

FÍSICA E ARTE: UMA PONTE ENTRE DUAS CULTURAS

João Zanetic [zanetic@if.usp.br]

^aInstituto de Física da Universidade de São Paulo

"Tudo o que é sólido desmancha no ar, tudo o que é sagrado é profanado, e os homens são finalmente forçados a enfrentar com sentidos mais sóbrios suas reais condições de vida e sua relação com outros homens."

Marx¹

1. Abertura

A escrita deste ensaio tem sua inspiração central na palestra que tive o prazer de apresentar no último Simpósio Nacional de Ensino de Física, realizado em Natal em julho de 2001. Como pretendia ilustrar a ponte entre a física e a arte, recheei a minha fala com três exemplares da música popular brasileira que julguei pertinentes ao tema proposto. Foram três momentos musicais (abertura, intermezzo e finale) que ilustraram aspectos diferentes e complementares do diálogo entre duas culturas. Mais uma outra fonte importante de inspiração surgiu da releitura de um livro de Marshal Berman, do final de década de oitenta, que utiliza como título uma citação do **Manifesto do Partido Comunista** de Marx e Engels, grifada na epígrafe deste texto. Como nestes tempos incertos somos todos empurrados velozmente para a pós-modernidade do mercado, faço minhas algumas palavras finais desse texto de Berman:

O processo de modernização, ao mesmo tempo que nos explora e nos atormenta, nos impele a apreender e a enfrentar o mundo que a modernização constrói e a lutar para torná-lo o nosso mundo. Creio que nós e aqueles que virão depois de nós continuarão lutando para fazer com que nos sintamos em casa neste mundo, mesmo que os lares que construímos, a rua moderna, o espírito moderno continuem a desmanchar no ar. (Berman, 1986, pág. 330)

Assim, a abertura da palestra se deu com o convite para que a platéia ouvisse, lesse a letra e/ou cantasse, junto com Gilberto Gil, a música **Quanta**, onde o compositor baiano, abusando da "licença científica" mas com grande sensibilidade poética, combina ciência e arte, dizendo:

*Sei que a arte é irmã da ciência
Ambas filhas de um Deus fugaz
que faz num momento e no mesmo momento desfaz. (Gil, 1997)*

O eixo deste ensaio, e portanto daquela palestra, é minha convicção de que a Física deve participar da formação cultural do cidadão contemporâneo, independente das eventuais diferenças de interesses individuais e das mais variadas motivações acadêmicas e/ou profissionais. Meu objetivo central é atingir aqueles alunos que, no formato tradicional do ensino, não se sentem motivados ao estudo da física. E não precisamos nos basear em nenhum

sofisticado levantamento de opiniões para saber que esses alunos representarão a grande maioria de nosso alunado do ensino médio.

No final do século passado eu costumava dizer que precisávamos levar a física do século XX para a sala de aula antes que ele (o século XX) acabasse. Neste início do novo século, tomando como referência o número de aulas de física que estão presentes nas escolas de ensino médio da rede pública de São Paulo e a forma de atribuição de aula que a Secretaria da Educação desse estado vem adotando², eu diria que precisamos colocar a física de qualquer século na sala de aula antes que ela (a física na escola) acabe!³

Dez anos antes, no IX SNEF, ao tentar responder à questão “Qual o papel da ciência na formação básica?”, título da palestra daquele ano, respondi indicando várias dimensões presumidas como importantes para um cidadão contemporâneo, tais como:

- i. vivemos numa época fortemente influenciada e/ou determinada pelas ciências da natureza, com papel de destaque para a física;
- ii. muitos fenômenos da natureza são basicamente explicados através da ciência;
- iii. a tecnologia contemporânea é fortemente baseada na ciência;
- iv. o método científico pode ser facilmente transferível para outras atividades humanas;
- v. a ciência pode favorecer o uso do discurso racional, da razão, tão em desuso nos nossos tempos;
- vi. a ciência permite um diálogo inteligente com o cotidiano;
- vii. a ciência enriquece e promove a imaginação;
- viii. a ciência influencia outras áreas do conhecimento, as artes aí incluídas;
- ix. o processo histórico dos últimos séculos é incompreensível sem a presença da ciência;
- x. a ciência ... tem 1001 utilidades! (Zanetic, 1991, págs. 9/10)

Creio que ninguém, pelo menos entre aqueles que compunham as platéias daqueles dois simpósios, descarta esses papéis da ciência na formação básica de um cidadão contemporâneo. Certamente vários outros papéis ou *competências* poderiam ser aí acrescentados.

Quer estejamos pensando na química, na física ou na biologia, esses papéis são permanentemente citados. Muitos dos livros didáticos que nossos professores de ciências utilizam em suas aulas dizem que cumprem objetivos que implementam as dimensões propostas nessa lista.

Será que eles realmente ocorrem em nossas atividades de sala de aula ou continua ainda válida a avaliação feita pelo prêmio Nobel de literatura Elias Canetti, químico de formação, sobre seu professor de química do ensino médio?

(...) Eu ainda alimentava o desejo de saber e me apropriar de tudo o que valia a pena conhecer no mundo. Ainda tinha a crença inabalável de que isso era conveniente e também possível. (...) É verdade que eu tinha um ou outro mau professor, que nada nos transmitia, absolutamente nada, e ainda nos enchia de aversão por sua matéria. Um professor desses fora, em Frankfurt, o de química. Pouco me sobrou de suas aulas, além das fórmulas da água e do ácido sulfúrico e seus movimentos, durante as poucas experiências que ele nos

demonstrou, me enchiam de repugnância. (...) Assim, em vez de adquirir uma pequena noção de química, ficou-me um verdadeiro vácuo de conhecimentos" (Canetti, 1989, pág. 107)

É possível até que o professor de química de Canetti não fosse tão mau assim e que ele estivesse atribuindo de forma equivocada ao mensageiro uma crítica que deveria ser dirigida à mensagem. Essa hipótese talvez seja pertinente se atentarmos para o fato de que, embora não tenha exercido a profissão científica, o escritor búlgaro tinha uma formação universitária em química.

