O examinador e o aluno tinham concordado em que a questão fosse «arbitrada» por um juiz imparcial e eu tinha sido escolhido.

Quando cheguei ao gabinete do meu colega li a pergunta: «Indique como pode avaliar a altura de um prédio com o auxílio de um barómetro». A resposta do aluno era: «Leve o barómetro para o telhado do prédio, ate-o a uma corda, desça-o até tocar no solo, recolhendo em seguida a corda; meça o comprida corda: esse comprimento é igual à altura do prédio».

Não há dúvida que se tratava duma resposta interessante; mas devia ser valorizada? Observei que a reclamação do aluno era fundamentada pois a resposta era completa e correcta. Mas, por outro lado, a valorização da resposta podia conduzir a uma boa nota em Física. Tal nota deve corresponder, em princípio, a um certo nível de conhecimentos, que a resposta não provava. Assim, sugeri que o aluno tentasse de novo responder à pergunta. Não me surpreendeu que o meu colega concordasse mas admirei-me que o aluno o fizesse. Obtido esse acordo concedi ao aluno 6 minutos prevenindo-o de que a resposta deveria revelar conhecimentos de Física. Ao cabo de 5 minutos o aluno não tinha escrito nada. Perguntei-lhe se desistia visto que eu ia ter outra aula mas ele afirmou que de modo nenhum; podia dar muitas respostas diferentes e apenas hesitava na escolha da melhor resposta. Pedi desculpa de o ter interrompido e ele prosseguiu; no minuto seguinte apareceu a resposta: «Leve o barómetro para o telhado do prédio e debruce-se. Deixe cair o barómetro medindo a duração da queda com um contador de segundos. Através da fórmula $e = \frac{1}{2} gt^2$ calcule a altura do prédio».

Nessa altura perguntei ao meu colega se desistia. Disse que sim e atribuiu ao aluno praticamente a valorização máxima. Ao sair do gabinete lembrei-me que o aluno disse que tinha outras soluções do problema e pedi-lhas. «Claro, disse o aluno, há muitos métodos para determinar a altura dum prédio com um barómetro. Por exemplo: num dia de sol podia medir o comprimento do barómetro, os comprimentos das sombras do barómetro e do prédio e através duma simples proporção obter a altura do prédio». «Muito bem, disse eu; e os outros métodos?».

«Ah, sim, há um método baseado em noções elementares de que vai gostar. Neste método pega-se no barómetro e sobe-se as escadas. À medida que se sobe vai-se marcando comprimentos do barómetro ao longo da parede. No fim conta-se o número de marcas e tem-se a altura do prédio em unidades «barómetro». É um método muito directo».

«Se quiser um método mais sofisticado pode atar o barómetro a um fio e com um pêndulo assim constituído determinar «g» ao nível da rua e no telhado do prédio. Em princípio, a altura do prédio pode ser calculada a partir da diferença entre os dois valores de «g».

Finalmente concluiu: «Se não me impuser que a solução seja obtida através da Física há muitos outros métodos: por exemplo descer as escadas e bater em casa do porteiro. Quando ele vier atender diga-lhe: «Meu caro senhor porteiro, tenho aqui um barómetro muito bonito. Se me disser qual é a altura do prédio, dou-lhe o barómetro».

Nessa altura perguntei se de facto ele não sabia a solução do problema. Disse-me que claro estava que sabia mas que estava tão farto de ter professores que queriam ensiná-lo a pensar e a ter espírito crítico em vez de lhe revelarem a estrutura do conteúdo dos cursos que decidira «denunciar» o que considerava ser uma falta de autenticidade.

O paradoxo dos gémeos (*)

A. M. NUNES
Departamento de Física, Faculdade de Ciências de Lisboa

O «paradoxo dos gémeos» tem sido um tema quase constante na literatura sobre Relatividade. Apesar de muitos autores considerarem que o problema dos gémeos pode ser resolvido no âmbito da Relatividade Restrita sem dar origem a nenhum paradoxo, ou, mais precisamente, que a conclusão do «envelhecimento assimétrico» não é paradoxal uma vez que os dois gémeos não estão em situações simétricas — um permanece sempre num certo referencial de inércia e outro não —, têm surgido ao longo dos anos autores que defendem a opinião contrária, ou seja, a de que o problema dos gémeos não pode ser tratado em Relatividade Restrita. Do primeiro destes grupos faz parte o próprio Einstein que, transcrevemos do artigo de Macedo, «não se chega a aperceber da natureza paradoxal do resultado». Do segundo grupo fazem parte autores, alguns de reconhecido mérito, que desenvolvem uma argumentação em geral bastante sofisticada e assente na discussão da interpretação física das grandezas e dos dados do problema. Não é o caso do artigo de Macedo, recentemente publicado nesta revista, em que se pretende demonstrar com base em cálculos muito simples que em Relatividade Restrita não é possível resolver o «paradoxo» dos gémeos.

Qualquer leitor atento e familiarizado com as fórmulas de transformação da Relatividade Restrita poderá notar que os cálculos efectuados no final do artigo, sobre os quais assenta todo o argumento de Macedo, estão errados.

O atraso do relógio do gémeo 1 em relação ao do gémeo 2 do ponto de vista de δ foi calculado correctamente pelo autor, que obteve o valor

$$\Delta T = \Delta t_2 (1 - \sqrt{1 - \beta^2}) \qquad (1)$$

Calculemos agora a mesma grandeza do ponto de vista do referencial α.

O gémeo 2 desloca-se com velocidade v em relação a α; portanto, um observador em α dirá que enquanto decorre em α o intervalo de tempo $\Delta t'_2$, o gémeo 2 vai envelhecer

$$\Delta t_2 = \Delta t'_2 \sqrt{1 - \beta^2} \qquad (2)$$

Quanto ao gémeo 1, sabemos que estará imóvel em α durante um certo intervalo de tempo, e que depois se desloca em relação a α com velocidade

$$v' = \frac{2v}{1 + \beta^2} \qquad (3)$$

O tempo, medido em α, que o gémeo 1 demora a alcançar o gémeo 2 é então

$$\Delta t'_{II} = \frac{v \, \Delta t'_2}{\dfrac{2v}{1 + \beta^2}} = \frac{\Delta t'_2}{2} (1 + \beta^2) \qquad (4)$$

Portanto, o gémeo 1 vai estar imóvel em α durante um intervalo de tempo

$$\Delta t'_I = \Delta t'_2 - \frac{\Delta t'_2}{2} (1 + \beta^2) \qquad (5)$$

deslocando-se depois com velocidade v' durante $\Delta t'_{II}$ (note-se que $\Delta t'_I \neq \Delta t'_{II}$).

Um observador em α dirá então que o gémeo 1 vai envelhecer até ao instante do encontro,

$$\Delta t_1 = \Delta t'_I + \Delta t'_{II} \sqrt{1 - \beta'^2} \qquad (6)$$

(*) Comentário a um artigo de P. Macedo, Gazeta de Física, VII, págs. 9-20 (1980).