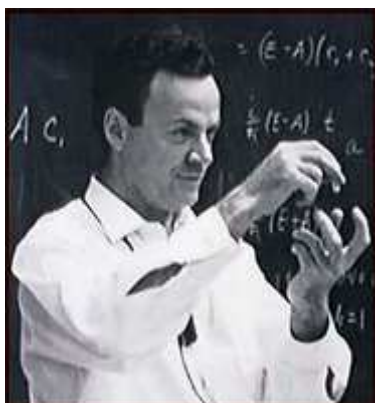


Ensino de Física no Brasil segundo Richard Feynman



Em relação à educação no Brasil, tive uma experiência muito interessante. Eu estava dando aulas para um grupo de estudantes que se tornariam professores, uma vez que àquela época não havia muitas oportunidades no Brasil para pessoal qualificado em ciências. Esses estudantes já tinham feito muitos cursos, e esse deveria ser o curso mais avançado em eletricidade e magnetismo – equações de Maxwell, e assim por diante.

Descobri um fenômeno muito estranho: eu podia fazer uma pergunta e os alunos respondiam imediatamente. Mas quando eu fizesse a pergunta de novo – o mesmo assunto e a mesma pergunta, até onde eu conseguia –, eles simplesmente não conseguiam responder! Por exemplo, uma vez eu estava falando sobre luz polarizada e dei a eles alguns filmes polaróide.

O polaróide só passa luz cujo vetor elétrico esteja em uma determinada direção; então expliquei como se pode dizer em qual direção a luz está polarizada, baseando-se em se o polaróide é escuro ou claro.

Primeiro pegamos duas filas de polaróide e giramos até que elas deixassem passar a maior parte da luz. A partir disso, podíamos dizer que as duas fitas estavam admitindo a luz polarizada na mesma direção – o que passou por um pedaço de polaróide também poderia passar pelo outro. Mas, então, perguntei como se poderia dizer a direção absoluta da polarização a partir de um único polaróide.

Eles não faziam a menor idéia.

Eu sabia que havia um pouco de ingenuidade; então dei uma pista: “Olhe a luz refletida da baía lá fora”.

Ninguém disse nada.

Então eu disse: “Vocês já ouviram falar do Ângulo de Brewster?”

– Sim, senhor! O Ângulo de Brewster é o ângulo no qual a luz refletida de um meio com um índice de refração é completamente polarizada.

– E em que direção a luz é polarizada quando é refletida?

– A luz é polarizada perpendicular ao plano de reflexão, senhor. Mesmo hoje em dia, eu tenho de pensar; eles sabiam fácil! Eles sabiam até a tangente do ângulo igual ao índice! Eu disse: “Bem?”

Nada ainda. Eles tinham simplesmente me dito que a luz refletida de um meio com um índice, tal como a baía lá fora, era polarizada: eles tinham me dito até em qual direção ela estava polarizada.

Eu disse: “Olhem a baía lá fora, pelo polaróide. Agora virem o polaróide”.

– “Ah! Está polarizada”!, eles disseram.

Depois de muita investigação, finalmente descobri que os estudantes tinham decorado tudo, mas não sabiam o que queria dizer. Quando eles ouviram “luz que é refletida de um meio com um índice”, eles não sabiam que isso significava um material como a água. Eles não sabiam que a “direção da luz” é a direção na qual você vê alguma coisa quando está olhando, e assim por diante. Tudo estava totalmente decorado, mas nada havia sido traduzido em palavras que fizessem sentido. Assim, se eu perguntasse: “O que é o Ângulo de Brewster?”, eu estava entrando no computador com a senha correta. Mas se eu digo: “Observe a água”, nada acontece – eles não têm nada sob o comando “Observe a água”.

Depois participei de uma palestra na faculdade de engenharia. A palestra foi assim: “Dois corpos... são considerados equivalentes... se torques iguais... produzirem... aceleração igual. Dois corpos são considerados equivalentes se torques iguais produzirem aceleração igual”. Os estudantes estavam todos sentados lá fazendo anotações e, quando o professor repetia a frase, checavam para ter certeza de que haviam anotado certo. Então eles anotavam a próxima frase, e a outra, e a outra. Eu era o único que sabia que o professor estava falando sobre objetos com o mesmo momento de inércia e era difícil descobrir isso.

Eu não conseguia ver como eles aprenderiam qualquer coisa daquilo. Ele estava falando sobre momentos de inércia, mas não se discutia quão difícil é empurrar uma porta para abrir quando se coloca muito peso do lado de fora, em comparação quando você coloca perto da dobradiça – nada!

Depois da palestra, falei com um estudante: “Vocês fizeram uma porção de anotações – o que vão fazer com elas?”