Como há dez anos, continuo convencido de que o ensino da física não pode prescindir da presença da história da física, da filosofia da ciência e de sua ligação com outras áreas da cultura, como a literatura, letras de música, cinema, teatro, etc.

Que história da física utilizaria? Opto por uma história que contemple tanto a evolução conceitual e metodológica da física quanto a relação da física com outras áreas do conhecimento e com a sociedade de uma maneira geral, enfim a física inserida no processo histórico.

Que filosofia da ciência? Sugiro a filosofia da ciência contemporânea, principalmente aquela baseada fortemente na história, que apresenta elementos de análise que enriquecem nossa visão da ciência como instrumento de “diálogo com a natureza”. Minha opção fica restrita às epistemologias de Gaston Bachelard, Thomas Kuhn e Paul Feyerabend. Se a filosofia voltasse como disciplina no ensino médio, ficaria ainda mais fácil discutir com os alunos a ruptura epistemológica, a revolução científica, os paradigmas, a proliferação de teorias, a verdade, o método, etc.⁴

Que literatura utilizar em aulas de ciência? Brevemente, diria que tenho em mente não apenas os grandes escritores da literatura universal que em suas obras utilizam conceitos e métodos das ciências, e da física em particular, os escritores com veia científica, como também várias obras escritas por cientistas com forte sabor literário, os cientistas com veia literária. (Zanetic, 1997 e 1998) Não entendo que o professor de física vá substituir os professores de português e de línguas estrangeiras, mas sim que uma atividade interdisciplinar se instale através da colaboração mútua entre esses diversos professores. Assim, por exemplo, trechos dos **Diálogos** e dos **Discursos**, de Galileu, ou de **A máquina do tempo**, de H. G. Wells, podem suscitar análises tanto do conteúdo científico quanto do discurso literário pelos professores de física e de português, respectivamente.

Vale destacar aqui o trabalho de divulgação científica praticado por grandes físicos do século XX com veia literária, como Einstein, Landau, Bohr, Feynman, entre outros. Muitos dos livros desses autores poderiam ser utilizados em aulas do ensino médio. Sobre o livro **Evolução da Física**, de Einstein e Infeld, Maria José P. M. de Almeida sugere o seguinte:

(...) acredito que, mesmo que um leigo na área leia o texto “como um romance”, essa leitura, certamente, será enriquecedora, aumentando seu gosto pela leitura mediadora de conhecimento e pela física. Para tanto, é fundamental que ao ler não busque encontrar apenas conceitos específicos e definições. (Almeida, 1996, pág. 12)

Testemunhamos nos últimos cinquenta anos um crescimento de iniciativas que procuram estabelecer uma ponte entre essas duas culturas.⁵ Podemos mencionar uma série de iniciativas muito ricas em nosso país focalizando a ligação da física com a literatura, com a

música, com o teatro, com o cinema, com as artes plásticas, enfim, já temos um bom acúmulo de experiências nessa área. Encontramos no último SNEF vários trabalhos que exemplificavam algumas dessas experiências.

Há poucos anos foi fundada inclusive uma Associação Internacional de Literatura e Ciência. E aqui entre nós tivemos a realização, durante o “13º Congresso de Leitura do Brasil”, do “IV Encontro sobre linguagens, leituras e ensino de ciências”, na UNICAMP, iniciativa pioneira de nossa colega Maria José P. M. Almeida, a Zezinha, e seu grupo.

2. Intermezzo

Há mais de quinze anos eu ouvia Luis Carlos de Menezes relacionar a física à música de modo particularmente rico e instigante. Ele associava conceitos de diferentes partes da física moderna à letra do samba *Tempo e Espaço*, do zoólogo e sambista boêmio Paulo Vanzolini. Assim, no meio da palestra mencionada, convidei novamente a platéia para que ouvisse essa bela música cuja letra reproduzo na íntegra pois não é tão conhecida quanto a da abertura.

*Tempo e espaço confundo
e a linha do mundo
é uma reta fechada.
Périplo, ciclo, jornada
de luz consumida
e reencontrada.
Não sei de quem visse o começo
e sequer reconheço
o que é meio e o que é fim.
Pra viver no teu tempo é que faço
viagens ao espaço
de dentro de mim.
Das conjunções improváveis
de órbitas instáveis
é que me mantenho.
E venho arrimado nuns versos
tropeçando universos
pra achar-te no fim
deste tempo cansado
de dentro de mim. (Vanzolini, s/data)*

É claro que um leitor desprevenido da ciência, mas bem familiarizado com textos literários, poderá interpretar o sentido poético da letra da música como um desabafo existencial do ser humano no início do terceiro milênio, contente que o mundo não tenha acabado mas preocupado com as tentativas de muitos em destruí-lo. Um estudante atento da física poderá dar outro sentido para os versos em função de várias de suas palavras ricas de significados científicos, como tempo, espaço, reta, luz, órbita, entre outras. O próprio Menezes passou por essas duas fases de interpretação:

O samba "Tempo e Espaço" de Paulo Vanzolini, por exemplo, eu já conhecia há muito tempo. Sempre havia entendido este samba como sendo a descrição do que vive um cidadão apaixonado, confundindo tempo e espaço, tropeçando universos.

