

FÍSICA E CULTURA

João Zanetic

Quando se fala em cultura, raramente a física comparece na argumentação. Cultura é quase sempre e vocação de obra literária, sinfonia ou pintura; cultura erudita, enfim. Tal cultura, internacional ou nacional, traz à mente um quadro de Picasso ou de Tarsila, uma sinfonia de Beethoven ou de Villa Lobos, um romance de Dostoiévski ou de Machado de Assis, enquanto que a cultura popular faz pensar em capoeira, num samba de Noel ou num tango de Gardel. Dificilmente, porém, cultura se liga ao teorema de Godel ou às equações de Maxwell!

Sugerindo abordagens para modificar essa situação, este texto examina o tema “Física e Cultura” na escola, no contexto social e, principalmente, na literatura, vinculando-o à figura de Albert Einstein (1879-1955) no centenário de seu *annus mirabilis*.

FÍSICA E CULTURA NA ESCOLA Um cidadão contemporâneo é ensinado que a física é esotérica, que nada tem a ver com a vida atual e que não faz parte da cultura. Com exceção de experiências isoladas que professores levam para suas salas de aula, muitas vezes decorrentes da pesquisa em ensino de física desenvolvida no país, no geral a física é mal ensinada nas escolas. O ensino de física dominante se restringe à memorização de fórmulas aplicadas na solução de exercícios típicos de exames vestibulares. Para mudar esse quadro o ensino de física não pode prescindir, além de um número mínimo de aulas, da conceituação teórica, da experimentação, da história da física, da filosofia da ciência e de sua ligação com a sociedade e com outras áreas da cultura. Isso favoreceria a construção de uma educação problematizadora, crítica, ativa, engajada na luta pela transformação social.

Um fator determinante no encaminhamento de um jovem para o encantamento com o conhecimento, para o estabelecimento de um diálogo inteligente com o mundo, para a problematização consciente de temas e saberes, é a vivência de um ambiente escolar e cultural rico e estimulador, que possibilite o desabrochar da *curiosidade epistemológica*. Como ensinava Paulo Freire:

“Não é a curiosidade espontânea que viabiliza a tomada de distância epistemológica. Essa tarefa cabe à curiosidade epistemológica – superando a curiosidade ingênua, ela se faz mais metodicamente rigorosa. Essa rigorosidade metódica é que faz a passagem do conhecimento ao nível do senso comum para o conhecimento científico. Não é o conhecimento científico que é rigoroso. A rigorosidade se acha no método de aproximação do objeto”. (1)

No mais importante documento autobiográfico, escrito por volta de 1946, quando Einstein se aproxima dos 70 anos, encontramos

exemplos de suas curiosidades epistemológicas – a agulha da bússola, aos 5 anos, a geometria plana de Euclides, aos 12 anos, e a perseguição a um raio luminoso, aos 16 anos – que o estimularam a explorar o mundo do conhecimento e lhe imprimiram na mente a convicção de que “devia haver algo escondido nas profundezas das coisas”. (2)

Nessa mesma autobiografia, Einstein apresentava uma crítica à educação, ainda válida para hoje e para o futuro:

“(…) como estudantes, éramos obrigados a acumular essas noções em nossas mentes para os exames. Esse tipo de coerção tinha (para mim) um efeito frustrante. (...) Na verdade, é quase um milagre que os métodos modernos de instrução não tenham exterminado completamente a sagrada sede de saber, pois essa planta frágil da curiosidade científica necessita, além de estímulo, especialmente de liberdade; sem ela, fenece e morre. É um grave erro supor que a satisfação de observar e pesquisar pode ser promovida por meio da coerção e da noção de dever.” (3)

FÍSICA E CULTURA NO CONTEXTO SOCIAL No período histórico que se seguiu aos efeitos sociais e econômicos decorrentes das grandes

navegações, ao contrário do que ocorreu no período feudal que prescindia da ciência, o desenvolvimento da física foi marcante para a nascente burguesia mercantil. Esse cenário influenciou também na forma de trabalho e comunicação entre os cientistas desse período, provocando uma brusca mudança na prática científica. Se até a época de Kepler (1571-1630) e Galileu (1564-1642) os cientistas trocavam poucas informações entre si, com o advento das sociedades científicas uma verdadeira revolução na troca de informações, nas discussões, nos desafios, alterou profundamente o relacionamento entre os cientistas. As ciências

naturais, particularmente a física, começaram a se transformar numa verdadeira instituição social, se bem que ainda longe do status que os cientistas iriam atingir a partir do século XIX.

