

Ensinar física não é fácil. Aprender é menos ainda. Neste breve texto, eu gostaria de lançar algumas idéias que, na minha experiência como professor de física, são úteis não só no processo pedagógico, como também no próprio enriquecimento do professor através da experiência do ensino. Antes de mais nada, deve ser claro para todo professor que ensinar também é um processo de aprendizado. E não só da matéria que se está ensinando; ao ensinar, estabelecemos uma relação com aqueles que estão nos ouvindo. O educador, ao educar os outros, está constantemente se educando. Na minha opinião, educar é, também, um processo de auto-descoberta, em que a mensagem e seu significado refletem a visão de mundo do educador. Não existe uma mensagem sem um mensageiro, e aqueles que pensam que em física – e todas as ciências naturais – devido à sua formulação quantitativa, isso não se aplica, estão muito enganados (mesmo que eu esteja me concentrando em física, espero que este texto seja de interesse para educadores em qualquer área das ciências naturais).

damental: física é um processo de descoberta do mundo natural e de suas propriedades, uma apropriação desse mundo através de uma linguagem que nós, humanos, podemos compreender. Talvez a parte mais difícil no ensino da física seja a tradução do fenômeno observado em símbolo. Uma coisa é ver o pêndulo oscilar, outra é escrever uma equação que represente a variação da sua posição no tempo. Mas é justamente aqui que o desafio pode ser transformado em bônus; um dos aspectos mais belos da ciência é ela ser capaz de explicar quantitativamente fenômenos observados. Então, o ensino da física deve, *necessariamente*, conectar a visualização do fenômeno e sua expressão matemática. Lamentavelmente, ainda é possível para um aluno terminar a oitava série sem jamais VER algum fenômeno ligado às equações que ele ou ela estudou em classe. Eu mesmo sou vítima dessa prática de distanciamento entre a física da sala de aula e a física do mundo; só vi minha primeira demonstração na universidade!

Não existe nada mais fascinante no aprendizado da ciência do que vê-la em ação. E, contrariamente ao que se possa pensar, não são necessárias grandes verbas para montar uma série de demonstrações efetivas e estimulantes, tanto para o professor como para seus alunos. Se os alunos (ou o professor) não têm carro, use uma bicicleta para discutir conceitos básicos da física newtoniana. Se nem uma

bicicleta está disponível, use um carrinho de rolimã; certamente, algo se move na vizinhança de sua escola. Mais importante ainda é levar os alunos para fora da sala de aula, fazê-los observar o mundo através dos olhos de um cientista aprendiz. Estabeleça analogias entre o movimento de um pêndulo (que você traz no bolso, feito de pedra e barbante) e as oscilações dos balanços no parque ou nos

.....

Marcelo Gleiser

Professor de Física do Dartmouth College em New Hampshire, USA, e autor dos livros *A Dança do Universo* e *Retalhos Cósmicos* (Cia. das Letras). É ainda colunista de divulgação científica da *Folha de São Paulo* e colabora no *Globo Ciência*.

.....



Os comentários acima são válidos para o ensino da física em todos os níveis. Desde uma simples demonstração do movimento pendular para alunos do nível básico ao cálculo da função de correlação de um campo quântico, o ensino da física deve sempre expressar sua característica mais fun-

Ensino de física – ou de ciências, para sermos mais abrangentes – e sua aprendizagem não são fáceis, tanto para quem ensina como para quem aprende. Contudo, o professor mais atento pode tornar o processo mais palatável e, quem sabe, ele próprio desfrutar de uma nova concepção de sua atividade.

galhos das árvores. Explique a idéia de modelar o mundo, que é tão fundamental para a ciência, enquanto seus alunos brincam com o pêndulo feito de pedra e barbante e as árvores oscilam ao vento; oscilações forçadas, ação e reação, ressonância... Às vezes, nós educadores esquecemos de nos empolgar com a beleza daquilo que estamos ensinando. Nesse caso, como podemos esperar que nossos estudantes se empolguem por si próprios? Como nos átomos, é necessário um fóton para estimular uma transição para um nível superior. E a frequência do fóton não é arbitrária, mas deve ser ajustada com grande precisão para que o estímulo seja bem sucedido. A mensagem do educador também.