Ouvindo este samba, nessa manhã, percebi que ele incorporava o conceito da relatividade geral de Einstein. A seguir, fui surpreendido com conceitos de eletrodinâmica quântica! Toquei de novo... de novo... e fui encontrando outros elementos da Física. (Menezes, 1988, págs. 57/58)

Propor que uma música como essa seja alvo de uma atividade no ensino médio, de modo a contemplar essas duas interpretações, pressupõe a existência, nos currículos de nossas escolas, das disciplinas Física e Literatura. Infelizmente isso não está de todo garantido pois, como disse acima, se de um lado a disciplina Física está desaparecendo das escolas públicas de São Paulo, provavelmente devido à forma de interpretação dos PCNs pela Secretaria da Educação⁶, de outro, o escritor Affonso Romano de Sant'Anna, também professor e pesquisador, tem reclamado do fato de que *"a disciplina Literatura foi cortada da grade curricular do Ensino Médio pela Secretaria de Estado de Educação do Rio de Janeiro"*.⁷

Uma defesa precursora desse tipo de atividade interdisciplinar foi apresentada pelo físico e escritor inglês Charles P. Snow (1905-1980) quando, há cerca de 40 anos, sugeria que a separação que existia entre as comunidades de cientistas naturais e de 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 (Snow, 1993). Embora muitas das premissas contidas no seu ensaio precisem ser reavaliadas em função do desenvolvimento cultural das últimas quatro décadas, creio que parte significativa de suas idéias deveriam permanecer na agenda de educadores, cientistas e humanistas. Snow defendia que uma aproximação entre os dois universos intelectuais era essencial para possibilitar um eficaz diálogo inteligente com o mundo.

Não há dúvida que para estabelecer um diálogo inteligente com o mundo é preciso que o leitor domine de forma competente a leitura e a escrita, portanto a literatura deve ter um papel de destaque na educação. Resultados recentes de avaliações internacionais do nível de leitura e escrita em dezenas de países desenvolvidos e subdesenvolvidos não situaram o Brasil numa posição muito confortável. Assim, enfatizar o papel da literatura é um tema extremamente relevante e atual.

Já o professor José Mário Pires Azanha vai bem mais longe na afirmação da importância da literatura no ensino médio. Segundo ele, os alunos do ensino médio deveriam entrar em contato com os grandes nomes da literatura universal como Guimarães Rosa, Graciliano Ramos, Tolstói e Dostoiévski, pois através de suas obras um aluno entraria em contato com as grandes questões humanas contemporâneas. Ele chega a afirmar que o ensino de literatura deveria ocupar mais de 50% da carga horária. E acrescenta:

"Nós não temos professores suficientes para ministrar biologia, química e física, por exemplo, que acabam sendo dadas por professores improvisados, com muito pouco aproveitamento. Temos que parar de fazer de conta que essas matérias são ministradas e investir num ensino que desenvolva no aluno a capacidade de reflexão e de entendimento do mundo." (Jornal da USP, 3 a 9/12/2001, pág. 3)

Embora concorde com a importância da literatura enfatizada por Azanha, até por experiência de vida já que no meu antigo ginásio passei por essa experiência literária por ele sugerida, não posso aceitar esse acomodamento para dar conta da falta de professores das disciplinas científicas na escola pública. Isso porque, além das diversas outras razões já destacadas anteriormente, nessas disciplinas também cabe a presença da grande literatura, incluindo aqui principalmente os cientistas com veia literária.

Neste ponto cabem perfeitamente as três teses desenvolvidas por Ezequiel Theodoro da Silva ao tratar do tema *ciência, leitura e escola*:

1ª tese: todo professor, independente da disciplina que ensina, é professor de leitura;

2ª tese: a imaginação criadora e a fantasia não são exclusividade das aulas de literatura;

3ª tese: as seqüências integradas de textos e os desafios cognitivos são pré-requisitos básicos à formação do leitor. (Silva, 1998, págs. 123/127)

Seguindo de perto algumas das sugestões de Snow, podemos afirmar que a capacidade de reflexão e de entendimento do mundo exige que o cidadão domine o discurso da modernidade e a ciência é um dos seus pilares mais importantes. Hannah Arendt, no seu livro mais conhecido em que debate o significado complexo da ação humana no século XX, ao caracterizar a entrada da humanidade nos tempos modernos, destaca três componentes básicos da modernidade: i. a descoberta da América e as grandes navegações; ii. a reforma protestante e seu impacto no desenvolvimento do que viria a ser o capitalismo; e iii. a invenção do telescópio que, pelas mãos de Galileu, desencadearia a evolução de *uma nova ciência que considera a natureza da Terra do ponto de vista do universo* (Arendt, 2001, pág. 260). Diz ela que este último componente, de início o menos influente, vai crescer de importância rapidamente até que passa a ser o aspecto dominante ao final do século XIX e durante o século XX. Diz ela também que essa ciência vai impregnar a condição humana moderna da dúvida cartesiana que movimenta a imaginação e a razão. Vale destacar aqui que, na leitura de Bachelard, imaginação e razão estão associadas, respectivamente, à linguagem poética e ao discurso científico.

Se o olho humano pode trair o homem de tal forma que tantas gerações haviam sido levadas a crer que o sol girava em torno da Terra, então a metáfora dos olhos da mente já não podia ser verdadeira; baseava-se, embora implicitamente e mesmo quando usada em oposição aos sentidos, numa fé ulterior na visão corporal. Se o Ser e a Aparência estão definitivamente separados – e este, como observou Marx certa vez, é realmente o pressuposto básico de toda a ciência moderna -, então nada resta que possa ser aceito de boa fé; tudo deve ser posto em dúvida. A antiga predição de Demócrito, de que a vitória da mente sobre os sentidos só podia terminar com a derrota da mente, parece haver-se realizado – exceto que, agora, a leitura de um instrumento havia aparentemente derrotado a mente e os sentidos. (Arendt, 2001, pág. 287)

Portanto, a história da humanidade, e dentro dela a história das ciências, tem um papel de destaque para que um cidadão contemporâneo tenha condições de trabalhar suas dúvidas sobre o andar da carruagem. David Knight, comentando ainda o impacto do ensaio de Snow sobre o trabalho de historiadores da ciência contemporâneos, sugere que:

A história da ciência parece ser uma cola que poderia manter acopladas suas duas culturas. Realmente, se as ciências provêm as explicações fundamentais no mundo material e se as explicações supremas sobre os assuntos humanos é histórica, então a história da ciência, baseada nas duas disciplinas que atingiram maturidade e proeminência no século dezanove, deveria ocupar uma posição central. (Knight, 1998, pág. 156)

Tomando os cuidados recomendados pelo nosso historiador da ciência de_plantão, Roberto Martins, em artigos recentes, podemos estabelecer alguns paralelos entre ciência e arte ao longo da história. A ciência e a arte, assim como toda e qualquer realização humana, estão conectadas com as condições históricas de sua concretização. Vou mencionar a seguir um breve exemplo.

