UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Instituto de Física e Faculdade de Educação

Ler palavras, conceitos e o mundo: o desafio de entrelaçar duas culturas em um convite à física.

Mônica Elizabete Caldeira Deyllot

Banca Examinadora:

Prof. Dr. João Zanetic (IFUSP)

Prof. Dr. Manoel Roberto Robilotta (IFUSP)

Prof^a. Dr^a. Maria José P. M. de Almeida (Unicamp)

Orientador: Prof. Dr. João Zanetic
Dissertação apresentada ao
Instituto de Física e à Faculdade
de Educação para a obtenção do título
de mestre em Ensino de Ciências.

São Paulo
2005

FICHA CATALOGRÁFICA
Preparada pelo Serviço de Biblioteca e Informação
do Instituto de Física da Universidade de São Paulo

Deyllot, Mônica Elizabete Caldeira

Ler Palavras, Conceitos e o Mundo: O Desafio de Entrelaçar Duas Culturas em um Convite à Física.

Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo
Instituto de Física – Depto. de Física Experimental

Orientador: Prof. Dr. João Zanetic
Área de Concentração: Ensino de Ciências
Modalidade Física

Unitermos:

1. Educação;
2. Ensino;
3. Ensino e Aprendizagem.

USP/IF/SBI-070/2005

*Este trabalho é dedicado a todos aqueles(as)
Que fazem de suas leituras de mundo
Uma inspiração para novas leituras.
E principalmente à minha mãe,
Minha primeira inspiração de vida.
Moniquinha.*

Resumo

Estamos vivendo um momento que exige profundas mudanças, políticas, éticas, sociais, institucionais e educacionais. Mais do que nunca uma inquietação nos vem a mente: a importância do ato de ler!

O que nos preocupa é o ato de ler não apenas aquilo que os símbolos traduzem, mas a carga cultural que há por trás deles, as entrelinhas daquilo que é decodificado em palavras, ler também o mundo que nos cerca e ter consciência da cultura em que estamos embebidos. Pensar essa leitura e os modos de chegar a ela, não é apenas um problema disciplinar de língua portuguesa, extravasando as fronteiras disciplinares e tornando-se uma preocupação de todo educador.

Sob esse prisma, onde é que a física entra? Ora, não faz a física parte desta cultura? O modo com que a física olha para a natureza não nos ajudaria também a ler o mundo, a formular questões sobre nosso entorno?

Acreditando honestamente que sim, somos levados a formular mais algumas questões: em que o ensino de física pode colaborar na formação de leitores mais críticos? E a leitura, pode colaborar com o ensino de física? Afinal, na ponte entre ciência e arte, em que um mundo pode colaborar com o outro?

“Ler palavras, conceitos e o mundo: o desafio de entrelaçar duas culturas em um convite à Física” é a nossa tentativa de usar a arte como um convite à participação nas aulas de física, e a física como convite ao enriquecimento da linguagem artística.

Palavras-chave: física e literatura, ensino de física, ciência e cultura, duas culturas e filosofia da ciência.

Título em inglês: Reading words, concepts and the world: the challenge of interlace two cultures in an invitation to physics

Abstract

We are living in a moment that requires profound changes, political, ethical, social, institutional and educational. More than ever a concern in coming to mind: the importance of the act of reading!

What worries us is the act of reading not only what the symbols mean, but the cultural burden that's behind them, the lines of what is decoded into words, read also the world around us and be aware of the culture in which we are soaked. Think of this reading and ways to reach it, is not only a disciplinary problem of Portuguese, pumping, disciplinary boundaries and became a concern of every educator.

In this light, where physics comes? Well, does the physical part of this culture? How the physics looks to nature doesn't help us also to read the world, to formulate questions on our surroundings?

Honestly believing that yes, we have to formulate some more issues: the teaching of physics can collaborate in training readers more critical? And reading, you can collaborate with the teaching of physics? After all, the bridge between science and art, in that a world can collaborate with each other?

"Reading words, concepts and the world: the challenge of interlace two cultures in an invitation to physics" is our attempt to use art as an invitation to participation in lessons in physics and physics as invitation to the enrichment of language arts.

Key words: Physics and literature; physics teaching; physics and culture; two cultures; philosophy of science.

Title: Reading words, concepts and the world: the challenge of interlace two cultures in an invitation to physics.

Índice

Apresentação	6
Parte I – Romanceando o Ensino	
Construindo uma leitora: da boemia à embriagues intelectual	14
O despertar e a procura por novos caminhos	32
Diversidade e polifonias de leitura	50
A fé canonizada	61
Parte II – Desculpas Acadêmicas	
A crise de leitura	83
Estruturas e “otras cositas mas” relacionadas ao ensino de física	87
Lutando contra o abominável fantasma do abismo	101
Conclusão: Aonde chegamos afinal?	124
Bibliografia	131
Anexos	134

Apresentação

“Ler é mais importante que estudar”¹

Ziraldo

Ler...

O ato de ler não está, em nossa opinião, ligado apenas à possibilidade de decodificar símbolos, de juntar letras e signos e formar palavras, de juntar palavras e elaborar frases, de juntar frases e construir textos.

Ler é **também** isso, contudo é **muito mais** do que isso. É se aprofundar no significado das coisas ditas e não ditas, é perceber o que está nas entrelinhas, admirar uma construção literária pelo que ela traz tanto em seu conteúdo quanto em sua forma.

O ato de ler extrapola a leitura da linguagem escrita! Lemos o tempo todo em nossas vidas, principalmente quando significamos ou re-significamos alguma situação vivida, algum fenômeno observado ou alguma notícia recebida.

Lemos palavras sim, e este talvez seja o nível mais básico e abstrato de leitura de qualquer indivíduo, o primeiro piso funcional que nos permite fazer parte do mundo dito civilizado, seja para nos locomover daqui para ali ao tomar uma condução (ônibus, metrô, trem...), seja para tomarmos ciência dos conhecimentos produzidos pelo Homem, ou ainda para termos acesso às informações de nosso tempo, daquilo que ocorre à nossa volta no âmbito econômico, político, social etc.

Entretanto não basta sermos apenas informados, as informações devem ser processadas, devemos perceber as relações existentes entre elas e se possível prever / imaginar os desdobramentos desta ou daquela ação, a possível existência deste ou daquele caminho.

¹ Essa é uma frase que Ziraldo vem repetindo há alguns anos. E agora, alarmado com os resultados sobre o aproveitamento da leitura e do conhecimento do ensino médio adquirido por jovens brasileiros, publicou um pequeno artigo com esse título na Revista Agitação (Ano X, nº 52, jul / ago 2003), que é, - vejam só! -, uma publicação do Centro de Integração Empresa-Escola (CIEE).

Isso nos leva a perceber que precisamos ler o tempo todo, todavia ler além das palavras, os conceitos e o mundo a nossa volta. É claro que mesmo um analfabeto faz sua leitura do mundo a partir da decodificação dos acontecimentos e fenômenos do cotidiano. Mas certamente com uma leitura plenamente desenvolvida, esse indivíduo poderá ampliar e aprofundar as possibilidades de interpretação e de transformação de seu mundo. Ele estará construindo, assim, um outro diálogo inteligente com o mundo. Paulo Freire sintetiza algo semelhante com estas palavras:

“... a leitura do mundo precede sempre a leitura da palavra e a leitura desta implica a continuidade da leitura daquele”.²

E quantos modos há de lermos o mundo que nos cerca? Uma dúzia, trinta, centenas, infinitos talvez... e isso é extremamente belo!!! A diversidade de leituras, de histórias de vida, de pensamentos, de caminhos, tantas diferenças que podem somar-se positivamente, ainda mais quando estamos preocupados com o enriquecimento cultural do ser humano.

Nesse aspecto é que pensamos na possibilidade de associar o ensino de física à arte e a literatura (e a outros textos escritos) como sendo um dos caminhos possíveis para o convite à leitura inteligente do mundo que nos cerca.

Ler Palavras, Conceitos e o Mundo: o Desafio de Entrelaçar Duas Culturas em um Convite à Física é a nossa tentativa de estudar, refletir e pesquisar sobre a ponte existente entre a ciência e a arte, ponte que acreditamos existir e ser de fundamental importância para a formação humana. E já que acreditamos na pré-existência de tal ponte, preocupamo-nos em tentar contribuir um pouco mais com sua utilização e valorização no ensino, experimentando em sala de aula uma maior travessia da ciência para a arte e da arte para a ciência, arriscando-nos assim a colaborar tanto para o ensino de uma quanto para a aproximação da outra, no sonho de contribuir para a formação de leitores, no sentido mais amplo da palavra, e quem sabe, de cidadãos mais críticos e participativos. E defendemos

² Freire, Paulo, 1992, pág. 20.

que essa formação de leitores não deve ser apenas uma preocupação dos professores de língua portuguesa e literatura. Dada a crise de leitura contemporânea, endossamos a tese de Ezequiel T. da Silva de que “*todo professor, independente da disciplina que ensina, é professor de leitura.*”³

A vereda que traçamos aqui tenta manter em si própria, a estrutura dos trabalhos propostos aos alunos, trabalhos de produção cultural, embebidos de conceitos / teorias mas predominantemente marcados pela criação pessoal e pela apropriação de idéias. É esse desejo de remontagem de estrutura que nos leva a adotar um jeito peculiar de escrever esta dissertação: primeiro prosearemos com o leitor (coisa que mais gostamos de fazer), contando casos que nos marcaram no decorrer de nossas vidas, casos que julgamos de grande relevância para o ensino e para o convite à leitura do mundo através da física. Depois, e somente depois, traremos à tona os referenciais teóricos que nos inspiraram e guiaram durante todo o trabalho. Uma imagem que pode ajudar na compreensão da estrutura deste trabalho é o diagrama a seguir:

³ Silva, Ezequiel Theodoro da. *Ciência, leitura e escola*. In: *Linguagens, leituras e ensino da ciência*. Ed. Mercado de Letras, Campinas, 1998, págs. 121/130.

Partindo de uma noção de leitura queremos chegar a um possível convite ao ensino-aprendizagem de física, e para tanto separaremos nossa caminhada em dois eixos: um de romance, no qual nos preocupamos em resgatar de modo livre memórias relevantes a nossa prática, e outro de embasamento teórico, no qual refletimos sobre os referenciais que nos inspiraram e sobre “outras cositas mas”. Uma característica marcante deste trabalho, e que será o fio condutor de nossa fé, é a tentativa de entrelaçar duas culturas (ciência e arte) em um convite à física. Por quê? Ah, pra entender isso você deverá entender o modo que pensamos e trabalhamos... esperamos que a leitura das páginas que se seguem seja, de alguma forma, envolvente e gostosa para você leitor(a), e só podemos adiantar

que no decorrer dela você encontrará discussões sobre o processo e a crise de leitura, sobre a natureza do conhecimento físico, sobre a física no ensino médio, e tantas outras questões do ensino que nos afligiram e ainda nos afligem como, por exemplo:

- os caminhos que percorremos na vida, mudam nossa formação?
- O que de fato queremos com o ensino de física?
- Como convidar um alunado tão cheio de diversidades (culturais, de formação, de histórias de vida, de interesses...) a participar de modo ativo nas aulas de física?
- Usar a arte e / ou a literatura nas aulas de física, não enfraquece o ensino de ciências / física, à medida que desloca a matemática de seu lugar magistral?

E tantas outras questões que aparecerão no decorrer da leitura...

Viu que trapaça caro(a) leitor(a)? Desde já o que estamos fazendo é apenas convidá-lo(a) a uma leitura, afinal **ler palavras, conceitos e o mundo** é sempre um desafio não é?!

***Parte I –
Romanceando
O Ensino***

*Construindo uma leitora:
da boemia à embriaguês intelectual*

Construindo uma leitora: da boemia à embriaguês intelectual⁴

Pode parecer estranho mas minha história começa pelas memórias de trás de um balcão de bar e chega até a embriaguês intelectual que tomei a partir da graduação até o mestrado.

Uma vez assisti a um filme (Confissões de um Assassino) e uma das falas do protagonista me chamou a atenção: *“na vida nós somos a soma das pessoas que conhecemos...”*. Pensei nela por um longo tempo, destaquei as condições de contorno do filme e pensei em minha própria vida... Puxa, realmente creio que as pessoas que conhecemos e situações que vivemos vêm somar em nossa formação cultural, educacional, política e pessoal.

Pensando nisso resolvi contar um pouco de minha vida ou daquilo que me lembro dela. Mas quero destacar que toda memória é construída e então devemos acreditar que seja “real” o modo como lembramos das coisas.

Nasci em uma cidade de Angola chamada Lobito e logo minha família fugiu de lá por causa da guerra. Passamos um tempo em campos de concentração na África do Sul, depois nos hospedamos por um ano em Portugal, em um hotel quatro estrelas, tudo pago pelo governo português aos refugiados de guerra vindos da antiga colônia. Depois viemos ao Brasil onde moramos inicialmente na periferia da cidade do Rio de Janeiro, depois fomos para Minas Gerais (Ipatinga, Conselheiro Lafaiete e Belo Horizonte) e só então viemos para São Paulo (primeiramente para Sorocaba e por fim para a capital).

É justamente na capital de São Paulo que minhas memórias começam de fato, pois todo o outro período está preenchido em minha mente por memórias

⁴ Como este pedaço do texto refere-se a memórias da mestranda, tomamos a liberdade de escrever em primeira pessoa do singular e omitimos quaisquer referenciais teóricos (embora estejamos embebidos neles) para que se possa despir de toda e qualquer armadura teórica. Sabemos que o fato de nos referenciarmos a uma base teórica não nos deve impedir de apresentarmos nossas idéias e opiniões, contudo temos a consciência de que por vezes acabamos nos escondendo atrás das idéias deste ou daquele autor. Também destacamos que esse modo de estrutura é proposital e pretende reproduzir em si, os trabalhos de produção cultural e apropriação de conhecimento feito com nossos(as) alunos(as).

criadas por minha própria família, à medida que me contavam saudades de nossa terra natal, ou quando diziam que lugar melhor que o Brasil não há, ou até mesmo quando seus olhares se entristeciam a cada notícia de guerra que aparecia na televisão. Contudo vamos então às memórias também construídas, mas desta vez construídas por mim mesma!

Mudamo-nos para São Paulo quando meu pai foi demitido da Poclain, então chamada J& Keise do Brasil, e com parte do dinheiro da rescisão contratual ele comprou um bar. Refiro-me apenas ao ponto comercial e não ao prédio em si. Desde então nunca mais deixamos esse ramo de atividade, fosse em tempos de muito lucro ou em tempos de recessão como o atual. De fato, cresci atrás de um balcão, uma vez que sempre moramos no próprio comércio.

Pode parecer uma grande bobagem o que estou contando no início de meu trabalho de pesquisa, mas pesquisar sobre temas educacionais também é refletir sobre você mesmo, nem que seja para compreender a própria prática educacional ou as escolhas de referencial teórico que se faz, ou ainda o tipo de postura ou crença profissional que se tenha. Então peço ao(à) leitor(a) que tenha paciência e não pule meu breve relato.

Mudamos de endereço três vezes, o que nos deu três públicos completamente distintos no bar, mesmo sendo um próximo ao local que o outro estava. O primeiro bar tinha como principal característica da clientela o fato das pessoas serem “jovens há mais tempo”, como diria o pároco da igreja Nossa Senhora do Paraíso – Santo André, de terem uma profissão bem definida, uma família estruturada (com todos os prós e contras que cada uma apresentava). Neste saudoso boteco conheci pessoas muito interessantes:

☞ um grupo de médicos que contava os casos mais exóticos, que riam das confusões causadas pelos nomes complicados da medicina, que se emocionavam quando algo corria de modo errado no hospital... Com eles aprendi a cantar “Andanças”, música de Edmundo Rosa Souto, Danilo Caymmi e Paulinho Tapajós, tão bem interpretada por Beth Carvalho. Os churrascos que eles faziam, a festa que era quando se reuniam em minha casa (no bar) me fizeram entender que os médicos não são tão frios como eu supunha, e que também não eram tão

“NERDS” como o esteriótipo que sempre tive em mente. Eles eram brilhantes, estudiosos e alegres por que não?

☞ um grupo de italianos que gostava de tocar violão e arcordeon, cantava e falava sempre muito alto, risonhos e briguentos quando achavam que tinham de ser. Um deles sempre me chamava para cantar com ele músicas conhecidas de sua Itália como Dio, come ti amo; nonoleta... e eu cantava, se bem ou mal não me arrisco a julgar, mas cantava aos gritos como ele.

☞ famílias que tornaram-se parte da nossa também, à medida que nos preocupávamos com eles e eles conosco. Foi o caso da família do senhor Darci (hoje embalado por um coral de anjos) que fazia festas que fechavam a rua e viravam a noite, só tocando samba de raiz, batuques, cuícas, surdos, pandeiros... ah, era uma verdadeira folia sadia, todos apresentavam no rosto um riso inocente que transbordava os olhos de felicidade... e eu também ficava naquele meio, sambando e cantando como sabia, ou não sabia, eh eh he he. Quantas vezes aquelas pessoas nos ampararam, quantas vezes ouviram nossas lamentações e nos indicaram caminhos mais dignos para uma vida familiar mais harmoniosa!! Foi através de um dos filhos dessa família (Marcão) que conheci Djavan, que cantei Pétala e Samurai e me apaixonei pela música popular brasileira.

☞ figuras como o senhor Antônio Jurubeba, que me chamava de neta e ensinou-me a fazer barulho de moedas com as mãos vazias apenas batucando no joelho; como o senhor George Francês, que desfez um de seus anéis de ouro, para fazer um solitário para mim quando fiz 14 anos (e ele achava que eram meus 15 anos); como o senhor Lidimar, paraense simpático que me contava tantas histórias sobre o Pará, as lendas do Nego d'água, do Boto, do Matinta Pereira, que falava das onças pintadas e das comidas típicas de sua terrinha; como o Dilson, formado pela Poli e que trabalhava no IPEN, sempre me falando das maravilhas da energia nuclear ou me incentivando a estudar para as olimpíadas de matemática (uma de suas frases que muito me auxiliou foi “mas por que você não tenta por outro caminho? Há outro caminho?”); como o Dandão, mocinho dono de uma fabriqueta

de aeromodelos, que foi meu parceiro de muitas conversas e de treino de musculação, na academia que meu irmão e meu pai construíram no quartinho dos fundos (tudo com suportes de madeira por eles mesmos projetado); como o Pepe, jovem psicólogo que passava horas conversando comigo sobre o significado dos sonhos; ou como o Emílio, que carinhosamente chamávamos de “Emiliano Zapata”. Foi com ele que me interessei por computadores (ele estava sempre montando algo) e saí pela primeira vez do Brasil, fui ao Paraguai... era uma transação de compra de mercadorias apenas, eu sei, mas pra mim foi muito marcante estar na fronteira de outro país e ver meninos com mesma idade que eu, aproximadamente 12 anos, a empunhar uma arma e apresentar no rosto ângulos agudos como os dos homens.

Foi neste primeiro estabelecimento que aprendi a jogar xadrez de tanto rodear dois senhores (Osvaldo e mestre Antônio, como se intitulavam um ao outro), funcionários do INSS, que passavam os fins tarde em silêncio, sempre na mesma mesinha, olhando concentrados para aquelas peças caprichosamente esculpidas em madeira, executando um jogo por vezes interminável. Que tantos outros jogos aprendi ali de trás do balcão, todos aguçando meu raciocínio matemático-dedutivo: dominó, palitinho, charadas...

Já no segundo bar a clientela passou a ter predominantemente um perfil mais infantil e descompromissado, o que me fez estranhar bastante pois os jovens além de muito bonitos, tanto os homens quanto as mulheres, eram freqüentadores de cursos de direito, engenharia, publicidade, administração e propaganda de faculdades da zona sul de São Paulo. Na minha cabeça, pessoas que faziam faculdade deveriam ser mais cultas, independentemente de que faculdade cursavam (nunca parei para questionar, nesse momento, a qualidade de ensino). Nesta época aprendi muito sobre drogas e vi muitas pessoas andarem por um caminho sem volta, o mundo perdeu pessoas realmente muito interessantes e vice-versa (como meu amigo e incentivador de estudos, Dílson).

Os grupos aqui eram essencialmente barulhentos, alegres e divertidos, mas seus assuntos poucas vezes caminhavam para discussões profundas. O que mais

me alegrava então eram as visitas do grupo dos médicos (do primeiro bar), o “quartinho do diabo” (que explicarei adiante) e algumas figuras isoladas:

☞ como o senhor Mauro, homem culto, leitor crítico de jornais, sempre me chamando a atenção para alguma notícia que achava pernicioso, enganoso ou diretiva da opinião pública. Aliás foi este senhor que me ensinou a ler jornais, de um jeito bem peculiar; ele chegava no meio da tarde com seu jornalzinho embaixo do braço, pedia uma cerveja, uma porção de azeitonas e me dizia algo como: “*Moniquinha, estou com as mãos ocupadas, você poderia ler para mim esta coluna?*”. Ele apontava para a notícia desejada, ouvia minha leitura e depois me fazia várias perguntas sobre o que eu pensava a respeito, se acreditava naquilo ou que solução seria viável para este ou aquele problema... Eu, então com aproximadamente 16 anos, me via às voltas com temas de economia, política e cidadania sem me dar conta de quanto aprendia naquelas tardes.

☞ ou o senhor Emilio, espanhol muito alegre e emotivo que todo o dia, exatamente às 16 horas, aparecia na porta do bar, sempre elegantemente trajado, com sua boina levemente de lado. Para mim, ele era como um avô querido (não conheci meus avôs) e eu sempre deixava o que estivesse fazendo para sentar a seu lado e ouvir as histórias da Espanha, contos da Galícia, músicas sentidas e narrações das touradas e flamencos. Ele nunca teve netos e por isso acho que se apegou a mim também... Que saudades de sua alegria, suas canções e suas risadas sempre que via crianças brincando ou até mesmo brigando na rua...

Quanto ao “quartinho do diabo”, esse não tem nada a ver com qualquer seita macabra, nem com orgias carnavalescas, eu lhe garanto! Tratava-se de uma sala separada do salão principal e que chamávamos de reservado. Nela, principalmente nas noites de sexta, se reuniam antigos amigos e clientes (grupo que intitulávamos de *Diretoria*) como Pepe, Dandão, Dílson, Baianinho (jovem estudante de educação física e jogador de tênis, agregado do segundo bar), etc., para jogar truco, xadrez, dominó e palitinho e também travar as mais animadas conversas sobre religião, política, ciência, esoterismo... O nome da sala nasceu

por conta de uma infiltração na parede. A mancha de umidade formava a figura de uma bruxa e toda vez que pintávamos a parede (sem tratar diretamente da infiltração) obviamente a mancha tornava a aparecer. Isso fez com que o Dandão dissesse numa dessas noites: *"isso é coisa do demo!"*. Ruímos na gargalhada e o nome *"quartinho do diabo"* pegou.

Já o último e atual bar está localizado ao lado de um baile da saudade, o que nos traz novamente uma clientela diferenciada: pessoas mais maduras que muitas vezes trazem seus filhos(as) e netos(as) para se divertirem também. A grande maioria veio do Norte e Nordeste de nosso país, carregando toda a cultura popular dessas regiões, ensinando-me a simpatia e a força de um povo que muito trabalha, pouco ganha e ainda assim alegre por onde passa.

Com eles(as) aprendi principalmente uma cultura corporal, onde o movimento do corpo é que é o barato. Como dançam: forró, bolero, samba... O modo como eles se expressam corporalmente é muito forte e ao mesmo tempo alegre; parece mesmo que é um outro tipo de saber, de sentir, de se relacionar com o mundo ao redor. A cadência que imprimem às melodias, as palmas que batem para marcar o ritmo, de um jeito que fica melhor à medida que tudo é muito sentido e pouco pensado.

Podemos dizer que é a sensualidade que está por trás disso tudo de fato, contudo, não se admite qualquer falta de respeito nesse sentido: dançar não é sinônimo de deixar desfrutar (a menos que as duas partes desejem é claro!).

Como leitora da palavra escrita, tive trocas com dois grandes amigos e clientes: Eraldo e Hélio. O primeiro, cobrador de ônibus, sempre me trazia livros de Zíbia Gasparetto e Chico Xavier, querendo sempre discutir depois sobre os porquês das coisas que ocorrem em nossa vida e os valores perdidos em nosso tempo. O segundo, ex-professor de matemática e agora taxista, me colocou em contato principalmente com a literatura de J.J.Benitz, que escreveu a série Operação Cavalo de Tróia e S.O.S. Ovnis, e seu interesse (do Hélio) era discutir a existência de vida em outros planetas e a possibilidade de se retornar no tempo.

Ao me distanciar do balcão e olhar para as coisas que ali vivi, além de me emocionar e, por vezes, ter de parar de escrever para respirar um pouco, consigo

entender pelo menos um dos fatores que me fazem defender a diversidade cultural e a polifonia de signos não só no ensino de física mas em todo aprendizado humano.

Além disso, consigo perceber que minha história de leitora começa nesse lugar, não apenas com o senhor Mauro me ensinando a ler jornais ou com o Eraldo e o Hélio me trazendo livros de cunho espírita ou de ficção mas nas pessoas todas me ensinando a ler o mundo.

Mas ainda não é hora de pararmos na nossa caminhada, vamos agora à minha história de leitora na escola, em especial nas antigas sétima e oitava séries, em um colégio da prefeitura de São Paulo, a saudosa *E.M.P.G. Prof. Carlos de Andrade Rizzini*.

Quando cheguei a São Paulo, com oito anos de idade, ganhei uma bolsa de estudos do Colégio Paralelo que durou quatro anos. Ao final deste período, como minha família não podia pagar a mensalidade, fui terminar o ginásio no *Rizzini*. A princípio fiquei muito assustada pois a fama das escolas públicas já era de arrepiar, todavia foi nesse lugar que vi detonar minha primeira grande experiência de leitora.

Nessa época as aulas de educação física eram fora do horário “normal”, ou seja, tínhamos aulas das outras disciplinas no período da manhã e educação física à tarde, o que nos deixava um espaço de três horas livres. No começo íamos todos(as) para casa mas, num dado momento, não me lembro se por indicação da professora de português ou por pura curiosidade, descobrimos a biblioteca.

Podíamos ficar ali naquele período: um lugar muito confortável, cheio de almofadas no chão e o melhor, com uma bibliotecária muito simpática. Acabamos, eu e minha grande amiga Irlana Neris Costa e Silva, por ficar sempre ali, ajudando aquela senhora a arrumar as obras nas prateleiras, a organizar aquilo que estava bagunçado, a colar as capas daqueles livros que estavam um pouco capengas, um verdadeiro pronto socorro gráfico.

Esse nosso primeiro contato com tantas obras, mesmo que apenas físico, de toques e cheiros, nos encheu os olhos de curiosidade: afinal que tanto se

escrevia por aí? Como um único autor podia ter tanta coisa para colocar no papel? Que mundos e universos diferentes encerravam aquelas páginas?

