

## BRINCANDO COM A FÍSICA NA ESCOLA PRIMÁRIA

Luis C. Bassani\*, Ricardo I. García\*\*, Myrian S. de Giambiagi\*\*\*, Mário Giambiagi\*\*\*

A nossa formação profissional convencional nos fez passar a infância na escola primária, transcorrer a adolescência cheia de expectativas na escola secundária e cursar, com as inquietações usuais o ciclo universitário. Depois "trabalhamos em ciência" e, como parte dessa tarefa, nos dedicamos ao ensino universitário. Isto nos levou a realizar ensaios muito parciais no ensino secundário. Finalmente, como se reiniciássemos e/ou realimentássemos o ciclo, protagonizamos algumas experiências com meninos da escola primária.

Este relato breve e desalinhado de algumas anedotas pessoais reflete uma contribuição muito modesta na árdua tarefa que realizam os professores argentinos, para que a escola de Sarmiento contribua na formação de homens capazes de pensar e resolver problemas. Seja consignada a nossa homenagem ao Prof. Enrique Gaviola<sup>†</sup>.

A diretora de uma escola - uma escola pública, típica de um bairro popular de Buenos Aires - nos mostrou um dia uma caixa com material para fazer experiências em eletricidade e magnetismo, doada pelo pai de um aluno há bastante tempo. Bastante, porque o material estava grudado à caixa de Isopor e em boa parte era inutilizável. A diretora nos pediu que pensássemos em algumas aulas de ciências para as garotas de 6a. e 7a. séries (em Buenos Aires depois da 5a. série as escolas públicas separam-se por sexo).

### MEDIR UMA MESA

Uma expectativa tensa nos acolheu na aula "inaugural". Perante a apresentação formal da diretora, as meninas puseram-se de pé, respeitosamente, e esperaram depois que lhes oferecêssemos um pouco

\* Morwin Div. Electrostática, Libertad 650, Villa Ballester, Argentina

\*\* Instituto Nacional de Tecnología Industrial, Miguelete, Argentina

\*\*\* Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, Rio de Janeiro, Brasil

† Este trabalho está para ser imprimido num volume especial que será editado na Argentina em homenagem ao Prof. E. Gaviola.

de nossa sapiência. Todas ficaram perplexas quando pedimos que medissem dez vezes a mesa, com qualquer régua curta. A mais audaciosa, querendo o gélido silêncio das que estavam dispostas a obedecer, ficou de pé e disse com tom desafiante: "para que vou fazê-lo dez vezes, sei que vai dar a mesma coisa?" Rimos e dissemos que iam perceber logo. A diferença entre as dez medições provocou o espanto geral. Pedimos então que tirassem a média dos dez valores. Depois passamos pelas mesas e descobrimos médias de, por exemplo, 48,63 cm em dez medições todas maiores que 50 cm. "Como sabe que está errado?", era o sobressalto ao pedir que verificassem a conta sem tê-la revisado. No quadro negro batemos um papo sobre o sentido de uma segunda casa decimal na média de medições feitas com uma régua comum, o que podia significar medir exatamente a mesa, falamos também sobre os átomos e as moléculas, e finalmente mostramos uma bela fotografia da estrutura da madeira. Prometemos que a aula seguinte ia ser mais divertida.

### O PÊNDULO

A curiosidade foi muito grande quando chegamos com um cronômetro, um barbante, um dicionário pequeno e um carrinho de plástico (foram essas as nossas duas massas bem diferentes). A régua da sala foi o suporte onde atamos o barbante e uma das meninas, ciente da importância de seu papel, ficou de pé numa cadeira para segurá-la bem rígida contra a parede, o mais alto possível; outra contava os períodos. Uma terceira soltava o dicionário ou o carrinho. Naturalmente, o papel mais cobijado era o da cronometrista. Medimos muitas vezes, com grande satisfação das que se revezavam.

