

ELE CONSERTA RÁDIOS PENSANDO!

Quando eu tinha treze ou quatorze anos, montei um laboratório na minha casa. Ele consistia numa velha caixa de madeira na qual eu coloquei algumas prateleiras. Eu tinha um aquecedor, e eu colocava óleo nele e fritava batatas todo o tempo. Eu também tinha um acumulador e um banco de lâmpadas.

Para construir o banco de lâmpadas, desci a uma loja que vendia tudo a dez ou cinco centavos, comprei alguns bocais que você pode atarraxar a uma base de madeira e conectei-os a pedaços de fio de campainha. Ao fazer diferentes combinações de interruptores — em série ou em paralelo —, eu sabia que podia conseguir diferentes voltagens. Mas o que eu não havia percebido era que a resistência de uma lâmpada depende de sua temperatura; então os resultados dos meus cálculos não foram os mesmos que aquela coisa que saía do circuito. Mas estava tudo bem, e quando as lâmpadas estavam em série, todas meio acesas, elas brilhavaaaaaaaavam, muito lindo — era o máximo!

Eu tinha um fusível no sistema, de modo que, se eu causasse um curto-circuito em qualquer coisa, o fusível explodiria. Agora eu tinha de ter um fusível que fosse mais fraco que o fusível da casa; então eu fiz meus próprios fusíveis pegando folhas de estanho e enrolando-as em um velho fusível queimado. No outro lado do meu fusível, eu tinha uma lâmpada de cinco watts; então, quando o meu fusível estourasse a carga do carregador que estava sempre alimentando, o acumulador acenderia a lâmpada. A lâmpada estava no painel de controle, atrás de um pedaço de papel de bala marrom (ele parece vermelho quando tem uma lâmpada atrás dele). Então, se alguma coisa desligasse, eu olharia no painel e haveria uma grande luz vermelha onde o fusível tivesse estourado. Era *divertido!*

Eu gostava de rádios. Eu comecei com um aparelho de cristal que eu comprara na loja, e costumava ouvi-lo à noite na cama quando eu ia dormir, com um par de fones de ouvido. Quando meu pai e minha mãe saíam até tarde da noite, eles vinham ao meu quarto e tiravam o fone de ouvido — e preocupavam-se com o que se passava na minha cabeça enquanto eu dormia.

Por essa época, inventei um alarme contra ladrões, que era uma coisa muito simplória: continha apenas uma grande bateria e uma campainha conectadas a algum fio. Quando a porta de meu quarto se abria, ela empurrava o fio contra a bateria e fechava o circuito, disparando a campainha.

Uma noite, minha mãe e meu pai voltaram para casa depois de uma noitada, e muito, muito quietamente, para não perturbar a criança, abriram a porta para entrar no meu quarto e tirar meus fones de ouvido. De repente, essa terrível campainha disparou fazendo uma algazarra dos diabos — bong bong bong bong!!! Eu pulei da cama gritando: “Funcionou! Funcionou!”

Eu tinha uma bobina Ford — uma bobina indutora de centelha de um automóvel — e Os terminais de centelha no topo do meu painel. Eu podia colocar um tubo Raytheon RH, que tinha gás argônio, do outro lado dos terminais, e a centelha criava um brilho roxo no vácuo — era o máximo!

Um dia, eu estava brincando com a bobina Ford, fundo um papel com as faíscas, e o papel pegou fogo. Não demorou muito e eu não pude mais segurá-lo, porque ele estava queimando perto dos meus dedos; então joguei-o em um cesto de lixo de metal que estava cheio de jornal. Jornal queima rápido, você sabe, e a chama parecia bastante grande lá dentro. Eu fechei a porta para que minha mãe — que estava jogando bridge com algumas amigas na sala — não descobrisse que havia fogo no meu quarto, peguei uma revista que estava por perto e coloquei-a em cima do cesto para abafar o fogo.

Depois de apagar o fogo, tirei a revista de cima do cesto, só que agora o quarto começou a encher-se de fumaça. O cesto ainda estava muito quente para eu carregá-lo; então, peguei dois alicates, peguei o cesto e segurei-o fora da janela para ventilar a fumaça.