Não pensávamos muito sobre essas questões, apenas pegávamos alguns livros, os mais fininhos de preferência (assim dava tempo de ler até a aula começar), e nos jogávamos naquelas almofadas lendo e mostrando uma para a outra as coisas bonitas ou engraçadas que encontrávamos. Depois fomos nos arriscando com livros um pouco mais grossos, aqueles da coleção para gostar de ler, mas nunca dava tempo de terminar, assim marcávamos em algum lugar onde tínhamos parado e esperávamos ansiosas a próxima aula de educação física para terminar a história. Até que um dia a bibliotecária percebeu essa prática e nos disse que podíamos levar os livros para casa, bastava fazer uma carteirinha de usuário(a) e pronto. Nós saímos dali, cada uma com um livro e foi assim até o término da sétima série.

O que me envolveu mesmo, porém, foi o processo que desenvolvemos na oitava série. Logo que as aulas voltaram nós tínhamos uma meta: ler tantos livros quanto a dezena do ano em que estávamos e, foi assim que lemos 88 livros.

Mas não era simples assim... o trato era que escolheríamos sempre o mesmo livro, simultaneamente, e tínhamos prazos a cumprir. Combinávamos algo como *“hoje leremos o capítulo um”* e no dia seguinte usávamos o recreio para discutir tal capítulo. Como normalmente líamos muitos livros de mistério (todos infanto-juvenis) a discussão era sempre calorosa: *“você viu só quem morreu? Quem você acha que é o assassino? O que será que fulano vai fazer daqui para frente? E esses dois aí, vão namorar você não acha?”*. Mas era só alguém acertar na opinião que logo era chamada de trapaceira e acusada de ter lido mais do que o combinado. Era muito divertido...

Dentre os 88 livros lidos nesse ano destaque alguns de Júlio Verne (O Capitão de Quinze Anos, Volta ao Mundo em Oitenta Dias, Viagem ao Centro da Terra) , de Stella Car e José Ganymedes (O Sabotador de Angra, A Morte tem Sete Herdeiros, Uma Aventura em Talalai...), de Herman Melville (Moby Dick), de Alexandre Dumas (O Conde de Monte Cristo), além daqueles que normalmente são pedidos na escola. Confesso que sequer me recordo da metade desses livros

e não é raro confundir suas histórias e títulos (como Polianna, Polianna Moça, Larissa, Clarissa...) ou esquecer o nome dos autores de algumas obras (como A Dama das Camélias, O Segredo da Carta – de um autor alemão, David Coperfield, Sem Família...), ainda assim creio que este processo desenvolveu em mim uma relação nova com a cultura escrita, mesmo que ingênua a princípio.

No colegial, que cursei na E.E. Prof. Alberto Conte, tudo mudou de figura, começamos o ano com três meses de greve, a biblioteca mal funcionava e não tínhamos professores de todas as disciplinas. Isso tudo, aliado a um período de início de adolescência e crise familiar me levaram a fazer apenas o que era de fato pedido na escola, embora fosse uma das melhores alunas naquele ambiente, não li nada mais nesse período.

No início da faculdade as leituras retornaram a todo vapor mas com um enfoque bem diferente, pois o que mais eu lia eram os livros / manuais de física básica (Resnick, Moysés, Tipler...) nos quais procurava apenas a compreensão do desenvolvimento matemático desta ou daquela teoria, sem perceber que mesmo este mundo de cálculos e fórmulas era um modo novo e peculiar de olhar para o mundo a minha volta. Quando cursei Gravitação com o professor João Zanetic me dei conta de quanto havia me afastado daquelas antigas leituras, das relações sociais, históricas e políticas que os romances destacavam e que naquele momento começavam a me fazer falta. Notei mesmo a lacuna nessa visão mais ampla quando ouvi alguns colegas reclamando dos textos de gravitação, dizendo que eram muito complexos, difíceis de ler porque davam voltas e voltas e nunca chegavam ao ponto em questão (eles se referiam à falta de equações a priori), longos demais, pois quando se compreendia o fim já não se lembrava do começo.

Essas críticas superficiais me fizeram olhar para meus colegas e entender que eles não sabiam ler de fato, aqueles textos de cunho literário, pois só conseguiam sobreviver (male mal) dentro da linguagem matemática, porém não compreendiam, e nem estavam preocupados com isso, que uma equação é a síntese de uma construção humana que pode ter demorado séculos para alcançar o “finalmente” e que o caminho percorrido tem seu invólucro social, histórico, político, filosófico, cultural enfim. Infelizmente eles não sabiam que mesmo Albert

Einstein, para quem a linguagem matemática foi crucial para o estabelecimento das teorias revolucionárias que formulou no início do século XX, enfatizava a importância da linguagem, constituída por palavras, para a construção, inclusive, do pensamento científico. Vale a pena frisar as seguintes palavras do criador da Teoria da Relatividade, homenageando-o neste ano que se comemora seu *annus mirabilis*:

“Que é que produz essa conexão tão íntima entre linguagem e pensamento? Não haverá pensamento sem uso da linguagem, a saber, em conceitos e combinações de conceitos para os quais as palavras não tenham necessariamente que concorrer? Não aconteceu a qualquer um de nós lutar por encontrar as palavras, embora a conexão entre as “coisas” já estivesse clara em nossas mentes?”

Poderíamos nos sentir inclinados a atribuir ao ato de pensar uma completa independência da linguagem, se o indivíduo formasse ou fosse capaz de formar seus conceitos sem a orientação verbal do seu meio. No entanto, é muito provável que a conformação mental de um indivíduo que crescesse nessas condições fosse limitada. Portanto, podemos concluir que o desenvolvimento mental do indivíduo e sua maneira de formar conceitos depende em alto grau da linguagem. Isto nos faz perceber até que ponto a mesma linguagem significa a mesma mentalidade. Neste sentido o pensamento e a linguagem estão absolutamente unidos.”⁵

Bem, voltando à construção desta leitora, posso dizer que a vida seguiu e na Faculdade de Educação ouvi ainda mais críticas à necessidade de ler, fosse por ter muitos textos para ler, fosse pela dificuldade de lê-los apenas. Em todo o período da graduação o **ler demais** não necessariamente estava associado ao **refletir demais** sobre nossas próprias posturas, na verdade me parece que fomos nos tornando muito bons em analisar este ou aquele discurso de fulano ou ciclano, de defender esta ou aquela idéia / teoria e cada vez menos expúnhamos o que realmente pensávamos (quando havíamos pensado é claro) a respeito do assunto em questão.

⁵ Einstein, Albert. *Pensamento político e últimas conclusões*. Editora Brasiliense, São Paulo, 1983, pág. 100.

Enfim, cheguei ao programa de mestrado no qual fui absorvida tanto pelas disciplinas que cursei quanto por diversas outras atividades que surgiram nesse caminho como monitoria, seminários, grupos de estudo, congressos, simpósios e participações em comissões (como de organização da biblioteca do grupo de ensino do IFUSP).

Aqui o bombardeio de informações, teorias e idéias prosseguia de forma mais intensa, me trazendo uma sensação maluca de que há sempre muito mais para se aprender. Mais do que isso, as discussões por vezes eram tão profundas que acabavam por desnudar minha ignorância até mesmo em temas que eu acreditava dominar. Essa era a grande diferença do mestrado para a graduação, ali eu descobri que sabia muito pouco de educação, de física, do modo de olhar o mundo fisicamente ou de como um físico trabalha. Isso me causou a princípio uma sensação de fragilidade, de fraqueza de formação, depois me levou a um estágio de embriaguês intelectual, uma espécie de entorpecimento gerador de uma necessidade louca de consumir idéias, de saber o quê essa ou aquela teoria esconde em sua estrutura, como este ou aquele autor vê o mundo.

Quando você estiver nesse estágio tome cuidado amigo(a) leitor(a), por que muitas vezes nos acostumamos tanto com o estudo de teorias, e com a cobrança avaliativa das mesmas, que paramos de fazer a nossa leitura do mundo, paramos de defender nossas idéias, e passamos a defender aquelas estudadas no curso corrente.

É o que fazemos de maneira quase que automática quando discursamos: “segundo fulano isto significa que...”. Tal discurso, a meu ver, aponta para uma carapaça teórica, muito cômoda afinal, que nos protege de expor o que realmente pensamos a respeito de qualquer assunto, e que nos mantém entorpecidos, enganados por nossa própria ilusão de domínio de saber.

Contudo, é claro que em muitos casos nossas idéias estão tão de acordo com um intelectual estudado que passamos a defender suas idéias como nossas, ou melhor, nem sequer temos mais a clareza do que era originalmente nosso ou não. O terreno do conhecimento pelo qual passamos foi arado, semeado, passou por diversas transformações e acabou por tornar nossos os frutos. Esse processo

de transformação de idéias é o que Sérgio Leite, um colega graduado mestre por este programa, destaca em um trecho de sua dissertação:

“Nesse desenvolvimento semelhante a uma transformação antropofágica – algo análogo ao que se propôs o movimento modernista brasileiro – algo é apropriado e, em seguida, transformado, digerido e incorporado, sempre em ressonância com meu histórico cultural e social.”⁶

Quando você já não sabe mais se foi você mesmo que falou, ou se leu ou ouviu a respeito, é porque fez tanto sentido nos seus ouvidos que você se apropriou daquela idéia, você a digeriu, e de fato ela passa a ser parte do seu campo cultural, ou seja, esta é uma idéia que chamarei de **incorporada**.

Portanto, **incorporar** um conceito é diferente de se esconder atrás de uma idéia, e é nessa fronteira que caminhamos quando estamos embriagados, bêbados mesmo de tanto consumir idéias. E esta é uma fronteira tão tênue que muito facilmente nos escondemos atrás da embriaguês, e o que pode nos salvar é a ressaca que nos traz de volta ao chão. No meu caso, a ressaca cultural veio com algumas disciplinas do mestrado, principalmente *Construção e Realidade*, que me forçou a distanciar das coisas e olhar de fora, que me levou a abandonar as carapaças teóricas tão forte e cuidadosamente construídas na graduação.

Olhar para cada disciplina da pós e mapear qual foi sua principal contribuição em minha formação pessoal, é um bocado difícil pois não é possível descrever todas as contribuições culturais, mesmo porque sempre há contribuições no campo do conhecimento tácito, que não vêm à tona claramente, e ainda por cima há as tais “incorporações”. Ainda assim destaco nesse período alguns pontos que foram gritantes pra mim, tanto nas disciplinas⁷ quanto em outras atividades desenvolvidas, sob quatro aspectos:

⁶ Leite, Sergio Corrêa. Racionalidade Científica e Imaginação Poética: A Busca por Novas Demandas no Ensino Médio. Dissertação de Mestrado. 2003. Página 76.

⁷ Refiro-me às seguintes disciplinas e professores: Mecânica Estatística (Prof.Dr. Mário de Oliveira), Construção e Realidade no Ensino de Física (Prof.Dr. Manoel Roberto Robilotta), Práticas Teatrais de Caráter Lúdico e Textos Literários (Profa. Dra. Maria Lúcia Puppo), A Aventura da Explicação: Ciência e Linguagens (Profa. Dra. Hercília Tavares de Miranda e Prof.Dr. Luis Carlos de Menezes) e Leitura: dos Conceitos à Transposição como Prática Docente (Profa. Dra. Alice Vieira).

☞ Na superação de meus próprios limites:

estudar temas não vistos na graduação, como mecânica estatística, foi um grande desafio. Ainda mais com uma turma basicamente de bacharéis, onde pude observar desde o preconceito que eles têm sobre nós licenciados (e vice-versa) até o comportamento mais comum em sala de aula que é não expor suas dúvidas. Creio que o mais importante aqui foi todo o trabalho em grupo que a turma da licenciatura acabou encabeçando, pois as pessoas daquele grupo, aparentemente, não tinham o hábito de se reunir em grupo para estudar, discutir, criar e resolver problemas.

☞ No âmbito do conhecimento físico:

- mergulhar no saber acadêmico e sentir não apenas o peso do rigor matemático exigido nas teorias físicas, mas também ver em xeque desde a minha visão do que é o universo físico até a importância mais velada da matemática como estruturante do conhecimento físico me desequilibrou profundamente. Desequilíbrio e depois me encantou com a visão estrutural do conhecimento físico... A idéia de estrutura fez tanto sentido em meus ouvidos e sentidos que passou a ser um dos nós em minha cabeça e, de certo modo, tal reflexão irá aparecer no corpo desta pesquisa como veremos mais adiante.

- Afastar-me das teorias e ver as raízes epistemológicas tanto do conhecimento em si (visão física do mundo) quanto do processo de produção desse conhecimento (paradigma) levou-me a uma dura descoberta: percebi que sabia pouca física! Quando nos damos conta disso e buscamos ver as estruturas de mundo escondidas por trás das teorias que estudamos, somos levados a uma discussão ferrenha sobre o quê ensinar em nossas aulas de física. Aqui não apenas as disciplinas de que participei, mas também os grupos de estudo dos quais fiz parte contribuíram muito para o meu crescimento. Também lembro que esses grupos me levaram a ligar o conhecimento à preocupação pedagógica, já que ao estudar e discutir textos de Paulo Freire, Gaston Bachelard, Paul Feyerabend... sempre enveredamos por questões relevantes ao ensino, num

contexto que abarca toda a situação sócio-histórico-político-econômica que vivemos.

☞ No âmbito pedagógico:

- Passar pelas mais profundas discussões sobre as idéias de Lei da Natureza, estruturas e visão de mundo, realidade do conhecimento, o papel do conhecimento crítico, modelos e teorias etc me levaram diversas vezes a pensar em temas essenciais, vitais para o ensino de física e que, vejam só, jamais haviam passado por minha cabeça, isso de fato me fez sentir mal (como eu jamais havia parado para pensar naquelas questões todas?).

A cada encontro eu saía da aula destruída, às vezes até sentia um mal estar físico, como se tivesse tomado uma surra, por causa dos tombos intelectuais que as discussões provocavam. Isso me fez repensar maneiras de avaliar e também de estruturar as aulas de física que eu lecionava.

- Passar pela atividade de monitoria, também foi muito importante. Ela envolvia a correção de trabalhos dos alunos de graduação (para tanto discutia as questões propostas tanto com o professor quanto com a outra monitora, isso foi ótimo para meu aprendizado de física), plantões para discussão de dúvidas e, quando possível, acompanhamento das aulas dadas. Tal atividade, além de possibilitar meu aprofundamento teórico da matéria em questão, gravitação, também abriu espaço para trocas de experiências, de visões de mundo e de educação, uma vez que trabalhei com dois grupos distintos (fui monitora em dois semestres consecutivos), um da física e outro da matemática.

☞ Na busca pelo contato de formação com outras áreas do conhecimento:

- Discutir epistemologia do conhecimento, sob a orientação de um professor da matemática, na Faculdade de Educação, com um grupo de alunos(as) de diversas unidades da universidade foi soberbo. Destaco nessa experiência, além das discussões férteis de um grupo muito interessante, as imagens criadas para o conhecimento (linha, iceberg, rede...). O conhecimento entendido como uma rede de relações infinitas, que não precisa ser plano, com o centro em cada ponto e em todo ponto, sendo pautado pela história e pela filosofia, me agradou demais. De

fato, já não sei que idéias minhas nasceram ali e quais eu já trazia comigo o caso é que tais idéias estiveram dentro do caldo cultural de onde ebuliu meu trabalho.

- encontrar, em um curso misto de ciência e arte, uma preocupação com a diversidade de linguagens possível dentro do ensino de ciências, foi uma experiência ímpar. A vivência de expressão, reflexão e criação por que passei nesta disciplina, levou-me a construir uma variedade de leituras e interpretações que veio ampliar minha visão de docente e de pesquisadora no ensino.

- descobrir, em uma disciplina na ECA⁸, que o teatro-educação é um processo educativo importante e poderoso no que diz respeito à quebra de linearidade do discurso oral, foi uma grata surpresa. A simultaneidade entre fala e ação abre uma nova perspectiva polifônica que pode ser muito interessante para o ensino de física, como terei possibilidade de explicitar mais adiante. Nossas discussões nessa disciplina foram de fato muito férteis e interessantes, mesmo porque nosso grupo, embora pequeno, era, a meu ver, um caleidoscópio em visões de mundo, pois além de nós (duas alunas da física) havia um psicólogo, um músico, um médico, uma professora de literatura, uma diretora de escola e pelo menos quatro atrizes (incluindo uma contadora de histórias).

- e ao buscar por textos literários me surpreendi com o processo de leitura! Vale a pena contar que busquei uma disciplina na Faculdade de Educação, chamada *Leitura: dos Conceitos à Transposição como Prática Docente*, e me surpreendi...

Em primeiro lugar devo confessar que, como o meu projeto de pesquisa visava estudar uma possível relação entre a literatura e a física, o que me atraiu para esta disciplina foi a referência a textos literários e não a leitura propriamente dita.

Em momento algum pensei na leitura como um processo cognitivo, dona de características próprias, com uma dada estrutura. Ainda que sempre a tenha defendido, creio que minha visão a respeito da leitura era um bocado ingênua. Tal postura simplesmente inibiu, a priori, reflexões que pudessem ampliar e enriquecer minha visão de educadora.

⁸ Práticas Teatrais de Caráter Lúdico e Textos Literários (Profa. Dra. Maria Lúcia Puppo).

Veja bem, não fiz esta disciplina achando que nada me acrescentaria (se assim fosse, não a teria feito), mas fui procurar a riqueza na parte que mais tarde eu reconheceria ser a de menor importância – o texto por si só (e não as relações contextuais, os processos de leitura, etc).

Em segundo lugar, sempre pensei ser magnífico para a formação de um profissional da educação, observar, se interar e interagir com os pensadores de outras áreas, para que pudesse ter a consciência da existência de outros pontos de vista. Creio que essa diversidade vem somar de forma positiva uma vez que constrói mais uma face lapidada no prisma que usamos para ver o mundo.

Descobrir e construir uma concepção de leitura foi (e tem sido) para mim uma surpresa agradável, por envolver, levantar novas questões e estabelecer relações antes inexistentes. Ao mesmo tempo foi um processo dramático e doloroso, não por me descobrir absurdamente leiga nesse assunto, mas por notar que talvez por puro preconceito ou ignorância jamais havia parado para pensar a esse respeito, a não ser sob a forma infantilizada ou ingênua de que é importante ler para **apenas** escrever melhor, ou que o uso da linguagem servia **apenas** para comunicar algo a alguém.

Dito isto nem precisaria ressaltar que esta disciplina foi de fundamental importância para mim e meu trabalho, como espero que fique claro no decorrer do texto.

E eu ainda teria muito a dizer sobre os congressos e simpósios de que participei, no Brasil e na Argentina, e que me propiciaram uma oportunidade única, não apenas de levar o trabalho feito aqui para ser discutido em outros lugares mas também de trocar experiências, de conhecer outras realidades de ensino (que por vezes não se desigalam muito da nossa) e de encontrar pessoas tão preocupadas com essa jornada quanto nós mesmos.

Pessoas... e quantas pessoas além das que mencionei entraram em minha história de leitora, de ser humano, de ser político... pessoas como o Alexandre Custódio Pinto, também mestre por este programa e que me apresentou ao mundo das lutas pelos direitos de educação dos trabalhadores. Através dele conheci pessoas e entidades fundamentais em minha formação e vida como o

CEEP – Centro de Estudos e Pesquisas – no qual trabalhamos fortemente para levar adiante o projeto Construindo Saber (supletivo profissionalizante para adultos trabalhadores, que me trouxe tantas alegrias, dores e lutas por ideais), ou como o IIEP – Instituto de Intercâmbios Estudos e Pesquisas – no qual trabalhamos todo o ano passado por algo que chamamos de Escola Aberta de Políticas Públicas, que tem por principal preocupação a reunião de um grupo diversificado de pessoas que querem discutir o mundo do trabalho e a educação do trabalhador (tenho tanto carinho por essa idéia e a considero tão importante que sugiro, para todos aqueles(as) que também se interessam por essas questões, navegar no sítio eletrônico do IIEP – www.iiep.org.br).

E tantas outras pessoas de tantos outros cantos, como o pessoal do corredor de ensino (Ivanilda, Airlton, Rui Manoel, Valéria, Emerson, Neusa Raquel, Wolney Cândido, Cristina Leite, Sandra Melchior, Marcos Tofoli, Renatinha, Giuliano, Eraldo, Soraya Uema...), das entidades de que participei (Sueli Bossam, Sérgio Florentino, Alexandre Hiroshi, Juarez, Sebastião Neto, Cícero, Cecília Guaraná, Carmen Sílvia, Delma, Nadine, Paulinho de Riversul, Sérgio radialista, Chico Pacheco..), que juntos tantas vezes discutimos, estudamos, brincamos e vivemos de modo enriquecedor, que tenho medo de me esquecer de citar alguém. Cresci muito no convívio com cada uma dessas pessoas, todas gravadas em minha alma, mais do que em minha escrita, pude contar com cada uma delas, e em especial com alguém que esteve por perto nos momentos alegres, nas dificuldades de estudo e nas ranhuras dessa vida, alguém a quem respeito e admiro como profissional, mas que amo muito como ser humano, como amigo eterno: João Zanetic, que por felicidade do destino aceitou, em algum momento de loucura (eh eh eh eh eh eh), ser o orientador desta mente maluca que caminha com vocês e conta “causos” de sua vida e “militância” pedagógica.

E assim nasci, me construí e fui constituída como leitora, o que acredito ter colaborado para o caminho que resolvi seguir tanto na vida quanto neste trabalho, como espero que fique claro nas páginas que vêm a seguir.

O despertar e a procura por novos caminhos

Leciono desde o segundo ano de faculdade, uma questão também de sobrevivência, e sempre achei que tudo corria muito bem... eu ensinava as teorias com toda a pompa de suas fórmulas (afinal eram elas que importavam), resolvia os exercícios com meus(minhas) alunos(as) e depois cobrava deles(as) alguma devolutiva em provas. As pessoas sempre me questionavam “pra quê estudar física se o que eu quero é outra coisa, se não vou trabalhar com isso, e nem sei se vou pra faculdade?” Para tais perguntas e afirmações eu, como todo(a) o professor(a) iniciante tinha uma resposta pronta: “ora você vai precisar disso no vestibular, ou na vida profissional, ou para desenvolver seu raciocínio lógico e matemático, ou ainda para ampliar o seu conhecimento sobre a cultura humana...” e por algum tempo creio que acreditava mesmo nisso...

Sempre achei que fazia **o melhor** possível, pois buscava experimentos para demonstrar em sala de aula, outros para realizar juntamente com os(as) alunos(as) e ilustrava grande parte das situações com coisas do cotidiano. Mas um dia algo foi despertando de diferente em mim... acho que foi em um curso de filosofia da ciência... lá descobri que há formas diferentes de olhar para a física, de interpretar o modo como as teorias evoluem, de compreender a visão de mundo que envolve esta ou aquela teoria...

Visão de mundo... embora tenha passado logo no primeiro ano de faculdade por discussões sobre a visão de mundo, dentro da disciplina de gravitação, creio que naquele momento aquilo não me abalou profundamente, acho até que passei por ali sem perceber a grandeza que de fato aquelas discussões de história da ciência traziam, talvez pela falta de maturidade nesse assunto, talvez pela inércia do modo como aprendi no colégio, e que prosseguiu por muito tempo na faculdade, de ver a física apenas como um conjunto de fórmulas feitas por gênios e que tinham o poder de resolver alguns problemas práticos ou teóricos.

Somente me dei conta da importância daquelas discussões muito tempo depois, no já citado curso de filosofia da ciência, que fiz em uma de minhas férias

de janeiro. Naquele grupo, senti avolumar-se a necessidade de compreender os fundamentos das coisas, e percebi que me faltou isso na escola... em momento algum alguém me disse que a ciência era apenas mais um modo de perceber o mundo, diferente dos outros, cheio de peculiaridades, mas ainda assim uma construção humana, carregada da visão de mundo dos pesquisadores de seu tempo. Sei que falar em construção humana é hoje um “lugar comum”, quase um jargão vazio de significado e cheio de uma estranha sensação de vale tudo, já que o computador em que escrevo agora, os poemas que leio, as histórias que são contadas às crianças, as obras de arte ou a interpretação de sonhos, tudo isso é construção humana à medida que é feito pelo Homem. Todavia quando falo na construção humana, não penso na idéia do vale tudo, muito pelo contrário, como já disse anteriormente a Física tem um modo peculiar de olhar o mundo a sua volta, e essa peculiaridade transfere-se para essa construção humana, vinculando-a a lógica (tanto no pensamento do cientista quanto na construção dos conceitos) e à compreensão do mundo através de modelos matemáticos capazes de nos fornecer previsões de fenômenos e/ou eventos. Ou seja, uma construção teórica humana que ganha, ao longo do tempo, uma sofisticada representação matemática, que deve satisfazer os rigores da lógica, e que se relaciona de alguma forma com o chamado mundo real. Saber que as epistemologias de Bachelard, Feyerabend e Kuhn tocavam nesses assuntos foi muito importante, mas descobri, mais tarde, que Einstein também havia se preocupado com isso; foi maravilhoso! Eis um exemplo de um texto de Einstein que me surpreendeu:

“O sistema de conceitos é criação do homem, bem como as regras da sintaxe, que constituem a estrutura dos sistemas conceptuais.

(...) Todos os conceitos, mesmo os que estão mais próximos da experiência, são, do ponto de vista da lógica, postulados livremente escolhidos (...)”⁹

Isso foi tão marcante para mim que resolvi transmitir algo disso para o ensino médio.

Era a primeira vez que percorria os alicerces da física, aqueles que de fato deveriam interessar em uma situação educacional: minha primeira questão era

⁹ [Einstein, Albert. *Notas autobiográficas*. Ed. Nova Fronteira, Rio de Janeiro, 1982, págs. 22/23.](#)

mostrar a física como uma construção humana, e que todos seriam capazes de caminhar pelas suas vielas, uns com mais habilidade, outros com menos, mas ainda assim a física deveria pela primeira vez em minhas aulas, sair de sua posição magistral e chegar ao mundo dos Homens. Ou seja, era preciso partilhar com os estudantes a evolução do conhecimento científico, dando significado para os conceitos e proposições e sua relação com as experiências sensoriais.

Nessa época eu trabalhava em uma escola estadual na periferia da zona sul de São Paulo e propus uma atividade de observação de mapas do céu, com material (imagens, instrumentos de medida, eixos de coordenadas) elaborado pelo projeto RIPE – Rede de Instrumentação Para o Ensino. A inovação que fiz aqui, foi desenvolver essa atividade, para depois discutir com os(as) adolescentes algo de filosofia da ciência.

A atividade foi encaminhada da seguinte maneira:

☞ os (as) alunos(as) foram separados em grupos, cada qual representando um mini observatório. Cada um desses observatórios recebeu dez imagens simuladas de uma mesma região do céu, como os modelos apresentados a seguir:

☞ logo em seguida, uma a uma, foram propostas algumas questões-desafio às equipes, que deveriam buscar uma solução antes da discussão com a sala, sendo que as melhores soluções por vezes eram adotadas por todos. Os desafios e encaminhamentos foram se sucedendo da seguinte forma:

1. primeiro foi perguntado aos grupos: *“Existe alguma coisa que muda nessa região do céu de uma semana para outra?”*

Rapidamente surgiu a questão do movimento, todos diziam que essa era fácil, as estrelas se moviam... a priori ninguém percebeu mudança no “tamanho aparente” das estrelas, e acabei provocando essa procura quando perguntei: *“apenas isso? A única coisa que muda de uma semana para a outra é a posição da estrela?”*, então logo um grupo percebeu a mudança de “tamanho” como eles mesmos disseram, *“professora, essa estrela aqui muda de tamanho, olha!”*. E quantas estrelas dessa região mudam de “tamanho?”, perguntei a eles(as). Demorou um pouquinho até encontrarem as cinco estrelas variáveis, apontadas em nosso modelo pelas estrelas em negrito.