Robert Merton (1910-2003) considera determinante a relação entre a física e a economia na Inglaterra do século XVII. Menciona que alguns dos nomes mais ilustres da ciência daquele século estavam interessados no “cultivo da teoria e da prática”, entendida esta última como a solução de problemas práticos que se traduziam nas “inovações que pudessem melhorar o comércio, a mineralogia e a técnica militar”. Entre os inúmeros cientistas desse período destacam-se Boyle (1627-1691), Huyghens (1629-1695) e Newton (1642-1727). Merton destaca os problemas relacionados com os meios de transporte, vitais para a proliferação e o crescimento das empresas do capitalismo nascente. Com o aumento das viagens por mar, a determinação precisa da latitude e longitude tornava-se de importância crucial. A indústria da mineração aplicou o estudo das máquinas simples para a elevação do minério para a superfície e a hidrostática para o bombeamento de água do fundo das minas. A indústria militar dependia do domínio da mecânica dos projéteis, do estudo da resistência dos materiais e do movimento nos meios resistentes. (4)

A INDÚSTRIA MILITAR DEPENDIA DO DOMÍNIO DA MECÂNICA DOS PROJÉTEIS...

Paralelos semelhantes são encontrados ao longo da Revolução Industrial dos séculos XVIII e XIX, sem esquecer o incrível papel que a física desempenhou nas transformações ao longo do século XX. Tudo isso levou Merton a afirmar o seguinte:

“É fácil constatar que a ciência é uma força dinâmica de mudança social, embora nem sempre de mudanças previstas ou desejadas. De vez em quando até os físicos saíram dos seus laboratórios para reconhecer, com orgulho e surpresa, ou para repudiar, com horror e vergonha, as conseqüências sociais de seu trabalho. A explosão da primeira bomba atômica sobre Hiroshima nada mais fez que comprovar o que todo o mundo sabia. A ciência tem conseqüências sociais.” (5) Embora a ligação da ciência com a base econômica e social seja crucial para a compreensão do seu papel cultural, não cabe neste artigo aprofundar essa temática mas tão somente problematizá-la, no sentido de sua utilização em um ensino de física que seja crítico e instrumental conforme mencionado anteriormente. Vale a pena fechar esta seção com mais uma lembrança a Einstein que, em 1948, devido aos armamentos nucleares, escreveu:

“Nós cientistas, cujo trágico destino tem sido ajudar a produzir métodos de aniquilamento cada vez mais horríveis e eficazes, precisamos considerar que é também nosso solene e transcendente dever fazer tudo que pudermos para evitar que essas armas sejam usadas no brutal propósito para o qual foram inventadas”. (6)

FÍSICA E CULTURA NA LITERATURA Um precursor da aproximação entre física e literatura foi o físico e escritor inglês Charles P. Snow (1905-1980) que, há cerca de 40 anos, sugeria que a separação entre as comunidades de cientistas e escritores dificultava a solução de diversos problemas que envolviam a humanidade à sua época. Ele salientava que essa separação trazia implicações de natureza ética, epistemológica e educacional. Embora muitas das premissas do seu ensaio precisem ser reavaliadas em função do desenvolvimento das últimas quatro décadas, creio que parte significativa de suas idéias deve permanecer na agenda de educadores, cientistas e humanistas. Snow argumentava que uma aproximação entre as duas culturas era essencial para possibilitar um eficaz diálogo inteligente com o mundo. (7)

Para estabelecer esse diálogo é preciso que o leitor domine de forma competente a leitura e a escrita, portanto a literatura deve ter um papel de destaque na formação do cidadão contemporâneo. Recentes avaliações internacionais do nível de leitura e escrita situaram o Brasil numa posição bastante lamentável. (8) A crise de leitura afeta também os países desenvolvidos, como exemplifica pesquisa realizada, em 2002, nos Estados Unidos, pela National Endowment for the Arts, que concluiu: “Pela primeira vez na história moderna, menos da metade da população adulta lê literatura”. (9)

Todo professor, independente da disciplina que ensina, é professor de leitura e esta pode ser transformada numa atividade interdisciplinar envolvendo os professores de física, português e história. O historiador da ciência David Knight sugere a história da ciência como a cola para acoplar as duas culturas. (10) No período histórico que antecedeu de alguns séculos a época de Kepler e Galileu, quando a visão científica dominante era baseada na ciência aristotélica, des-

taca-se o poeta italiano Dante Alighieri (1265-1321) com seu poema *A divina comédia*. *O paraíso* de Dante é formado por nove céus concêntricos girando em torno da Terra imóvel no centro do universo, segundo o paradigma aristotélico-ptolomaico. Um extrato do canto XXVII ilustra essa influência:

“As partes deste céu são tão uniformes,
que eu não posso dizer qual Beatriz
escolheu para meu lugar.
Mas ela, que via o meu desejo de saber,
começou, sorrindo tão alegre, que no seu rosto
parecia regozijar-se o próprio Deus:
deste céu começa a natureza do mundo como do seu
princípio, fazendo que a Terra seja firme no centro
do universo e as outras partes em torno se movam”. (11)

A mesma influência aristotélico-ptolomaica encontramos no poema *Os lusitadas*, de Camões, escrito na segunda metade do século XVI. (12) Já na obra do poeta e professor de ciências inglês John Milton (1608-1674) comparece tanto a presença da visão de mundo geocêntrica aristotélica quanto da heliocêntrica copernicana, ainda em disputa naquela época. Milton foi influenciado pela cultura italiana do Renascimento, tendo contato com Galileu, em 1638, quando este esteve preso a mando da Inquisição. No seu poema *O paraíso perdido*, publicado em 1667, Milton apresenta sua visão religiosa, política, social e científica do mundo. A interação entre Galileu e Milton pode fornecer uma rica fonte de recursos de conteúdos científicos, literários e históricos para uma atividade interdisciplinar na escola. Hugh Henderson destaca que ambos foram atacados, censurados e condenados pelos donos do poder: Galileu pelos seguidores do papa Urbano VIII e pela Inquisição e Milton pela monarquia e pela censura inglesa. Ambos tiveram seus escritos proibidos e foram presos, Galileu por nove anos e Milton por alguns meses. (13) Eis um exemplo do poema, extraído do livro VII, onde o anjo Rafael responde a Adão a respeito do movimento dos céus:

“Mas que essas coisas sejam ou não assim; que o Sol,
dominando o céu, se erga sobre a Terra, ou que a Terra se
erga sobre o Sol; que o Sol comece no oriente o seu curso
ardente, ou que a Terra avance do ocidente a sua carreira
silenciosa, com passos inofensivos, e durma no seu eixo
suave enquanto caminha num passo igual a ti transporta
delicadamente, com a atmosfera tranqüila (...)”. (14)

Vários escritores e estudiosos da linguagem, da literatura e da semiótica se preocupam em entender essa impregnação mútua entre física e literatura. São significativos os estudos de Edgar Allan Poe (1809-1849), Émile Zola (1840-1902) e Umberto Eco, entre outros, que serão mencionados a seguir.

Eco, ao analisar o período correspondente aos séculos XVI-XVII, caracterizado pelo desenvolvimento da física de Kepler e Galileu, afirma que “(...) a poética do Barroco reage a uma nova visão do cosmo introduzida pela revolução copernicana, sugerida quase em

termos figurativos pela descoberta da elipticidade das órbitas planetárias por Kepler – descoberta que põe em crise a posição privilegiada do círculo como símbolo de perfeição cósmica. Assim como a pluriperspectiva da construção barroca se ressentia desta concepção – não mais geocêntrica e, portanto, não mais antropocêntrica – de um universo ampliado rumo ao infinito (...). (15)

Embora Kepler tenha um texto publicado postumamente, em 1634, três décadas antes de *O paraíso perdido*, cabe mencioná-lo aqui como o precursor da ficção científica, que influenciaria inúmeros escritores após o século XVII, e também porque incorporou idéias científicas mais avançadas do que aquelas utilizadas por Milton. Assim, Kepler, além de produzir as importantes contribuições ao nascimento da física clássica, particularmente as leis planetárias e o papel do Sol no movimento dos planetas, que ajudaram na construção da ousada teoria gravitacional de Newton, foi autor de uma novela denominada *Sonho ou astronomia da Lua*. Ele foi influenciado nessa iniciativa pelas descobertas de Galileu através da luneta, como também por suas próprias idéias a respeito da gravidade. Kepler, um cientista com veia literária, descreve em *Sonho* uma viagem à Lua, como podemos perceber por este breve trecho:

“O choque inicial [de aceleração] é o pior, pois o viajante é atirado para cima como numa explosão de pólvora (...) Deve, portanto, ser entorpecido por narcóticos, tendo os membros cuidadosamente protegidos para não serem arrancados e para que o recuo se distribua por todas as partes do corpo (...) Quando a primeira parte da viagem estiver terminada, será mais fácil, porque em jornada tão longa o corpo escapa indubitavelmente à força magnética da Terra e penetra na da Lua, de modo que esta vence. (...) visto que tanto a força magnética da Terra como a da Lua atraem o corpo e o mantém suspenso, o efeito é como se nenhuma delas o atraísse. No fim, a sua massa, por si própria, se voltará para a Lua”. (16)