Apesar da discussão da aula anterior, como esperávamos, o que mais lhes custou foi aceitar que, sob o ponto de vista da determinação do período, um tempo de 28 segundos significava a mesma coisa que um tempo de 26 segundos. Constatavam que medindo 10 períodos, o resultado não era diferente do que obtinham medindo 20 períodos. Foi muito estimulante a emoção diante do fato de que o dicionário e o carrinho tivessem o mesmo período. E que se o barbante fosse reduzido à quarta parte, o período seria a metade; reduzir o barbante à nona parte já era mais complicado, sobretudo com o dicionário. Talvez algumas dessas meninas lembre (as que tomaram esse caminho agora já estarão pela universidade) que  $T$  é independente da massa e proporcional à raiz de  $L$ .

Outra questão que propusemos foi que quando se fizeram as primeiras experiências com o pêndulo os cronômetros não existiam. Como teriam feito? Os primeiros relógios dignos de crédito foram os de pêndulo

dulo, e o pêndulo foi por sua vez o precursor dos cronômetros modernos...

## MAGNETISMO E OUTROS TEMAS

Por fim usamos alguns materiais da caixa. Sugerimos que passassem pelas mesas a bússola e um ímã para que observassem a deflexão da agulha, fizemos também interagir ímãs, polvilharem papéis com limalhas de ferro e desenharem as linhas de força com os ímãs. A professora sofria, insinuando que nós mostrássemos tudo diante das alunas.

Depois fizemos um levantamento sobre o que aconteceria se partíssemos um ímã ao meio. Se os plebiscitos fossem infalíveis, não teria ficado nada do ímã. Contamos para elas rapidamente que em algumas substâncias os átomos são pequenos ímãs e que existiam relações entre a eletricidade e o magnetismo. Mostramos uma fotografia de difração eletrônica em presença de um campo magnético, para que apreciassem a delicadeza dessa imagem, semelhante a uma pena de pavão.

Alli o diálogo era já muito aberto. Quando pedimos que perguntassem o que quisessem, foi um bombardeio: "O outro dia vi na TV um filme de ficção científica onde acontecia isto e aquilo (tudo esquisito, lógico); é possível?" Tínhamos que responder sim; não; porque. "Como é possível que as radiações ao mesmo tempo produzam e curem o câncer?" Pedia-se uma resposta rápida, certa e, se possível, numa frase só.

Naqueles dias Armstrong tinha pisado na Lua. "Quem é mais importante, Armstrong ou Cristóvão Colombo?" Ali começaram considerações sobre a técnica sofisticada de nossa época (computadores, comunicação permanente com a base, etc.), que permitia a viagem espacial, e a extraordinária loucura do visionário que enfrentou o terror absoluto do desconhecido para verificar experimentalmente a sua idéia obstinada: a redondeza da Terra. Pois bem, a propósito de Armstrong, uma menina observou que ele pulava muito devagar. Fizemos notar então que não teria custado nada ele fazer algumas experiências elementares, de grande riqueza pedagógica. Por exemplo, levar uma balança de molas e outra de pratos e nos mostrar que uma massa de 1 Kg pesa menos na Lua. Ou levar um pêndulo e mostrar o seu período numa metade da tela de TV, enquanto na outra metade seria visto outro pêndulo de mesmo comprimento, instalado em um laboratório da Terra; poderíamos assim apreciar a dependência da aceleração da gravidade, que não tínhamos podido evidenciar na nossa modesta experiência terrestre. Ficaram anotadas as sugestões para os próximos astronautas.