No entanto, como lá fora havia vento, o fogo tornou a acender, e agora a revista estava fora do alcance. Então puxei o cesto em chamadas para dentro de novo, e percebi que havia cortinas na janela era muito perigoso!

Bem, peguei a revista, extingui o fogo de novo e, desta vez, fiquei com a revista comigo enquanto sacudia as brasas incandescentes do cesto de lixo na rua, dois ou três andares

abaixo. Então, saí do meu quarto, fechei a porta atrás de mim e disse para a minha mãe: “Vou sair para brincar”; e a fumaça saiu, vagarosamente, pelas janelas.

Também fiz alguns trabalhos com motores elétricos e construí um amplificador para uma fotocélula que comprei, que podia fazer soar uma campainha quando punha minha mão em frente à célula. Não consegui fazer tanto quanto queria, porque minha mãe estava sempre me pondo para fora, para brincar. Mas, geralmente, eu estava em casa, passando o tempo em meu laboratório.

Eu comprava rádios em bazares. Eu não tinha dinheiro, mas eles não eram muito caros — eram rádios velhos, quebrados, e eu os comprava e tentava consertá-los. Geralmente, o defeito era bastante simples — algum fio óbvio estava solto, ou alguma bobina estava quebrada ou parcialmente danificada —; então eu conseguia consertar alguns deles. Uma noite, consegui pegar a Waco em Waco, Texas, em um rádio desses — foi fantástico!

Neste mesmo rádio eu conseguia ouvir, em meu laboratório, uma estação de Schenectady, chamada WGN. Por essa época, todas as crianças — eu, meus dois primos, minha irmã e a criancada da vizinhança — ouviam pelo rádio, lá embaixo, um programa chamado Eno Crime Club — sal de frutas Eno —, era o máximo! Bem, descobri que eu podia ouvir este programa lá em cima, no meu laboratório, pela WGN, uma hora antes de ele ser transmitido em Nova York! Então, eu sabia o que ia acontecer, e, quando estávamos todos ao redor do rádio, lá embaixo, ouvindo o Eno Crime Club, eu dizia: “Sabe, há muito tempo que eu não ouço sobre fulano de tal. Aposto que ele vai aparecer”.

Dois segundos depois, tchan, ele aparece! Todos ficaram excitados com isso, e eu previ algumas outras coisas. Então eles perceberam que devia ter algum truque nisso — que, de alguma forma, eu sabia. Então eu confessei que eu podia ouvir o programa antes, lá em cima.

Naturalmente, você sabe qual foi o resultado. Agora eles não podiam esperar a hora certa. Todos tinham de sentar lá em cima, no meu laboratório, com aquele rádio desconjuntado, por quase meia hora, ouvindo o Eno Crime Club, de Schenectady.

Nessa época, morávamos em uma casa grande; ela havia sido deixada por meu avô para seus filhos, e eles não conseguiram muito dinheiro com ela, Ela era muito grande, de madeira, e eu passei uma fiação por toda a parte externa dela e coloquei tomadas em todos os cômodos. Assim eu podia ouvir os meus rádios, que estavam lá em cima no meu laboratório. Eu também tinha um alto-falante — não o alto-falante completo, mas a parte sem a grande corneta.

Um dia, quando estava com meus fones de ouvido, liguei-os ao alto-falante e descobri algo: eu punha meu dedo no alto-falante e podia ouvi-lo no fone de ouvido; eu arranhava o alto-falante e ouvia nos fones de ouvido. Então descobri que o alto-falante podia funcionar como um microfone, e sem precisar de bateria. Na escola, estávamos falando sobre Alexander Graham Bell, e então eu fiz uma demonstração do alto-falante e dos fones de ouvido. Eu não sabia à época, mas acho que era o tipo de telefone originalmente usado.