Nessa aproximação entre as duas culturas e na seqüência histórica aqui apresentada, o zoólogo e escritor Richard Dawkins aborda o descontentamento dos poetas Keats (1795-1821) e Goethe (1749-1832), entre outros, com o desenvolvimento da física clássica, particularmente com os trabalhos de Newton. Enquanto Goethe rejeitava a óptica newtoniana, Keats acusava Newton de ter destruído a poesia do arco-íris ao tê-lo explicado. Eis alguns versos do poema “Lamia”, escrito por Keats em 1820:

“Havia um formidável arco-íris no céu de outrora:
Vimos a sua trama, a textura; ele agora
Consta do catálogo das coisas vulgares.
Filosofia, a asa de um anjo vais cortar,
Conquistar os mistérios com régua e traço,
Esvaziá-los a mina de gnomos, o ar do feitiço –
Desvendar o arco-íris (...).” (17)

Dawkins atribui parte dessa manifestação à polarização entre as duas culturas, destacando que esses poetas não se dispuseram a entender a mensagem construída pela ciência. Diz que se esses poetas tivessem uma educação científica compatível com a sua forma de dialogar

com o mundo, suas poesias contemplariam favoravelmente as conquistas científicas de sua época.

Pouco posterior ao período vivido por esses poetas e caminhando numa direção contrária à deles, como que antecipando a sugestão de Dawkins, o escritor francês Émile Zola, sob a influência do pensamento do médico e filósofo Claude Bernard (1813-1878), pretendia impregnar o romance e o texto teatral com o determinismo positivista da física clássica desse período. Ele dizia:

“Não somos nem químicos, nem físicos, nem fisiólogos; somos simplesmente romancistas que nos apoiamos nas ciências. (...) o romancista experimentador nada mais é senão um cientista especial que emprega o instrumento dos outros cientistas, a observação e a análise. (...) O artista parte do mesmo ponto que o cientista; ele se coloca diante da natureza, tem uma idéia a priori e trabalha segundo esta idéia. Ele só se separa do cientista se levar sua idéia até o fim, sem verificar a sua exatidão pela observação e experiência.” (18)

Em oposição a essa visão de mundo, ancorada no determinismo clássico característico da física newtoniana, ainda dominante à época de Zola, e numa espécie de antevisão daquilo que ocorreria a partir de 1905, com o desenvolvimento da física contemporânea, principalmente devido aos trabalhos de Einstein, outros escritores parecem prever o desenvolvimento científico que viria. Eco afirma que “se a arte reflete a realidade, é fato que a reflete com muita antecipação.” (19)

No final século XIX encontramos dois exemplos dessa antecipação. O escritor russo F. Dostoiévski (1821-1881) expressava, em *Os irmãos Karamazov*, uma idéia científica que já estava no ar, portanto, um quarto de século antes de sua formulação por Einstein, a saber, a de que a geometria euclidiana não servia mais ao propósito de explicação do mundo físico. A “linha de mundo” já habitava o espaço-tempo de Dostoiévski. Já no romance *A máquina do tempo*, escrito entre 1887 e 1894, o inglês H. G. Wells (1866-1946) reflete o ambiente cultural do advento da geometria não-euclidiana:

“Sabem, naturalmente, que uma linha matemática, uma linha de espessura zero, não tem existência real. (...) Também um cubo, tendo apenas comprimento, largura e altura, não pode ter existência real. (...)”

– Não há dúvida – continuou o Viajante do tempo – que todo corpo real deve estender-se por quatro dimensões: deve ter Comprimento, Largura, Altura e ... Duração. Mas, por uma natural imperfeição da carne, que logo lhes explicarei, somos inclinados a desprezar esse fato. Há realmente quatro dimensões, três das quais são chamadas os três planos do Espaço, e uma quarta, o Tempo. Existe, no entanto, uma tendência a estabelecer uma distinção irreal entre aquelas três dimensões e a última (...) Realmente é isso o que significa a Quarta Dimensão, embora algumas pessoas quando falam na quarta dimensão não saibam o que estão dizendo. É apenas outra maneira de encarar o Tempo.” (20)