2. Nesse ponto foi quase natural propor o próximo desafio: *“então, se o ‘tamanho’ aparente de uma estrela muda, talvez seja interessante estudá-lo. Mas como faremos para acompanhar essa estrela nas dez semanas, se ela vai mudando de ‘lugar’?”*.

Isso nos possibilitou discutir o movimento relativo e escolher a marcação de um referencial, que por unanimidade foi eleita a estrela cujo desenho lembra a cabeça de um ursinho de pelúcia. Medir a posição a partir daí é que era o novo problema... surgiram várias idéias (usar régua, compasso, os dedos mesmo, transferidor...) até que se decidiu, através da comparação ao jogo de batalha naval e com um empurrão meu, pela adoção de eixos cartesianos. Após a decisão forneci aos alunos eixos impressos em transparências, cujo fundo era quadriculado, como os modelos a seguir:

O posicionamento do eixo sobre a estrela de referência era: ponto (0,0) no “nariz” da estrela, com os eixos atravessando o centro das “orelhas” e apontando para fora delas. Passamos então a localizar as cinco estrelas através de seus pares ordenados.

- ☐ 3,0
- ☐ 3,2
- ☐ 3,4
- ☐ 3,6
- ☐ 3,8
- ☐ 4,0
- ☐ 4,2
- ☐ 4,4
- ☐ 4,6
- ☐ 4,8
- ☐ 5,0
- ☐ 5,2
- ☐ 5,4
- ☐ 5,6
- ☐ 5,8
- ☐ 6,0
- ☐ 6,2
- ☐ 6,4
- ☐ 6,6
- ☐ 6,8
- ☐ 7,0
- ☐ 7,2
- ☐ 7,4
- ☐ 7,6

3. Na seqüência cada observatório adotou apenas uma estrela para ser estudada, batizou-a e buscou um jeito de medir seu “tamanho aparente” que logo um dos grupos desvendaria: *“mas o tamanho dela pode mudar professora? Assim tão rápido? Não seria só o brilho que muda?”*. Foi assim que passamos a nos referir à mudança como brilho e não mais tamanho.

4. O problema agora era construir um instrumento de medida para esse brilho, que em nossas figuras era um círculo. Muitas idéias surgiram: usar compasso e medir o ângulo de abertura do mesmo, medir o raio, usar objetos redondos como pontas de lápis e moedas... Até que alguém disse em tom de brincadeira: *“bem que podia ter uma régua redonda né? Que nem aquelas furadinhas pra gente desenhar estrelas e corações...”*. Pronto, a solução estava dada: foi então que eu peguei uma escala com pequenos círculos de diferentes diâmetros, já existente

no material do RIPE e que simulava uma escala invertida de magnitude, e disse: *“e por que não inventamos uma?”*.

Foi divertido, ah ah ah ah, os(as) alunos(as) reclamaram e riram, disseram que eu estava fazendo-os de bobos porque eu já sabia e não disse nada antes... Foi então que pudemos conversar bastante sobre a dificuldade que se tem quando se busca a solução para um problema, que eu queria que eles sentissem essa dificuldade, que procurassem sozinhos algumas soluções e que desse modo estariam também fazendo ciência (em uma micro escala é claro!). Depois disso foi rapidamente feita a melhoria do instrumento de medida, pois ao comparar a escala com a imagem da estrela, alguns alunos perceberam que seria melhor sobrepor as duas figuras e então me pediram: *“então professora, você não teria por aí uma escala destas em papel transparente, teria?”*, e é claro que eu tinha, logo todos caíram na novamente na gargalhada...

5. Já estávamos bem longe de nosso ponto de partida e agora os grupos trabalhavam com afinco em suas próprias estrelas, mas uma angústia surgiu: *“professora, olha só, o brilho dessa estrela aqui olha... ele sobe, desce, depois sobe de novo..., tá difícil de acompanhar”*. Eu aproveitei para questionar a sala: *“existe alguma maneira de eu ver de uma só vez, assim num mesmo desenho a mudança do brilho de nossas estrelas?”*. Demorou um bocado até que desse bate-papo alguém dissesse: *“ah, só se a gente fizesse um gráfico, aí dá pra ver se o brilho sobe ou desce com o passar do tempo”*. Bingo, lá foram todos fazer gráficos, e muitos não tinham nem idéia de como começar (mesmo estando no segundo ano do ensino médio). Aqui foi uma outra batalha, arrumamos algumas régua e começamos a descobrir como se constrói um gráfico, como se faz a correspondência dos eixos... Algumas pessoas diziam: *“ah, é que nem batalha naval!”* mas, o que me emocionou foi uma garota dizer: *“ah professora, esse gráfico é que nem o gráfico das aulas de matemática? É a mesma coisa?”*. Puxa, naquele momento a sala parou e eu percebi que, pela primeira vez, muitos daqueles(as) alunos(as) estavam entendendo que um gráfico pode relacionar

grandezas mensuráveis, para que possamos descobrir como se comportam uma na presença da outra... foi mesmo emocionante!

6. Feitos os gráficos, agora era a vez dos mini-observatórios pensarem em uma hipótese explicativa daquele caso estudado... e cada uma das hipóteses seria colocada à prova frente a uma comunidade científica, já que os grupos apresentariam para a sala, seus resultados e suas suposições, estando expostos a questionamentos, embates de idéias e contraposições a suas hipóteses. Esta foi uma fase muito produtiva, pois numa espécie de mini-simpósio todos puderam apresentar sua estrela (com nome e localização por coordenadas, dados e hipóteses), ler o gráfico uns dos outros; cada qual ouviu a explicação do colega, concordando ou não com ela, e quando não concordava dizia o porquê. Abaixo apresentamos os modelos de gráficos das cinco estrelas, assim como as discussões mais empolgantes que os mesmos geraram:

Para a estrela Lexen a hipótese apresentada, no mini-simpósio da sala, pelo grupo foi:

“ _ A nossa primeira idéia era que a estrela está aumentando o seu tamanho e por isso seu brilho vai aumentando sem parar”.

Logo choveram objeções:

“ _ Não pode ser, nós já havíamos dito que uma estrela não pode engordar assim de repente... vejam, essa estrela teria dobrado de tamanho, isso não é possível!” – disse um dos meninos.

“ _ É, e isso demorou só alguns dias... dois meses? Não dá...” – uma garota complementou.

“ _ Sim, isso mesmo que pensamos, por isso é que nosso grupo mudou de idéia. – continuou uma aluna do grupo que estudou a estrela Lexen – não poderia ser o tamanho que mudava, então achamos que o mais provável é que a estrela esteja se aproximando de nós”.

“ _ Como assim?” - alguém da sala perguntou.

“ _ Ela está se aproximando... é como olhar uma estrada... quando o carro vem bem distante mal se percebe a luz dos faróis, mas a medida que ele se aproxima a luz vai ficando cada vez mais intensa, ela chega mais forte.” – explicou o grupo.

“– Mas se isso for verdade e ela continuar se aproximando assim... caramba, ela vai bater na gente!!!” – exclamou uma menina.

“– Gente, não dá pra uma estrela grandona andar tão depressa, ela não é um cometa!!! E se ao invés disso ela tiver explodido? Assim... ela explodiu e o brilho aumentou por isso, e ainda não deu tempo de ver quando ela se apagou?!” – outra garota da turma supôs.

Essa discussão toda nos levou a pensar na evolução estelar, e também na bela idéia de que estamos recebendo informações do passado das estrelas quando olhamos para elas. E isso nos deu um momento de silêncio delicioso quando percebemos que, quanto mais longe olhamos, mais para o passado estamos mirando!

Essa discussão nos deu um maior suporte para pensar nas outras estrelas, que apresentamos abaixo evitando retornar aos mesmos problemas inicialmente levantados.

No caso da estrela Vekinus o duelo foi:

“ _ Nós acreditamos que a constância na mudança do brilho seja devido à órbita dessa estrela em relação a nós. Então, quando

a estrela está longe o brilho parece pequeno e quando ela dá a volta e chega mais perto o brilho parece grande. Por isso que o brilho desce e sobe sempre o mesmo tanto” – explicou o grupo de estudiosos.

“ _ É mas então essa estrela tinha que estar aqui pertinho pra dar uma volta tão depressa... olha, o brilho vai estar pequenininho a cada um mês, como se a estrela pudesse estar lá longe em apenas um mês... que nem a Lua! A Lua demora mais ou menos um mês pra dar a volta na gente né professora?!”

A angústia deles de entender essa estrela foi tão grande, que começaram a patinar sempre no mesmo argumento – o tempo e o desenho da órbita - que acabei intervindo: *“gente, mas a única explicação possível seria a órbita? Não há nenhuma outra opção?...”* Silêncio foi a resposta. Então eu disse: *“e se invés de uma estrela eu tivesse duas estrelas girando uma ao redor da outra?”*

“– E pode professora?” – me perguntaram.

“ _ E por que não?” – eu retruquei.

E logo estávamos discutindo sobre os sistemas binários, estávamos imaginando como o brilho se comportaria em configuração do sistema para ver se poderia ou não se tratar de algo assim... foi muito bom!

Já no caso da estrela Daxos, que apresentou um gráfico bem similar ao da Vekinus, num primeiro momento tivemos um desânimo do grupo que a estudou:

“ _ Ah professora, a nossa estrela então é que nem a deles: um sistema binário... nem tem graça mais discutir.” reclamaram os alunos.

“ _ Será? O que vocês pensaram pra essa estrela? Nada nela se difere da outra?” – questionei.

“ _ Nada! Só que tem um lugar que o brilho é mais baixo que no resto todo. A gente deve ter lido mal a escala.”

Pronto, e lá estávamos nós discutindo sobre a qualidade ou não dos

dados, sobre erros de medida etc. E isso foi ótimo porque logo chegamos a uma diferença interessante da estrela Vekinus: e se não for um erro de medida? E se realmente o brilho tinha diminuído, o que ocorreu?

“_ Bom professora, no primeiro momento nós pensamos que nossa estrela tinha uma combustão regular, que subia e descia com as semanas. Como a chama de um fogão, se você abre mais o gás então a chama aumenta e se fecha a chama diminui. Então pra gente era isso que fazia o brilho mudar assim.” – explicaram.

“_ Hum... mas e quanto ao vale no gráfico? Quanto aquela parte em que o brilho cai mais ainda?” – provoquei.

“_ Ah, a gente pensou que alguma coisa podia ter passado na frente e atrapalhou a chegada do brilho. Podia ser um cometa, ou uma espécie de Lua da estrela...”

“_ E como podemos saber se era um cometa ou um satélite?” – provoquei mais uma vez.

“_ Essa é fácil: se for uma Lua, então ela tem que voltar depois, o satélite não! Vixe, então vamos ter que ficar olhando ainda mais pra essa estrela?!” – conclui e se admirou um aluno.

E lá estávamos nós discutindo sobre a necessidade de ter mais dados sobre a estrela, sobre a possibilidade ou não dela estar queimando gás (aí foi bem interessante discutir se o Sol afinal de contas estava em chamas ou não. Não demorou pra discutirmos sobre energia nuclear). E só então adentramos mais um papo interessante sobre um outro tipo de estrela: a pulsar! E os alunos disseram: “então professora, um gráfico que quase dizia a mesma coisa pode ser explicado de um forma bem diferente do sistema binário?”

“_ E por que não se estamos o tempo todo buscando um modelo que explique e preveja novos eventos?” – e eu tive a oportunidade de discutir a idéia de modelo (inclusive modelo matemático

com aproximações e tudo) e de realidade.

A estrela Argos por sua vez causou um outro tipo de furor... os(as) alunos(as) que a estudaram estavam muito convictos de sua solução:

“_ *Nossa estrela explodiu.*” – falaram completamente cheios de orgulho de sua conclusão – “*por isso o brilho aumentou tão rápido e depois apagou*”.

“_ *Mas ela não apagou, se não já estaria com o brilho no zero*” – reclamou uma garota.

“_ *Isso é uma questão de tempo, se a gente continuar olhando vai ver que o brilho chega no zero*” – se defendeu o grupo.

“_ *Quem disse? Olha bem, em duas semanas o brilho se manteve no 3,2 isso pode significar que a estrela voltou a ficar estável. Pode até ser que ela tenha explodido, mas só um pedaço dela, pois o brilho se estabilizou depois*” - supôs uma garota.

“_ *Mas se ela tivesse explodido só um pedaço então o brilho final dela tinha que ser menor do que o brilho inicial e isso não ocorreu*” – debateu o grupo.

“_ *E quem disse que o brilho inicial foi esse aí de 3,0. o brilho podia até ser menor que esse, ninguém mediu antes...*” – e a menina se exaltou.

Mais uma vez a necessidade de computar novos dados foi ressaltada e alguns ainda disseram: “*também, dez semanas é muito pouco dentro da vida de uma estrela né?*”.

Já para a estrela Blafos a inquietação foi ainda maior...

“_ *Olha professora, foi sacanagem a gente ter ficado com essa estrela! Todo mundo fez um trabalho legal sobre a sua estrela, mas pra gente ficou complicado, não dá pra dizer nada!!! Uma droga isso, nosso trabalho vai ser o pior, e aí a nota vai ser ruim, não é justo!*” – iniciou o último grupo

completamente indignado.

“ _ Nada? E por que não dá pra dizer nada?” – tentei travar diálogo.

“ _ Claro que não dá... olha o gráfico... nada se repete!!! Não tem padrão nenhum, isso é uma ‘zona’!” – exclamou um dos garotos indignados.

“ _ E daí que não tem regularidade?” – perguntei com a intenção de ‘cavucar’ ainda mais o que eles podiam tirar dos dados.

“ _ Como e daí Psora?! Se tivesse alguma regularidade a gente podia arriscar um palpite né?! Que nem a estrela Vekinus, o gráfico dela era todo bonitinho, certinho sabe? Até dava pra prever como seria a próxima semana, só por que as coisas se repetiam... Lá dava pra falar de órbita, daquele sistema binário que você explicou, ou até da tal pulsar, mas aqui... num dá não!! O que que a gente vai falar? Que a estrela se aproxima nas duas primeiras semanas e aí corre e se afasta, e depois se aproxima de novo só que devagar em duas semanas e depois corre pra cima da gente como doida e se afasta de novo, depois pára e logo se aproxima mais? Isso é ‘doidera’ não dá pra ela fazer isso! – falava uma garota do grupo completamente afoita, com uma expressão no rosto de desafio, como se eu quisesse ridicularizar o grupo diante da sala; por um momento tive medo do desfecho do diálogo – “ Não, já sei! Vamos dizer que a estrela tendo pequenas explosões na sua superfície e então o brilho aumentou e logo depois, acalmou e depois voltou a explodir outras partes... assim ela devia sumir logo, não faz sentido. Ou ainda que o brilho dela na verdade é muito grande e só diminui por que algo passa na frente dela, então nesse caso a estrela deveria estar passando por uma chuva de meteoros por que o brilho não parou nunca... Olha professora, não dá pra dizer nada!!! ” – Terminou a menina com ares de quem deu o seu recado.

“ _ Caramba!!! Pra quem não tinha nada a dizer até que vocês falaram muito!!!” _ eu disse sorrindo para o grupo – “Justamente o fato do gráfico de vocês ser assim, é que puderam descartar um montão de idéias. Então essa também é uma informação importante: afinal sabemos o que não pode ser!!! E isso vocês tiraram de letra!!! Parabéns!!!”

Então os ânimos se acalmaram e o grupo entendeu que seu trabalho era mesmo esse, não chegar a uma hipótese única e definitiva. Isso foi maravilhoso, pois nos abriu a discussão sobre a importância da regularidade para a construção de um modelo matemático tão importante para a física. Também nos levou a outra conversa muito relevante: muitas vezes a ciência demora anos, décadas ou mais, pra concluir seus estudos que ainda assim carregam em si um caráter provisório.

Pronto, estávamos num ponto ótimo para abordar epistemologia da ciência, e foi o que fizemos...

7. Depois do fervor do simpósio, passamos a uma fase de afastamento da atividade para que pudéssemos pensar enfim em **como** a ciência trabalha. Cada um descreveu o que fez com algumas características pessoais, foi então que discutimos um pouco sobre as epistemologias de Gaston Bachelard, Francis Bacon, Paul Feyerabend, Thomas Kuhn e Karl Popper. Cada aluno(a) tentou achar a idéia de desenvolvimento da ciência que mais lhe agradava e condizia com seu procedimento de pesquisa em sala de aula. Abaixo destaco alguns escritos significativos:

“ _ Professora eu sou Kuhniana porque acho que a gente fez assim como ele diz: a gente tava olhando pro céu, de repente percebeu que uma estrela tava meio ‘atrapalhada’, aí a gente acompanhou a estrela, fez o gráfico e levantou uma hipótese sobre o que acontecia com ela. Mas o mais legal foi colocar isso diante da sala... os outros ouviam nossas idéias e nos desafiavam a defendê-las. Não é isso que o Thomas Kuhn diz, que a opinião da comunidade científica é importante? Então, a gente também teve o aval (ou não) da nossa comunidade, mesmo sendo só a sala de aula”.

“ _ Eu acho que o Bacon é que tem razão. Olha nós seguimos certinho os passos dele: olhar, tirar os dados, fazer as tabelas / gráficos e depois supor o que tava acontecendo. É, eu sou Baconiano.”

“ _ Gosto mais das idéias do Feyerabend. Também acho que na ciência vale toda e qualquer inspiração na hora que a gente tá tentando explicar algo, mas também acho que só vale se a gente defender direito a idéia e daí pra frente a gente tem que mostrar que a coisa funciona mesmo.”

“ _ Acho que o mais importante na ciência é o confronto de idéias, sabe as pessoas têm que convencer os outros do quê estão falando e sempre devem refutar uma nova idéia. Não dá pra ir aceitando simplesmente o que um e outro falam, tem de ter imbate, assim um nega o outro e se fortalece quem tiver melhor argumento e melhores provas, por isso sou Popperiana”.

“ _ Eu misturaria um pouco de cada uma dessas idéias... ter um método é legal, seguir algumas regras, se não vira bagunça. Mas não é só seguir as regras, a gente tem que se inspirar em tudo que conhece, até em sonhos, e quando não dá a gente larga tudo pra trás e dá um pulo pra uma nova idéia, totalmente nova. Assim eu misturaria o Bacon, com Bachelard e Feyerabend. Acho que aí tinha de criar uma idéia nova né? Então eu seria Priscilliana!”

Curiosamente a maior parte dos(as) alunos(as) se identificavam com Francis Bacon, depois com Thomas Khun, Karl Popper, Paul Feyerabend e só alguns com Gaston Bachelard. E ainda houveram aqueles que criariam sua própria epistemologia (mesmo que ingenuamente), mesclando algumas idéias como mostrou nossa última declaração. A distribuição dessa identificação pode ser representada pelo gráfico a seguir:

Creio que esse resultado tenha sido diretamente influenciado tanto pela natureza da atividade quanto por minha condução nada imparcial. O modo de condução da atividade (passo a passo) pode ter levado grande parte a identificar o processo como Baconiano, enquanto que a proposição do mini-simpósio tende a favorecer a visão epistemológica de Kuhn e Popper indiretamente.

De qualquer forma sinto ter valido muito a pena trabalhar esse tema com os(as) alunos(as), tanto para minha experiência de docente quanto para eles(as) como mostram estes dois comentários que me marcaram muito:

“ _ Puxa professora, fiquei tão orgulhosa em saber que eu penso parecido com um desses grandes caras da ciência!”. - A garota se emocionou em notar-se capaz, e eu me emocionei mais ainda por saber que ali ela se sentiu convidada, talvez pela primeira vez, a fazer parte da construção humana do conhecimento científico, sentiu-se capaz de fazer parte desse mundo.

“ _ É professora, no começo eu fiquei pensando: ‘ legal essa atividade das estrelas, mas não me acrescenta muita coisa, eu não vou sair do planeta e nem vou ficar fazendo gráficos a minha vida toda’. Mas depois de discutir sobre o modo como a ciência avança... aí sim senti que valeu a pena, pois deu pra sacar que existem muitas formas de encarar a mesma coisa (até a ciência que eu sempre achei uma coisa super séria), uma tão boa e válida quanto a outra, e isso eu vou levar

comigo.” - Disse um garoto que por várias vezes questionou o sentido da atividade.

E foi assim que comecei a despertar: as pessoas tinham de ser convidadas a entrar num mundo que até então era de outro alguém. Outro alguém bem distante de si e que de alguma forma suas idéias pareciam jamais estar ao seu alcance. Isso me mostrava que mais do que entender a física em si, mais do que compreender os modelos físico-matemáticos que tanto quis ensinar aos estudantes, era função primeira da escola (e minha) aproximar o(a) aluno(a) da produção do saber, da participação efetiva na cultura em que vive.

E promover tal aproximação torna-se um desafio intrigante à medida que cada um traz em si um mundo completamente distinto do outro, ou seja, a diversidade de interesses e histórias de vida presentes em cada sala de aula, promove a necessidade de uma polifonia no ensino, tópico que destaco no próximo capítulo.

Diversidade e Polifonias de Leituras

“Al caminante no hay camino, se hace el camino al caminar”

Ernesto Che Guevara

Como é sabido de todos(as), quando trabalhamos com ensino nos confrontamos com uma diversidade tamanha de idéias, já que cada pessoa dentro de uma turma traz consigo o seu próprio universo conceitual, emocional, cultural, político etc. Isso não é diferente no ensino médio de escolas públicas, o que por vezes me colocou frente a uma dificuldade inerente: como travar um diálogo educacional com cada uma daquelas pessoas? Como convidá-las a participar da aula se cada uma tem interesses tão distintos?

Bom, no momento em que eu trabalhava numa escola estadual da periferia da zona sul de São Paulo não tinha essas respostas muito claras em minha mente. Eu apenas sentia que deveria fazer algo para envolver aquelas pessoas em sua própria formação, queria que fizessem parte do processo, que se sentissem capazes disso e que apenas vissem no ensino um outro caminho possível e válido para suas vidas. Pode ser difícil entender o que estou dizendo aqui, de modo tão subjetivo, então vou contar para vocês alguns “acontecidos” (como diz um mineiro amigo meu) de minha caminhada no ensino para depois desvelar as crenças educacionais que se apossaram de mim e o caminho que escolhi para trilhar essa profissão de fé.

Na primeira semana de aula em uma sala de segundo ano fui confrontada por uma aluna de modo muito incisivo! Eu acabara de entrar quando alguém disse em tom de deboche: *“opa, agora é a aula de física!?”*

Uma garota sentada no fundo da sala aproveitou esse momento para gritar:

“ _ Ei, aí... é o seguinte: eu não gosto de física, nunca estudei essa coisa e vou continuar assim, fui clara?”

Um clima de tensão se fez, os(as) alunos(as) sentados(as) nas cadeiras da frente me olharam como quem espera uma reação autoritária, e em mim uma única certeza surgia: tratava-se de um momento de teste de limites e reconhecimento de autoridades. A garota era uma líder dentro da sala, e me expondo dessa maneira queria deixar isso muito claro. O quê fazer? Ninguém me ensinou isso na faculdade... mas a vida, o balcão já havia me dito que nem sempre devemos agir pela força ou pela coerção. Eu não queria intimidar a garota; queria que percebesse que eu não estava ali para disputar com ela ou quem quer que fosse, eu apenas queria abrir espaço para o diálogo em sala de aula. Com tudo isso passando por minha cabeça como um relâmpago, no meio daquele silêncio ensurdecedor, fui capaz apenas de dizer:

“ _ Foi muito clara!”

Isso surpreendeu a garota que, não contente com minha resposta, levantou-se (e ela era grande!) e caminhou até mim. Parou em minha frente, olhou-me de cima para baixo, apontou o dedo para o meu nariz e bradou:

“ _ Acho que você não entendeu. Eu disse que detesto física, isso não serve pra nada! Eu vou fazer moda então você não vai me convencer de que isso é útil e que eu devo estudar, e ainda assim eu vou passar de ano, entendeu agora?!”

“ _ Eu já tinha entendido!” – respondi sem me mover um centímetro se quer.

“ _ E você não vai tentar me convencer do contrário?” – me perguntou já um pouco titubiante.

“ _ Eu?! Eu não...”

“ _ Como não? Não é você a professora de física? Você deveria me convencer de que física é importante e bla bla bla...”

“ _ Não filha...Cada um na sua, você já encontrou o seu caminho, beleza!”

“ _ Então tá...” – e ela voltou a seu lugar um bocado sem graça, acho que frustrada mesmo.

Curioso é que depois disso ela não me confrontou mais, ficava apenas me observando de longe e à medida que eu brincava com a sala e com ela mesma, as coisas foram melhorando no relacionamento humano, mas nunca voltamos a tocar no assunto.

Aquela sala estudou comigo termologia, e naquela fase falamos de transmissão/propagação de calor, de correspondência de cores e temperaturas etc. No final desse período pedi a todos(as) que fizessem uma produção cultural com algum conceito que tínhamos estudado. O pânico logo se instalou:

“ _ Como assim? Você não vai nos dizer o quê temos de fazer? Nós é que vamos inventar tudo?”

“ _ É isso!” – eu disse a eles(as). “Você escolhe uma coisa que gosta de fazer (pintar, desenhar, dançar, cantar, fazer música...) e explica um dos conceitos que aprendemos com essa linguagem. Daqui a duas semanas vocês apresentarão suas obras pra mim e pra sala, explicando o quê simbolizaram da física naquilo que fizeram.”

Eu pensava que isso talvez os(as) interessasse, sair das provas com cálculos excessivos e fazer outro tipo de atividade que envolvesse algo que sabiam fazer de fato... e eu nem imaginava os resultados e novas idéias que isso me traria...

Surgiram trabalhos feitos apenas para “cumprir tabela”, coisas copiadas de livros e outras tantas pouco criativas (talvez por nunca trabalharem nessa linha, talvez por não levarem a sério ou não ter entendido a proposta). Mas também surgiram trabalhos surpreendentes:

☞ uma aluna me perguntou se podia fazer uma escultura. Fiquei entusiasmadíssima com a idéia e surpresa, pois nem imaginava que aquela menina franzina e tímida tivesse habilidade com as mãos!!! Mais uma vez eu aprendia a não fazer pré-julgamentos. E para minha maior felicidade, no dia da apresentação aquela garotinha desabrochou!!! Ela trouxe uma bela escultura de um homem soldando um portão e disse:

“ _ Esta é a minha produção cultural. Como vocês podem ver o homem usa do calor para resolver o seu problema, ele solda o portão fundindo materiais. E eu gostaria que vocês também entendessem que minha própria escultura também é uma aplicação tecnológica do calor, pois para ter uma boa peça, devo levá-la ao forno, a uma dada temperatura, durante um certo tempo, para fazer um processo certo de aquecimento e cozimento do barro.”

