretrizes apresentadas nos Parâmetros Curriculares Nacionais permitem rever a postura dogmática. Na medida em que se coloca para o ensino básico o objetivo da formação de um cidadão contemporâneo, capaz de compreender, intervir e participar na realidade, uma das premissas do ensino de Física é que esta deva “*ser reconhecida como um processo cuja construção ocorreu ao longo da história da humanidade, impregnado de contribuições culturais, econômicas e sociais*” (PCN+, p.59). E, ainda, recomenda-se a apresentação do “*desenvolvimento histórico dos modelos físicos para dimensionar corretamente os modelos atuais, sem dogmatismo ou certezas definitivas*” (PCN+, p.67). Neste trabalho, propomos um breve passeio seguindo os primeiros passos conhecidos desta ciência que se transformou na Física que conhecemos hoje. Nossa escolha de temas buscou olhar para a transformação, ao longo do tempo, dos modelos físicos, na medida em que diferentes idéias, filosóficas, pragmáticas, estéticas ou matemáticas, eram mobilizadas pelos diferentes pensadores.

O desenvolvimento do projeto deu luz a uma pequena apostila, intitulada História da Física - Os Gregos e a Física da Antiguidade, onde procuramos delinear historicamente o desenvolvimento da Ciência entre os antigos pensadores. O texto possui cerca de quarenta páginas, e discute as idéias e teorias de Tales, Pitágoras, Platão, Aristóteles, Aristarco, Eratóstenes e Ptolomeu. Estes e outros filósofos e matemáticos da antiguidade utilizaram as observações, a estética adotada por seu grupo, a religião, a fé, a imaginação e a matemática para construir modelos do sistema solar e da estrutura da matéria. O fio da meada de quarks e do “big bang” pode ser imaginado nesta origem longínqua. O intuito principal do texto é de auxiliar alunos de licenciatura e professores de Física, de modo que utilizem o material a seu favor na sala de aula.

Devido à extensão do texto completo, faremos um recorte - acompanharemos brevemente neste resumo algumas das idéias desenvolvidas por Tales de Mileto.

Dos antigos pensadores e filósofos nos restaram apenas os documentos doxográficos, textos nos quais pensadores e filósofos posteriores faziam suas interpretações; por isso, o pouco que sabemos se limita a relatos de terceiros. Isto acontece em relação às figuras que analisamos, em especial com os mais antigos como Tales de Mileto e Pitágoras de Samos; uma parcela significativa da doxografia feita destes pré-socráticos é de Aristóteles. As obras do pensador estagirita, juntamente com outros comentadores peripatéticos, nos possibilitaram conhecer um pouco sobre as idéias e teorias destes “antigos físicos”.

Tales foi o primeiro filósofo da chamada Escola Jônica, e é muitas vezes designado como primeiro cientista do mundo. De origem fenícia, teria vivido entre 625 e 558 a.C., grande parte em Mileto, região da Jônia, Ásia Menor, onde hoje é a Turquia. Devido à posição litorânea, Mileto era muito movimentada e ativa comercialmente, tinha pelo menos quatro portos onde o comércio marítimo era intenso, a mais próspera cidade grega de seu tempo (MLODINOW, p.25). As atividades comerciais se estendiam por todo o Mediterrâneo; estava em contato por terra com as civilizações da Mesopotâmia, e, por mar, com o Egito (FARRINGTON, p.27). Inevitavelmente uma forte interação de vários povos se dava: a difusão cultural e o contato entre saberes e crenças às vezes completamente desconhecidas entre si faziam de Mileto um centro cultural notável na antiguidade. Tales, que teve uma educação formal para a política, usou sua fortuna acumulada de anos de comércio em viagens e dedicou-se aos estudos: a Babilônia, onde os sacerdotes dividiam o ano em doze meses, o mês em trinta dias, e o dia em vinte e quatro horas, estudou a ciência e a matemática da astronomia; passou muito tempo também no Egito onde aprimorou e aplicou sua matemática, maravilhando os egípcios.