Eco, que entende essa aproximação como uma “metáfora epistemológica”, não identifica a imaginação poética com a racionalidade científica. Ele separa as duas culturas mas, ao mesmo tempo, sabe que elas se complementam profundamente. Até Edgar Allan Poe, no início do seu poema/ensaio *Heureka*, onde aborda o método de trabalho seguido por Kepler, as noções gravitacionais de Newton e

discute as mais variadas idéias sobre os planetas e a galáxia, adverte: “apresento esta composição como um simples produto artístico ... é apenas como um poema que desejo que este trabalho seja julgado”. (21) Ou seja, as operações culturais desses dois campos do conhecimento – literatura e ciência – acabam se cruzando e, talvez, apresentando uma certa complementaridade de construção sobre a realidade. Afinal:

“Os conceitos físicos são livres criações da mente humana, não sendo, por mais que pareçam, determinados unicamente pelo mundo externo”. (22)

João Zanetic é professor doutor do Departamento de Física Experimental do Instituto de Física da USP. Atua no Programa de Pós-Graduação em Ciências de Ensino de Ciências, do qual faz parte os institutos de Física e Química e a Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo.

NOTAS E REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Freire, P. *À sombra desta mangueira*. São Paulo, Editora Olho d'Água, 2ª edição, p. 78. 1995.
- Einstein, A. *Notas autobiográficas*. Rio de Janeiro, Editora Nova Fronteira, pp. 18, 19, 55. 1982. Esse texto é altamente recomendável para trabalhar com o desenvolvimento intelectual de Einstein, seu “credo epistemológico”, suas críticas à educação, e sua visão da física.
- Einstein, A. *Notas autobiográficas*. Rio de Janeiro, Editora Nova Fronteira, pp. 25/26. 1982.
- Merton, R.K. *Sociologia, teoria e estrutura*. São Paulo, Editora Mestre Jou, pp. 711/718. 1970.
- Merton, R.K. *Sociologia, teoria e estrutura*. São Paulo, Editora Mestre Jou, p. 631. 1970.
- Calaprice, A. (ed.). *Assim falou Einstein*. Rio de Janeiro, Editora Civilização Brasileira, 1998, pp. 140/141.
- Snow, C. P. *As duas culturas*. São Paulo, Editora da Universidade de São Paulo. 1997. (Edição original, 1959).
- Entre essas avaliações, destaca-se o estudo PISA (*Programme for International Student Assessment*), da Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico que está disponível no site www.pisa.oecd.org.
- Gioia, D. “Prefácio”. In: *Research Division Report # 46*. Washington: National Endowment for the Arts, June 2004, p. vii. Esse relatório pode ser obtido em: <http://www.nea.gov/pub/ReadingAtRisk.pdf>.
- Knight, D. *Working in the glare of two cultures*. *Interdisciplinary Science Reviews*, 23, 156-160. 1998.
- Alighieri, D. *A divina comédia*. Lisboa, Liv. Sá da Costa Edit., pp. 287/288. 1958.
- Teixeira, I. *Luís de Camões, Os lusíadas*. São Paulo, Ateliê Editorial. 1999. Livro com explicações das fontes e referências, inclusive as científicas, que Camões utilizou para construir seu poema.
- Henderson, H. “A dialogue in paradise: John Milton’s visit with Galileo”. *Physics Teacher*, 39, 179-183. 2001.
- Milton, J. *O paraíso perdido*. Rio de Janeiro, Ediouro, p.167.
- Eco, U. *Obra aberta*. São Paulo, Editora Perspectiva, 8ª edição, p.157. 1991.
- Citado por Arthur Koestler, *Os sonâmbulos*. São Paulo, Ibrasa, pág. 289. (Edição original, 1959). Edição de 1991, com um novo título em português: *O homem e o universo*.
- Citado por Richard Dawkins. *Desvendando o arco-íris*. São Paulo, Companhia das Letras, p. 64. 2000.
- Zola, E. *O Romance experimental e o naturalismo no teatro*. São Paulo, Editora Perspectiva, pp. 61/62. 1982.
- Eco, U. *Obra aberta*. São Paulo, Editora Perspectiva, 8ª edição, p. 18. 1991.
- Wells, H.G. *A máquina do tempo*. Rio de Janeiro, Editora Francisco Alves, 4ª edição, pp. 9/11. 1991.
- Po e, E.A. “Heure ka”. In: *Poemas e ensaios*. Rio de Janeiro, Editora Globo, p.193. 1987.
- Einstein, A. e Infeld, L. *The evolution of physics*. London, Cambridge University Press, Second Edition, p. 31. 1971. Existem edições em português.