Dante Alighieri, que viveu de 1265 a 1321, no seu poema épico **A divina comédia** demonstrou a forte influência do pensamento aristotélico-ptolomaico, a partir da leitura produzida por Tomás de Aquino, responsável pela aproximação desse paradigma aos ensinamentos e dogmas da Igreja de então. **O paraíso** de Dante é formado por nove céus concêntricos girando em torno à Terra imóvel, seguindo de perto uma descrição de Ptolomeu. Um exemplo extraído 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.*

*E este céu não tem nenhum outro lugar
senão a Mente divina, em que se acende o amor,
que o faz girar, e a virtude, que ele derrama.*

*A luz intelectual, plena d'amor do Empírio, contém
em si o Primeiro Móbil, assim como este contém os
outros oito; o Empíreo não pode ser compreendido
senão de Deus.”* (Alighieri, 1958, págs. 287/288)

A mesma influência aristotélica-ptolomaica encontramos no poema **Os lusíadas**, de Camões, escrito na segunda metade do século XVI. Para facilitar a vida daqueles que queiram trabalhar com as idéias geocêntricas e outras influências presentes nesse poema nas aulas de física e de português, por exemplo, foi publicado recentemente um livro com explicações das fontes e referências, inclusive as científicas, que Camões utilizou para construir seu poema épico. (Teixeira, 1999)

Já na obra do poeta e professor de ciências inglês John Milton, que viveu no século XVII, encontramos a presença tanto da visão de mundo geocêntrica aristotélica quanto da heliocêntrica copernicana, ainda em disputa naquela época. Milton foi fortemente

influenciado pela cultura italiana do Renascimento, tendo inclusive travado contato com Galileu quando este estava preso a mando da Inquisição. Seu poema maior, **O paraíso perdido**, reflete a forte influência que os trabalhos de Galileu e o contato pessoal que teria ocorrido entre os dois em 1638 tiveram sobre seu trabalho poético. Galileu chega a ser mencionado nominalmente três vezes ao longo do poema. A interação entre esses dois personagens, testemunhas do início dos tempos modernos, como indicam K. Marx e H. Arendt, pode fornecer uma rica fonte de recursos de conteúdos científicos, literários e históricos para uma atividade interdisciplinar na escola. Há inclusive vários episódios similares nas suas vidas. Por exemplo, ambos foram atacados, censurados e condenados pelos donos de poder à sua época: 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. (Henderson, 2001)

3. Finale

No final da palestra no SNEF convidei a platéia a acompanhar uma terceira música, do mesmo Gilberto Gil da primeira, só que nessa música, ao invés de louvar a ponte entre ciência e arte, o compositor se queixa de que a ciência estaria destruindo o romantismo poético. Eis um trecho dessa música:

*Poetas, seresteiros namorados, correi!
É chegada a hora de escrever e cantar
Talvez as derradeiras noites de luar
Momento histórico / Simples resultado
Do desenvolvimento da ciência viva
Afirmação do homem / Normal, gradativa
Sobre o universo natural / Sei lá que mais
(...)
Lá se foi o homem / Conquistar os mundos, lá se foi
Lá se foi buscando / A esperança que aqui já se foi
Nos jornais, manchetes sensação / Reportagens, fotos
Conclusão: a Lua foi alcançada, afinal
Muito bem! / Confesso que estou contente também
A mim me resta disso tudo / Uma tristeza só
Talvez não tenha mais luar / Pró clarear minha canção
O que será do verso sem luar?
O que será do mar, da flor, do violão?
Tenho pensado tanto, mas nem sei
Poetas, seresteiros, namorados, correi!
É chegada a hora de escrever e cantar
Talvez as derradeiras noites de luar. (Gil, 1966)*

Num livro recente, o zoólogo e escritor de livros de divulgação científica Richard Dawkins inspira-se em vários trabalhos de alguns poetas, como Blake, Goethe, Coleridge e Keats, entre outros, para mostrar o descontentamento de muitos deles com o *desenvolvimento da ciência viva*, particularmente com os trabalhos de Isaac Newton. Ele atribui parte dessa

manifestação à polarização entre as duas comunidades, ou duas culturas como queria Snow, mas destaca o fato de que muitos desses poetas não se dispuseram a tentar entender a real mensagem construída pela ciência. Diz ele que se esses poetas, ou outros artistas em geral, tivessem uma educação científica compatível com a sua forma de dialogar com o mundo, suas poesias poderiam contemplar favoravelmente as conquistas científicas de sua época. Ou seja, talvez o que Dawkins imagina seja um relacionamento do poeta com o cientista nos moldes daquele estabelecido entre Galileu e Milton.