Tales acreditava que a Terra era plana, e que boiava, por sobre as águas dos oceanos. Desta forma justificava os terremotos, como grandes correntes de água passando sob os continentes. Num trecho da obra Sobre os Céus de Aristóteles, lemos:

Outros dizem que a Terra está sobre a água. Esta é a explicação mais antiga que chegou até nós, e é atribuída a Tales de Mileto, que afirmava que a Terra está em repouso porque flutua como madeira e substâncias similares, cuja natureza é ficar sobre a água, embora não possam ficar sobre o ar (COHEN, p.144).

Nas concepções das antigas civilizações egípcias e babilônicas acerca do mundo também se vêem terras ilhadas por oceanos; aqui é quase inegável a influência do pensamento oriental sobre as idéias de Tales.

A água tinha um papel importantíssimo também para a sua filosofia. Na citação seguinte, feita também por Aristóteles, identifica-se uma das principais teorias de Tales, acerca do que hoje classificamos como constituição e estrutura da matéria:

A maioria dos primeiros filósofos pensava que os princípios que estavam na natureza da matéria eram apenas princípios de todas as coisas: aquilo do que todas as coisas são feitas, e de onde primeiro vieram a ser e para o que se tornarão como estado final (a substância permanece, mas muda sua aparência), isto, dizem eles, é o elemento e o princípio de todas as coisas, e portanto eles pensam que nada é gerado ou destruído, pois este tipo de entidade é sempre preservada... Não há acordo sobre o número e a natureza destes princípios. Tales, que liderou o caminho neste tipo de filosofia, diz que o princípio é a água, e por isso declarou que a terra está em repouso sobre a água. Sua suposição pode ter surgido a partir da observação de que o alimento de todas as criaturas é úmido, e que o calor é gerado da umidade e vive dela; e aquilo do que vem todas as coisas é o seu primeiro princípio. Além disso, outra razão para sua suposição seria o fato de que a semente de todas as coisas tem uma natureza úmida, e para coisas úmidas a origem de sua natureza é a água. (GUTHRIE, p.55-56).

Não é difícil notar as semelhanças da teoria do arché de Tales com algumas

concepções típicas de grandes civilizações de seu tempo. As mais antigas tradições egípcias dizem que tudo se originou de uma espécie de caos da água. O mundo seria um grande retângulo, com os céus sustentados por quatro grandes montanhas. Egito estava no centro das terras, cortado de sul a norte pelo rio Nilo. Este seria um afluente de um rio maior, que corre de leste a oeste, de onde o Deus Rá (Deus Sol), numa barca arrastada pela correnteza, ilumina o dia. Ao chegar do verão e das grandes chuvas equatoriais, quando o Nilo engole as margens do Egito e os mares engolem as margens continentais, Rá pode iluminar o mundo mais de perto, o que explicaria o aumento da duração do dia (FRANCO, Cap. Egito Antigo). Tamanha era a importância do rio, que não sem motivos, o grande historiador e geógrafo grego Heródoto, que viveu no século V a.C., descreveu Egito como presente do Nilo. Dada a importância da água para o desenvolvimento e sustentação das antigas civilizações, é natural esperarmos que suas cosmogonias encerrassem a idéia de uma desproporcionada existência de água (FARRINGTON, p.28). As pontuais cheias do Nilo levaram os egípcios à criação de um calendário e ao desenvolvimento da Geometria; quando as águas cobriam a terra, levavam consigo as demarcações territoriais, e era preciso então remedir (no grego, metria) as dimensões das terras (no grego, geo), pois os impostos sobre a posse de terra eram determinados baseado na altura da enchente do ano e na área de superfície das propriedades. De fato, acredita-se que dificilmente o desenvolvimento da matemática egípcia estava desvinculado de alguma necessidade envolvendo medições. Elaboraram métodos bastante confiáveis, embora tortuosos, para calcular a área de um quadrado, de um retângulo e de um trapézóide. Para achar a área de um círculo, eles o consideraram semelhante a um quadrado com lados iguais a $\frac{8}{9}$ do diâmetro, o que é equivalente a usar para π um valor de $\frac{256}{81}$, ou 3,16. Tales buscou explicações teóricas para os fatos descobertos empiricamente pelos egípcios. Foi capaz de deduzir técnicas geométricas, e deixou os egípcios impressionados quando lhes mostrou como eles poderiam medir a distância de navios ao mar (GUTHRIE, p.51) e calcular a altura de uma pirâmide empregando um conhecimento das propriedades de triângulos semelhantes (MLODINOW, p.19-25). Tales é também conhecido como fundador da Geometria (SCHURMANN, p.15) e a ele atribui-se a prova de cinco teoremas: (i) Um círculo é dividido simetricamente por seu diâmetro; (ii) Os ângulos da base de um triângulo isósceles são iguais; (iii) Se duas linhas retas se cruzam, os ângulos opostos são iguais; (iv) Um ângulo inscrito numa semicircunferência é um ângulo reto; (v) Um triângulo está determinado se sua base e os ângulos relativos a esta base forem dados (GUTHRIE, p.53).