A menina falou em têmpera e até discutimos aspectos da produção do aço!!! Nossa, como foi rico aquele momento de troca!!! E melhor do que isso, depois de sua apresentação ela passou a participar mais das aulas, as pessoas a olhavam com mais respeito e ela foi vencendo a sua timidez.

☞ Outra garota pintou um quadro, com uma floresta bem verde e um céu totalmente azul. Fiquei curiosa pra ver sua explicação, e ela disse:

“ _ Bom, eu quis evitar a sensação de propagação de calor no meu quadro, por isso pinte tudo com cores frias.”

E naquele momento, quem não havia entendido por que falamos de cores e temperaturas na aula, passou a compreender na discussão com a colega de sala.

☞ Minha maior surpresa porém foi com a garota que havia me afrontado no começo das aulas. Ela apresentou uma coleção de moda primavera – verão, dizendo:

“ _ Como vocês sabem eu gosto mesmo é de moda, então desenhei essa coleção. Como podem ver eu usei cores quentes, em contraposição dos cortes mais arejados e refrescantes. Os tecidos que proponho também tendem a não absorver tanto calor...”

Todos aplaudiram sua explicação e disseram que ela devia ter organizado um desfile de verdade. No final de sua apresentação ela olhou pra mim e caminhou calmamente em minha direção; estendeu-me seu trabalho e apenas disse: *“Valeu!”* Naquele momento entendi que havíamos nos reconciliado e melhor do que isso, percebi que de alguma forma aquele trabalho havia sido um convite para que ela olhasse para o conhecimento físico com um pouco mais de simpatia,

e quem sabe tivesse entendido que esse conhecimento pode até mesmo enriquecê-la culturalmente, mesmo indo ela estudar outra área do saber.

No terceiro ano do ensino médio tive outros sabores e dissabores...

Em uma aula, após o intervalo, estranhei a quietude dos(as) alunos(as) em sala de aula. De repente um aluno pulou da carteira e começou a andar de um lado para o outro na sala. Ele chutava as cadeiras, falava coisas estranhas, lembrei logo de momentos de meu segundo bar, no qual vi muitos se perderem nas drogas... um dos momentos mais tristes de minha vida como professora!!! Ele estava mesmo drogado.

Em dado instante, ele olhou pra mim e veio rápido em minha direção. Imaginei que naquele momento eu iria apanhar, e tive medo mesmo de não saber o que fazer. Ele parou de frente a mim e disse:

“ _ O que é que foi? Por que tá me encarando?”

Não tenho idéia de onde saiu minha reação, mas hoje me sinto aliviada por tê-la tido: eu comecei a rir, rir com vontade mesmo, e então bati levemente no rosto dele e disse:

“ _ Ai, ai... esse menino é mesmo uma figura!”

Virei as costas e caminhei vagarosamente para longe dele. Para minha surpresa ele relaxou e disse-me que iria dormir no fundo da sala. Eu apenas pedi a ele que não ficasse de frente para a porta. Por quê? Por que eu não mandei aquele menino para a direção?! Porque sabia que isso de nada adiantaria... os professores odiavam aquele moço e a direção não via a hora de mandá-lo para qualquer outro lugar.

Também eu não sabia o que fazer pra ajudar aquele garoto, mas no momento nada podia fazer por ele... a aula foi tensa, as outras pessoas tinham

medo estampado no rosto e um pouco antes do sinal bater o garoto sentou-se e depois saiu da sala sem dar uma palavra se quer.

Eu procurei ajuda com uma professora de matemática que parecia ser um pouco mais preocupada com os(as) alunos(as) e foi então que soube da história daquele moço: ele morava em uma favela no Capão Redondo, o pai dele era o traficante do pedaço e estava preso há cinco anos. Nesse período o irmão mais velho dele assumiu os negócios da família, alimentando e vestindo todo o resto, só que agora o irmão também havia sido preso e chegara a hora do garoto assumir os negócios da família. Caramba, isso bateu em mim de tal maneira... o que fazer?

Uma semana depois o garoto me procurou fora de aula e me contou de viva voz o que estava acontecendo... nem esperou que eu dissesse nada, apenas me agradeceu por não tê-lo tratado como um animal e disse que de tudo na escola, apenas se interessava por nossas aulas (que havia gostado de fazer uma música sobre visão de mundo, mesmo sem ter apresentado), pois os alunos podiam produzir algo, discutir e discordar de alguma teoria, desde que tivesse “peito” de propor outra melhor ainda. O rapaz também me disse que estava ali para se despedir, pois havia sido transferido para o período da noite pela direção do colégio... pois é... um garoto, assumindo o tráfico de sua região e indo para o período noturno, podia ser pior?!! Fiquei um tempão deprimida e desejei que mais educadores se preocupassem em incluir as pessoas no processo educacional, que se preocupassem em convidá-las a participar ativamente de seu próprio aprendizado, mas entendi que há coisas, muitas coisas, que fogem ao nosso controle e passam longe de nossa vontade.

Mas também tive a felicidade de ver alguém sair de uma situação muito parecida. Um garoto que andava sempre de blusa longa e capuz sentava no fundo da sala e raramente levantava a cabeça para olhar a aula. Ele era bem mais velho que o grupo, e exercia uma espécie de liderança ali também...

Um dia cruzei com ele no pátio, bati no peito dele e disse:

“ _ Fala Edinho!!! E aí garoto, quando você vai me visitar na aula? Aparece lá cara que você faz falta.” - E eu não estava brincando.

Na aula seguinte ele estava lá, e até sentou direito pra ver a aula... outro dia passei por ele no bar da esquina, estava jogando bilhar. Eu logo fui brincar:

“ _ E vocês não jogam nada, uma hora ensino a vocês essa coisa de Rui Chapéu!!! É, o cara era bom de vetor, eh eh eh eh...” - ele riu e disse que depois pintava na aula.

Esse moço nunca mais faltou aos nossos encontros e começou a sentar mais na frente. Ele era o primeiro a pedir silêncio nos momentos de discussão de teorias. Nessa sala eu estava discutindo óptica geométrica de modo experimental, usando os kits experimentais desenvolvidos pela equipe do professor Mikiya (IFUSP). Depois desses experimentos e discussões o Eder apresentou uma produção muito legal!!! Ele fez um grafite em um pano, como uma bandeira, era um olho mais alongado e estilizado, que provocou o riso da galera. Mas logo, em sua apresentação, ele explicou que seu olho era assim alongado pois referia-se à miopia e deu uma bela aula sobre a visão. Esse garoto me procurou no término do colégio para me pedir ajuda nos estudos, ele queria ir para a faculdade de direito, só pra poder defender seu irmão que estava preso, segundo ele injustamente, há alguns anos. O Eder entrou, depois de um ano estudando sozinho e tirando dúvidas com alguns professores, na faculdade de direito do Largo São Francisco. Depois me ligou pra dizer que ainda bem que alguém o fez acreditar que poderia também fazer parte ativa do mundo acadêmico... (por isso às vezes entristeço pensando se também, sem querer, já desencorajei alguém com minhas aulas).

E foi também em uma turma de 3º ano, após o estudo de óptica geométrica, que uma aluna muito tímida nos emocionou com sua produção!!! Geonice fez um poema na tampa de uma pizza (pois adorou o formato) e depois de recitá-lo emocionadamente, explicou cada um dos conceitos que tratou. Fiquei tão impressionada com sua obra que trago-a na íntegra logo a seguir.

Óptica

Geonice S. Lima

Quisera eu que tu me visses não por meios opacos nem translúcidos,
mas por meios transparentes, assim a nitidez não te faria esquecer de mim.

Quisera eu ser para ti a mais primária fonte de luz,
Sol para te aquecer em dias frios.

Quisera eu ser secundária, iluminada,
A Lua para a tua noite clarear.

E ainda na loucura de querer, quisera eu ser para ti sombra,
assim saberia que está tudo certo e correto entre nós.

E como se todo esse querer não bastasse...

Quisera eu ser a mais perfeita reflexão, para não correr o risco
de ver minha imagem se perder do teu olhar.

Mas como todo querer tem não querer, não quisera eu
que desenhasse a imagem do meu nome conjugada por um espelho plano,
pois assim descobriria quão grande é a imperfeição.

Desesperadamente quisera eu te ver em uma associação de dois espelhos
planos, que formam entre suas faces refletoras os ângulos de 90° ,
E só assim o meu querer estaria saciado, pois iguais a ti há mais três.

Algo ainda mais interessante me despertou nesse caminho: depois desses
trabalhos e suas apresentações os(as) alunos(as) passaram a participar mais,
inclusive das aulas mais teóricas. Eles queriam decifrar melhor os algoritmos, o
que também me fez aprender ainda mais física.

Se no início de minha caminhada somente a representação matemática tinha espaço em minhas aulas, hoje, embora ainda acreditando que ela é mesmo muito importante como linguagem e como estruturante do conhecimento físico, venho descobrindo que essa linguagem não é acessível a todos em um primeiro momento. Muito pelo contrário, a matematização pura do conhecimento físico descaracteriza-o como a obra mais completa e complexa que é, e afasta grande parte dos(as) alunos(as) de uma interação mais envolvida com seu próprio aprendizado. E depois de tantas emoções, de tantas manifestações de interesse e participação fui tomada pela certeza de que travar um diálogo com cada um desses indivíduos (cada qual a seu tempo) evoca uma necessidade da utilização de uma polifonia no ensino, ou seja, tendo tantos universos distintos em sala de aula, quanto maior for o leque de possibilidades de comunicação, de leituras possíveis de uma mesma coisa, mais pessoas atingiremos e envolveremos nesse processo.

E aqui não podemos esquecer mais uma vez da lição que aprendemos do próprio Einstein que, sempre que possível, apelou para a linguagem escrita mais simples para apresentar suas construções teóricas para aqueles jovens que “*não dominam o aparato matemático da física teórica*”, como ele escreve no prefácio de seu livro voltado para “*o leitor [que] tenha formação equivalente à do ensino médio*”.¹⁰ Noutro livro, *The Evolution of Physics (A evolução da física)* escrito por ele e Leopold Infeld, em 1938, são apresentadas as concepções fundamentais da física, desde os conceitos e proposições clássicos até os modernos, numa linguagem simples e envolvente, sem a preocupação com a apresentação matemática dos mesmos. Os autores, no prefácio do livro, falam da intenção que tiveram na produção do livro e do leitor ideal que imaginavam estaria interessado na leitura do mesmo:

“Nós não escrevemos um livro didático de física. Ele não corresponde a um curso sistemático de fatos físicos elementares e teorias. Nossa intenção foi a de apresentar um amplo esboço das tentativas da mente humana de encontrar uma relação entre o mundo das idéias e o mundo dos fenômenos. Tentamos mostrar

¹⁰ Einstein, Albert. *A Teoria da Relatividade Especial e Geral*. Contraponto, Rio de Janeiro, 1999, pág. 7.

as forças ativas que compeliram a ciência a inventar idéias correspondentes à realidade de nosso mundo. (...) nosso leitor idealizado... tem uma carência completa de conhecimento da física e da matemática... [mas] está interessado nas idéias físicas e filosóficas...”¹¹

Assim, um livro como esse de Einstein e Infeld poderia ser adequado para aqueles indivíduos que, apesar de não se sentirem atraídos pelo algoritmo matemático, apreciam a leitura, gostam de escrever e querem ter algum conhecimento básico da física clássica e contemporânea. Esse é mais um passo para lidar com a diversidade encontrada em sala de aula e para ampliar o diálogo educacional.

Daí em diante passei a tratar a produção cultural não apenas como uma atividade lúdica legal, mas também como uma forte ferramenta de construção humana dentro das aulas de física e, principalmente, como um modo muito peculiar de convidar os(as) alunos(as) a participarem dessas aulas.

De alguma forma surge cada vez mais forte em mim a sensação de que o ensinar física por si só, sem interagir com outras áreas do conhecimento, se esvazia de significado, e acaba por tornar-se um “desconvite” para muitas pessoas interessantes. Minha fé vem daí! Acredito que o convite para olhar o corpo de conhecimento da física, feito através da arte, da literatura ou da música, pode levar os(as) alunos(as) a adentrar no âmbito conceitual da física e até, de modo mais profundo ainda, na estrutura anatômica desse conhecimento.

E se a própria Física é uma profissão de fé, a medida que acredita em modelos criados e, até antes disso, acredita na existência de um mundo que seja real, ou seja, acredita a priori que há realmente uma verdade a ser alcançada, o Ensino de Física é então uma profissão duplamente de fé: pelo objeto que ensina e pelo modo como acredita ser possível fazê-lo, como pretendemos discutir nas páginas que se seguem.

¹¹ [Einstein, Albert e Infeld, Leopold. *The Evolution of Physics*. Cambridge University Press, Cambridge, 1971, págs. xv/xvi.](#)

A fé canonizada

Uma vez que contei a vocês como nasceu minha fé na importância da presença da cultura artística e literária dentro da aula de física, vou agora “canonizar” essa fé, vou colocá-la em prática e mostrar como venho tentando caminhar com meus(minhas) alunos(as) através dela. E antes de mais nada adianto que nessa caminhada podemos tomar dois sentidos: um é ir do ensino de física para a arte, outro é partir da arte para o ensino de física.

No primeiro sentido, é como se o(a) estudante tivesse que se apropriar das idéias da ciência, torná-las de fato parte de seu mundo intelectual e, conseqüentemente, transformá-las em mais uma face lapidada do prisma por onde pode ver o mundo e ter outro tipo de diálogo inteligente com o mesmo. Dessa forma ele estará se apossando da visão de mundo necessária para a construção das partes de uma teoria. Ou seja, nós primeiro olhamos para dentro das coisas que compõem o corpo de conhecimento desejado para o ensino de física (conceitos, teorias, visões de mundo, história da ciência ou até mesmo biografias de cientistas), depois nos apropriamos dessas informações, processando-as em nosso interior, fazendo novas conexões mentais delas com o mundo em que vivemos, conhecemos e sentimos, para depois torná-las nossas idéias de fato, para nos apropriarmos delas sem constrangimento algum e poder, num livre ato de criação, usar a imaginação para moldá-las e executá-las de uma maneira muito pessoal.

No segundo sentido, fazemos o caminho inverso, usamos produções artísticas (mais precisamente textos literários) para disparar ou aprofundar a discussão sobre conceitos físicos, história da ciência, concepções de mundo ou até mesmo do modo de ver o mundo fisicamente.

Talvez seja melhor mostrar o que tenho feito nesses últimos anos, para que o(a) leitor(a) possa também se deslocar por essa ou aquela parte da estrada sem se perder no horizonte.

Nos últimos três anos trabalhei em um colégio particular em uma região rica da zona sul de São Paulo, com alunos(as) interessados nas mais diferentes áreas do conhecimento.

O gráfico abaixo nos dá uma idéia do perfil de interesse profissional dessas pessoas, ou seja, de suas opções quanto ao prosseguimento dos estudos e as respectivas áreas de interesse.

Em um universo de 160 alunos, 73% não queriam nenhuma aproximação com as áreas ditas exatas, muitos até escolheram suas opções justamente por acreditarem que estariam fugindo do cálculo, da química e da física. E vejam, dos 14% interessados em carreiras exatas, nenhum se interessava por física e nem por matemática. Os alunos que optaram por carreiras não universitárias ou que ainda não tinham uma opção clara já estavam ligados a alguma outra forma de ver o mundo: um deles era jogador de golfe, outro era pintor, uma menina era professora de dança e havia ainda um que era compositor. Bom, com um universo assim diversificado recorri logo à polifonia de leituras para convidá-los(as) a também fazer parte do nosso ensino de física.

Trabalhávamos naquele momento com eletricidade, usando bastante o laboratório, e a cobrança por um estudo voltado ao vestibular era grande, tanto por parte da direção do colégio, quanto por parte dos pais dos alunos (e alguma dos

alunos também, é claro!). Como então eu iria começar com meus trabalhos culturais? Em que momento as pessoas sairiam da casca de ovos em que se escondem para olhar o mundo de forma mais integral? Olhar para a aula de física de modo mais amplo (sem estereotipa-la) não aconteceria espontaneamente, pois não é fácil sair de uma postura adotada por tanto tempo para de repente começar a fazer coisas que teriam resultados não previsíveis (não era fácil nem pra mim, diga-se de passagem).

Iniciei meu trabalho com aquele terceiro ano montando um cenário que simulava um suposto crime. O lugar escolhido para montar a cena foi o próprio palco do teatro, onde a iluminação podia ser controlada de modo a espalhar no ar um clima de suspense. A atividade era simples, os jovens foram divididos em grupos que deveriam:

- observar a “cena do crime” durante três minutos, sem tocar em nada e sem conversar entre si (assim cada um poderia ver o que lhe chamasse atenção sem se contaminar inicialmente com o olhar do outro);
- levar suas impressões ao grupo e tentar responder as questões: Morreu alguém? Quem? Como? E por quê?
- depois dessa primeira discussão com o grupo, e calçados com uma suposição sobre o “acontecido” naquela cena, os grupos voltariam à “cena do crime”, por mais 3 minutos, para buscar evidências que confirmassem (ou não) as suas hipóteses. Dessa vez os(as) estudantes poderiam conversar entre si;
- retornando mais uma vez ao grupo de origem, os alunos puderam reafirmar suas hipóteses, ou modificá-las, ou ainda abandoná-las segundo as novas evidências observadas;
- a partir de então os grupos tiveram de escrever histórias sobre aquele “acontecido”, contando exatamente como acreditavam que os fatos se sucederam. Também tiveram de pensar em uma maneira de expor sua história para a sala de aula, o que fez surgir algumas formas de encenações teatrais como: simulação / reconstituição do suposto crime, apresentação de telejornais, papo com contadores de história...

Logo após cada exposição os próprios alunos reclamavam de uma ou outra idéia, apontando falhas no raciocínio segundo as evidências que tinham levantado.

Foi um início interessante e que sofreu certas resistências por um lado e apoio por outro, isso falando dos próprios alunos (sem contar a bronca da direção do colégio que julgou ser uma atividade bonitinha, mas que não devia se estender tanto, duas semanas, pois era perda de tempo):

“ _ Parabéns professora! Pela primeira vez nessa escola alguém me faz pensar de verdade, sabe? Nada de ficar engolindo teoria dos outros, coisas que alguém pensou há muito tempo e que todo mundo adota como verdade. Se eu quiser decorar as idéias de outros não preciso da escola, estudo por mim mesmo, é só ler o que me interessa. Agora essa atividade fez a gente construir as idéias, e debater com os outros, foi legal mesmo, valeu”. – disse-me um garoto logo depois que as atividades acabaram. Esse menino era realmente muito crítico, por vezes eu ficava horas conversando com ele sobre importância de construirmos sim nossas idéias e visões de mundo próprias, mas também destacava que o conhecimento da produção cultural já existente poderia ser muito proveitosa nesse caminho, se nos permitíssemos conhecer as idéias dos outros sem tomarmos todas elas como leis imutáveis, afinal nosso raciocínio deve nos trazer alguma forma de análise e aprofundamento que não seja limitada a apenas decorar coisas. Era muito bom conversar sobre isso... Bom, esse moço causava muitos problemas para a escola (era rebelde demais) e logo foi convidado a se retirar... eu disse a ele que não era ele que não servia pra escola, mas aquela escola é que não servia pra ele. É uma pena, nunca mais soube dele.

“ _ Olha professora, adorei essa atividade. Gostei mesmo de fazer essa história, soltei meus dons de escritor. Mas quando vamos começar a falar de física, por que o tempo corre e no terceiro ano mais ainda. O vestibular está aí e eu quero ter condições de competir” – este foi um entre tantos comentários sobre como o que fazemos é bacaninha mas não é física! Confesso que no início me

deprimi um pouco, mas depois entendi a inércia do sistema. Esse aluno hoje cursa engenharia na Poli.

Passei então a trabalhar com a idéia do que vem a ser o universo físico, para tanto utilizei um recorte de alguns textos que conheci no curso de Construção e Realidade, para discutir com os(as) alunos outros universos não físicos (os universos da alquimia, da bruxaria, e do iorubas). Primeiramente em cada sala os(as) alunos(as) foram divididos em seis grupos (cada dois grupos trabalhou com o texto de um único universo). Depois de ler o texto de seu universo, o grupo teve de imaginar uma forma de apresentar para a sala toda qual era a estrutura de pensamento daquele mundo. Surgiram desde apresentações cênicas, até teatro de bonecos e histórias em quadrinhos... Fantástico!

Podemos depois disso comparar os universos apresentados, buscando características em comum e depois confrontar isso com o universo da física, o que pôde nos levar a retirar do nosso ambiente de estudo a vida e o desejo das entidades e corpos participantes dos eventos. Tive a impressão que pela primeira vez ficava clara a diferença entre a física e outras ciências como a biologia ou a química. Só que dessa vez as reclamações aumentaram por parte dos alunos preocupados com o vestibular e por parte de direção do colégio, que destacava a perda de tempo que é não trabalhar pesado e cobrar ardentemente a disciplina dos alunos principalmente para fazer os exercícios vestibulares.

Foi então que propus o Projeto Casinha! As(os) estudantes trabalhariam em grupo e, quanto maior o grupo maior a construção que deveriam apresentar. O projeto tinha três fases:

- ☞ preparar as plantas das casas (ou prédios, ou comércios...) que pretendiam construir. Uma era a planta física, com o número exato de cômodos e dependências, feito em escala; e a outra era a planta da parte elétrica. Nesse primeiro momento trabalhamos apenas com a iluminação, por uma questão de simplificação e compreensão conceitual.

- ☞ calcular as tensões e correntes que passariam por cada cômodo, assim com definir a bitola do fio que deveria ser utilizado.

☞ Construir a maquete de sua construção, com a iluminação toda funcionando, de modo independente e com chave geral.

Num primeiro momento eles enlouqueceram, disseram que não daria para construir em um mês e que não saberiam como montar etc. Mas logo se animaram, pois tinham ajuda nas discussões de laboratório, me ligavam para tirar dúvidas. Eu mesma me surpreendi com os resultados, pois o que a priori parecia ser uma atividade sem muita abertura para a criatividade, possibilitou a criação livre nos projetos mais diversos e a inclusão de alunos(as) aparentemente não interessados em física.

A aluna que era professora de dança e que raramente se envolvia nas aulas, veio me perguntar se podia fazer o projeto de sua própria academia de danças. E ela construiu sua maquete, decorou e iluminou.

Um grupo de meninas, umas interessadas em arquitetura e outras em propaganda, projetaram uma danceteria diferente, usaram o autocad para a construção das plantas e fizeram um folder de inauguração e tudo!!! Havia convites entregues nas salas no dia da exposição dos projetos (que é claro foram apresentados para outros alunos, inclusive de outras séries, pelos próprios estudantes) e instalaram até um diskman para ter som tocando na inauguração!

Os meninos, loucos por esportes radicais construíram um circuito de rampas para skates e bicicletas, iluminando tudo como um parque.

Outro grupo construiu uma manção assombrada, com direito a uma decoração contemporânea e até monstro do sótão e tudo!!! Eh eh e he...

Também tivemos soluções incríveis para as decorações... houve aqueles que construíram tudo de massa de modelar, outros que imprimiram pequenas obras de arte copiadas da internet. E é claro que muitos roubaram os móveis das

irmãs pequenas, eh eh eh eh... Abaixo a maquete de um grupo que usou móveis de brinquedo, instalando lampadinhas no abajur, no fogão e até no poste da rua.

E num trabalho que aparentemente era duro, pouco flexível, surgiu toda a criatividade dos(as) alunos(as) para resolver seus problemas de construção, tanto no que diz respeito à decoração, quanto ao que construir ou ainda nos materiais para usar.

Ressalto aqui a orientação dada aos grupos: cada cômodo deveria ter uma iluminação independente do outro, a fonte de energia devia ser única para toda a construção e deveria haver uma chave geral no circuito. A partir daí cada grupo achou seu caminho, construindo seus próprios interruptores, ou usando industrializados; decorando seus edifícios ou propondo outra solução como o caso de imóveis vazios com placas de 'vende-se', ou ainda este cativeteiro, que os meninos grafitaram e "organizaram" par dar idéia de um local de fugitivos da lei.

Depois de passarem por um desespero de não saber por onde começar o Projeto Casinha, os alunos aceitaram o desafio e acabaram se sentindo convidados a superar suas dificuldades e a criar soluções livres de expressão para um problema nascido na aula de física.

Contudo, eu ainda sentia que estávamos longe de abraçar as produções culturais nas aulas de física. Embora esse trabalho tenha permitido uma certa liberdade de expressão, ele ainda não expressava a apropriação do conhecimento e a execução pessoal de uma idéia, coisa que eu desejava para os(as) estudantes, afinal essa podia ser a última chance de verem o mundo pelos óculos da física, já que muitos queriam se livrar dela na faculdade.

Mas não tardaríamos a chegar lá, fosse pelo caminho da história da ciência, fosse pelo caminho da filosofia da ciência, fosse pela discussão conceitual de fenômenos observados no laboratório...

Da pesquisa biográfica de alguns cientistas surgiram produções que passaram por histórias em quadrinhos, esculturas e poesias, das quais destaco esse poema construído e ilustrado por duas alunas da 3ª série do ensino médio para a conclusão de um trabalho de pesquisa biográfica, cujo cientista por elas escolhido foi Albert Einstein:

O Mundo em que vivi

Priscila Cury e Taise Cortez

Nasci no sul da Alemanha

E do elo de meus pais, fui o único a nascer
Cresci em uma infância estranha
Onde a matemática já pertencia ao meu ser

Não tinha um bom desempenho na escola
Mas a física sempre me interessou
Na Universidade eu ingressara
Para o espanto daquele que me criticou

Com uma colega me casei
E com os artigos que publiquei
Sucesso e reconhecimento conquistei

Das teorias sobre partículas em movimento
Consegui meu título de Doutor
Poucos cientistas alcançaram meu pensamento
Quando uma teoria sobre luz decidi compor

Os tempos estavam mudados
E os nazistas chegaram ao poder
Mudei para um outro Estado
E o cargo de diretor passei a exercer

Sempre me preocupei com o racismo e a arma nuclear
E na esperança de uma carta
Contra o nazismo quis alertar
Assim, muitas vidas consegui salvar

Apesar de não suspeitar
O que meus estudos sobre energia atômica viriam a causar
Hiroshima e Nagasaki vieram a sofrer
A maldade da bomba atômica e todo o seu poder

Renunciei meu cargo de diretor
Mas outras obras continuei a compor
Sendo o mundo físico a minha inspiração
A compreensão do universo foi minha lição

A mecânica e o eletromagnetismo consegui unir
De forma que sempre serei lembrado
Pois o comportamento das partículas e dos fótons descobri
Na esperança de que muitos fenômenos fossem explicados

A Física consegui revolucionar
Depois de tanto me dedicar
Assim me despeço do mundo
Com o desejo de que muitos ainda irão aprimorar.

Albert Einstein

Neste outro poema Diego, 16 anos, opta por olhar questões epistemológicas da própria ciência e faz isso após uma série de apresentações e discussões da vida de cientistas com seus colegas de turma:

A Natureza em si

Diego 3ºA

A natureza em si, ou a natureza para a consciência que se tem dela,

O movimento na substância das coisas,

As coisas no movimento substantivo das formas,

As formas da consciência na percepção do fenômeno observável,

O observador como parte da observação, no observado,

O conhecimento aos saltos luminosos de massas e energias
indesnudáveis,

Mas nuas no experimento fundador,

Os cientistas e a cinética,

Onde todos se revelam, desde Hertz do rádio,

Einstein da relatividade e Newton das forças.