Keats também reclamou que Newton destruíra a poesia do arco-íris explicando-o. Por implicação mais geral, a ciência é o desmancha-prazeres da poesia, seca e fria, sem alegria, arrogante e carente de tudo o que um jovem romântico poderia desejar. Proclamar o oposto é um dos objetivos deste livro, e vou me limitar neste ponto à especulação não comprovável de que Keats, como Yats, poderia ter sido até um poeta melhor, se tivesse recorrido à ciência em busca de inspiração. (Dawkins, 2000, pág. 49)

Dawkins apresenta sua tese, afirmando que “(...) os poetas poderiam fazer melhor uso da inspiração fornecida pela ciência”, chegando a imaginar uma “Sinfonia da Evolução”, de Beethoven e “A Via Láctea”, de John Milton, para exemplificar como os artistas lucrariam com a ciência. Se bem que no caso de Milton, este poeta fez grande uso da ciência, como foi destacado acima. Por fim, novamente uma proposta sintonizada com os anseios de Snow, ele sugere que “os cientistas deveriam procurar se comunicar com os poetas”. (Dawkins, 2000, págs. 34/61)

O título de seu último livro inspira-se num poema de Keats, escrito em 1820, onde o poeta lamenta que Newton tinha destruído toda a poesia do arco-íris reduzindo-o às cores prismáticas. Eis um trecho do poema **Lamia**, de Keats:

*Todos os encantos não se esvaem
Ao mero toque da fria filosofia?
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,
Esvaziar a mina de gnomos, o ar do feitiço –
Desvendar o arco-íris (...)* (Keats, citado por Dawkins, 2000, pág. 64)

Agora é preciso novamente enfatizar que para trabalharmos a interdisciplinaridade na escola, é necessário destacar o papel da disciplinaridade.⁸ Repetindo o que disse acima, para termos uma experiência educacional explorando determinado tópico, ou um tema gerador como diria o educador Paulo Freire, que envolve diferentes áreas do conhecimento, é fundamental que se respeite as características de cada uma delas. Ou seja, no caso de ciência e arte, não podemos simplesmente identificar a imaginação poética com a racionalidade científica. Os principais estudiosos que contemplaram essas duas áreas do conhecimento, como Umberto Eco, Gaston Bachelard, Mikhail Bakhtin, entre outros, sabem separar as duas culturas mas, ao mesmo tempo, sabem que elas se complementam produtivamente.

Bakhtin, por exemplo, ao analisar a poética de Dostoiévski, identifica entre as influências sobre o pensamento do escritor russo a presença de conceitos e metodologias

próprias das ciências. Por exemplo, Dostoiévski 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 o espaço absoluto tri-dimensional não servia mais ao propósito de explicação do mundo físico. A “linha de mundo” já habitava o espaço-tempo de Dostoiévski. Numa passagem em que focaliza esse romance, Bakhtin afirma o seguinte:

É como se diferentes sistemas de cálculo aqui se unificassem na complexa unidade do universo einsteiniano (é evidente que a comparação do universo de Dostoiévski com o universo de Einstein é apenas uma comparação de tipo artístico e não uma analogia científica). (Bakhtin, 1997, pág. 15)

Até Edgar Allan Poe, no início do seu longo poema/ensaio **Heureka**, onde fala dos métodos de trabalho seguidos por Bacon, Kepler, aplica as noções gravitacionais de Newton, discute as mais variadas idéias sobre os planetas e a galáxia, diferencia os métodos indutivo e dedutivo, entre várias outras temáticas, adverte: “*apresento esta composição como um simples produto artístico ... é apenas como um Poema que desejo que este trabalho seja julgado*”. (Poe, 1987, pág. 193)

Neste ponto vale a pena introduzir um breve comentário epistemológico/educacional. Bachelard, grande estudioso simultâneo das duas áreas do conhecimento abordadas neste ensaio, a ciência e a literatura, separa as duas culturas como a noite do dia. Ele introduz a idéia do *indivíduo pensante das vinte e quatro horas*, o *diurno* da descoberta científica, do pensamento essencialmente racional balizado pelos conceitos, e o *noturno* da vertente onírica, pensamento guiado pelo devaneio e rico em imagens. Bachelard entende que as imagens e os conceitos formam os dois polos opostos da atividade intelectual representados pela imaginação e pela razão.

No aspecto puramente epistemológico, Bachelard promove uma luta contra os preconceitos e barreiras que dificultam o desenvolvimento do conhecimento científico. Para adentrar a cidade da ciência o indivíduo tem que superar *obstáculos epistemológicos*. Assim, a crença de que os objetos mais pesados chegam antes ao solo, a concepção não-inercial dos movimentos, a concepção de espaço e tempo como entidades absolutas e até mesmo a idéia de que uma partícula quântica é uma partícula pequena, como destaca Bachelard, são alguns exemplos desses obstáculos epistemológicos. Segundo o epistemólogo, tais obstáculos se originam nas resistências psicológicas de abandonar certas concepções que causariam instabilidade psíquica, nas crenças produzidas por fatores culturais diversos como, por exemplo, os religiosos, os ideológicos e, até, eu acrescentaria, os vindos da ficção científica, ponto que interessa a este ensaio. Assim, segundo essa visão, Bachelard faz o seguinte comentário sobre a ficção científica e o seu mau exemplo educacional:

Em vez de ir ao essencial, acentua-se o lado pitoresco: enfiam-se fios na bola feita de caule de sabugueiro para conseguir uma aranha elétrica. será num movimento epistemológico inverso, voltando ao abstrato, arrancando as patas da aranha elétrica, que Coulomb descobrirá as leis fundamentais da eletrostática. (...)

Esse folclore sobre a ciência incipiente toma conta das melhores cabeças. Volta gasta centenas de páginas para descrever a seus correspondentes as maravilhas da pistola elétrica.

(...) a ficção científica, tão do agrado de um público literário que pensa nela encontrar obras de divulgação positiva, procede de acordo com os mesmos artifícios (...)

Essas ficções científicas, viagens à Lua, invenção de gigantes e de monstros são, para o espírito científico, verdadeiras regressões infantis. Podem ser divertidas, mas nunca instrutivas. (Bachelard, 1996, págs. 43 e 45)

Seguindo os comentários de Bachelard sobre as obras de ficção científica ao pé da letra, um educador que admira a obra epistemológica do pensador francês se absteria de utilizar em suas aulas, por exemplo, os livros de Júlio Verne, H.G. Wells, Sir Arthur Conan Doyle, Fred Hoyle, Karel Capek, Ray Bradbury, Arthur Clarke e tantos outros. Eu daria uma sugestão diferente dessa. Creio que o professor (de física e/ou de literatura) deve utilizar essas obras de ficção científica com os devidos cuidados que qualquer professor consciente de sua função deve ter. Afinal, os livros didáticos também estão repletos de obstáculos epistemológicos à espera de que o professor os problematize com seus alunos transformando-os numa rica experiência pedagógica.