Agora eu tinha um microfone e podia transmitir lá de cima para baixo e lá de baixo para cima, usando os amplificadores de meus rádios de bazares. Aquela época, minha irmã Joan, que era nove anos mais nova do que eu, devia ter dois ou três anos, e havia um sujeito no rádio chamado Tio Don que ela gostava de ouvir. Ele cantava musiquinhas sobre “crianças boas”, e coisas assim, e lia as cartas enviadas a ele por pais dizendo que: “Fulana de tal está fazendo aniversário este sábado na Avenida Flatbush, 25”

Um dia, minha prima Frances e eu sentamos Joan e dissemos que havia um programa especial que ela deveria ouvir. Então corremos lá para cima e começamos a transmitir: “Aqui é o Tio Don. Conhecemos uma garotinha muito bacana, chamada Joan, que mora em New Broadway. O aniversário dela está chegando — não hoje, mas em tal data. Ela é uma garota muito bonita”. Cantamos uma musiquinha e depois fizemos uma música “*Deedle Ieet dee, doodle doodle loot doot; deedle deedle leet, doodle loot doot doo. . .*” Fizemos tudo que tínhamos combinado e, quando acabamos, descemos:

- Como foi? Gostou do programa?

- Foi bom — ela disse —, mas por que você fez a música com a boca?

Um dia recebi uma ligação: O senhor é Richard Feynman?

-Sim.

- Aqui é do hotel. Nós temos um rádio que não funciona e gostaríamos de consertá-lo.

Achamos que você pode fazê-lo.

- Mas eu sou apenas um garoto — eu disse — eu não sei como...

- Sim, sabemos disso, mas gostaríamos que você viesse aqui de qualquer jeito.

Era um hotel que minha tia estava gerenciando, mas eu não sabia disso. Eu fui lá com uma grande chave de parafuso no bolso de trás (eles ainda contam a história). Bem, eu era pequeno; então, *qualquer* chave de parafuso parecia grande em meu bolso de trás.

Eu fui até o rádio e tentei consertá-lo. Eu não sabia nada, mas havia um faz-tudo no hotel, e nem ele nem eu demos por falta de um botão no reostato — para aumentar o volume —, e por isso o eixo não girava. O faz-tudo saiu, limou qualquer coisa e consertou o rádio.

O outro rádio que tentei consertar realmente não funcionava. Foi fácil: não estava ligado direito. A medida que os consertos ficavam mais complicados, eu me tornava cada vez melhor e mais minucioso. Eu mesmo comprei um miliamperímetro em Nova York e transformei-o em um voltímetro que tinha diferentes escalas, usando as medidas certas (que eu calculara) de fios de cobre muito finos. Ele não era muito preciso, mas era bom o bastante para dizer se as coisas estavam no ponto certo em diferentes conexões nos aparelhos de rádio.

O principal motivo pelo qual as pessoas me contratavam era a Depressão. Eles não tinham dinheiro para mandar seus rádios para o conserto, e ouviam falar desse menino que faria o conserto mais barato. Assim, eu subia em telhados para consertar antenas e todo o tipo de coisa. Eu tive uma série de tarefas cada vez mais difíceis. Por fim, peguei um trabalho para converter um aparelho de corrente direta em corrente alternada; foi muito difícil evitar o chiado no sistema, e eu não o montei muito certo. Eu não devia ter pego aquele trabalho, mas eu não sabia.

Um trabalho foi realmente sensacional. A época, eu estava trabalhando para um tipógrafo. Um homem que o conhecia sabia que eu estava tentando conseguir trabalhos para consertar rádios, e mandou uma pessoa na tipografia para buscar-me. O cara é obviamente pobre — seu carro está todo despencando — e vamos à sua casa que fica em uma parte barata da cidade. No caminho, eu digo:

“Qual o problema com o rádio?”

Ele diz: “Quando eu o ligo, ele faz um barulho. Depois, o barulho pára e tudo fica bem, mas eu não gosto do barulho”.

Eu penso comigo mesmo: “Que diabos! Se ele não tem dinheiro, acho que pode agüentar um barulhinho por um tempo”.

O tempo todo, no caminho para sua casa, ele fica falando coisas como: “Você sabe alguma coisa sobre rádios? Como você conhece rádios — você é apenas um garotinho!”

Ele vai o caminho todo pondo-me para baixo, e eu pensando “qual o problema com ele? O rádio faz um barulhinho”.