Ou será que existem mais ainda?

Há muitos na vasta e exata ciência atual

Que seja ela perfeita e fenomenal.

A orquestração de fórmulas perfeitas, acabadas, consistentes,

Belas em sua verdade abstratamente imperativa,

Sensivelmente intangível, empiricamente indemonstrável,

Dualidade de mundos, multiplicação de universos,

Dobraduras do tempo e do espaço,

Rugas infinitas do espaço-tempo!

Não tivemos tempo de trabalhar muito com história da ciência, o que é uma pena, mas pudemos nos debruçar sobre uma questão muito importante: a energia nuclear! Todos os alunos leram o paradidático “*O Brilho de Mil Sóis – uma história da bomba atômica*”, depois organizamos um debate em que as pessoas defendiam, ou não o uso de tal energia. O que mais comoveu os alunos foi o depoimento de Paulo Nagai, médico que socorreu muito feridos na região de Uragai (Nagasaki) e que após seis anos morreu com leucemia. Tais discussões nos levaram às polêmicas como a ética na ciência ou a utilidade das usinas nucleares de Angra dos Reis.

Após esse período de trabalhos e discussões o nosso aluno músico / compositor apresentou a seguinte canção, que tivemos a felicidade de gravar em quicktimer:

Hoje eu vou entubar lá na Barra

Eu vou ser feliz iluminando minha alma.

Eu vou tentar me encaixar dentro do tubo azul

Só pra poder buscar toda energia positiva.

Harmonia entre homem e natureza. Que beleza!

Era um, era dois, era cem, era o mundo chegando e ninguém

Que soubesse que eu sou violeiro, que me desse amor ou dinheiro

Era um, era dois, era cem, que vieram pra me perguntar

E você de onde vai, de onde vem, diga logo o que tem pra contar

Parado no meio do mundo senti chegar meu momento

Olhei pro mundo e não via nem sombra, nem sol e nem vento

“Quem me dera agora eu tivesse uma viola pra cantar”

Era um, era dois, era cem, era 110, era 220 e eu tomei um choque

Eu não tomei cuidado, eu não fui avisado

E segui no aviso que dizia: oh meu irmão toma cuidado

Paralisado, estatizado, petrificado eu fiquei completamente parado

Esperando alguma solução, ou talvez uma salvação

Que viesse da terra, que viesse do céu, que viesse do mar

Uma onda que lemanjá mandou pra me salvar

Desse turbilhão, desse furação, desse bombardeio de informação

A bomba atômica, devastação, destruição, clarão e a explosão

Da potência, potência, potência mundial

Corrente, corrente, corrente do mal

Vamos desencanar, vamos se desconectar, deixar pra lá

Vamos resolver esse assunto, na mesa do bar.

E esses trabalhos foram se avolumando a medida que destrinchávamos a compreensão de conceitos e entidades físicas. É o caso, por exemplo, do

magnetismo, que acabou por gerar um duelo interessante de trabalhos, duelo não intencional, mas que se tornou evidente no momento das apresentações (só para lembrarmos: além de fazer sua própria produção cultural, o/a estudante tinham de apresentar seu trabalho explicando que conceito físico estava por trás dele).

Um aluno do 3ºC resolveu usar a produção cultural para expor sua dúvida:

De onde vem essa força?

Giuliano Pagliuca

A capacidade dos ímãs todos nós já conhecemos.

Eles podem se atrair ou repelir sem que os forcemos.

Isso ocorre graças ao campo magnético criado por eles, coisa a qual eu não entendo.

E se alguém souber me explicar de onde esta força vem, já vou logo agradecendo.

O comportamento dos pólos norte-sul eu consegui entender direito,
Mas até agora não sei do quê que o ímã é feito.

Não sei se a minha dúvida é cabível,

Mas espero encontrar a resposta assim que possível.

Se ninguém souber me responder esta pergunta perturbadora,

A tarefa cabe a você Mônica, minha querida professora.

Fiquei surpresa com a pergunta, afinal eu achava que todos haviam entendido a explicação dada. Mas acredito que de verdade a dúvida só surgiu quando o Giuliano teve de parar para pensar sozinho no assunto e isso me agradou muito. Como eu já conhecia de antemão o trabalho de uma outra garota daquela sala que falava sobre campo, então pedi que ela se apresentasse na seqüência.

Renata levou para a sala de aula uma caixa de madeira, pirografada com a imagem das linhas de campo elétrico de um corpo esférico. Ela foi para o meio da roda (estávamos em círculo) e disse:

— “Bom, como vocês podem ver aqui desenhado, essas são as linhas de força de um campo elétrico. Mas aí eu pergunto, o quê há por traz do campo? O quê o faz existir?” – um momento depois ela abriu a caixa e nos mostrou um monte de estrelinhas de papel colorido, presas a hastes de metal feitas de cliques, e completou seu raciocínio – “Cargas elétricas! O fato de uma carga existir faz com que o campo exista também, é como um só ser. Agora eu queria ter prendido as estrelinhas (tanto as mais leves quanto as mais pesadas, que representam cargas diferentes) em molas, por que assim elas se moveriam e eu poderia falar também do campo magnético. Se a carga existe então há campo elétrico, se ela se mover há campo magnético, não é legal?! Assim é fácil entender um campo eletromagnético.” – Depois ela virou-se para Giuliano, e sem que eu pedisse, explicou a ele que também os ímãs eram assim, feitos por cargas e como os elétrons se movem em seu interior, produzem campo magnético em seu exterior.

Fiquei mesmo emocionada, eles estavam se libertando, em um certo grau, da minha interferência e começavam a explicar uns aos outros, da sua maneira, o que entenderam de fato, e não o que apenas leram nos livros sem interpretar.

Mas a magia do magnetismo é tal que também surgiram histórias encantadas, feitas para serem lidas para crianças, isso porque duas meninas de turmas diferentes queriam se tornar contadoras de história.

E tantos outros poemas e histórias de amor inspirados pela atração entre os opostos...

Ah, e eu já ia me esquecendo do fascínio que foi o estudo de raios e relâmpagos... Seu estudo gerou tanto interesse que uma garota fez um bolo em forma de raio, para premiar com um pedaço cada um que acertasse as perguntas que ela fazia sobre os relâmpagos, foi divertidíssimo...

Outra menina bordou um quadro em ponto cruz, simbolizando a suposta experiência da pipa de Benjamin Franklin. Discutimos muito sobre mitos na ciência.

E como não poderia faltar, Juliana pintou um belíssimo quadro, que ficou mais interessante ainda com a explicação que deu...

Primeiro ela explicou como se dão os raios, porquê iluminam o céu e depois disse: _ *“Esses cavalos correndo rapidamente na frente representam a sua corrente elétrica. Só que na corrente os elétrons não são seres vivos, e o grupo de elétrons se movem de uma forma menos organizada que os cavalos. É uma bagunça que se move.”*

Depois disso conversamos muito sobre os modelos de corrente que havíamos aprendido.

Agora no caminho inverso, na utilização de textos literários para disparar discussões dentro do ensino de física, tivemos pelo menos três boas experiências:

- a oficina *“Ler palavras, conceitos e o mundo: o desafio de entrelaçar Física e Literatura”*, que oferecemos no Simpósio Nacional de Ensino de Física em 2003, na qual utilizamos, por exemplo, trechos da peça *A vida de Galileu* de Bertold Brecht, o conto *Idéias do Canário* de Machado de Assis e trechos do próprio *Diálogo* de Galileu, para discutirmos com os profissionais / pesquisadores de nossa área não apenas a possível aproximação da física com a literatura mas também uma atividade de aplicação prática com tal proposta. Das três obras mencionadas, vamos nos limitar a exemplificar com a leitura e discussão do texto de Machado de Assis, que provocou furor em todos os participantes da oficina, que viram a possibilidade de discutir com seus alunos diferentes visões de mundo, idéias de gravitação e ainda epistemologia da ciência, foi mesmo emocionante.

- Ainda no ensino superior, mais especificamente em um curso de leitura, no qual freqüentavam alunos da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da USP, a mestranda apresentou um seminário de ensino de física intitulado *“Física: uma obra aberta”*. Nesse seminário esta que vos escreve, levando em consideração que as pessoas do grupo eram todas da área de humanidades e que já haviam exposto sua repulsa pela física, resolveu montar uma caça ao tesouro literária. Tratava-se de uma seqüência de pistas que levavam a um quite experimental, contendo experiências de propagação de calor que por sua vez, ao invés de apresentar um roteiro de montagem, tinha outra pista literária que ao ser desvendada propiciava a montagem correta do equipamento. Por exemplo, em um quite com uma vela, fósforo, massa de modelar, palito de churrasco, tesoura e uma espiral desenhada no papel, os “piratas pesquisadores” encontrariam a pista: *“como um equilibrista no mastro, gira a espiral pelo espaço”*. Também destacamos que o cuidado foi total com todas as pistas, envelopes e quites, uma vez que havia seis “tesouros” separados em três tipos, cada qual com um experimento de propagação de calor. Assim, havia duas equipes caçando a convecção, outras duas procurando pela condução do calor e as duas restantes atrás da irradiação do calor. Todos conseguiram encontrar pista após pista, depois resolver o problema de montagem do equipamento e, por fim, relacionar todas as pistas (que eram pequenos versos) com o conceito estudado. Como avaliação do seminário foi pedido a todos que expressassem o conceito físico que estudaram de uma forma artística a escolher, foi gratificante ver o envolvimento daqueles que, já estando no ensino superior (na verdade eram todos mestrandos, com a exceção de dois doutorandos), em carreiras nada afins com a física ou quaisquer disciplinas das exatas, por fim compreendiam e desejavam compreender mais sobre algo tão singelo quanto a propagação de calor. Muitos disseram que se tivessem tido a oportunidade de participar desse modo em suas aulas de física do ensino médio, talvez tivessem aprendido algo a mais e não tivessem se distanciado tanto dessa forma do saber.

- Por fim, no Ensino Médio, destacamos o trabalho feito com o conto ***Idéias do Canário***, de Machado de Assis (texto em anexo). Aqui pudemos usar o

texto de duas formas distintas. Para os alunos da terceira série, propusemos o texto como uma forma de levantar as teorias gravitacionais já discutidas em anos anteriores. A surpresa aqui ficou com o fato de algumas alunas dizerem que só compreenderam a visão de geocentrismo depois que discutimos o texto de Machado, pois antes tinham “entendido sem muito pensar” e agora compreendiam como uma visão de mundo pode se contrapor a outra. Já na segunda série do ensino médio esse texto foi usado para iniciar as discussões sobre geocentrismo e heliocentrismo, e para nossa surpresa o envolvimento com o tema tocou a todos da sala, partindo sempre de uma comparação com o que o pássaro pensava com a visão de mundo que íamos estudando. Mais tarde os(as) alunos(as) cobraram outros textos que também mostrassem a extrapolação de temas da física para outras áreas do conhecimento, e o comentário mais significativo para nós nesse momento foi: “claro que uma idéia da física pode aparecer na literatura professora, afinal o que provoca essa idéia está no mundo e pode ser visto sob qualquer olhar, até artístico, não é?”

Depois disso tudo percebemos que seria magnífico arrumar parceiros na área de humanas, pois imaginem só a contribuição que poderíamos dar a eles e eles a nós? É uma pena que nossas tentativas de aproximação com professores de português tenham sempre trombado com o discurso da falta de tempo e da não concomitância dos currículos propostos, como se a educação tivesse de ficar eternamente presa a um planejamento rígido, nada flexível.

Ainda assim nossa fé educacional em nada se abalou e continuamos nesse caminho, vivencialmente e teoricamente, colocando toda a nossa fé na livre criação da mente humana, como veremos a partir da próxima seção deste trabalho.

Parte II – Desculpas Acadêmicas

Nesta parte do texto deixamos o romance de lado e passamos a fazer um caminho de reflexões e análises, completamente embebidos em nossos referenciais teóricos. Tal caminho parte da crise de leitura, passa pela compreensão das estruturas de pensamento envolvidas no ensino de física e chega à nossa fé educacional de que o entrelaçamento entre ciência e arte pode ser um convite muito atraente para nossos alunos e alunas se envolverem de modo ativo no próprio processo de aprendizagem.

A crise de leitura

Estamos vivendo um momento em que a importância do ato de ler (a palavra escrita) tem sido esquecida ou menosprezada pelas populações jovens de nosso país. Esse afastamento pode ter sido provocado por um “efeito internet”, em que as leituras são feitas basicamente através de ícones, ou pode, até mesmo, ser um traço de nosso caráter cultural. Milton Santos chega a atribuir ao ritmo alucinante da modernidade essa falta de tempo para parar um pouco para ler um texto.

Mas por que isso nos interessa, se não somos professores de gramática nem de literatura? Ora, porque estamos preocupados em fomentar um desejo e uma possibilidade de outro tipo de diálogo inteligente com o mundo e não há dúvida que para estabelecer um diálogo inteligente com o mundo, para saltar daquilo que Georges Snyders chama de cultura primeira para a cultura elaborada é preciso que o leitor domine de forma competente a leitura e a escrita, portanto a literatura pode ter um papel de destaque na formação do cidadão contemporâneo, e isso com relação a qualquer área do conhecimento, das ciências exatas às humanidades. Por conta disso, não podemos ignorar a crise de leitura que está presente entre nós e que tem preocupado educadores e cientistas no Brasil e no exterior. Com relação ao nosso país basta lembrar que recentes avaliações internacionais do nível de leitura e escrita situaram o Brasil numa posição bastante lamentável.¹² Cabem aqui também as palavras de abertura da mais recente pesquisa realizada pela National Endowment for the Arts (NEA), dos Estados Unidos, a respeito do nível de leitura da população americana em 2002:

“ ‘Reading at risk’ (‘Leitura em perigo’) não é um relatório que a NEA está feliz em divulgar. (...) Pela primeira vez na história moderna, menos que a metade da população adulta lê literatura e isso reflete um grande declínio em outras formas de leitura. (...) Enquanto a cultura oral tem uma riqueza imediata que não

¹² 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.

*pode ser ignorada, e a mídia eletrônica oferece consideráveis vantagens de diversidade e acesso, a cultura impressa oferece formas insubstituíveis de atenção focalizada que tornam possíveis as comunicações complexas. Perder tal capacidade intelectual (...) constituiria um vasto empobrecimento cultural”.*¹³

De qualquer forma, mesmo que se diga, e se constate, que jamais fomos bons leitores (pensando na massa educacional do país) isso não quer dizer que tenhamos de permanecer infinitamente nesta crise de leitura permanente. Nossos alunos (de qualquer nível de ensino) por vezes apresentam dificuldade não apenas de interpretação (no nível mais elementar) de textos, mas também de correlação entre a palavra escrita e o mundo.

E quem será responsável em combater essa dificuldade, só o professor de português? Com certeza não é necessário enfatizar que todo professor, independente da disciplina que ensina, é professor de leitura e esta pode ser transformada numa atividade interdisciplinar envolvendo, por exemplo, os professores de física, de português e de história, uma vez que todos nós buscamos uma leitura de mundo que extrapola a leitura da palavra escrita à medida que, como afirma Freire, temos a:

*“... compreensão crítica do ato de ler, que não se esgota na decodificação pura da palavra escrita, mas que se antecipa e se alonga na inteligência do mundo”.*¹⁴

Logo, somos também responsáveis por tentar amenizar esse problema. Dentro do ensino de física temos que erradicar a interpretação de que ler é memorizar algum princípio, decorar fórmulas etc. A memorização mecânica de uma teoria ou conceito, não é uma real leitura do mesmo e nem leva ao

¹³ Gioia, Dana. “Prefácio”. In: *Research Division Report # 46*. Washington: National Endowment for the Arts, June 2004, p. vii. Esse relatório de 60 páginas apresenta um levantamento detalhado do nível de leitura da população americana, correspondente ao ano de 2002, fazendo comparações com levantamentos realizados nos últimos 20 anos, cobrindo aspectos de gênero, grupos étnicos, diferentes níveis de educação formal, entre outros. Esse relatório pode ser obtido em: <http://www.nea.gov/pub/ReadingAtRisk.pdf>.

¹⁴ Freire, Paulo. *A Importância do Ato de Ler*. Editora Cortez, São Paulo, 2001. Página 11.

conhecimento dele. Tentar chegar ao saber, sempre implica na interpretação, nas correlações e na reescrita daquilo que se lê, ou seja, daquilo que se apreende de fato.

E quando olhamos de modo mais aprofundado para a estrutura da leitura (e da literatura, e da arte, por que não?!), entendemos melhor porque também a física está intimamente ligada a ela. Por isso vamos agora fazer uma análise dessas idéias no próximo capítulo, sempre procurando caminhos que nos ajudem na aventura que é ensinar física.

Cada vez mais estamos convencidos de que a física por si só, ou seja a física pela física e para a física apenas, se esvazia de significado quando pensamos na função da educação e no sentido de leitura de mundo no qual acreditamos. Então, antes de mais nada, mesmo sendo uma característica possivelmente óbvia, gostaríamos de pontuar o paralelismo entre a leitura e a educação, como nós o vemos. Referimo-nos à estruturação que extrapola o objeto em questão, **a tríade**:

☞ Na Educação sempre temos **algo** a ser ensinado, **alguém** que pretende ensinar e um outro **alguém** supostamente disposto a aprender. Devemos entender que esta tríade é flexível, pois à medida que ensinamos também aprendemos e ao aprendermos estamos também ensinando, como Paulo Freire reflete em um dos trechos do livro *Pedagogia do Oprimido*:

*“Desta maneira, o educador já não é o que apenas educa, mas o que, enquanto educa, é educado, em diálogo com o educando que ao ser educado, também educa. Ambos, assim, se tornam sujeitos do processo em que crescem juntos e em que os “argumentos de autoridade” já não valem. Em que, para ser-se, funcionalmente, autoridade, se necessita de “estar sendo com” as liberdades e não “contra” elas”.*¹⁵

☞ Na leitura temos o **Texto** que será lido, que servirá de meio para a interação entre autor e leitor; mesmo que não seja possível pensar em fidelidade ao texto, já que podemos experimentá-lo de diversos modos, recortá-lo, usar de uma polifonia que dá um novo significado a ele, ainda assim temos um texto como meio de interação. Como outra parte da tríade temos o **Autor**, aquele que imprime suas intenções ao texto, aquele que quer comunicar algo a um leitor idealizado. E por fim temos o **Leitor real** a quem o escrito é supostamente dirigido, que dá sentido ao signo, aquele com quem se mantém a conversa. Devemos também aqui perceber uma certa flexibilidade, à medida que podemos construir um texto mais

¹⁵ Freire, Paulo. *Pedagogia do Oprimido*. Editora Paz e Terra, 29ª edição, 2000. Página 68.

ou menos interativo, que se dirija diretamente ao leitor ou não, mas ainda assim temos uma situação de tríade (autor / leitor / texto).

Um ato educativo prevê uma ação em algum campo do conhecimento comum entre o aprendiz e o mestre, onde muitas vezes é necessário criar esse campo convidando-se o(a) aprendiz a se arriscar caminhando por uma nova estrada. Ao pensarmos o ensino de física, que a nosso ver junta o ato educativo ao ato de leitura, torna-se necessária uma maior atenção à tríade também presente aqui, onde temos:

☞ **Algo a ser ensinado**, ou seja, a física que tem uma estrutura própria de conhecimento, um jeito próprio de compreender e ler o mundo em que se vive.

☞ **Alguém que intenciona ensinar**, a nosso ver alguém preocupado em ampliar as possibilidades de leitura de mundo dos(as) alunos(as) usando como meio para isso a própria física.

☞ **Alguém supostamente disposto a aprender**, aquele que é convidado a participar de sua própria formação. Tal disposição ao aprendizado pode, segundo nossa fé educacional, ser despertada por um convite interativo e atraente. E como para cada aluno(a) ser atraente é algo relativo, maior será nossa possibilidade de acertar na construção do convite quanto maior for o nosso leque de possibilidades de leituras e portanto de linguagens.

Cada um desses pés da tríade carrega em si suas características individuais e trazem com isso seus próprios acertos e erros, soluções e angústias, por isso vamos agora fazer uma suave análise estrutural sobre o conhecimento físico, a leitura e a diversidade de leituras possíveis em sala de aula, buscando fazer um bom tripé de apoio à medida que nos aprofundamos nos três eixos.

Comecemos então pela “**coisa que ensinamos**”, ou seja, vamos tentar compreender um pouco a estrutura do conhecimento físico e os reflexos de sua natureza no ensino.

Acreditamos que o conhecimento científico, e no caso particular a Física, apresenta um modo de ver o mundo diferenciado, nem melhor e nem pior que os demais conhecimentos (não estamos aqui fazendo qualquer tipo de juízo de valor) mas apenas diferente.

Há várias maneiras de conhecer e saber, a nossa maneira (física) de conhecer tem suas próprias características. Na física as teorias são estruturas e a estruturação se dá via matemática e diríamos mais, uma boa teoria apresenta uma consistência interna, uma espécie de vida própria, sem começo nem fim. Trata-se de uma estrutura sem pontas, autoconsistente, onde um pedaço só tem sentido se fizer parte do todo e por sua vez o todo só é todo pelo fato de ser composto por suas partes. Podemos até mesmo recorrer a uma imagem da literatura para nos ajudar a entender esta complementaridade. Busquemos então ajuda para esta ilustração em um poema de Gregório de Matos¹⁶:

*“O todo sem a parte não é todo;
A parte sem o todo não é parte;
Mas se a parte faz o todo, sendo parte,
Não se diga que é parte, sendo todo.*

*Em todo Sacramento está Deus todo,
E todo assiste inteiro em qualquer parte,
E feito em partes todo em toda a parte,
Em qualquer parte sempre fica o todo.*

*O braço de Jesus não seja parte,
Pois que feito Jesus em partes todo,
Assiste cada parte em sua parte.*

¹⁶ Trata-se do poema: Ao braço do Menino Jesus de Nossa Senhora das Maravilhas, a quem infieis despedaçaram. Texto retirado de um livro de literatura do ensino médio (xerox pág.182).

*Não se sabendo parte deste todo,
Um braço que lhe acharam, sendo parte,
Nos diz as partes todas deste todo.”*

Ainda que em um outro contexto, onde Gregório de Matos tenta convencer o agressor da imagem de Jesus de que tendo destruído um braço, na verdade ele destruiu Cristo inteiro, podemos abstrair a idéia de que parte e todo estão em uma dança incessante, enroscados de tal modo que transpiram complementaridade.

Essa idéia de complementaridade extrapola este contexto onde há um viés de fé e pode ser transportada para nossa discussão sobre o conhecimento físico, uma vez que aqui também há um entrelaçamento entre todo e parte, como pretendemos ressaltar.

Na Física, é como se os conceitos tivessem uma arquitetura, que ocupassem em nossas mentes um espaço tridimensional. Gosto muito do exemplo que Manoel Roberto Robilotta costuma utilizar: o cubo. Num primeiro momento para conhecê-lo como cubo é necessário que eu conheça todos os seus lados, e que acima, disso, eu saiba que os lados coexistem. Assim, posso compreender que é possível olhá-lo de qualquer ângulo e ainda assim identificá-lo como um cubo.

É assim com as teorias físicas também. Uma teoria física tem um caráter espacial e para conhecê-la não basta olhar uma de suas faces, é preciso que se tenha a consciência da coexistência das faces, como um objeto que existe somente de modo sincrônico, não há outro modo. Isso faz com que a palavra *coisa* utilizada na designação “a coisa que ensinamos” tenha um significado profundo, pois reifica o conhecimento ao qual nos referimos.

Reificar uma idéia, torná-la como um objeto que por natureza é sincrônico, pode possibilitar várias leituras transversais da mesma, ou seja, a interpretação que fazemos depende de nossa relação pessoal com a *coisa*, que só é possível depois que conhecemos a tal *coisa*.

Esse caráter da estrutura nos desequilibra profundamente, pois apresentar uma coisa que é sincrônica através de pequenos flashes de cada um de seus

lados é bastante complicado. Aliás, quem nos garante que apresentando todos os lados (quando isso é feito) de um objeto ao final o indivíduo/aprendiz conseguirá enxergá-lo como um único ser? (Mas este é um outro problema...)

Pior ainda, quando pensamos no ensino de física, o fazemos segundo uma certa ordem, não há outra maneira de expormos idéias se não de maneira encadeada. Parece-me então que há uma dicotomia profunda entre nossa atividade profissional (ensinar física) e o objeto que se pretende ensinar (física). Isso porque, no modo dominante desse ensino, até mesmo as duas dimensões tradicionais da estrutura da física são contempladas de forma precária. A linguagem matemática de qualquer tema, encadeando conceitos e proposições com base na lógica e na coerência interna resume-se na apresentação de fórmulas, sua memorização e treinamento na resolução de exercícios típicos de exames. Por outro lado, a observação e/ou experimentação, crucial na aproximação entre a construção teórica e os fenômenos, estão ausentes da maioria das escolas, principalmente nas públicas.

Há algo intrínseco ao processo que estamos tentando explorar, que torna o ensinar física um problema muito difícil: o duelo TODO x PARTE, a esclarecer: o conhecimento físico é como uma obra de arte, autocontida em si mesma, que se admira por completo e que só se entende em seus detalhes quando estão inseridos no contexto da obra e vice-versa. Já o ensinar física se dá por partes, onde no máximo o que conseguimos iluminar, por vezes, são alguns pedaços de corpo e esperamos que tal qual um “cientista apaixonado”, os alunos consigam reconstruir Frankenstein.

Parece-nos que a maior dificuldade está instalada, sob esse ponto de vista, na limitação da nossa linguagem falada. A fala é linear, à medida que precisamos encadear um pensamento após o outro para poder comunicar algo. Em contra partida, nem o aprendizado é linear, nem o conhecimento físico é uma linha.

É possível então ensinar algo que é tridimensional usando uma linguagem unidimensional? Talvez esta seja uma questão de fé... Isso mesmo, uma questão de fé educacional, pois estando nessa sinuca eu ainda acreditamos que sim, caso contrário o que estaríamos eu fazendo se não fingir que ensinamos física?

Contudo somos levados a crer que para ter uma compreensão tanto de um conceito quanto de uma proposição física, o aprendiz deva construir de algum modo conexões relevantes em sua cabeça, o que o faria mobilizar essa relação entre todo e parte. Do mesmo modo que Gregório de Matos destaca que a parte só é parte quando compreendida dentro do todo, destacamos que uma teoria física só tem sentido em sua relação com o todo.

Mais uma vez nos encontramos angustiados. Se por um lado, perceber essa dicotomia¹⁷ entre a Física e o Ensino de Física é angustiante, por outro lado isso nos remete à reformulação de nossa antiga questão: para o ensino de física, o que seria essa relação com o todo? O que seria esse todo? Que coisas da física não poderíamos deixar de ensinar?

Ah, o todo... Ele é como um corpo e sendo assim vamos lançar mão da biologia para mais uma analogia. Mesmo estando cientes da limitação que toda analogia carrega em si, cremos que esta é uma boa maneira de clarear alguns pensamentos.