Há muito ainda pra se dizer sobre Tales, assim como de Pitágoras e de outros grande pensadores da antiguidade. Discutimos no texto completo o curioso modelo astronômico de Filolau de Crotona, pitagórico que elaborou uma teoria que possivelmente inspirou Aristarco, também pitagórico, a construir posteriormente o primeiro modelo Heliocêntrico da Ciência ocidental, assim como discutimos a complexa filosofia pitagórica, que parece curiosamente sugerir uma “quantização” do espaço e de entes físicos. Também falamos sobre Platão, e sua posterior e inegável influência sobre o Racionalismo durante Renascimento, e mostramos seu esforço em unificar as fortalezas filosóficas de Parmênides de Eléia e Heráclito de Éfeso simplesmente para provar que o movimento é “racional”, criando assim uma das mais belas e famosas teorias epistemológicas, a Teoria das Reminiscências. Trazemos também as teorias de Aristóteles sobre os movimentos celestes e terrestres, separação entre céu e Terra que foi abalada séculos depois pelas observações do solo lunar por Galileu. Por fim, mostramos o simples e elegante método de Eratóstenes para calcular o perímetro do meridiano terrestre, e também a teoria dos epiciclos de Ptolomeu.

A construção da Ciência, em particular dos primeiros conceitos físicos, ao longo de várias gerações de filósofos da natureza apresentada neste resumo e no texto completo pode ser utilizada pelo professor de Física numa abordagem que desmistifica a Ciência como dogma e possibilita ao aluno dialogar através do tempo com aqueles que participaram desta construção.

Bibliografia

COHEN, Morris R., DRABKIN, I.E: *A Source Book In Greek Science*, 3ª edição, Harvard University Press, USA, 1948.

FARRINGTON, Benjamin: *A Ciência Grega*, Ibrasa, 1961, Tradução de João Cunha Andrade e Lívio Xavier.

GUTHRIE, W.K.C: *History of Greek Philosophy I : The Earlier Presocratics and the Pythagoreans*, 1ª edição, Cambridge Press, Nova York, 1962.

FRANCO, Hugo: *Evolução dos Conceitos da Física*, Publicação IFUSP, São Paulo, 2ª edição, 2002.

MLODINOW, Leonard: *A Janela de Euclides*, Tradução de Enézio de Almeida, 2ª edição, 2004, Editora Geração, São Paulo.

SCHURMANN, Paul F: *Historia de la Física : Tomo I*, 2ª edição, Editora Nova, Buenos Aires, 1945.

SECRETARIA DE EDUCAÇÃO MÉDIA E TECNOLÓGICA. *PCN + Ensino Médio: Orientações Educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais*. Brasília: MEC; SEMTEC, 2002.

ⁱ Projeto desenvolvido no âmbito do Programa Ensinar com Pesquisa, da Pró-Reitoria de Graduação da Universidade de São Paulo.