– Ah, nós as estudamos, ele diz. Nós teremos uma prova.

– E como vai ser a prova?

– Muito fácil. Eu posso dizer agora uma das questões. Ele olha em seu caderno e diz: “Quando dois corpos são equivalentes?” E a resposta é: “Dois corpos são considerados equivalentes se torques iguais produzirem aceleração igual”. Então, você vê, eles podiam passar nas provas, “aprender” essa coisa toda e não saber nada, exceto o que eles tinham decorado.

Então fui a um exame de admissão para a faculdade de engenharia. Era uma prova oral e eu tinha permissão para ouvi-la. Um dos estudantes foi absolutamente fantástico: ele respondeu tudo certinho! Os examinadores perguntaram a ele o que era diamagnetismo e ele respondeu perfeitamente. Depois eles perguntaram: “Quando a luz chega a um ângulo através de uma lâmina de material com uma determinada espessura, e um certo índice N , o que acontece com a luz?

– Ela aparece paralela a si própria, senhor – deslocada.

– E em quanto ela é deslocada?

– Eu não sei, senhor, mas posso calcular. Então, ele calculou. Ele era muito bom. Mas, a essa época, eu tinha minhas suspeitas.

Depois da prova, fui até esse brilhante jovem e expliquei que eu era dos Estados Unidos e que eu queria fazer algumas perguntas a ele que não afetariam, de forma alguma, os resultados da prova. A primeira pergunta que fiz foi: “Você pode me dar algum exemplo de uma substância diamagnética?”

– Não.

Aí eu perguntei: “Se esse livro fosse feito de vidro e eu estivesse olhando através dele alguma coisa sobre a mesa, o que aconteceria com a imagem se eu inclinasse o copo?”

– Ela seria defletida, senhor, em duas vezes o ângulo que o senhor tivesse virado o livro.

Eu disse: “Você não fez confusão com um espelho, fez?”

– Não senhor!

Ele havia acabado de me dizer na prova que a luz seria deslocada, paralela a si própria e, portanto, a imagem se moveria para um lado, mas não seria alterada por ângulo algum. Ele havia até mesmo calculado em quanto ela seria deslocada, mas não percebeu que um pedaço de vidro é um material com um índice e que o cálculo dele se aplicava à minha pergunta.

Dei um curso na faculdade de engenharia sobre métodos matemáticos na física, no qual tentei demonstrar como resolver os problemas por tentativa e erro. É algo que as pessoas geralmente não aprendem; então comecei com alguns exemplos simples para ilustrar o método. Fiquei surpreso porque apenas cerca de um entre cada dez alunos fez a tarefa. Então fiz uma grande preleção sobre realmente ter de tentar e não só ficar sentado me vendo fazer.

Depois da preleção, alguns estudantes formaram uma pequena delegação e vieram até mim, dizendo que eu não havia entendido os antecedentes deles, que eles podiam estudar sem resolver os problemas, que eles já haviam aprendido aritmética e que essa coisa toda estava abaixo do nível deles.

Então continuei a aula e, independente de quão complexo ou obviamente avançado o trabalho estivesse se tornando, eles nunca punham a mão na massa. É claro que eu já havia notado o que acontecia: eles não conseguiam fazer!

Uma outra coisa que nunca consegui que eles fizessem foi perguntas. Por fim, um estudante explicou-me: “Se eu fizer uma pergunta para o senhor durante a palestra, depois todo mundo vai ficar me dizendo: “Por que você está fazendo a gente perder tempo na aula? Nós estamos tentando aprender alguma coisa, e você o está interrompendo, fazendo perguntas”.

Era como um processo de tirar vantagens, no qual ninguém sabe o que está acontecendo e colocam os outros para baixo como se eles realmente soubessem. Eles todos fingem que sabem, e se um estudante faz uma pergunta, admitindo por um momento que as coisas estão confusas, os outros adotam uma atitude de superioridade, agindo como se nada fosse confuso, dizendo àquele estudante que ele está desperdiçando o tempo dos outros.

Expliquei a utilidade de se trabalhar em grupo, para discutir as dúvidas, analisá-las, mas eles também não faziam isso porque estariam deixando cair a máscara se tivessem de perguntar alguma coisa a outra pessoa. Era uma pena! Eles, pessoas inteligentes, faziam todo o trabalho, mas adotaram essa estranha forma de pensar, essa forma esquisita de autopropagar a “educação”, que é inútil, definitivamente inútil!