No ensino de física, acreditamos que o todo seja uma espécie de corpo de conhecimento, que tem como estrutura óssea a chamada “física dura”, o pensar físico-matemático (e os algoritmos que nascem daí), capaz de inibir duplos sentidos tão comuns à linguagem verbal, conciso em si mesmo, tendo um grande poder de remeter esta teoria àquela de uma forma lógica, consistente e fechada.

Essa estruturação matemática, assim como o sistema ósseo de nosso corpo, tem várias funções (dentro do corpo de conhecimento que pretendemos ensinar nas aulas de física):

☞ a sustentação. Devemos então tomar cuidado com os dois possíveis pólos de nossas aulas: **o tratamento exclusivamente matemático**, quando foge do desejado formalismo e passa ao abominável formulismo, **e o tratamento extremamente “verbo-conceitual”** (designamos assim a abordagem que usa as sensações e percepções para conceituar verbalmente algo, sem matematizá-lo),

¹⁷ Referimo-nos exclusivamente a dicotomia entre as estruturas de cada um dos termos: enquanto a Física em si é uma estrutura tridimensional, cujas partes devem coexistir de modo sincrônico, o ensino de física apresenta essas mesmas partes de modo basicamente linear e anacrônico, por um limite da própria linguagem seja ela falada ou escrita.

que foge da matemática a todo custo sob a ilusão de facilitar o(a) ensino(aprendizagem). O primeiro torna a estrutura quebradiça, como se não conseguisse absorver cálcio do meio para os ossos, uma espécie de osteoporose capaz de causar fraturas em quaisquer movimentos mais complexos ou bruscos. O segundo carece de vitamina D, tornando o osso tão fraco que é incapaz de sustentar o peso do corpo, o que leva ao entortamento das pernas, aqui teríamos uma espécie de raquitismo no ensino de física. Sendo assim, a preocupação maior está na dosagem de nutrientes, que não deve ser demais e nem de menos.

☞ a proteção. Um sistema que nos possibilita proteger as entranhas do conhecimento físico, barrando e suportando (até certos limites) os choques com o meio exterior. Isso nos permite também perceber os limites da física, até aonde ela vai e o que deixa de fora de seu recorte de universo. Essa estrutura rígida pode nos dar a confiança de caminhar por seus entremeios, sem medo de se perder (já que é uma estrutura articulada e autocontida), desde é claro que não se esteja em alguma extremidade... eh eh eh eh...

☞ a movimentação. As articulações permitirão a movimentação do corpo de conhecimento dentro das aulas de física, contudo não podemos nos esquecer que nenhum esqueleto se move sem a conexão com os músculos. Além do mais, cada articulação deve estar devidamente protegida (por cartilagens e líquidos lubrificantes) para que não haja o desgaste da mesma. O que isso traz para o ensino? Bom, é aí que está a questão... Se o esqueleto, a estrutura matemática, isolada de tudo não pode fazer tudo pelo ensino, então é hora de encher esse corpo de carne, de músculos... Nós poderíamos dizer, por exemplo, que dois excelentes tecidos musculares do ensino de física são a filosofia da ciência e a história da ciência. Eles tonificam a estrutura e dão movimento ao corpo de conhecimento juntamente com o esqueleto.

Notem, se falamos por metáfora usando a idéia do corpo de conhecimento, já podemos pressentir que há muito mais coisas além de ossos e músculos para compor o **“algo a ensinar”**, que seria o corpo de conhecimento que desejamos para o ensino de física. Pelo menos esta analogia já nos deixou perceber que não podemos descuidar da formação óssea, ou seja, que não podemos deixar para

trás a construção físico-matemática dentro do ensino, porém nos aponta também a necessidade de outras leituras para caminharmos. E por falar em outras leituras, vamos agora pensar um bocado no ato de ler, a intenção educacional do “**alguém que ensina**”...

A leitura também é um processo abrangente, cheio de coligações e relações, requer habilidades, que extrapolam o ato de ler. Em vários momentos em uma disciplina de leitura¹⁸ que cursamos pudemos perceber essas qualidades e lançar mão delas para a compreensão de textos diversos. Para discutir esse tema preferimos interagir com o(a) leitor(a) através de uma atividade utilizada na disciplina; um exercício com o texto *Trontéia*, de Ângela Cortez e Cyntia Fischer, que reproduzimos a seguir:

TRONTÉIA

Ondas peltas e areias dandras são uma alquimia serivel para os rolatões e rolatinhas que se zupam na praia de Trontéia durante os campeonatos regionais da carbe. Não é preciso, porém, conhecer os mequetes da prancha para se divertir nessa cidade rorvada a 25 km de Fortaleza. O quelo turístico do Lago Azul de Trontéia, inaugurado em priuto, tem dois toboáguas de 12 trufis de altura, restaurante, náguas e talamitas. Tofe as crianças, playground aquático e lulis eletrônicos. O ingresso para o quelo turístico tratoi por 45000 grumpetas. Criança de nia 1 trufi de altura não Zuza.

Agora é a sua vez de trabalhar leitor(a), responda as quatro questões abaixo e não vire a página até tê-las respondido honestamente:

Qual o assunto do texto?

Qual o objetivo do texto?

Quando e onde o texto foi publicado?

Que recursos você utilizou para realizar a leitura?

¹⁸ Leitura: dos conceitos à transposição como objeto da prática docente; já explicitado anteriormente.

As respostas que você deu na página anterior devem ter apontado para alguma(s) das características abaixo:

♥ a compreensão global e local: o reconhecimento do texto como uma estrutura, com suas características sintáticas e morfológicas, extrapola aquilo que está escrito, vai além das palavras que se usa;

♥ o mapeamento de funções: está inteiramente ligado à característica anterior. Podemos não saber o significado de uma determinada palavra, contudo tendo noção da estrutura é possível saber a função que ela desempenha no texto;

♥ a procura por signos relevantes: o olhar atento aos elementos que podem trazer novas informações, importantes para a compreensão do texto, como por exemplo o título e as figuras que acompanham o texto;

♥ a problematização / complicação: começo da trama que levará ao “passo” seguinte;

♥ o levantamento de hipóteses: que lança mão de toda a criatividade para unir todos os elementos relevantes e buscar uma solução para a problematização;

♥ a conclusão: que leva muitas vezes não somente à compreensão do texto em questão, como abre um novo feixe de possibilidades para os novos textos que virão (ampliando de alguma forma a fronteira do que sabemos).

Diante de tais características é interessante destacar uma frase de Angela Kleiman:

“No processo de construção da rede de ligações e articulações, o leitor é orientado por princípios gerais que determinam as formas das regras utilizadas para o estabelecimento da coesão e a construção de uma macroestrutura.”¹⁹

O que em física tem um paralelo com o mapeamento das variáveis relevantes, ou seja, das coisas importantes para o acontecimento de um fenômeno que mais tarde será compreendido em um contexto maior.

Ao escrever estas características, tão necessárias à leitura de qualquer texto (científico ou não), sentimos-nos olhando para traços muito necessários tanto na construção da ciência quanto no ensino de física (e com certeza não apenas neles). Podemos até mesmo fazer um paralelo ponto a ponto:

♥ a compreensão global e local: para se construir uma teoria é importante ter uma visão geral do paradigma em que nos encontramos e também uma compreensão local dos fenômenos estudados. No ensino de física isso pode se traduzir tanto na compreensão global e local de um problema a ser resolvido, quanto no entendimento de que uma teoria estudada se encaixa em um panorama maior dentro da produção do conhecimento humano;

♥ o mapeamento de funções e a procura por signos relevantes: na física pode ser traduzido como o levantamento das variáveis relevantes de um processo ou fenômeno. No ensino de física tal mapeamento é essencial pois atenta para os elementos primordiais desta ou daquela teoria, para que o aprendiz destaque a alma deste ou daquele pensamento.

♥ a problematização / complicação: que coloca o estudante dentro do processo ensino-aprendizagem, que o envolve no assunto a ser estudado. Na construção da ciência, independentemente da concepção epistemológica que se tenha

¹⁹ Kleiman, Angela. Texto & Leitor: aspectos cognitivos da leitura. Pontes, Campinas, 1997. Página 63.

(Popperiana, Kuhniana, Feyerabendiana, Baconiana, Bachelardiana etc), a problematização é o que faz com que a ciência evolua;

♥ o levantamento de hipóteses: exatamente como o que foi dito no processo de leitura; lança mão de toda a criatividade para unir os elementos relevantes e buscar uma solução para a problematização, isso dentro da ciência pode levar à construção de uma teoria e no ensino de física permite que confrontemos idéias prévias, concepções espontâneas ou teorias primeiras dos alunos com algum modelo vigente (ou outro desejado);

♥ a conclusão: equiparada à construção ou à compreensão da teoria.

Sendo assim, retomamos nossa posição de que o ato de leitura tem muito a colaborar com o ensino e desenvolvimento das ciências e, portanto, uma crise no processo de leitura nunca fica isolada dentro da área de língua portuguesa, ela extravasa o campo da lingüística e torna-se problema para todo educador, inclusive para nós, professores de física ou de qualquer matéria dita exata.

Mesmo porque, como ressalta Antônio Joaquim Severino, no prefácio do texto *A Importância do Ato de Ler* de Paulo Freire:

“(...) a leitura da palavra é sempre precedida da leitura do mundo. E aprender a ler, a escrever, alfabetizar-se é, antes de mais nada, aprender a ler o mundo, compreender o seu contexto, não numa manipulação mecânica de palavras mas numa relação dinâmica que vincula linguagem e realidade.”²⁰

Quando falamos em aprender a ler o mundo, é primordial o “**alguém que aprende**” como já tivemos oportunidade de dizer ao apresentar a tríade no ensino de física. Agora o que nos falta é pensar em um modo de convidar esse alguém a participar ativamente de seu próprio aprendizado, a querer dar vida a este corpo de conhecimento usado para ler o mundo dentro das aulas de física.

²⁰ Freire, Paulo. *A Importância do Ato de Ler*. Editora Cortez, São Paulo, 2001. Página 6.

E à medida que buscamos um modo de animar esta relação com o corpo da física, mais angustiados ficamos... Afinal, quem se atreveria a partir diretamente para esse estudo de anatomia se ainda não tivesse tido interesse por simplesmente olhar para o corpo? De que maneira poderíamos convidar nossos(as) alunos(as) a embrenhar nas estruturas ósseas mais profundas se tantas vezes esse corpo aparece nas aulas mais como um fantasma distante do que um corpo existente de fato? E mesmo para aqueles que se atrevessem a ir direto para as estruturas, que contribuição educacional isso lhe traria?

Quanto mais pensamos nisso, mais nos lembramos de uma outra citação de Albert Einstein:

*“A Física constitui um sistema lógico de pensamento que está em estado de evolução, e cuja base não pode ser obtida através da destilação por nenhum método indutivo a partir de experiências comprovadas, mas que somente pode ser alcançada pela invenção livre. A justificação (conteúdo de verdade) do sistema repousa na prova da utilidade dos teoremas resultantes na base das experiências sensoriais, onde as relações dessas últimas com os primeiros só podem ser compreendidas intuitivamente.”*²¹

É isso, sim cremos que é isso... A “invenção livre”!!! Talvez seja ela a responsável por dar vida ao corpo de conhecimento, pode ser ela a responsável por articular o mundo real (experiências sensoriais) e as teorias (sistema lógico de pensamento).

Vejo-nos como Victor Frankenstein em busca da revitalização de um corpo que foi criado por outros diversos corpos (matéria prima como ele dizia). Como ele buscamos a fonte de energia que trará esse ensino de física à vida, todavia diferentemente de Victor, sabemos muito bem que esse ensino é carregado de sentimentos, de emoções, de alma própria, o que torna ainda mais apaixonante e complicado o convite a participar dessa experiência.

²¹ (A. Einstein. *A Física e a Realidade*. In: *Pensamento político e últimas conclusões*. São Paulo: Ed. Brasiliense, 1983, pág. 87.)

E é na criação livre que colocaremos toda a nossa fé educacional, que ela possa nos ajudar a convidar nossos(as) estudantes a não apenas olhar o corpo mas também compreendê-lo um pouco melhor... que ela seja a descarga elétrica que possibilita o funcionamento dos tecidos e órgãos, e que ela traga união entre a parte e o todo.

Lutando contra o abominável fantasma do abismo

Terminamos o capítulo anterior dizendo que colocaríamos toda a nossa fé educacional na livre criação da mente humana, acreditando que ela possa ser um poderoso meio de convidar nossos(as) alunos(as) a participar ativamente do ensino de física. Não queremos porém, que você leitor(a) interprete esse ato como um ato de fé incondicional ou como um ato de vale tudo. Definitivamente essa fé não é cega e também não surgiu de um momento de delírio irreal, isso é o que pretendemos mostrar neste capítulo, confrontando o aparente abismo existente entre ciência e arte, com a nossa crença de que é justamente na aproximação desses dois universos que daremos espaço para a livre criação humana dentro das aulas de física.

Não são poucas as vezes que ouvimos dizer, ou percebemos pelas atitudes das pessoas, que existe duas áreas do conhecimento, aliás arriscaríamos a dizer dois mundos, ou duas culturas, que não se comunicam, ou que não devem fazê-lo, seja para não destruir a cientificidade de um mundo com as “bobagens” da fantasia, seja para não contaminar a criatividade e a emoção do outro com a frieza do pensamento racional e do pragmatismo científico.²²

Esse é um discurso antigo que continua presente entre nós. Mesmo Gastón Bachelard, homem culto que transitava fortemente pelos dois mundos, tendo uma vasta produção tanto na ciência quanto na literatura, fazia questão de separar um mundo do outro, sendo um ser das 24 horas: o Bachelard diurno, embebido da racionalidade científica trabalhava com a razão, já o Bachelard noturno deixava-se levar pelo devaneio... Os primeiros textos epistemológicos de Bachelard revelam que ele separava as duas vertentes do pensamento, chegando a afirmar que razão e imaginação seriam pólos opostos do diálogo inteligente com o mundo. A imaginação do poeta poderia até reforçar os obstáculos epistemológicos que teriam que ser superados para permitir a evolução do pensamento científico.

²² Vale destacar aqui a apresentação do biólogo Richard Dawkins, em seu livro *Desvendando o Arco-Íris*, a favor da comunicação entre ciência e arte: “O meu título é tirado de Keats, para quem Newton havia destruído toda a poesia do arco-íris reduzindo-o às cores prismáticas. Keats não poderia estar mais equivocado, e o meu objetivo é conduzir à conclusão oposta todos os que são tentados a adotar uma visão semelhante. A ciência é, ou deve ser, inspiração para a grande poesia, (...)”.

Porém, nos seus últimos trabalhos Bachelard vislumbrava uma aproximação entre pensamentos diurno e noturno, entre a razão e a imaginação, entre ciência e arte. Vera Lucia G. Felicio analisa a aproximação entre esses dois pensamentos de Bachelard, destacando que

*"(...) Bachelard termina por aceitar o Imaginário poético como coexistindo com a ciência, sob forma complementar; assim também Foucault reconhece que, mesmo retificando seus erros e precisando suas formalizações, a ciência não corta sua relação com a ideologia, que em verdade é o Saber. Do mesmo modo, Bachelard acolhe o Imaginário poético como complemento necessário à ciência, embora ambos sejam diversos."*²³

Dessa forma, as duas modalidades de diálogo inteligente com o mundo, nos seus momentos mais criativos, teriam pontos de aproximação. O trabalho científico revolucionário poderia ser localizado no entardecer do pensador diurno e a obra artística revolucionária no amanhecer do pensador noturno.

Assim, tal idéia de separação entre ciência e arte vem sendo combatida no meio acadêmico há muito tempo. Sobre o abismo cavado entre a cultura "tradicional" (não científica) e a cultura científica o físico e escritor C. P. Snow destaca:

*"Essa polarização é pura perda para todos nós. Para nós como pessoas, e para a nossa sociedade. É ao mesmo tempo perda prática, perda intelectual e perda criativa, e repito que é errôneo imaginar que esses três aspectos são claramente separáveis."*²⁴

Snow ainda olha para as perdas dos cientistas, mais especificamente dos físicos, não como uma falta de interesse:

²³ Felicio, V. L. G. **A imaginação simbólica**. Edusp, São Paulo, 1994, pág. 129.

²⁴ Snow, C.P. *As duas culturas e uma segunda leitura*. EDUSP, São Paulo, 1995, pág.29.

“É muito mais porque toda a literatura da cultura tradicional não lhes parece relevante para esses interesses²⁵. Estão, é claro, totalmente enganados. Daí que sua compreensão imaginativa seja menor do que poderia ser. Eles se auto-empobreceram.”²⁶

E quanto ao outro lado, os intelectuais da literatura... Esses também não escapam do olhar atento de Snow:

“Eles também se auto-empobreceram – e talvez de modo mais sério, porque estão mais vaidosos disso. Eles ainda gostam de afirmar que a cultura tradicional é toda a ‘cultura’, como se a ordem natural não existisse. Como se a investigação da ordem natural não tivesse qualquer interesse em seu próprio valor ou em suas conseqüências. (...) É como se, de um lado a outro de uma imensa gama de experiência intelectual, um grupo inteiro estivesse surdo. Com a diferença de que essa surdez não é inata, mas é causada pela educação, ou, melhor, pela ausência de educação.”²⁷

Pensamos que, além do empobrecimento mútuo destacado por Snow, a separação entre as duas culturas encobre um discurso de idéias no mínimo preconceituosas / ingênuas e que certamente não se consegue sustentá-las por muito tempo se se conversar honestamente com pensadores apaixonados por qualquer um dos dois mundos.

Outro problema desse isolamento dentro do ensino de física é a idéia erroneamente divulgada de sua supremacia, é a mistificação da “Ciência do Outro”. Nosso amigo e pesquisador, Alexandre Custódio Pinto, em sua dissertação de mestrado destaca:

“Falamos da Ciência do “outro” e quase nunca da “Nossa” Ciência; cozinhamos com o microondas, submetemo-nos a exames por meio de

²⁵ Ele refere-se aos interesses na vida social, moral e psicológica.

²⁶ Snow, C.P. As duas culturas e uma segunda leitura. EDUSP, São Paulo, 1995, pág.32.

²⁷ Snow, C.P. As duas culturas e uma segunda leitura. EDUSP, São Paulo, 1995, pág.32.

*tomografias computadorizadas ou ressonância nuclear magnética, e nos comunicamos por meio do microcomputador, mas estamos cada vez mais afastados dos fundamentos científicos, da construção desse conhecimento, das possíveis implicações éticas de sua utilização, de sua real serventia, da nossa participação, envolvimento e responsabilidade com essa tradição humana. Assim, paradoxalmente não “digerimos” o microondas, não “examinamos” o tomógrafo nem nos “comunicamos” com o computador. Aceitamos, muitas vezes, esses produtos tecnológicos como “milagres” que só aos “santos” é permitido compreender”.*²⁸

O caráter tecnológico apontado acima serve como um disparador de questões que ultrapassam (do mesmo modo que as reflexões de Alexandre) ao longe as questões do simples pragmatismo como: que interesse pode então ter um ensino do tipo formulista se a maioria de nossos alunos(as) do nível médio sequer irão seguir carreiras de física, engenharia ou afins? E mesmo que sigam, mesmo os(as) alunos(as) de física aplicada, não precisariam estes também de um contato com a cultura na qual se desenvolve (ou que se desenvolveu) o conhecimento da física, para entender de modo mais amplo aquilo que estudam e que pesquisam?

Diante dessas questões parece-nos evidente que,

*“(...) considerar a Ciência como uma **tradição cultural** entre muitas permite enxergar o conhecimento e a produção científica como frutos de um processo dinâmico da construção humana; significa compreender a existência de rupturas conceituais e de mudanças na prática científica; implica reconhecer a presença de crenças, de mitos e princípios “inquestionáveis”, muitas vezes implícitos, nos conceitos fundamentais da formulação das teorias científicas; impõe a presença de dúvidas, incertezas, erros e outros atributos humanos na prática científica; corresponde a apropriar-se do conhecimento científico, não como algo absoluto e*

²⁸ Pinto, Alexandre Custódio. Tradição Cultural, Contraste entre Teorias e Ensino de Física. Dissertação de Mestrado: 2003. Página 31.

*inquestionável dado pela natureza, mas como uma elaboração proveniente dos físicos, químicos, biólogos..., que são humanos antes de serem cientistas.*²⁹

Podemos prosseguir nesta análise citando vários outros autores, já que assumimos o conhecimento científico / físico como parte da cultura humana, como por exemplo a reflexão que Bakhtin faz em um trecho de sua obra *Questões de Literatura e de Estética*:

*“Não se deve, porém, imaginar o domínio da cultura como uma entidade espacial qualquer, que possui limites, mas que possui também um território interior. Não há território interior no domínio cultural: ele está inteiramente situado sobre fronteiras, fronteiras que passam por todo lugar, através de cada momento seu, e a unidade sistemática da cultura se estende aos átomos da vida cultural, como o Sol se reflete em cada gota. Todo ato cultural vive por essência sobre fronteiras: nisso está sua seriedade e importância; abstraído da fronteira, ele perde terreno, torna-se vazio, pretensioso, degenera e morre.”*³⁰

Cada área do conhecimento se desenvolve dentro de uma região do saber, dentro de certos limites que nos casos mais corriqueiros nos permitem separar o que vem a ser objeto de estudo da biologia, da física ou da lingüística. Entretanto, quando falamos da cultura desenvolvida nessas áreas sempre transbordamos por suas fronteiras, ou melhor, falar da cultura (sem ter a menor presunção de definir aqui o que vem a ser cultura) nos coloca sempre numa “terra de ninguém”, num terreno perpassado tanto por uma quanto por outra área do conhecimento.

A produção do saber necessita da proteção das fronteiras (mesmo que nos momentos criativos atravessemos sapecamente de um lado para o outro), do calor de suas entranhas mais profundas, do mergulho nas estruturas próprias de cada área do conhecimento.

²⁹ Pinto, Alexandre Custódio. *Tradição Cultural, Contraste entre Teorias e Ensino de Física*. Dissertação de Mestrado: 2003. Página 32. Negrito nosso.

³⁰ Bakhtin, Mikhail. *Questões de Literatura e de Estética: a teoria do romance*. Editora Unesp, São Paulo, 1998, Pág 29.

Já a cultura precisa do respiro, do olhar com a cabeça emergida das profundezas, das relações entre regiões de naturezas distintas. A cultura equilibra-se o tempo todo sobre finas pontes que ligam este saber àquele outro, numa região nebulosa, e nem por isso opaca, donde prazerosamente somos transpassados, quase que por osmose, pelas mais interessantes idéias nascidas em berços distintos mas que se referem ao mesmo bebê.

Quando trabalhamos com o ensino de física, excluindo-o de todo o invólucro cultural, estamos de fato fadando o ensino à degeneração e à morte! Achar que o ensino de física tem sentido em si só e por si só, confiná-lo em suas próprias entranhas, leva ao sufocamento do mesmo, a desvinculação com a vida cotidiana, com a estética e com a arte.

Todo ato educativo também pode (e deveria) ser um ato cultural e portanto localiza-se em regiões fronteiriças. Como desejamos tornar o ensino de física mais significativo dentro do universo cultural dos(as) alunos(as) devemos então nos arriscar a pisar nas fronteiras. Quando estamos em uma fronteira, as línguas se misturam e a polifonia que surge dos murmúrios, dos entrelaçamentos, pode ser muito positiva para o tratamento da diversidade em sala de aula.

Já o entrelaçamento entre áreas distintas carrega uma ampliação de significado de uma teoria que para Sérgio Leite, e também para nós, é uma vantagem para o ensino (de física e de outras disciplinas). Essa ligação é chamada por ele de **embricamento**:

“Ao embricar o conhecimento físico com todos os conhecimentos vinculados ao nível médio e não só ao conhecimento matemático – como normalmente ocorre -, estaremos ampliando esse conhecimento físico no sentido epistemológico.

Como consequência desse embricamento, teremos uma ampliação no alcance do diálogo professor-aluno, proporcionando uma compreensão do mundo

*social e das implicações que esse conhecimento físico produz nesse mundo, isto é, uma amplificação no sentido ontológico.*³¹

É preciso então desmitificar a cultura científica perante a cultura “tradicional” e vice-versa, fortalecendo a ponte que existe entre elas e que possibilita a aproximação e o diálogo entre os dois mundos.

Contudo, é importante esclarecer que nos referimos de fato à aproximação entre as duas culturas e não à simples transposição ou tradução dos conceitos de uma para a outra. Buscamos justificar nossa afirmação construindo a seguir um paralelo entre física e literatura, que cairia muito bem para a Ciência e a Arte de modo geral.

Se olharmos para a questão da literatura dentro do ensino de física, iremos nos lembrar de um texto de Steiner:

*“Thomas Mann parece ter sugerido no fim de Felix Krull, que seja apenas via fantasia irônica que a erudição tradicional e o novo mundo das ciências venham a entrar na circulação geral da linguagem e da metáfora. Esta talvez seja para mim a fronteira mais instigante: a ‘tradução’ da imagem de mundo das ciências para a linguagem comum, para a percepção geral, por meio de projeção lírica, paródica, trágico-cômica.”*³²

Tomamos a liberdade, até cometemos o abuso, de dizer que parece-nos ingênuo achar que a maior contribuição da literatura é traduzir para uma linguagem acessível as idéias da ciência (e sem dúvida que, de certo modo, ela o faz).

Como é sabido por todos nós, a literatura trabalha muito com a criatividade, com a imaginação, pilares também essenciais para o desenvolvimento de qualquer ciência.

³¹ Leite, Sérgio Corrêa. Racionalidade Científica e Imaginação Poética: A Busca por Novas Demandas Educacionais no Ensino Médio. Dissertação de Mestrado: 2003. Páginas 21/22.

³² Steiner, George. Extraterritorial. A literatura e a revolução da linguagem. Cia das Letras, São Paulo, 1990. Página 161.

Sim, é isso mesmo que acaba de ler: a ciência também vive dos sopros suaves e profundos da imaginação, ou então como é que se conseguiria, por exemplo, falar sobre a estrutura da matéria, construir um modelo de átomo, coisa que ninguém nunca viu de tão pequena que é, mas que forma tudo aquilo que observamos ao nosso redor (pelo menos é nisso que a ciência acredita). Se não fosse pela imaginação como poderíamos conceber essa entidade, o átomo, que tem mais espaços vazios do que partículas como constituintes? *Imagem* só: quanto mais matéria mais buracos, então como um livro não afunda quando depositado sobre uma mesa? (Essa pergunta, formulada provocativamente pelo físico inglês A.S.Eddington, fica como estopim, pois melhor do que responder a questões antigas é provocar novas dúvidas, levando as pessoas a quererem saber mais, a serem curiosas e procurarem por suas respostas).

Por mais racionais que sejam as teorias científicas, o racionalismo impera depois que a teoria fica pronta, pois quando todos estão em crise, à procura de algumas respostas, por vezes é a inspiração que os conduz, obtida quem sabe em sonhos, em poemas, em gestos, mas na maioria das vezes, obtida pela imaginação.