Por exemplo, vamos imaginar um professor de física que estivesse discutindo com seus alunos o conceito de velocidade de escape, ou seja, o valor mínimo de velocidade que deve ser fornecida a um corpo na superfície da Terra a fim de que se liberte da gravidade terrestre. Depois de ter discutido vários conceitos básicos, como forças conservativas, o trabalho da força gravitacional, energia cinética, entre outros, e ter desenvolvido os respectivos cálculos, chega-se à expressão da velocidade de escape. O professor sugere que seus alunos leiam o livro **A viagem ao redor da Lua**, de Júlio Verne, onde a viagem teria sido feita através de um projétil de artilharia que partiria da superfície terrestre com a velocidade de escape mínima necessária, de acordo com os cálculos anteriormente apresentados pelo professor. O professor poderia explicar para seus alunos porque tal projétil não chegaria à Lua, da forma descrita por Júlio Verne, comentando o atrito que ele sofreria com a atmosfera, o calor gerado, etc, etc. Ou então, já que ele está também interessado que seus alunos leiam bons textos sobre a física, ele poderia sugerir a leitura de um texto do físico com veia literária George Gamow que afirma o seguinte sobre a descrição de Júlio Verne:

*A situação complica-se, é lógico, por causa da presença da atmosfera terrestre. Se alguém disparasse um projétil de artilharia com a necessária velocidade de escape a partir da superfície terrestre, como foi descrito em **A viagem ao redor da Lua**, uma fantasia do famoso escritor Julio Verne, a cápsula jamais teria chegado ao seu destino. Ao contrário da descrição feita por Julio Verne, tal projétil ter-se-ia fundido logo de saída com o calor desenvolvido pelo atrito com o ar, e os detritos teriam caído, pois teriam perdido toda energia inicial. É aqui que aparecem as vantagens de um foguete sobre um projétil de artilharia. Um foguete parte da sua plataforma de lançamento vagarosamente e vai ganhando velocidade gradativamente enquanto vai subindo. Desse modo, ele atravessa as camadas mais densas da atmosfera terrestre com velocidades para as quais o calor gerado por atrito ainda não tem grande importância, e somente atinge sua velocidade máxima numa altitude em que o ar é suficientemente rarefeito para não causar nenhuma resistência significativa ao voo." (Gamow, 1965, págs. 83/84)*

Dessa forma, o professor estaria lidando com a ficção científica de modo inteligente, como faria, certamente, o próprio Bachelard. É claro que isso não invalida a argumentação do filósofo francês na sua avaliação de que determinados textos de ficção científica, soltos livremente, podem gerar obstáculos epistemológicos em seus leitores. Mas a presença de um professor bem formado e perspicaz evitaria que tal acontecesse com seus alunos leitores de

Júlio Verne. Certamente sua vida seria facilitada se a ficção que seus alunos estivessem lendo fosse assinada por Fred Hoyle, importante astrônomo do século passado e autor de saborosos romances de ficção científica, como **A nuvem negra**.

Faço a seguir algumas breves observações de natureza educacional complementando outras tantas que apareceram ao longo do texto.

Para levarmos adiante essas experiências interdisciplinares necessitamos sofisticar cada vez mais a formação de nossos professores do ensino médio. Não podemos aceitar a presença de professores polivalentes (veja nota final nº 2). Na formação dos professores de física temos importantes experiências em curso no país.⁹ Com esses professores poderemos ousar percorrer a ponte entre ciência e arte, acabando com os dois analfabetismos: o literário e o científico.

Não somos só nós, habitantes de um país ainda subdesenvolvido, que temos de nos preocupar com a leitura inteligente do mundo, que passa pelo domínio da leitura e da escrita. Embora os Estados Unidos não possuam a infinidade de problemas que assolam nosso país¹⁰, num estudo recente sobre livros didáticos de física para o ensino médio (*high-school*) é dito que o PSSC (projeto de ensino de física produzido em meados da década de 1950) ainda é o livro mais sofisticado quanto ao rigor no tratamento e à precisão na apresentação. (*The Physics Teacher*, 37, 1999, pág. 283). Por outro lado, num outro estudo recente (1998/2000) sobre livros didáticos de ciências físicas (últimas séries do ensino fundamental), ainda nos Estados Unidos, os analistas, depois de tecerem severas críticas quanto ao conteúdo, linguagem, figuras e tamanho/peso dos volumes, acrescentam a seguinte contundente observação:

“Os alunos que utilizam esses textos não entenderão o que é a ciência e como ela difere de outras matérias. (...) Os editores argumentam que a queda no nível dos textos de ciência deve-se à deterioração do nível geral de leitura dos alunos.” (*The Physics Teacher*, 39, 2001, págs. 304/309)

Muitos críticos das idéias educacionais freirianas costumavam argumentar que não temos muito tempo a perder para tratar dos temas geradores, ou para permitir muito diálogo em sala de aula, diziam que temos que ser práticos, objetivos e competentes. Paulo Freire costumava rebater esse tipo de argumentação dizendo que não podemos encarar todo tempo como *tempo de calendário*. (Freire, 1975. pág. 59) No Brasil pós LDB/1996 percebemos como esse tempo de calendário – não seria melhor denominá-lo tempo de mercado? - tem sido um parâmetro importante nas discussões educacionais. Por exemplo, quais são as razões de natureza acadêmica que têm sido utilizadas para justificar a redução dos tempos de mestrado e doutorado no país? A avaliação da Capes tem sido usada para pressionar programas de pós-graduação no sentido dessa redução de tempo de calendário. Frases como a seguinte têm sido veiculadas nas avaliações dos programas de pós-graduação: (...) reafirma-se a necessidade de o Programa reorganizar as atividades de pesquisa e, especialmente, de formação, bem como ofertar maior apoio para que as titulações sejam completadas em tempo bem mais reduzido (...) ¹¹ Por que essa pressa? Qual a razão de ordem acadêmica que leva à limitação de idade para a concessão de bolsas? Por que temos que formar professores em cursos curtíssimos e ... à distância?