Uma palestra para as autoridades brasileiras

Ao final do ano acadêmico, os estudantes pediram-me para dar uma palestra sobre minhas experiências com o ensino no Brasil. Na palestra, haveria não só estudantes, mas também

professores e oficiais do governo. Assim, prometi que diria o que quisesse. Eles disseram: “É claro. Esse é um país livre”.

Aí eu entrei, levando os livros de física elementar que eles usaram no primeiro ano de faculdade. Eles achavam esses livros bastante bons porque tinham diferentes tipos de letra – negrito para as coisas mais importantes para se decorar, mais claro para as coisas menos importantes, e assim por diante.

Imediatamente, alguém disse: “Você não vai falar sobre o livro, vai? O homem que o escreveu está aqui, e todo mundo acha que esse é um bom livro”.

– Você me prometeu que eu poderia dizer o que quisesse. O auditório estava cheio. Comecei definindo ciência como um entendimento do comportamento da natureza. Então, perguntei: “Qual um bom motivo para lecionar ciência? É claro que país algum pode considerar-se civilizado a menos que... pá, pá, pá”. Eles estavam todos concordando, porque eu sei que é assim que eles pensam.

Aí eu disse: “Isso, é claro, é absurdo, porque qual o motivo pelo qual temos de nos sentir em pé de igualdade com outro país? Nós temos de fazer as coisas por um bom motivo, uma razão sensata; não apenas porque os outros países fazem”. Depois, falei sobre a utilidade da ciência e sua contribuição para a melhoria da condição humana, e toda essa coisa – eu realmente os provoquei um pouco. Daí eu disse: “O principal propósito da minha apresentação é provar aos senhores que não se está ensinando ciência alguma no Brasil!”

Eu os vejo se agitar, pensando: “O quê? Nenhuma ciência? Isso é loucura! Nós temos todas essas aulas”.

Então eu digo que uma das primeiras coisas a me chocar quando cheguei ao Brasil foi ver garotos da escola elementar em livrarias, comprando livros de física. Havia tantas crianças aprendendo física no Brasil, começando muito mais cedo do que as crianças nos Estados Unidos, que era estranho que não houvesse muitos físicos no Brasil – por que isso acontece? Há tantas crianças dando duro e não há resultado.

Então eu fiz a analogia com um erudito grego que ama a língua grega, que sabe que em seu país não há muitas crianças estudando grego. Mas ele vem a outro país, onde fica feliz em ver todo mundo estudando grego – mesmo as menores crianças nas escolas elementares. Ele vai ao exame de um estudante que está se formando em grego e pergunta a ele: “Quais as idéias de Sócrates sobre a relação entre a Verdade e a Beleza?” – e o estudante não consegue responder. Então ele pergunta ao estudante: “O que Sócrates disse a Platão no Terceiro Simpósio?” O estudante fica feliz e prossegue: “Disse isso, aquilo, aquilo outro” – ele conta tudo o que Sócrates disse, palavra por palavra, em um grego muito bom.

Mas, no Terceiro Simpósio, Sócrates estava falando exatamente sobre a relação entre a Verdade e a Beleza!

O que esse erudito grego descobre é que os estudantes em outro país aprendem grego aprendendo primeiro a pronunciar as letras, depois as palavras e então as sentenças e os parágrafos. Eles podem recitar, palavra por palavra, o que Sócrates disse, sem perceber que aquelas palavras gregas realmente significam algo. Para o estudante, elas não passam de sons artificiais. Ninguém jamais as traduziu em palavras que os estudantes possam entender.

Eu disse: “É assim que me parece quando vejo os senhores ensinarem ‘ciência’ para as crianças aqui no Brasil” (Uma pancada, certo?)

Então eu ergui o livro de física elementar que eles estavam usando. “Não são mencionados resultados experimentais em lugar algum desse livro, exceto em um lugar onde há uma bola, descendo um plano inclinado, onde ele diz a distância que a bola percorreu em um segundo, dois segundos, três segundos, e assim por diante. Os números têm Erros – ou seja, se você olhar, você pensa que está vendo resultados experimentais, porque os números estão um pouco acima ou um pouco abaixo dos valores teóricos. O livro fala até sobre ter de corrigir os erros experimentais – muito bem. No entanto, uma bola descendo em um plano inclinado, se realmente for feito isso, tem uma inércia para entrar em rotação e, se você fizer a experiência, produzirá cinco sétimos da resposta correta, por causa da energia extra necessária para a rotação da bola. Dessa forma, o único exemplo de ‘resultados’ experimentais é obtido de uma experiência falsa. Ninguém jogou tal bola, ou jamais teriam obtido tais resultados!”