A imaginação sendo entendida como um processo de criação e recriação torna-se importante não apenas para a ciência mas para todo ato racional, de tal maneira que fica insustentável a separação definitiva entre ela e o raciocínio científico. Isto é o que defende Jacob Bronowski³³ no trecho destacado abaixo:

“Muitas pessoas pensam que o raciocínio, e portanto a ciência, é uma atividade distinta da imaginação – uma falácia que devemos desprezar. (...)

Prejudicamos a educação das crianças quando as habituamos a separar a razão da imaginação, apenas pela conveniência do horário escolar. Porque a imaginação não se limita às explosões da fantasia, ela é sempre a manipulação mental do que está ausente dos sentidos, mediante o uso de imagens, palavras ou outros símbolos.

³³ Bronowski, Jacob. O olho visionário: ensaios sobre arte, literatura e ciência. Páginas 38 e 39.

A imaginação é sempre um processo experimental, seja com conceitos lógicos ou com a matéria prima da arte.”

Toda a arte literária passa por essa experimentação à medida que cria imagens sobre algum mundo desejado. Os romances em especial trabalham profundamente com a recriação imaginativa à medida que criam seus personagens de acordo com uma dada época desejada. O escritor Emile Zola, influenciado pelo determinismo causal dominante nas ciências do século XIX, fruto das palestras do médico/fisiólogo e filósofo Claude Bernard, propunha que os escritores utilizassem a metodologia científica para construir seus “romances experimentais”.³⁴ Não só os personagens mas todo o contexto, todo o contorno da história (desde os cenários até as relações humanas adjacentes) é uma recriação que nos leva a exercitar algo que não se distingue mais claramente em imaginação ou raciocínio.

Fazer “a manipulação mental do que está ausente dos sentidos” é algo muito forte tanto dentro da ciência como na literatura, como o próprio Bronowski ressalta em sua obra *O Olho Visionário*:

*“Um físico experimenta situações materiais, cujas propriedades ele não conhece inteiramente; um poeta procura encontrar seu caminho mediante situações humanas que não compreende completamente. Os dois aprendem ao experimentar, e ambos experimentam situações que precisam imaginar previamente. Como disse o poeta William Blake, ‘o que agora está provado foi antes só imaginado’.”*³⁵

A literatura então, assim como qualquer outro tipo de arte e de livre criação humana, deve ser objeto de interesse para qualquer educador na área científica.

E ainda podemos dizer que a conversa entre os dois universos só traz enriquecimento para as duas culturas, pois por meio da ponte construída entre os

³⁴ Zola, Emile. O romance experimental e o naturalismo no teatro. Editora Perspectiva, São Paulo, 1952.

³⁵ Bronowski, Jacob. O olho visionário: ensaios sobre arte, literatura e ciência. Página 40.

dois são transportados elementos que podem fazer surgir os cientistas com veia literária e/ou os escritores com veia científica. Os primeiros seriam

*“aqueles indivíduos diretamente relacionados com a produção de conhecimento científico mas que, pelos mais diferentes motivos, acabaram produzindo obras ou longos trechos de obras, científicas ou não, que podem perfeitamente ser ‘lidas’ também como obras literárias”.*³⁶

Vale a pena mencionar aqui pelo menos um grande cientista com veia literária, Galileu Galilei que, em seu “Diálogo”, escrito em 1632 quando se confrontava com o paradigma aristotélico, escreveu o seguinte:

Sagredo – *Fazei-me, portanto, o favor de responder às minhas interrogações. E em primeiro lugar, Sr. Simplicio: não estamos nós buscando concluir se se deve manter com Aristóteles e Ptolomeu que, estando apenas a Terra parada no centro do universo, todos os corpos celestes estão em movimento; ou, pelo contrário, que, estando parada a esfera estelar e ocupando o Sol o centro, a Terra está fora do centro, sendo seus aqueles movimentos que nos parecem pertencer ao Sol e às estrelas fixas?*

Simplicio – *Essas são as conclusões acerca das quais se disputa.*

(...)

Salviati – *(...) Ora, para começar a desatar esses nós, pergunto ao senhor Simplicio, quando outros negassem a Ptolomeu e Aristóteles que os graves, ao caírem livremente do alto, chegam por linha reta e perpendicular, ou seja, direta para o centro, com qual meio ele o provaria.*

Simplicio – *Por meio dos sentidos, que nos asseguram que aquela torre é reta e perpendicular e mostram que aquela pedra ao cair vem rasando a torre, sem inclinar-se um só cabelo para esta ou para aquela parte, e bater exatamente ao pé do lugar de onde foi largada.*

³⁶ Zanetic, João. “Literatura e cultura científica. In: Maria José P. M. Almeida e Henrique C. da Silva (orgs.) , “Linguagens, leituras e ensino da ciência. Mercado de Letras, Campinas, 1998, pág.14.

Salviati – Mas se por acaso o globo terrestre se movesse circularmente, e conseqüentemente levasse consigo também a torre, e que, de qualquer modo, se visse a pedra ao cair vir rasando o fio da torre, qual deveria ser seu movimento?

Simplicio – Seria preciso dizer nesse caso antes “os seus movimentos”; porque um seria aquele com o qual viria do alto para baixo, e deveria possuir um outro para acompanhar o curso da torre.

Salviati – Seu movimento seria, portanto, composto por dois, ou seja, daquele com o qual ela mede a torre, e do outro com o qual ela a segue: composto do qual resultaria que a pedra não mais descreveria aquela simples linha reta e perpendicular, mas uma transversal, e talvez não reta.

Simplicio – Que não seja reta, não o sei; mas compreendo bem que necessariamente seria transversal, e diferente da outra reta perpendicular, que ela descrevia estando a Terra imóvel.

Salviati – Portanto, de apenas ver a pedra cadente rasar a torre, não podeis seguramente afirmar que ela descreva uma linha reta e perpendicular, se antes não se supuser que a Terra esteja parada.

Simplicio – Assim é; porque, se a Terra se movesse, o movimento da pedra seria transversal e não, perpendicular.

(...)

Salviati – Portanto, a defesa de Aristóteles consiste em ser impossível ou, pelo menos, em ter ele julgado impossível que a pedra pudesse mover-se com um movimento misto de reto e circular; porque, quando ele não tivesse considerado impossível que a pedra se pudesse mover concomitantemente para o centro e em torno do centro, ele teria reconhecido que poderia acontecer que a pedra cadente pudesse descer rasando a torre, tanto se esta se movesse, como se estivesse parada e, conseqüentemente, teria percebido que desse rasar não se poderia inferir nada a cerca do movimento ou do repouso da Terra. (...).³⁷

Já os segundos, os escritores com veia científica, seriam aqueles

³⁷ Galilei, Galileu. Diálogo sobre os dois máximos sistemas do mundo ptolomaico e copernicano. Pablo Rubén Mariconda (trad.). Discurso editorial. São Paulo, 2001, págs 206 a 222.

“autores que, com menor ou maior conhecimento das grandes sínteses científicas e suas implicações, produziram obras literárias interligando tal conhecimento tanto como fonte inspiradora do conteúdo quanto como guia metodológico / filosófico.”³⁸

Esse segundo grupo de escritores diria que ao escrever é enriquecedor andar de braços dados com a ciência, já que:

☞ um poeta pode encantar quando fala da Lua, mas também pode fazê-lo quando descreve de um modo novo o anoitecer, carregando alguma idéia de gravitação, como o faz Pablo Neruda em Últimos Sonetos:

Se cada dia cai

*Se cada dia cai, dentro de cada noite,
há um poço
onde a claridade está presa.*

*Há que sentar-se na beira
do poço da sombra
e pescar luz caída
com paciência.*

Pablo Neruda (Últimos Sonetos)

³⁸ Zanetic, João. “Literatura e cultura científica. In: Maria José P. M. Almeida e Henrique C. da Silva (orgs.) , “Linguagens, leituras e ensino da ciência. Mercado de Letras, Campinas, 1998, pág.14.

• ou como Fernando Pessoa, que por vezes fala da Ciência, numa mistura de admiração e rejeição:

A ciência, a ciência, a ciência...

Ah, como tudo é nulo e vão!

A pobreza da inteligência

Ante a riqueza da emoção!

Aquela mulher que trabalha

Como uma santa em sacrifício,

Com quanto esforço dado ralha!

Contra o pensar, que é o meu vício!

A ciência! Como é pobre e nada!

Rico é o que alma dá e tem.

[...]

Fernando Pessoa, 4-10-1934

☞ um escritor de ficção científica tanto melhor será quanto mais a sua história tiver uma forte percepção quanto às reais possibilidades da ciência futura: um bom livro de ficção de certo modo aponta para as novas pesquisas científicas, como os livros de Isaac Asimov ou Carl Sagan;

☞ um bom romancista acaba por retratar o mundo do seu tempo (ou de outrora), trazendo em sua obra elementos políticos, econômicos, geográficos, históricos mas também científicos, como Monteiro Lobato em *Viagem ao Céu*, como mostra o trecho do diálogo de Dona Benta e seu neto Pedrinho:

“- As quatro estrelas do Cruzeiro – disse ela – são designadas por meio de letras gregas. Gama é a estrela do topo da cruz; Alfa é a do pé da cruz; Beta e Delta formam os braços.

- Mas por que essas estrelas são tão importantes? – quis saber Pedrinho.

- Por causa da disposição regular em forma de cruz, disposição que as torna de fácil encontro no céu. Num instante a gente corre os olhos e encontra o Cruzeiro. Encontrar as outras constelações já é mais difícil – exige prática; mas o Cruzeiro até a boba da tia Nastácia descobre no céu. Não há por aqui caboclo da roça, nem há negro da África, nem atorrante da Argentina, nem gaúcho do Uruguai, nem índio de todas as repúblicas da América do Sul, nem selvagem australiano, nem negro do Congo, Moçambique ou Hotentótia, nem bôer da Colônia do Cabo, nem papua da nova Guiné, que não conheça o Cruzeiro.

- Então Robinson Crusoe também via o Cruzeiro, vovó! – lembrou Pedrinho. A ilha dêle era a de Juan Fernández, que fica no sul do equador, perto das costas do Chile.

- Exatamente, meu filho. Quantas vezes Robinson e o seu bom índio Sexta-Feira não estiveram, como nós agora a olhar para as quatro estrêlas do Cruzeiro!...”

☞ e ainda filosofando, poderíamos citar Edgar Allan Poe (com seu ensaio *Eureka*), e, “romanciando”, poderíamos citar o escritor Dostoiévsky (com *Irmãos Karamasov*) ou Machado de Assis, que apresenta em seu conto *Idéias do Canário* uma seqüência divertida de mudança de visão de mundo³⁹.

☞ um comico deve romper com o esperado para provocar risos, sendo assim lhe enriqueceria conhecer conceitos físicos, para poder trabalhar com suas negações, ou com as suas caricaturas, como maravilhosamente faz Ítalo Calvino em seu livro *As Cosmicômicas*, como, por exemplo, no recorte que fizemos abaixo do texto *A Distância da Lua*;

“ ‘Houve tempo, segundo sir George H. Darwin, em que a Lua esteve muito próxima da Terra. Foram as marés que pouco a pouco a impeliram para longe: as

³⁹ Texto em anexo.

marés que a própria Lua provoca nas águas terrestres e com as quais a Terra vai perdendo levemente energia.'

Bem sei disso!, exclamou o velho Qfwfq, vocês não podem se lembrar, mas eu posso. A Lua estava sempre sobre nós, desmesurada, no plenilúnio – as noites claras como o dia, mas com uma luz cor de manteiga - , parecia a ponto de explodir; quando chegava a lua nova, rolava pelo céu como um negro guarda-chuva levado pelo vento; e, no crescente, avançava com o chifre de tal forma baixo que parecia prestes a espetá-lo na crista de um promontório e ali ficar ancorada. Mas o mecanismo das fases se processava de modo diverso do de hoje; isso porque eram outras as distâncias do Sol, e as órbitas, bem como a inclinação de não sei bem o quê; daí ocorrerem a todo momento eclipses, com a Terra e a Lua assim tão juntas: imaginem se aquelas duas bolonas não faziam sombra continuamente uma à outra.

A órbita? Elítica, é claro, elítica: achatava-se um pouco sobre nós, depois erguia o vôo. As marés, quando a Lua estava em seu ponto mais baixo, se levantavam de tal forma que era impossível contê-las. Havia noites de plenilúnio em que estava tão baixa e as marés tão altas, que para a Lua banhar-se no mar faltava um fio; digamos: poucos metros. Se nunca tentamos subir nela? Claro que sim. Bastava ir até embaixo dela, de barco, apoiar-lhe uma escada portátil e subir.

O ponto em que a Lua passava mais baixo era nos Escolhos de Zinco. (...) A água naquelas noites era claríssima, prateada que parecia de mercúrio, e dentro dela os peixes, roxos, não podendo resistir à atração da Lua, vinham todos à tona, bem como os polvos e as medusas da cor do açafrão. Havia sempre um vôo de animais minúsculos – pequenos caranguejos, lulas e até mesmo algas leves e diáfanas, eflorescências de corais – que se desprendiam do mar e acabavam na Lua, e lá ficavam dependurados naquele teto calcinado, ou então ficavam ali no ar, como um enxame fosforescente que tínhamos de espantar agitando grandes folhas de bananeira.

Nosso trabalho consistia no seguinte: levávamos na barca uma escada portátil; um a segurava, outro subia por ela, enquanto um terceiro ia remando para

baixo da Lua: por isso, era preciso contar com algumas pessoas (de que só me referi às principais). O que estava no alto da escada, à medida que a barca se aproximava da Lua, gritava apavorado:

*- Parem! Parem! Se não vou dar uma cabeçada nela! (...)*⁴⁰

☞ utilizar as imagens da ciência pode levar à construção de textos muito interessantes como o criado por Alan Lightman para descrever o movimento de uma bailarina:

“PAS DE DEUX”

Sob uma tênue luz azulada, a bailarina desliza pelo palco e parece voar, seus pés roçando na Terra imperceptivelmente. Sauté, batterie, sauté. As pernas se cruzam e esvoaçam, os braços se abrem num amplo arco. A bailarina sabe que a maneira mais fácil de arruinar uma boa apresentação é pensar demais no que o corpo está fazendo. Melhor confiar nos anos de exercício diários, no entendimento que os próprios músculos têm força e equilíbrio.

Enquanto ela dança, a natureza vai desempenhar o seu papel de modo impecável, com absoluta confiabilidade. Na pointe, o peso da bailarina é precisamente compensado pelo empuxo do chão contra a sapatilha: as moléculas em contato são comprimidas exatamente na medida necessária para contrabalançar uma força com igual força contrária. Gravidade equilibrada com eletricidade.

Uma linha invisível parte do centro da Terra, passa pelo ponto de contato da bailarina com o chão e continua avançando para cima. Se o centro da bailarina se desviar um centímetro que seja dessa linha, conjugados gravitacionais irão derrubá-la. Ela nada sabe sobre mecânica, mas é capaz de permanecer sobre os dedos do pé por vários minutos, seu corpo efetuando continuamente minúsculas correções que revelam uma intimidade com os conjugados e a inércia.

⁴⁰ Calvino, Ítalo. *As Cosmicômicas*. Companhia das Letras, São Paulo: 1992. Páginas 7 e 8.

A gravidade possui a elegância de acelerar igualmente todas as coisas. Por causa disso os astronautas ficam sem peso ao orbitarem em torno da Terra exatamente na mesma trajetória que suas naves espaciais, parecendo flutuar no interior delas. Einstein compreendeu isso melhor que qualquer outro e, ao descrever a gravidade, recorreu a uma teoria mais geométrica do que física, com mais curvas do que força. A bailarina, saltando inteiramente para frente, paira sem peso por um momento em meio às flores que soltou em pleno ar, todas caindo na mesma trajetória.

Agora ela se prepara para uma pirouette: a perna direita recua até a quarta posição, um dos pés se afasta do corpo, os braços se recolhem para acelerar o rodopio. Antes de perder o equilíbrio, a bailarina consegue dar quatro giros. Dançarinos homens – em demi-pointe e, portanto, com maior área de contato – às vezes conseguem chegar a seis ou oito. A bailarina se recupera bem, rodopiando suavemente de volta a Terra e lembrando-se de cair com um sorriso na quinta posição. Por um instante seus pés estacam, colhidos entre o fim do rodopio e o atrito do piso. O atrito é importante. Todo corpo permanece em estado de repouso ou movimento uniforme a menos que forças externas ajam sobre ele. Toda ação explica uma reação.

A bailarina depende da constância das leis da física embora ela mesma seja bastante imprevisível. Nessa mesma apresentação, na noite anterior, ela deu três voltas e meia em sua primeira pirouette e completou o arabasque a mais de um metro de onde foi parar hoje. Independente dessas disparidades, os átomos do chão, não importa onde ela caia e com aviso prévio de 1 milissegundo, precisam estar preparados para reagir com fiel precisão. As leis de Newton, a força de Coulomb e a carga dos elétrons têm de ser idênticas noite após noite – de outra forma, a bailarina calculará a elasticidade do chão ou o momento necessário de inércia. A sua arte é mais bela por sua incerteza. Mas a arte da natureza está na sua certeza.

A bailarina assume uma pose após outra, todas frágeis e simétricas. Na física dos sólidos, podemos encontrar estruturas de cristais que parecem idênticas após rotações de meio, um terço, um quarto e um sexto de círculo. Cristais com

simetria de um quinto e um sétimo de círculo não existem, pois não há como preencher o espaço com pentágonos ou heptágonos em contato. A bailarina é o reflexo de uma série de formas naturais. Ela é a princípio etérea, depois se torna lírica. Esforçou-se durante anos para desenvolver um estilo pessoal, ornado com fragmentos dos grandes dançarinos. Enquanto dança, a natureza, no espelho, busca o seu próprio estilo sem esforço. É a manifestação derradeira da técnica clássica, inalterada desde que o universo surgiu.

Para encerrar, a bailarina realiza um demi-plié e salta 60 centímetros no ar. A Terra, a fim de equilibrar o seu momento, responde com seu próprio sauté, alterando em 1 décimo-trilionésimo da largura de um átomo. Ninguém percebe, mas foi exato e perfeito.⁴¹

Nós ainda poderíamos falar de produções musicais também antenadas com conceitos científicos como músicas de Chico Buarque, Tom Zé ou Gilberto Gil⁴², que se valem tão bem de conceitos da física como por exemplo, a apropriação que João Bosco faz da idéia de reflexão, em sua música *O Bêbado e o Equilibrista*:

*“... a Lua, tal qual a dona de um bordel,
pedia a cada estrela fria,
um brilho de aluguel.”*

E nas artes plásticas não poderíamos deixar de citar Escher, que em suas gravuras e litografias brincou de forma esplêndida não apenas com as formas geométricas mas também com conhecimentos físicos como a gravitação, a óptica e a relatividade⁴³.

Ao fazer ciência o pesquisador, ao contrário do que muitos pensam, está distante do pragmatismo, as aplicações tecnológicas muitas vezes surgem a posteriori, mas não são elas que pura e simplesmente guiam o espírito daqueles

⁴¹ Lightman, Alan. Viagens no tempo e o cachimbo do vovô. Cia das Letras, São Paulo, 1998.

⁴² Em anexo: a música Quanta, embebida em conceitos da física quântica.

⁴³ Figuras em anexo.

que constroem a física. Uma estudiosa profunda da condição humana, Hannah Arendt, afirmou que:

“o relógio, um dos primeiros instrumentos modernos, não foi inventado para os fins da vida prática, mas exclusivamente para a finalidade altamente ‘teórica’ de realizar certos experimentos com a natureza. É certo que esta invenção, logo que a sua utilidade prática foi percebida, mudou o ritmo e a própria fisionomia da vida humana, mas isto do ponto de vista dos seus inventores, foi mero acidente.”⁴⁴

O que os move é a curiosidade, é o prazer por compreender melhor o mundo que os cerca. Nesse âmago está o cientista muito perto do artista, já que este também busca por uma compreensão do mundo, uma nova leitura se assim preferirem dizer, mas cada qual usa os seus próprios óculos.

Então se olharmos todos para uma mesma realidade e cada qual a interpreta segundo um contexto, então por que não trocarmos os óculos de vez em quando e vermos o que o outro enxerga? Isso pode nos inspirar imensamente e até mesmo esclarecer dúvidas que tenhamos.

Estamos todos, cientistas ou não, imersos na mesma sopa cultural e buscamos de uma forma ou de outra compreender e ‘ressignificar’ o mundo a nossa volta. Deve haver então um caminho, uma ponte de contato, que possa ser fonte de inspiração também para a ciência.

E ainda podemos utilizar a ponte entre a literatura e a física, lançando mão mais uma vez da imagem do cubo, para introduzir a quarta dimensão relativística, como faz de forma instigante H.G.Wells no seu romance “A Máquina do Tempo”. Eis um trecho significativo desse romance:

“- Não quero que vocês aceitem qualquer coisa sem um apoio razoável para tanto. Vocês logo vão admitir tanto quanto preciso que admitam. Vocês sabem, claro, que uma linha matemática, uma linha de espessura nula, não tem

⁴⁴ Arendt, Hannah. “A condição humana”. Forense Universitária, Rio de Janeiro, 10ª edição, 2001, pág.302.

existência real. Ensinaram isso para vocês? Um plano matemático também não tem. Essas coisas são meras abstrações.

_ Está certo, disse o Psicólogo.

_ Nem pode um cubo, tendo apenas comprimento, largura e espessura, ter existência real.

- Aí tenho uma objeção. É claro que um corpo sólido pode existir. Todas as coisas reais... – disse Filby.

*- Assim a maioria pensa. Mas espere um minuto. Um cubo **instantâneo** pode existir?*

- Não consigo seguir você, - disse Filby.

_ Um cubo que não dure absolutamente nenhum tempo pode ter uma existência real?

Filby ficou pensativo.

_ Claramente, qualquer corpo real deve se estender em quatro direções: deve ter Comprimento, Largura, Espessura e Duração, - prosseguiu o Viajante do Tempo. – Mas por uma enfermidade natural da carne, a qual vou lhes explicar em um momento, tendemos a passar por cima desse fato. Há, na realidade, quatro dimensões, três das quais chamamos de planos do espaço, e uma quarta, o Tempo. Existe, no entanto, uma tendência a formar distinção irreal entre aquelas três dimensões e esta, porque nossa consciência se move intermitentemente em um único sentido, ao longo dessa última dimensão, do começo ao fim de nossas vidas.

- Isso – disse um homem muito jovem, fazendo esforços espasmódicos para acender seu cigarro sobre o lampião – isso... está muito claro, realmente.

_ Agora, é interessante que isso seja tão amplamente negligenciado – continuou o Viajante do Tempo, com um leve acesso de alegria. – Eis realmente o que se entende por Quarta Dimensão, embora algumas pessoas que dela falam não saibam o que dizem. É apenas uma outra maneira de olhar para o Tempo. Não há nenhuma diferença entre Tempo e qualquer uma das três dimensões do

*Espaço, exceto a de que nossa consciência se move ao longo dela. Mas alguns tolos tomaram conta do lado errado da idéia. (...)*⁴⁵

Assim, Wells, que alia à imaginação literária sua ótima formação científica, nesse romance escrito entre 1887 e 1894, ou seja, cerca de 15 anos antes da relatividade de Einstein, acrescenta mais uma dimensão ao cubo tridimensional construído através da imbricação entre imaginação e realidade vivenciada. É como se as idéias estivessem fervilhando no meio cultural e aqueles que fossem capazes as pinçariam.

Destacamos ao longo deste capítulo a contribuição de vários cientistas na discussão sobre o relacionamento entre as duas culturas. Fechamos este capítulo com a menção a mais dois físicos que, ao lado de seus trabalhos no campo teórico da física, preocupam-se com formas alternativas de trabalhar com a divulgação da física.

O primeiro, Jean-Marc Lévy-Leblond, no livro *O pensar e a prática da ciência* em que trata criticamente de diversas antinomias (por exemplo: verdadeiro/falso, contínuo/descontínuo, finito/infinito, formal/intuitivo, etc) associadas ao conhecimento científico, é um bom exemplo de um cientista com veia literária. Como por diversas vezes fizemos menção à aparente dicotomia existente, em nosso meio cultural, entre linguagem comum e linguagem matemática, cabem bem aqui suas palavras presentes no capítulo de abertura de seu livro:

*“Se na ciência física de hoje é inconcebível abandonar uma formalização matemática verdadeiramente constitutiva da nossa abordagem do real, a obrigação de nos livrarmos dela pela linguagem é mais do que premente. Não há dúvida de que numerosas palavras são necessárias onde uma equação parece bastar, assim como uma frase jamais terá a unicidade nem a eficácia de uma fórmula. Mas essa lentidão e essa ambigüidade são precisamente o que mais falta hoje em dia, principalmente aos próprios cientistas.”*⁴⁶

⁴⁵ Wells, H.G. A máquina do tempo. Nova Alexandria. São Paulo, 1994, págs. 12 e 13.

⁴⁶ [Lévy-Leblond, Jean-marc. O pensar e a prática da ciência – antinomias da razão. EDUSC, Bauru, 2004, pág. 26.](#)

Como exemplos de textos escritos que se enquadram nessa recomendação de Lévy-Leblond, podemos mencionar alguns de Einstein, particularmente aquele que ele escreveu com Leopold Infeld, e entre físicos brasileiros podemos mencionar os seguintes livros: *Pensando a Física*, de Mário Schenberg, *A Matéria, uma aventura do espírito*, de Luis Carlos de Menezes e o do Luiz Pinguelli Rosa, que está sendo lançado nestes dias, *Tecnociências e humanidades. Novos paradigmas, velhas questões. O determinismo newtoniano na visão de mundo moderna*.

O segundo físico que aqui mencionamos, Roland de Azeredo Campos, aborda no seu livro *Arteciência* uma aproximação entre ciência e arte do ponto de vista da tecnologia do século XX, abrindo uma perspectiva para o futuro, não tratada diretamente neste trabalho. Concluimos com sua palavras:

*“Em suma, o século XX aproximou arte e ciência. Não à toa, evidenciou paralelismos entre as duas em seus percursos históricos. Tais paralelismo ganharam maior nitidez com a expansão tecnológica, em especial com a informática e seus recentes avanços, [que] agilizaram notavelmente a interdisciplinaridade e permitiram, das permutas entre os setores, a emergência de conexões e parcerias imprevistas. Justifica-se assim a fusão vocabular expressa no título do presente livro.”*⁴⁷

E se isso tudo nos faz acreditar que o entrelaçamento entre ciência e arte pode ser enriquecedor tanto para uma quanto para outra área do saber, imagine só o tamanho da contribuição que acreditamos que esse mesmo entrelaçamento pode trazer para o ensino! Foi juntando esses pensamentos e atos de fé com nossa caminhada vivencial que buscaremos, no próximo capítulo, concluir este trabalho, “exorcizando” nossos fantasmas.

⁴⁷ Campos, Roland de Azeredo. *Arteciência – afluência de signos co-moventes*. Perspectiva, São Paulo, 2003, pág. 12.

Aonde chegamos afinal?