No primeiro parágrafo aludi à velocidade dos tempos pós-modernos. Fecho este ensaio com uma frase sobre essa velocidade, fazendo ao mesmo tempo uma homenagem ao saudoso geógrafo Milton Santos, falecido no ano passado:

Ser atual ou eficaz, dentro dos parâmetros reinantes, conduz a considerar a velocidade como uma necessidade e a pressa como uma virtude. Quanto aos demais não incluídos, é como se apenas fossem arrastados a participar incompletamente da produção da história. (Santos, 2001, pág. 19)

Bibliografia

1. Alighieri, Dante. **A divina comédia**. Volume III (**O paraíso**). Liv. Sá da Costa Edit., Lisboa, 1958. Essa edição é enriquecida com esclarecedoras notas de rodapé, o que facilita o trabalho de aplicação desse texto em atividades interdisciplinares.
2. Almeida, Maria José P. M. de Almeida. **Resenha “A Evolução da Física” de Albert Einstein e Leopold Infeld**. Ciência e Ensino, Nº 1, 1996, págs. 11/12.
3. Arendt, Hannah. **A condição humana**. Forense Universitária, Rio de Janeiro, 10ª edição, 2001.
4. Bachelard, Gaston. **A formação do espírito científico**. Contraponto, Rio de Janeiro, 1996.
5. Bakhtin, Mikhail. **Problemas da poética de Dostoiévski**. Forense Universitária, Rio de Janeiro, 2ª edição, 1997.
6. Berman, Marshall. **Tudo que é sólido desmancha no ar**. Companhia das Letras, São Paulo, 1986.
7. Canetti, Elias. **Uma luz em meu ouvido**. Ed. Companhia das letras, São Paulo, 1989.
8. Dawkins, Richard. **Desvendando o arco-íris**. Companhia das Letras, São Paulo, 2000.
9. Freire, Paulo. **Extensão ou comunicação?** Ed. Paz e Terra, Rio de Janeiro, 2ª edição, 1975.
10. Gamow, George. **Gravidade**. Editora Universidade de Brasília, 1965.
11. Gil, Gilberto. **Lunik 9**. LP Louvação, 1966.
12. Gil, Gilberto. **Quanta**. CD Quanta, Warner Music, Manaus, 1997.
13. Henderson, Hugh. **A dialogue in Paradise: John Milton's visit with Galileo**. Phys. Teach. **39**, 2001, págs. 179/183.
14. Kawamura, Maria Regina Dubeux. **Disciplinaridade, sim!** Ciência e Ensino, nº 2, 1997, págs. 3/6.
15. Knight, David. **Working in the glare of two cultures**. Interdisciplinary Science Reviews, vol. 23, nº 2, 1998, págs. 156/160.

16. Menezes, Luis Carlos de. **Crise, Cosmos, Vida Humana, Física para uma Educação humanista**. Tese de livre–docência apresentada ao Instituto de Física, Universidade de São Paulo, 1988.
17. Poe, Edgar Allan. **Poemas e ensaios**. Editora globo, Rio de Janeiro, 1987.
18. Santos, Milton. **Elogio da lentidão**. Folha de São Paulo – MAIS, 11/03/2001.
19. Silva, Ezequiel Theodoro da Silva. **Ciência, leitura e escola**. In: **Linguagens, leituras e ensino da ciência**. Ed. Mercado de Letras, Campinas, 1998, págs. 121/130.
20. Snow, C. P. **The two cultures**. Cambridge University Press, Cambridge, 1993. Existe versão recente em português.
21. Teixeira, Ivan. **Luís de Camões. Os Lusíadas**. Apresentação e notas de Ivan Teixeira. Ateliê Editorial, São Paulo, 1999.
22. Vanzolini, Paulo. **Tempo e espaço**. LP Paulo Vanzolini Por Ele Mesmo, Estúdio Eldorado, São Paulo, s/data.
23. Zanetic, João. **Qual o papel da ciência na formação básica?** Atas do IX Simpósio Nacional de Ensino de Física, SBF, 1991.
24. Zanetic, João. **Física e literatura: uma possível integração no ensino**. In: **Ensino da Ciência, Leitura e Literatura**. Cadernos Cedes, 41, 1997, págs. 46/61.
25. Zanetic, João. **Literatura e cultura científica**. In: **Linguagens, leituras e ensino da ciência**. Ed. Mercado de Letras, Campinas, 1998, págs. 11/36.

Notas finais

¹ Trecho do **Manifesto do Partido Comunista**, de Karl Marx e Friedrich Engels, citado por Marshall Berman. (Berman, 1986, pág. 93) Em seu livro, o autor faz uma releitura do **Manifesto** e de outras obras de Marx, que ele considera um autêntico *modernista*, ao lado de Goethe, Flaubert, Balzac, Poe, Baudelaire, Dostoiévski, entre outros. Sua intenção está na frase final da **Introdução** de seu texto: *Pode acontecer então que voltar atrás seja uma maneira de seguir adiante: lembrar os modernistas do século XIX talvez nos dê a visão e a coragem para criar os modernistas do século XXI*. (Pág. 35)

² No ano de 2001, em muitas escolas de ensino médio da rede pública de São Paulo, a atribuição de aulas de física, por exemplo, ocorreu segundo a área de “Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias”, dos Parâmetros Curriculares Nacionais. Dessa forma, um professor de biologia de uma determinada escola ficaria também com as aulas de química, física e matemática. É o retorno do professor polivalente que tanto foi combatido, pelas comunidades científica e educacional, em meados da década de 70 quando, através da Resolução 30/1974 do Conselho Federal de Educação (CFE), tentou-se introduzir as licenciaturas em ciências de curta duração nas universidades públicas do país. Naquela época vários conselheiros do CFE, entre eles o professor Walnir Chagas, defendiam o ensino da Ciência Integrada. Em julho de 1975 a Assembléia Geral da Sociedade Brasileira de Física