“Descobri mais uma coisa”, eu continuei. “Ao folhear o livro aleatoriamente e ler uma sentença de uma página, posso mostrar qual é o problema – como não há ciência, mas memorização, em todos os casos. Então, tenho coragem o bastante para folhear as páginas agora em frente a este público, colocar meu dedo em uma página, ler e provar para os senhores.”

Eu fiz isso. Brrrrrrup – coloquei meu dedo e comecei a ler: “Triboluminescência. Triboluminescência é a luz emitida quando os cristais são friccionados...”

Eu disse: “E aí, você teve alguma ciência? Não! Apenas disseram o que uma palavra significa em termos de outras palavras. Não foi dito nada sobre a natureza – quais cristais produzem luz quando você os fricciona, por que eles produzem luz? Alguém viu algum estudante ir para casa e experimentar isso? Ele não pode”.

“Mas, se em vez disso, estivesse escrito: ‘Quando você pega um torrão de açúcar e o fricciona com um par de alicates no escuro, pode-se ver um clarão azulado. Alguns outros cristais também fazem isso. Ninguém sabe o motivo. O fenômeno é chamado triboluminescência’. Aí alguém vai para casa e tenta. Nesse caso, há uma experiência da natureza.” Usei aquele exemplo para mostrar a eles, mas não faria qualquer diferença onde eu pusesse meu dedo no livro; era assim em quase toda parte.

Por fim, eu disse que não conseguia entender como alguém podia ser educado neste sistema de autopropagação, no qual as pessoas passam nas provas e ensinam os outros a passar nas provas, mas ninguém sabe nada. “No entanto”, eu disse, “devo estar errado. Há dois estudantes na minha sala que se deram muito bem, e um dos físicos que eu sei que teve sua educação toda no Brasil. Assim, deve ser possível para algumas pessoas achar seu caminho no sistema, ruim como ele é.”

Bem, depois de eu dar minha palestra, o chefe do departamento de educação em ciências levantou e disse: “O Sr. Feynman nos falou algumas coisas que são difíceis de se ouvir, mas parece que ele realmente ama a ciência e foi sincero em suas críticas. Assim sendo, acho que devemos prestar atenção a ele. Eu vim aqui sabendo que temos algumas fraquezas em nosso sistema de educação; o que aprendi é que temos um câncer!” – e sentou-se.

Isso deu liberdade a outras pessoas para falar, e houve uma grande agitação. Todo mundo estava se levantando e fazendo sugestões. Os estudantes reuniram um comitê para mimeografar as palestras, antecipadamente, e organizaram outros comitês para fazer isso e aquilo.

Então aconteceu algo que eu não esperava de forma alguma. Um dos estudantes levantou-se e disse: “Eu sou um dos dois estudantes aos quais o Sr. Feynman se referiu ao fim de seu discurso. Eu não estudei no Brasil; eu estudei na Alemanha e acabo de chegar ao Brasil”.

O outro estudante que havia se saído bem em sala de aula tinha algo semelhante a dizer. O Professor que eu havia mencionado levantou-se e disse: “Estudei aqui no Brasil durante a guerra quando, felizmente, todos os professores haviam abandonado a universidade: então aprendi tudo lendo sozinho. Dessa forma, na verdade, não estudei no sistema brasileiro”.

Eu não esperava aquilo. Eu sabia que o sistema era ruim, mas 100 por cento – era terrível!

Uma vez que eu havia ido ao Brasil por um programa patrocinado pelo Governo dos Estados Unidos, o Departamento de Estado pediu-me que escrevesse um relatório sobre minhas experiências no Brasil, e escrevi os principais pontos do discurso que eu havia acabado de fazer. Mais tarde descobri, por vias secretas, que a reação de alguém no Departamento de Estado foi: “Isso prova como é perigoso mandar alguém tão ingênuo para o Brasil. Pobre rapaz; ele só pode causar problemas. Ele não entendeu os problemas”. Bem pelo contrário! Acho que essa pessoa no Departamento de Estado era ingênua em pensar que, porque viu uma universidade com uma lista de cursos e descrições, era assim que era.

Extraído do livro “Deve ser brincadeira, Sr. Feynman!” (título original: “Surely You’re Joking, Mr. Feynman!”), publicado originalmente em 1985, nos Estados Unidos. O autor, Richard P. Feynman, nasceu no ano de 1918 no estado de Nova Iorque, nos EUA. Estudou física no M.I.T. e em Princeton, e lecionou em Cornell e no Instituto de Tecnologia da Califórnia. Deu importantes contribuições à Física e foi considerado uma das mentes mais criativas de seu tempo. Ganhou o prêmio Nobel em 1965 e faleceu em 1988. Na década de 50 ele viveu e lecionou por quase um ano na cidade do Rio de Janeiro.