Gostaria de avançar quatro pontos que, acredito, são muito úteis para nós professores e nossos alunos. Eles são produto da minha experiência como educador, não só em nível universitário mas, também, em nível básico e para o público não-especializado, e visam enriquecer a experiência do ensino, tanto para o educador quanto para sua audiência. Fiel ao que apresentei acima, ao apresentar ciência como um processo de descoberta, o educador se educa através da sua atividade:

a) *Questionamento metafísico*: uma das características mais importantes da ciência é que ela responde a anseios profundamente humanos, que em geral são abordados fora do discurso científico. Questões de origem, do tipo: “De onde viemos, nós e esse mundo em que vivemos?” “Qual a origem da vida?”; questões sobre o fim, “Será que o mundo um dia vai acabar?” “Será que o Sol brilhará para sempre?”; questões sobre o significado da vida: “Por que o mundo existe? Será que temos uma missão no Universo?”; ou questões sobre vida extraterrestre: “Será que estamos sozinhos neste vasto Universo?” Certamente, a ciência não tem resposta para a maioria dessas perguntas. No entanto, elas fazem parte da busca pelo conhecimento que motiva o processo de descoberta científica. Quantas vezes, me pergunto, nós professores estabelecemos uma relação

Às vezes, nós educadores esquecemos de nos empolgar com a beleza daquilo que estamos ensinando. Nesse caso, como podemos esperar que nossos estudantes se empolguem por si próprios?

entre o que ensinamos e essas questões mais profundas? Não importa o nível escolar, essas questões estão presentes, de uma forma ou de outra, na cabeça de todas as pessoas (ou quase todas...). Mostrar que a ciência também se preocupa com esse tipo de questionamento causa um enorme interesse no que ela tem a dizer.

b) *Integração com a natureza*: já que o objetivo básico das ciências naturais é explorar e compreender os fenômenos da natureza, aprender ciência nos aproxima da natureza. Infelizmente, é muito comum acreditar justamente no oposto: que a ciência, ao matematizar o mundo, tira a sua beleza! A mensagem do educador em ciências naturais deve necessariamente mostrar que cientistas fazem o que fazem devido ao seu fascínio com o mundo natural; que a ciência não nos afasta da natureza, mas nos aproxima. Conforme eu disse em uma outra ocasião, entender a física do arco-íris não diminui em nada sua beleza, muito ao contrário.

c) *Cidadão do mundo*: hoje, falamos em globalização, em um mundo cada vez mais integrado pela eficiência dos meios de comunicação e pela Internet. Não existe a menor dúvida que aqueles que possuem o controle e acesso aos meios de comunicação e de produção de informação também controlarão a economia. Essa realidade cria um sério problema social, pois o acesso à informação está vinculado a um acesso a computadores; a globalização integra apenas aqueles que possuem renda suficiente para participar dela! Não querendo entrar nessa discussão econômica, que foge do tema deste texto, gostaria apenas de alertar aos educadores para a necessidade de integrar computadores e a Internet como instrumento pedagógico. Claro, nem sempre isso é possível. Nesse caso, edu-

O objetivo das ciências naturais é explorar e compreender os fenômenos da Natureza. Infelizmente, é muito comum acreditar-se justamente no oposto: que a ciência, ao matematizar o mundo, tira a sua beleza!

cadores podem ao menos apresentar o que é a Internet aos seus alunos, como ela funciona, suas vantagens e desvantagens e como ela pode ser usada para aprender ciência, visitando *sites* diversos. Utopicamente, mais e mais escolas terão acesso à Internet, e mais e mais alunos poderão, em um futuro não muito distante, desfrutar desse incrível instrumento pedagógico. Nada é mais importante no futuro da democracia do que o livre acesso à informação. E a ciência, em sua universalidade, é um poderoso instrumento dessa democratização.

d) *Paixão pela descoberta*: o ensino de ciência tem de traduzir a paixão pela descoberta. O aluno deve participar desse processo durante a aula, e não apenas receber a informação pronta. Um método para isso é o uso de dramatização: a história de uma descoberta vira uma história contada pelos alunos sob a direção do professor. Por exemplo, lá vai o Galileu, subindo a Torre de Pisa com duas bolas na mão, enquanto uma platéia de espectadores observa sua experiência. A recriação do momento histórico tem um grande impacto dramático; os alunos podem esquecer das equações, mas eles não esquecerão da estória de Galileu na Torre de Pisa.

É muito comum, no ensino de ciência, omitir a parte mais essencial, que é justamente o fascínio que leva um cientista a dedicar toda uma vida ao estudo da natureza. Sem esse elemento, ciência vira um exercício intelectual destituído de paixão, uma mera repetição de conceitos e fórmulas. Uma vez que os quatro pontos acima são integrados na sala de aula, acredito que ciência passa a ser algo maior, mais profundo do que a aplicação do método científico. Ela passa a fazer parte da história das idéias, do nosso esforço em compreendermos nossa essência e a do mundo à nossa volta. Ao comunicarmos essas idéias aos nossos alunos, estamos recriando essa história, transformando a sala de aula em um laboratório de anseios e descobertas, rendendo tributo a essa grande aventura humana.