Mas, quando chegamos lá, fui até o rádio e liguei-o. Barulhinho? *Meu Deus!* Não é de se estranhar que o pobre homem não suportasse o barulho. A coisa começou a rugir e tremer — wuh buh buh buh huh. Uma *enorme* quantidade de barulhos. Então ele parou e começou a tocar direito. Comecei a pensar: “Como isso acontece?”

Começo a andar de um lado para o outro, pensando, e descubro que uma das formas que isso poderia acontecer seria os tubos estarem esquentando na ordem errada, ou seja, o amplificador estar todo quente, e os tubos estarem prontos, sem nada para alimentá-los, ou haver um retroeireuito alimentando-os, ou algo errado na parte inicial — a parte de frequência de rádio — e assim estar fazendo uma porção de barulho, captando alguma coisa. E quando o circuito de frequência de rádio finalmente sintonizava e as voltagens da válvula se ajustavam, ficava tudo bem.

Então o cara diz: “O que você está fazendo? Você vem consertar o rádio, mas só fica andando de um lado para o outro!”

Eu digo: “Estou pensando!” E aí disse para mim mesmo: “Tudo bem, tire os tubos e reverta completamente a ordem no aparelho”. (Muitos aparelhos de rádio naqueles dias usavam os mesmos tubos em diferentes lugares — acho que eram 212 ou 212-A.) Daí eu mudei os tubos de lugar, e o rádio quieto como um cordeiro; ele espera até aquecer e então funciona perfeitamente — sem barulho.

Quando uma pessoa foi negativa em relação a você, e você faz algo assim, geralmente ela muda completamente para compensar você. Ele me conseguiu outros trabalhos, e dizia a todo mundo que gênio incrível que eu era, dizendo: “Ele conserta rádios *pensando!*”. Toda essa idéia de pensar para consertar um rádio — um garotinho pára e pensa, e descobre como fazê-lo — ele nunca pensou ser possível.

Os circuitos de rádio eram muito mais simples de se entender naquela época, porque tudo ficava à mostra quando se abria o aparelho. Depois que você separava o aparelho (era um grande problema achar os parafusos certos), você podia ver que aqui tinha um resistor, ali tinha um condensador, aqui isso, ali aquilo; eles eram todos rotulados. Se estivesse pingando cera do condensador, ele estava muito quente, e você podia dizer que o condensador estava queimado. Se tivesse carvão em um dos resistores, você sabia onde estava o problema. Ou, se você não soubesse qual era o problema ao olhá-lo, era só testá-lo com seu voltímetro e ver qual a voltagem que estava passando. A voltagem nas válvulas era sempre cerca de um e meio a dois volts, e as voltagens nas placas eram de cem ou duzentos, corrente direta. Então, para mim não era difícil consertar um rádio sabendo o que estava acontecendo dentro dele, percebendo que algo não estava funcionando direito e consertando o que não funcionava.

Às vezes, levava um tempo. Eu lembro um caso particular, que levou uma tarde inteira para descobrir um resistor queimado que não estava aparente. Este caso específico foi com uma amiga da minha mãe, então eu *tinha* tempo — não tinha ninguém atrás de mim dizendo: “O que você está fazendo?” Ao contrário, estavam dizendo: “Você quer um pouco de leite ou um pedaço de bolo?” Finalmente, eu o consertei, porque eu tinha, e ainda tenho, persistência. Uma vez que eu comece um quebra-cabeças, não consigo parar. Se a amiga de minha mãe tivesse dito “não se importe, é muito trabalho”, eu teria me enchido, pois eu queria acabar com aquela coisa, uma vez que já tinha ido tão longe. Eu tenho de continuar a procurar qual é o problema afinal.

É uma tendência a quebra-cabeças. É o que me faz querer decifrar os hieróglifos maias, tentar abrir cofres. Eu lembro, no segundo grau, no primeiro período, um sujeito veio para mim com um enigma em geometria, ou algo que tivesse sido dado em sua turma mais avançada de matemática. Eu não conseguia parar até que descobrisse tudo — levava de quinze a vinte minutos. Mas, durante o dia, outras pessoas vinham a mim com o mesmo problema. e eu os resolvia em questão de segundos para eles. Então, para uma pessoa, levava vinte minutos para eu fazer o trabalho, enquanto havia quatro outras pessoas que me achavam um supergênio.