Um dia, às 7 horas da noite, uma professora da 5a. série pediu-nos que na manhã seguinte mostrássemos aos seus alunos "alguma experiência de física". Eles a fariam posteriormente, numa Feira de Ciências. Uma hora mais tarde, estávamos na escola, para preparar uma experiência segundo os elementos disponíveis. Não havia - é explicável - nenhum aparelho, nenhuma caixa de experiências. Enquanto divagávamos sobre a precariedade dos meios da escola, pensamos que seria interessante pedir aos meninos que brincassem, fazendo rodar bolinhas por um plano inclinado. Perguntamos ao porteiro onde ficava o almoxarifado; ele nos indicou o caminho, um pouco surpreso. Entre tijolos, latas de tinta, madeiras com pregos, etc., achamos duas hastes metálicas (para concreto) de uns 2 metros de comprimento, que foram a nossa salvação. Na "canaleta" formada entre as duas, faríamos rolar algumas bolinhas de gude que certamente o porteiro nos daria, das tantas que teria acumulado "confiscadas" dos alunos nas horas de recreio; também não tinha bolinhas. Pedimos um cronômetro, e o homem nos fitou assustado: "o que?" Saímos à rua, um pouco desanimados, procurando uma papelaria ainda aberta. Por sorte, um de nós quis comprar cigarros. Numa banca de aparência modesta tinha mais do que cigarros. Bonecas, carrinhos e pistolas de plástico estavam pendurados num arame. Compramos uma pistola (o nosso cronômetro), e procuramos também bolinhas de diferentes materiais: vidro, metal, etc.

Na manhã seguinte, uma dúzia de meninos nos olharam alvoroçados e expectantes: iam matar a aula, e participar de um jogo esquisito com duas hastes metálicas, uma pistola plástica e várias bolinhas. Todos queriam brincar ao mesmo tempo. Chegou-se a uma solução de compromisso: formar-se-iam 4 grupos de 3 meninos cada, e brincaria um grupo de cada vez. Um garoto manteria a canaleta inclinada numa certa altura, outro soltaria a bolinha a partir de posições diferentes determinadas previamente (por exemplo, a partir do extremo mais alto, da metade e de um quarto do comprimento); o terceiro apertaria o gatilho e contaria o número de "disparos" que "mediriam" o tempo empregado pela bolinha, desde o ponto de partida até o de chegada. Repetiriam o jogo várias vezes para cada percurso. Os outros nove garotos resignaram-se à sua condição de espectadores - ou melhor de fiscais - com a promessa de se revezar com o grupo que estava brincando. Concordamos em que cada grupo anotaria no quadro negro o tempo empregado pelas bolinhas para percorrer as distâncias indicadas: todo o comprimento, a metade, um quarto. Os meninos se entusiasmaram com a tarefa de fazer as tabelas, assinalando os tempos; um

disse logo "me lembra as corridas de carros". O jogo foi-se desenvolvendo desse jeito; os grupos revezavam-se, sob o controle implacável dos que não brincavam, e empenhavam todo o seu esforço para sincronizar o percurso da bolinha com os "estampidos" do revólver. Depois de 2 horas de jogo, fizemos uma pausa para ver os resultados; cada grupo situou-se perante seu setor do quadro negro. Observaram que para a metade do percurso da bolinha, o tempo não era a metade e que para a quarta parte, o tempo não era a quarta parte. Sugerimos então que anotassem noutra coluna do quadro, para cada percurso, o produto do número de estampidos vezes ele mesmo e que dividissem cada um dos percursos pelo valor dessa coluna. Com autêntica surpresa, comprovaram que nenhum percurso tinha "ganho". Mais ou menos, todos "empata-vam", segundo o comentário generalizado dos garotos. Entusiasmaram-se com as contas e verificaram, sem grande esforço, que o quociente de dois percursos quaisquer era igual ao quociente dos quadrados dos tempos empregados, para a inclinação dada das hastes. Verificaram também que as bolinhas de materiais diferentes demoravam o mesmo tempo para o mesmo percurso.

Tinha chegado a hora do almoço e os meninos estavam fascinados com o estranho jogo proposto. Alguns já propunham outras variantes enquanto outros continuavam fazendo contas. Um garoto queria fazer a mesma experiência com outra inclinação das hastes. Durante o almoço continuavam falando no jogo; quando nos despedimos lhes disse-mos que um outro dia brincaríamos mudando a inclinação das hastes até deixá-las verticais. Também prometemos uma conversa sobre um tal de Galileu. Um dos meninos, com suficiência de erudito, excitado, chegou a inquirir: Ah, é aquele que se fez famoso com a frase "eppur si muove"?