(SBF) manifestava-se sobre essa noção, num documento contrário à Resolução 30, através das seguintes palavras:

A resolução fundamenta-se num conceito de “ciência integrada” (física, química, biologia e geologia ensinadas como uma única ciência) que não parece baseado na atual situação em que se encontra a ciência como pesquisa. Explicando melhor: a ciência é pesquisada em departamentos estanques que guardam fracos laços de integração entre si. Portanto, se não existe uma ciência integrada sendo pesquisada como entender uma ciência integrada sendo ensinada?

(Um resumo dos debates sobre a tentativa de implantação das licenciaturas de curta duração e trechos desses documentos da SBF encontram-se em: **Uma polêmica longa sobre a licenciatura curta**, Revista de Ensino de Física, vol. 2, nº 3, 1980, págs. 67/82.)

³ É possível que me acusem de estar fazendo uma interpretação ideológica em alguns pontos deste breve artigo e suas notas. Destaco aqui que a professora Guiomar Namó de Melo, Relatora das Diretrizes Curriculares Nacionais Para o Ensino Médio e Conselheira do Conselho Nacional de Educação, em recente entrevista disse o seguinte: “(...) a intelectualidade, a universidade e os, digamos pensadores do Brasil, ainda têm a tendência bastante forte de ideologizar algumas questões da educação. Basta ver o conteúdo das teses de mestrado, são sempre as mesmas categorias, o mesmo tipo de epistemologia; (...)” (Revista E-SESC São Paulo, ano 8, nº 5, dezembro/2001, pág. 13.)

⁴ À época da palestra no XIV SNEF eu ainda nutria a expectativa de que a volta da filosofia e da sociologia para o currículo do ensino médio seria aprovada pelo Congresso Nacional. Foi aprovada, mas o presidente da república vetou essa volta com base em documentos produzidos por assessores do Ministério da Educação que argumentavam que essas áreas do conhecimento já estariam contempladas nos currículos das escolas através da prática da interdisciplinaridade. Por esse caminho também poderíamos dizer que a física, mesmo nas escolas em que ela praticamente desapareceu, já estaria contemplada através dessa mesma prática.

⁵ Já em 1965, Marjorie Nicolson que muito contribuiu para a aproximação entre ciência e literatura, escreveu uma interessante resenha em: **Resource Letter SL-1 on Science and Literature**. Am. J. Phys. **33** (3), March 1965.

⁶ É bom destacar aqui uma iniciativa aprovada pelo Conselho da Sociedade Brasileira de Física, em sua última reunião de 08/10/01. Creio que a Comissão de Ensino Ampliada, criada nessa reunião, precisa contar com a colaboração de todos aqueles interessados na melhoria do ensino de física no país. A comissão tem os seguintes objetivos:

- 1. Levantar o perfil dos professores de Física na Escola Média e suas condições de trabalho;*
- 2. Promover a avaliação de materiais utilizados no Ensino de física da Escola Média;*
- 3. Instalar um fórum de discussão e avaliação sobre os cursos de licenciatura em Física;*

-
4. Indicar e promover linhas de ação, a partir das avaliações realizadas, para incrementar o Ensino de Física na Escola Média e os cursos de licenciatura;
 5. Buscar alternativas de fomento para implementação das ações sugeridas, quando isto for necessário.

⁷ Isso poderá ocorrer em outros estados, pois, segundo o escritor, a Literatura não foi incluída nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) da área de Linguagens, Códigos e suas Tecnologias. Affonso Romano de Sant'Anna afirma ainda que "*há muito estava resabiado com outra coisa que o atual Ministério da Educação criou, chamada 'temas transversais', que corre o risco de confundir Literatura com Escritura Programada*". (Jornal do Commercio, Rio de Janeiro, 18/12) Vale lembrar nesse contexto o recente movimento ocorrido na França quando centenas de milhares de estudantes, professores e familiares desfilaram pelas ruas de Paris para impedir o corte da Literatura francesa das escolas médias da França.

⁸ Maria Regina Kawamura apresenta uma bela defesa da disciplinaridade, ou seja, o destaque ao trabalho com as especificidades de cada área do conhecimento, ao comentar as práticas interdisciplinares que surgiram após 1968. diz ela que

A idéia de disciplinaridade é importante para demarcar e para poder compor. somente é possível compor um todo juntando as partes quando você conhece as partes. A disciplinaridade é o ato de conhecer essas partes. Um todo é muito mais do que a soma das partes, mas é preciso que você tenha essas partes. (Kawamura, 1997, pág. 5)

⁹ O colega Maurício Pietrocola, na sua função de Secretário de Ensino da SBF, abriu uma página de discussão através do site da SBF em março do ano passado para discutir a "Proposta de diretrizes para a formação inicial de professores da educação básica em cursos de nível superior" do Conselho Nacional de Educação. Vale a pena ler os comentários de vários colegas no endereço: www.sbf1.if.usp.br/fcc/.

¹⁰ Entre esses problemas, com relação às escolas públicas de São Paulo, destaco os seguintes: i. professores recebem salários aviltantes; ii. excessivo número de alunos em sala de aula; não é possível ministrar aulas decentes em classes com mais de quarenta alunos; iii. inadequadas condições de trabalho; iv. escolas não possuem bibliotecas; v. escolas com péssimo serviço de pessoal administrativo; etc.

¹¹ Essa frase consta da **Ficha de Avaliação do Programa** de pós-graduação em Ensino de Ciências (Modalidade Física) da Universidade de São Paulo correspondente ao biênio 1996/1997.