Assim, adquiri uma reputação imaginária. Durante o segundo grau, todos os enigmas conhecidos pelo homem devem me ter sido apresentados. Toda maldita, louca charada que as pessoas inventavam eu conhecia. Assim, quando fui para o MIT, havia um baile, e um dos alunos sênior levou sua namorada, e ela conhecia uma porção de charadas, e ele estava dizendo a ela que eu era muito bom nisso. Então, durante o baile, ela veio até mim e disse: “Dizem que você é esperto, então aí vai uma para você: Um homem tem oito feixes de madeira para cortar...”.

E eu disse: “Ele começa a cortar cada um em três partes”, porque eu já havia ouvido essa.

Ela foi embora e voltou com outra, e eu já conhecia também.

Esse negócio durou um certo tempo, e, finalmente, perto do final do baile, ela veio, olhando como se fosse me pegar desta vez, e disse: “Uma mãe e uma filha estão viajando para a Europa...”

A filha pegou peste bubônica.

Ela desmoronou! Havia muito poucas pistas para achar a resposta daquela charada: era a longa história sobre como uma mãe e uma filha param em um hotel, ficam em quartos separados e no dia seguinte a mãe vai ao quarto da filha e não tem ninguém lá, ou tem outra pessoa lá, e ela diz: “Onde está minha filha?”, e o vigia do hotel diz: “Que filha?”, e só tem registrado o nome da mãe, e tal e coisa, e coisa e tal, e há um grande mistério sobre o que aconteceu. A resposta é: a filha pegou peste bubônica, e o hotel, não querendo ter de fechar, rapta a filha, limpa o quarto e apaga todas as evidências de que ela tenha estado lá. E uma longa narrativa, mas eu tive de ouvi-la; então, quando a menina começou com “Uma mãe e uma filha estão viajando para a Europa”, eu sabia algo que começava daquela forma, dei um chute e acertei.

Tínhamos no segundo grau algo chamado equipe de álgebra, que era composta de cinco garotos, e viajávamos para diversas escolas como um time e competíamos. Sentávamos em uma fileira de cadeiras e o outro time sentava na outra fileira. Uma professora, que estava administrando a prova, tirava um envelope, e no envelope dizia: “Quarenta e cinco segundos”. Ela o abre, escreve o problema no quadro-negro, e diz: “Vá” — então, na verdade, você tem mais que quarenta e cinco segundos, porque enquanto ela escreve você pode pensar. Agora o jogo era o seguinte: Você tem um pedaço de papel, e pode escrever qualquer coisa nele, *fazer* qualquer coisa. A única coisa que valia era a resposta. Se a resposta fosse “seis livros”, você teria de escrever “6” e fazer um enorme círculo ao seu redor. Se o que estivesse dentro do círculo estivesse certo, você ganhava; caso contrário, você perdia.

Uma coisa era certa: era praticamente impossível resolver o problema de forma tradicional, honesta, como colocar “A é o número de livros vermelhos, B é o número de livros azuis”, agonia, agonia, agonia, até você chegar a “seis livros”. Isso levaria cinqüenta segundos, porque as pessoas que contavam o tempo para esses problemas contaram um pouquinho menos de tempo. Então você tinha de pensar: “Há uma forma de *visualizar* isso?” Às vezes, você podia visualizar o problema rapidamente, e às vezes você tinha de inventar outra forma para fazê-lo, e então fazer a álgebra o mais rápido que conseguisse. Era uma prática maravilhosa, e eu melhorei cada vez mais, e finalmente me tornei o cabeça do time. Aprendi a fazer álgebra muito rápido, e isso veio a calhar na faculdade. Quando tínhamos um problema de cálculo, eu era muito rápido para perceber o que estava acontecendo e fazer a álgebra.