Andamos por dois caminhos distintos: nossa própria vivência educacional e a inspiração do mundo teórico. Por muitos momentos esses caminhos se confundiram a ponto de não sabermos mais se foi a experiência que nos levou a procurar por referenciais teóricos que nos apoiassem em nossa fé educacional ou, ao contrário, se foi o estudo e o contato com idéias de Bachelard, Snow, Freire e outros estudiosos que nos levaram a ver em nossa prática a necessidade e possibilidade de se transitar entre as duas culturas.

Mas isso não nos confunde nem nos atrapalha em nada. O fato é que isso também vem ao encontro da nossa percepção de que se apropriar de uma idéia é torná-la tão parte do seu próprio modo de ver o mundo que só podemos nos alegrar quando sentimos nossos caminhos tão unidos assim.

É como se fôssemos as formiguinhas da imagem de abertura deste capítulo, uma litogravura de Escher. Elas também caminham o tempo todo, por dentro e por fora da estrutura, e talvez nem se dêem conta de que na verdade esse dentro e esse fora fazem parte do mesmo lado por ser uma superfície de Moëbius. Alguém poderia então nos dizer: *“mas essas formiguinhas não estão saindo do lugar, elas retornam sempre ao mesmo ponto!”* Não se preocupe com isso caro(a) leitor(a), pois voltar ao mesmo ponto não significa que não se tenha entrado em movimento, além do que uma volta pode nos dar uma maior consciência daquilo que buscamos e do caminho que percorremos.

Creemos que é exatamente isso que estamos fazendo aqui, retornando ao nosso ponto de partida, à nossa fé educacional de que a aproximação entre ciência e arte, além de ser possível nas aulas de física, pode trazer grandes contribuições para o ensino e fazemos isso de modo muito mais consciente e fundamentado agora do que no momento em que começamos a caminhar.

Essa idéia de movimento nos fascina porque é algo que pode ser transportado também para o mundo das idéias... sim, no mundo do conhecimento as coisas também se movem e se transformam, tomemos como um breve exemplo a própria física. A pesquisa em física busca pelo menos três grandes

“valores” ou dimensões: a estética, relacionada às simetrias de um sistema; a simplicidade, às vezes relacionada à escolha por esta ou aquela teoria; e, a regularidade, que busca estabelecer padrões de comportamento que se repetem em determinadas condições, possibilitando assim o equacionamento do fenômeno.

Neste ambiente cabe realmente formar imagens daquilo que seria o universo real, daquilo que há por trás das aparências. Mas com base em quê formaríamos essa imagem? Por certo em nossas experiências anteriores, nas evidências que temos e acima de tudo nos modelos teóricos criados sem dúvida por nossa imaginação (mesmo estando ela pautada em um sistema lógico, que a distancia de devaneios muito grandes).

No ensino buscamos a liberdade propiciada pelo conhecimento, ou a beleza que há por trás destes óculos físicos, por isso as aulas não devem ser um massacre matemático, uma fórmula por si só, elas devem ser um processo, um modo de olhar o mundo e de tornar-se parte dele criticamente. Um processo que convida o tempo todo à criticidade e à apropriação de idéias, uma vez que nos permite moldar como nosso aquilo que apreendemos, tomando por base mais uma vez a imaginação, na perspectiva que Bachelard nos coloca:

*“Pretende-se sempre que a imaginação seja a faculdade de **formar** imagens. Ora, ela é antes a faculdade de **deformar** as imagens fornecidas pela percepção, é sobretudo a faculdade de libertar-nos das imagens primeiras, de **mudar** as imagens.”*⁴⁸

Essa idéia de apropriação nos encanta. Oferecer a possibilidade ao aluno de se apropriar do conhecimento torná-lo íntimo, capaz de produzir algo pessoal (e até contraditório), com outro significado e que nem por isso deixa de carregar a compreensão do conceito estudado, confundindo-se em nossas mentes com o desejo que colaborar para uma educação emancipadora, na qual o aprendiz

⁴⁸ BACHELARD, Gaston. O Ar e os Sonhos. Martins Fontes, São Paulo, 1990, pág.1.

assume o controle, libertando-se para buscar mais informações a respeito de algo, ou melhor do que isso, elaborando novas questões sobre o que aprende, sobre aquilo que lhe é dado a conhecer e sobre as coisas que ele(a) mesmo(a) busca conhecer.

Por isso acreditamos na aproximação da ciência e da arte no ensino de física, não apenas como um modo de uma ilustrar a outra, e sim como uma maior possibilidade de convite à física, à leitura de mundo e ao próprio processo de aprendizado, o que nos remete à idéia de obra aberta de Umberto Eco:

*“as obras ‘abertas’ enquanto em **movimento** se caracterizam pelo convite a fazer a obra com o autor; (...) existem aquelas obras que, já completadas fisicamente, permanecem contudo ‘abertas’ a uma germinação contínua de relações internas que o fruidor deve descobrir e escolher no ato de percepção da totalidade dos estímulos; **cada** obra de arte, ainda que produzida em conformidade com uma explícita ou implícita poética da necessidade, é substancialmente aberta a uma série virtualmente infinita de leituras possíveis, cada uma das quais leva a obra a reviver, segundo uma perspectiva, um gosto, uma execução pessoal.”⁴⁹*

Que então cada aula de física possa passear pela imaginação, criando novas imagens, dando uma execução pessoal aos conceitos estudados e enriquecendo de fato o universo cultural de nossos alunos.

Cremos que o melhor caminho para isso, é construir (através do processo de leitura) e transitar pela ponte entre as duas culturas (“científica” e “artística”), abraçando a literatura, a arte, etc. aprendendo com elas e ensinando a elas.

É necessário, cuidar, ao estabelecer essa ponte, de trabalhar conjuntamente com as características dos pensamentos “diurno” e “noturno” do ser pensante das vinte e quatro horas, usando a construção sugerida por Bachelard. Enquanto este, no início de sua jornada, fazia questão de separar os

⁴⁹ ECO, Umberto. Obra Aberta. Perspectiva, São Paulo, 1997, págs. 63 e 64.

dois modos de pensar, cremos que nas atividades de ensino torna-se muito útil essa aproximação, cuidando de diferenciá-las e conceituá-las sempre que necessário. Isto é, enfatizando que o cientista, mesmo quando utiliza analogias, metáforas ou figuras literárias, está praticando um diálogo científico com o mundo, enquanto que um romancista, mesmo quando utiliza conceitos e proposições científicas, está realizando um diálogo artístico com o mundo. Não é por acaso que Edgar Allan Poe, em seu ensaio Heureka, onde comenta sobre os métodos de pesquisa de Bacon, Kepler, Newton, entre outros, discutindo a aplicação que fizeram dos métodos indutivo e dedutivo e o uso da intuição, adverte: “*apresento esta composição como um simples produto artístico ... é apenas como um Poema que desejo que este trabalho seja julgado*”.⁵⁰

Arriscamo-nos nessa vereda caminhando tanto da ciência para a arte, quanto da arte para a ciência, e percebemos que nesta caminhada trabalhamos mais no primeiro sentido (com as produções culturais) do que no segundo, embora o achemos igualmente importante. Nossas restrições de caminhada da arte para a ciência por vezes foram o tempo de aplicação de uma atividade e, principalmente, a inércia de todo o sistema educacional (alunos, pais de alunos, colegas professores, coordenadores pedagógicos e diretores) em não considerar a física como parte integrante da cultura geral do indivíduo. Ainda para muitas pessoas do circuito educacional, defender a aproximação entre arte e ciência é um atraso que dificulta a aprendizagem de algoritmos tão cobrados para ingresso vestibular. Um erro crasso a nosso ver, pois nunca se perde tempo ao formar um indivíduo de modo mais completo, perde-se sim quando o limitamos a conhecer apenas uma ponta de conhecimento com aplicação antes tecnológica do que antropológica. E foi justamente na defesa de uma formação mais ampla, de uma aula mais inclusiva e libertadora que esta mestranda que vos escreve foi convidada a deixar um colégio franciscano, cujo discurso educacional era humanista.⁵¹ Apenas

⁵⁰ Poe, Edgar Allan. *Poemas e ensaios*. Editora Globo, Rio de Janeiro, 1987, pág. 193.

⁵¹ O mesmo ocorreu com Elizabete Amaral, mestre deste programa em 2003, quando, num colégio em Santos, procurou utilizar a história da ciência e a interdisciplinaridade entre ciência e arte. Por causa disso perdeu o emprego.

dizemos isso para marcar aqui a dificuldade que ainda enfrentamos na vida escolar, mesmo acreditando que já superamos esses preconceitos disciplinares.

Ainda assim continuamos defendendo a aproximação entre ciência e arte dentro das aulas de física pois, principalmente por nossos resultados vivenciais, tal trânsito:

- nos aproxima dos alunos(as) a medida que os coloca em diálogo com aquilo que estão aprendendo.

- aumenta a inclusão de alunos(as) nas aulas, uma vez que abre um leque de possibilidades de diálogo e participação muito maior do que trabalhar com o foco unicamente matemático, ou experimental, o que respeita a diversidade que temos em qualquer sala de aula.

- eleva a auto estima dos(as) estudantes a medida que estes percebem que podem contribuir com aquilo que mais se interessam.

- convida os alunos a participarem de modo mais ativo, inclusive das aulas mais teóricas, a medida que eles(as) percebem que também podem se colocar diante da classe, desde que defendam seus pontos de vista, confrontando-os com aqueles que são apresentados.

- permite e estimula a livre construção humana, levando os alunos a se apropriarem de fato das idéias que estão conhecendo, fazendo-as parte de seu universo cultural.

- amplia as possibilidades de leitura de mundo, e conseqüentemente abre uma outra perspectiva de diálogo inteligente com o universo que nos cerca.

E quando olhamos novamente para o processo de leitura, retornando à análise que fizemos, observando ponto a ponto os processos de leitura e a estrutura do pensamento científico, chegamos a conclusão de que a ponte que tanto queremos usar, está fundamentada justamente aí: no processo de leitura!!! Depois de tanto caminhar, retornamos à questão da leitura e percebemos uma ligação entre o pensamento e a linguagem. É isso mesmo, as diversas formas de leitura que fazemos podem nos propiciar o desenvolvimento de uma ou de outra

racionalidade (como modo de pensar o mundo). Por exemplo, é impressionante a habilidade de certas pessoas ao relacionar informações de tabelas de campeonatos com o resultado cruzado de jogos. É como se elas abrissem em suas mentes pequenas janelas simultâneas (da mesma forma que podemos fazer na internet) que trouxessem informações imediatas, permitindo que durante um jogo de seu time elas saibam que outros times devem ganhar, perder ou empatar, em jogos simultâneos, para favorecer seu próprio time na classificação geral do campeonato. Outras estruturas de pensamento devem surgir também com outros tipos de leitura.

Mas é na leitura da palavra escrita, do texto literário, que construímos relações e apuramos habilidades de análise especiais também para o pensamento científico, como tivemos oportunidade de mostrar anteriormente. E se a leitura em si promove a estruturação do pensamento, através dela podemos então unir, dentro do ensino, a ciência e a arte; a física e a literatura...

Isso nos leva a crer que o processo de leitura, aliado à imaginação e à livre criação humana, forma os alicerces da ponte entre a Física e outras áreas do saber, ponte que irá permitir o trânsito de uma área em direção à outra, sem que se percam as suas características individuais.

Mais difícil que construir e atravessar esta ponte é romper o preconceito e a inércia educacional ainda existente dentro das escolas de qualquer fase do ensino. Mas afinal de contas, o que mais nos importa não é justamente mudar essa realidade educacional que vivemos? Então que venham os contratempos, pois cada vez mais nossa fé educacional que, como mostramos no decorrer deste trabalho, não tem nada de aleatória, se fortalece e nos empurra para brigar mais e mais pela aproximação da física e da literatura, da arte e da ciência, num despertar/ampliação de consciência que esperamos colaborar com a libertação e emancipação de mais mentes neste país.

Bibliografia

Bibliografia

1. ARENDT, Hannah. "A condição humana". Forense Universitária, Rio de Janeiro, 10ª edição, 2001.
2. BACHELARD, Gaston. O Ar e os Sonhos. Martins Fontes, São Paulo, 1990.
3. BAKHTIN, Mikhail. Questões da Literatura e de Estética: a teoria do romance. Editora UNESP, São Paulo, 1998.
4. BRONOWSKI, Jacob. O olho visionário: ensaios sobre arte, literatura e ciência.
5. CALVINO, Ítalo. As Cosmicômicas. Cia das Letras, São Paulo, 1992.
6. CAMPOS, Roland de Azeredo. Arteciência – a fluência de signos co-moventes. Perspectiva, São Paulo, 2003.
7. DAWKINS, Richard. Desvendando o arco-íris. Cia das Letras, São Paulo, 2000.
8. ECO, Umberto. Obra Aberta. Perspectiva, São Paulo, 1997.
9. EINSTEIN, Albert. A teoria da relatividade especial e geral. Contraponto, Rio de Janeiro, 1999.
10. EINSTEIN, Albert. Notas autobiográficas. Ed. Nova Fronteira, Rio de Janeiro, 1982.
11. EINSTEIN, Albert. Pensamento político e últimas conclusões. Ed. Brasiliense, São Paulo, 1983.
12. EINSTEIN, Albert e INFELD, Leopold. The evolution of physics. Cambridge University Press. Cambridge, 1971.
13. FELÍCIO, Vera Lúcia G. A imaginação simbólica. EDUSP, São Paulo, 1994.
14. FREIRE, Paulo. A importância do ato de ler. Cortez Editora, 41ª edição, São Paulo, 1997.
15. FREIRE, Paulo. Pedagogia da Autonomia. Paz e Terra S.A., São Paulo, 2000.
16. FREIRE, Paulo. Pedagogia do Oprimido. Paz e Terra S.A., 28ª edição, São Paulo, 2000.
17. GALILEI, Galileu. Diálogo sobre os dois máximos sistemas do mundo ptolomaico e copernicano. Pablo Rubén Mariconda (trad.). Discurso editorial. São Paulo, 2001.
18. GIOIA, Dana. "Prefácio". In: Research division report # 46. Washington, 2004.

19. KLEIMAN, Angela. Texto e Leitor: Aspectos Cognitivos da Leitura. Pontes, São Paulo, 1997.
20. LEITE, Sérgio C. Racionalidade científica e imaginação poética: a busca por novas demandas educacionais no ensino médio. Dissertação de mestrado. 2003.
21. LÈVY-LEBLOND, Jean Marc. O pensar e a prática da ciência – antinomias da razão. EDUSC, Bauru, 2004.
22. LIGHTMAN, Alan. Viagens no tempo e o cachimbo do vovô. Cia das Letras, São Paulo, 1998.
23. LOBATO, Monteiro. Viagem ao Céu. Editora Brasiliense, São Paulo, 14^a edição, 1961.
24. PINTO, Alexandre C. Tradição cultural, contraste entre teorias e ensino de física. Dissertação de mestrado. 2003.
25. POE, Edgar Allan. Poemas e ensaios. Ed. Globo, Rio de Janeiro, 1987.
26. PUPO, Maria Lúcia de S. B. “Palavras em jogo. Textos literários e Teatro-Educação”. Tese de Livre-Docência, ECA, 1997.
27. SILVA, Ezequiel Theodoro da. Ciência, leitura e escola. In: Linguagens, leitura e ensino da ciência. Ed. Mercado de Letras, Campinas, 1998.
28. SNOW, C.P.. As Duas Culturas e uma Segunda Leitura: uma versão ampliada das duas culturas e a revolução científica. EDUSP, São Paulo, 1995.
29. STEINER, George. Extraterritorial. A literatura e a revolução da linguagem. Cia das Letras, São Paulo, 1990.
30. WELLS, H.G. A máquina do tempo. Nova Alexandria. São Paulo, 1994.
31. ZANETIC, João. Literatura e cultura científica. In: Maria José P. M. Almeida e Henrique C. da Silva (orgs.) , “Linguagens, leituras e ensino da ciência. Mercado de Letras, Campinas, 1998.
32. ZOLA, Emile. O romance experimental e o naturalismo no teatro. Editora Perspectiva, São Paulo, 1952.

A

N

E

X

O

S

LITERATURA BRASILEIRA
Textos literários em meio eletrônico
***Idéias do Canário*, de Machado de Assis**

IDÉIAS DO CANÁRIO

UM HOMEM dado a estudos de ornitologia, por nome Macedo, referiu a alguns amigos um caso tão extraordinário que ninguém lhe deu crédito. Alguns chegam a supor que Macedo virou o juízo. Eis aqui o resumo da narração.

No princípio do mês passado, — disse ele, — indo por uma rua, sucedeu que um tílburí à disparada, quase me atirou ao chão. Escapei saltando para dentro de uma loja de belchior. Nem o estrépito do cavalo e do veículo, nem a minha entrada fez levantar o dono do negócio, que cochilava ao fundo, sentado numa cadeira de abrir. Era um frangalho de homem, barba cor de palha suja, a cabeça enfiada em um gorro esfarrapado, que provavelmente não achara comprador. Não se adivinhava nele nenhuma história, como podiam ter alguns dos objetos que vendia, nem se lhe sentia a tristeza austera e desenganada das vidas que foram vidas.

A loja era escura, atulhada das cousas velhas, tortas, rotas, enxovalhadas, enferrujadas que de ordinário se acham em tais casas, tudo naquela meia desordem própria do negócio. Essa mistura, posto que banal, era interessante. Pannels sem tampa, tampas sem panela, botões, sapatos, fechaduras, uma saia preta, chapéus de palha e de pêlo, caixilhos, binóculos, meias casacas, um florete, um cão empalhado, um par de chinelas, luvas, vasos sem nome, dragonas, uma bolsa de veludo, dous cabides, um bodoque, um termômetro, cadeiras, um retrato litografado pelo finado Sisson, um gamão, duas máscaras de arame para o carnaval que há de vir, tudo isso e o mais que não vi ou não me ficou de memória, enchia a loja mas imediações da porta, encostado, pendurado ou exposto em caixas de vidro, igualmente velhas. Lá para dentro, havia outras cousas mais e muitas, e do mesmo aspecto, dominando os objetos grandes, cômodas, cadeiras, camas, uns por cima dos outros, perdidos na escuridão.

Ia a sair, quando vi uma gaiola pendurada da porta. Tão velha como o resto, para ter o mesmo aspecto da desolação geral, faltava-lhe estar vazia. Não estava vazia. Dentro pulava um canário. A cor, a animação e a graça do passarinho davam àquele amontoado de destroços uma nota de vida e de mocidade. Era o último passageiro de algum naufrágio, que ali foi parar íntegro e alegre como dantes. Logo que olhei para ele, entrou a saltar mais abaixo e acima de poleiro em poleiro, como se quisesse dizer que no meio daquele cemitério brincava um raio de sol. Não atribuo essa imagem ao canário, senão porque falo a gente retórica; em verdade, ele não pensou em cemitério nem sol, segundo me disse depois. Eu, de envolta com o prazer que me trouxe aquela vista, senti-me indignado do destino do

pássaro, e murmurei baixinho palavras de azedume.

— Quem seria o dono execrável deste bichinho, que teve ânimo de se desfazer dele por alguns pares de níqueis? Ou que mão indiferente, não querendo guardar esse companheiro de dono defunto, o deu de graça a algum pequeno, que o vendeu para ir jogar uma quiniela?

E o canário, quedando-se em cima do poleiro, trilou isto:

— Quem quer que sejas tu, certamente não estás em teu juízo. Não tive dono execrável, nem fui dado a nenhum menino que me vendesse. São imaginações de pessoa doente; vai-te curar, amigo...

— Como — interrompi eu, sem ter tempo de ficar espantado. Então o teu dono não te vendeu a esta casa? Não foi a miséria ou a ociosidade que te trouxe a este cemitério, como um raio de sol?

— Não sei que seja sol nem cemitério. Se os canários que tens visto usam do primeiro desses nomes, tanto melhor, porque é bonito, mas estou que confundes.

— Perdão, mas tu não vieste para aqui à toa, sem ninguém, salvo se o teu dono foi sempre aquele homem que ali está sentado.

— Que dono? Esse homem que aí está é meu criado, dá-me água e comida todos os dias, com tal regularidade que eu, se devesse pagar-lhe os serviços, não seria com pouco; mas os canários não pagam criados. Em verdade, se o mundo é propriedade dos canários, seria extravagante que eles pagassem o que está no mundo.

Pasmado das respostas, não sabia que mais admirar, se a linguagem, se as idéias. A linguagem, posto me entrasse pelo ouvido como de gente, saía do bicho em trilos engraçados. Olhei em volta de mim, para verificar se estava acordado; a rua era a mesma, a loja era a mesma loja escura, triste e úmida. O canário, movendo a um lado e outro, esperava que eu lhe falasse. Perguntei-lhe então se tinha saudades do espaço azul e infinito.

..

— Mas, caro homem, trilou o canário, que quer dizer espaço azul e infinito?

— Mas, perdão, que pensas deste mundo? Que cousa é o mundo?

— O mundo, redargüiu o canário com certo ar de professor, o mundo é uma loja de belchior, com uma pequena gaiola de taquara, quadrilonga, pendente de um prego; o canário é senhor da gaiola que habita e da loja que o cerca. Fora daí, tudo é ilusão e mentira.

Nisto acordou o velho, e veio a mim arrastando os pés. Perguntou-me se queria comprar o canário. Indaguei se o adquirira, como o resto dos objetos que vendia, e soube que sim, que o comprara a um barbeiro, acompanhado de uma coleção de navalhas.

— As navalhas estão em muito bom uso, concluiu ele.

— Quero só o canário.

Paguei-lhe o preço, mandei comprar uma gaiola vasta, circular, de madeira e arame, pintada de branco, e ordenei que a pusessem na varanda da minha casa, donde o passarinho podia ver o jardim, o repuxo e um pouco do céu azul.

Era meu intuito fazer um longo estudo do fenómeno, sem dizer nada a ninguém, até poder assombrar o século com a minha extraordinária descoberta. Comecei por alfabetar a língua do canário, por estudar-lhe a estrutura, as relações com a música, os sentimentos estéticos do bicho, as suas idéias e reminiscências. Feita essa análise filológica e psicológica, entrei propriamente na história dos canários, na origem deles, primeiros séculos, geologia e flora das ilhas Canárias, se ele tinha conhecimento da navegação, etc. Conversávamos longas horas, eu escrevendo as notas, ele esperando, saltando, trilando.

Não tendo mais família que dous criados, ordenava-lhes que não me interrompessem,

ainda por motivo de alguma carta ou telegrama urgente, ou visita de importância. Sabendo ambos das minhas ocupações científicas, acharam natural a ordem, e não suspeitaram que o canário e eu nos entendíamos.

Não é mister dizer que dormia pouco, acordava duas e três vezes por noite, passeava à toa, sentia-me com febre. Afinal tornava ao trabalho, para reler, acrescentar, emendar. Retifiquei mais de uma observação, — ou por havê-la entendido mal, ou porque ele não a tivesse expresso claramente. A definição do mundo foi uma delas. Três semanas depois da entrada do canário em minha casa, pedi-lhe que me repetisse a definição do mundo.

— O mundo, respondeu ele, é um jardim assaz largo com repuxo no meio, flores e arbustos, alguma grama, ar claro e um pouco de azul por cima; o canário, dono do mundo, habita uma gaiola vasta, branca e circular, donde mira o resto. Tudo o mais é ilusão e mentira.

Também a linguagem sofreu algumas retificações, e certas conclusões, que me tinham parecido simples, vi que eram temerárias. Não podia ainda escrever a memória que havia de mandar ao Museu Nacional, ao Instituto Histórico e às universidades alemãs, não porque faltasse matéria, mas para acumular primeiro todas as observações e ratificá-las. Nos últimos dias, não saía de casa, não respondia a cartas, não quis saber de amigos nem parentes. Todo eu era canário. De manhã, um dos criados tinha a seu cargo limpar a gaiola e por-lhe água e comida. O passarinho não lhe dizia nada, como se soubesse que a esse homem faltava qualquer preparo científico. Também o serviço era o mais sumário do mundo; o criado não era amador de pássaros.

Um sábado amanheci enfermo, a cabeça e a espinha doíam-me. O médico ordenou absoluto repouso; era excesso de estudo, não devia ler nem pensar, não devia saber sequer o que se passava na cidade e no mundo. Assim fiquei cinco dias; no sexto levantei-me, e só então soube que o canário, estando o criado a tratar dele, fugira da gaiola. O meu primeiro gesto foi para esganar o criado; a indignação sufocou-me, caí na cadeira, sem voz, tonto. O culpado defendeu-se, jurou que tivera cuidado, o passarinho é que fugira por astuto...

— Mas não o procuraram?

— Procuramos, sim, senhor; a princípio trepou ao telhado, trepei também, ele fugiu, foi para uma árvore, depois escondeu-se não sei onde. Tenho indagado desde ontem, perguntei aos vizinhos, aos chacareiros, ninguém sabe nada.

Padeci muito; felizmente, a fadiga estava passada, e com algumas horas pude sair à varanda e ao jardim. Nem sombra de canário. Indaguei, corri, anunciei, e nada. Tinha já recolhido as notas para compor a memória, ainda que truncada e incompleta, quando me sucedeu visitar um amigo, que ocupa uma das mais belas e grandes chácaras dos arrabaldes. Passeávamos nela antes de jantar, quando ouvi trilar esta pergunta:

— Viva, Sr. Macedo, por onde tem andado que desapareceu?

Era o canário; estava no galho de uma árvore. Imaginem como fiquei, e o que lhe disse. O meu amigo cuidou que eu estivesse doudo; mas que me importavam cuidados de amigos? Falei ao canário com ternura, pedi-lhe que viesse continuar a conversação, naquele nosso mundo composto de um jardim e repuxo, varanda e gaiola branca e circular. . .

— Que jardim? que repuxo?

— O mundo, meu querido.

— Que mundo? Tu não perdes os maus costumes de professor. O mundo, concluiu solenemente, é um espaço infinito e azul, com o sol por cima.

Indignado, retorqui-lhe que, se eu lhe desse crédito, o mundo era tudo; até já fora uma loja de belchior. . .

— De belchior? trilou ele às bandeiras despregadas. Mas há mesmo lojas de belchior?

MÚSICA DE GILBERTO GIL

Quanta

Quanta do latim
Plural do quantum
Quando quase não há
Quantidade que se medir
Qualidade que se expressar

Fragmento infinitésimo
Quase que apenas mental
Quantum granulado no mel
Quantum ondulado do sal
Mel de urânio, sal de rádio
Qualquer coisa quase ideal

Cântico dos cânticos
Quântico dos quânticos

Canto de louvor
De amor ao vento
Vento de arte do ar
Balançando o corpo da flor
Levando o veleiro pro mar
Vento de calor
De pensamento em chamas
Inspiração
Arte de criar o saber
Arte, descoberta, invenção
Teoria em grego quer dizer
O ser em contemplação

Cântico dos cânticos
Quântico dos quânticos

Sei que a arte é irmã da ciência
Ambas filhas de um Deus fugaz
Que faz num momento
E no mesmo momento desfaz

Esse vago Deus por trás do mundo
Por detrás do detrás
Cântico dos cânticos

Quântico dos quânticos

M.C.ESCHER / *Gravitação*, litografia, colorida à mão, 1952,
30 x 30 cm.

Escher, M.C. "Gravitation". Lithograph, 1952. Colorized by the artist. The image is a reproduction of the original work, which is in the public domain. The colorization is a modern addition.