Outra coisa que fiz no segundo grau foi inventar problemas e teoremas. Quer dizer, se estivesse fazendo qualquer coisa que fosse matemática, eu encontraria algum exemplo prático para o qual seria útil. Eu inventei um conjunto de problemas de triângulo reto. Mas, em vez de dar o tamanho de dois lados para encontrar o terceiro, eu dava a diferença dos dois lados. Um exemplo típico era:

Há um mastro de bandeira, e há uma corda que desce do topo. Quando você segura a corda reta e para baixo, ela fica 91cm maior do que o mastro, e quando você puxa a corda bastante, ela fica a 1,5m da base do mastro. Qual a altura do mastro?

Desenvolvi algumas equações para solucionar problemas deste tipo, e percebi algumas conexões — talvez fosse $\sin^2 + \cos^2 = 1$ — que me lembrava trigonometria. Alguns anos antes, talvez quando eu tinha onze ou doze anos, eu havia lido um livro de trigonometria que tinha pego na biblioteca, mas o livro agora se fora. Eu só me lembrava que a trigonometria tinha algo a ver com relações entre senos e cossenos. Então comecei a trabalhar as relações desenhando triângulos, e eu mesmo testava cada Lima. Eu também calculei o seno, o cosseno e a tangente de todos os cinco graus, começando com o seno de cinco graus como dado, por adição e fórmulas de meio-ângulo que eu já havia trabalhado.

Alguns anos depois, quando estudamos trigonometria na escola, eu ainda tinha minhas anotações e vi que minhas demonstrações geralmente eram diferentes das do livro. As vezes, por não perceber uma forma fácil de fazê-las, eu dava muitas voltas até chegar ao ponto. Outras vezes, meu caminho era muito mais engenhoso — a demonstração-padrão no livro era muito mais complicada. Às vezes, eu ganhava do livro, às vezes, eu perdia.

Enquanto eu fazia toda essa trigonometria, eu não gostava dos símbolos para seno, cosseno, tangente, etc. Para mim, “sen f” parecia s vezes e vezes n vezes f! Então eu inventei outro símbolo, parecido com o sinal de raiz quadrada, que era um *sigma*, com um longo braço saindo dele, e coloquei o f subscrito. Para a tangente, era um *tau* com sua parte superior estendida, e para o cosseno, eu fiz uma espécie de *gama*, mas parecia um pouco com o símbolo de raiz quadrada.

Agora, o seno inverso era o mesmo *sigma*, mas refletido ao contrário, de modo que começava com a linha horizontal com o valor subscrito, e então o *sigma*. Este era o seno inverso, não \sin^{-1} f — que era louco! Eles tinham isso nos livros! Para mim, \sin^{-1} significava 1/seno, o recíproco. Então, meus simbolos eram melhores.

Eu não gostava de $f(x)$ — que parecia para mim f vezes x. Eu também não gostava de dy/dx — você tem uma tendência a cancelar os “d” — daí eu criei um sinal diferente, algo como

um sinal &. Para os logaritmos, havia um grande L estendido à direita, com a coisa que você está lidando dentro, etc.

Eu achava que meus símbolos eram tão bons, senão melhores, do que os símbolos regulares — não faz diferença alguma *quais* símbolos você usa. Mais tarde descobri que *realmente* faz diferença. Uma vez, eu estava explicando algo para outro garoto no segundo grau e, sem pensar, comecei a fazer esses símbolos, e ele disse: “Que diabos é isso?” Então eu percebi que, se quiser me comunicar com os outros, tenho de usar símbolos padrões, e aí finalmente desisti dos meus próprios símbolos.

Eu também tinha inventado um conjunto de símbolos para a máquina de escrever, como o fortran tem de fazer, de forma que eu pudesse datilografar equações. Eu também consertava máquinas de escrever, com cliques e elásticos (os elásticos não arrebentavam como fazem aqui em Los Angeles), mas eu não era um profissional de reparos; eu simplesmente as consertava para que funcionassem. Mas o problema todo de descobrir o problema e imaginar o que deveria fazer para consertá-lo — isso era interessante para mim, como uma charada.

*Texto extraído de:
Deve ser brincadeira, Sr. Feynman
Feynman, Richard Phillips.
p. 11-21
Editora Universidade de Brasília, 2000.*