

Carta dos Leitores

Li com muito gosto o artigo “A Física nas Transmissões Esportivas: Uma Mecânica de Equívocos”, de autoria de Alexandre Medeiros (Física na Escola v. 5, n. 1, maio de 2004). É um texto de leitura muito agradável, de grande valia para aqueles que se interessam pela Física do dia-a-dia, aquela que se ensina e se aprende nas escolas básicas. Aliás é também o caso de outros bons textos que já li do mesmo autor. Meus cumprimentos tanto ao autor quanto à revista pela sua publicação. Já que o título menciona “equívocos”, de minha parte vou aqui colocar em discussão alguns equívocos que aparecem no texto, especificamente no quadro intitulado “Entenda as quadras de tênis”.

O assunto é dividido em três casos, a jogada sem *spin* em que a bola não gira, o *backspin* e o *topspin*. Em todos os casos, vou assumir duas simplificações. Primeiro, a bola é suficientemente pequena e veloz para que sua energia de rotação possa ser ignorada frente à energia cinética de translação. Em outras palavras, no que se refere à energia, a bola pode ser considerada um ponto material sem dimensões. Segundo, a colisão com o solo é instantânea e elástica; não há dissipação de energia. Essas duas hipóteses não são exatamente verdadeiras na prática, mas são suficientes para a análise mais simples do fenômeno que pretendo apresentar aqui.

Começamos analisando o caso mais simples, a jogada sem *spin*. Durante a colisão, a força que o solo exerce sobre a bola é vertical (a popular força normal). Como não há componente horizontal desta força, a componente horizontal da velocidade da bola se mantém a mesma, de antes para depois da colisão. A componente vertical, por outro lado, é invertida: apontava para baixo antes da colisão, e aponta para cima depois. Na colisão elástica, também não muda o módulo da velocidade. Portanto, tudo

se passa como se a bola fosse refletida pelo solo, tal e qual um raio luminoso que incide em um espelho plano. Conhecendo-se a direção do movimento da bola antes de colidir com o solo, a maneira mais simples de descobrir sua trajetória depois da colisão é fazer a clássica construção da óptica geométrica; ângulo de reflexão igual ao de incidência. A direção inicial é simétrica à direção final, em relação à direção vertical da força.

Na jogada *backspin*, a bola é impulsionada para a frente ao mesmo tempo em que seu ponto de contato com a raquete é arrastado para baixo. A bola sai girando. Ao colidir com o solo, o ponto mais baixo da bola empurra o solo para a frente, devido ao giro. Como reação, o solo empurra a bola para trás, além da força normal já presente no caso sem *spin*. A força total que o solo exerce sobre a bola não é mais vertical, agora é inclinada para trás. A simetria entre as trajetórias inicial e final da bola se refere agora a esta direção inclinada para trás. Portanto, no *backspin* a bola sai do solo em uma trajetória acima daquela correspondente à ausência de *spin*, ao contrário do que se vê na figura do artigo publicado. Em casos extremos, a bola pode até mesmo voltar para trás, jogada mortal para o adversário.

Na jogada *topspin* ocorre o oposto: além de impulsionar a bola para a frente, a raquete arrasta o ponto de contato da bola para cima. Esta sai girando no sentido contrário do caso anterior. Ao tocar o solo, a bola empurra o solo para trás, e é empurrada para frente. A força total é inclinada para a frente, e deve-se fazer a reflexão da direção incidente em relação a esta direção inclinada para frente, para determinar a trajetória final da bola. Como consequência, depois de tocar o solo a bola sai rente ao chão, quase rasteira, ao contrário do que se vê na figura publicada.

No texto explicativo também há

equívocos. A bola não sofre uma redução de velocidade no caso *backspin*. Ao contrário, o torque sobre ela exercido pelo solo diminui a sua rotação. A energia perdida nesta rotação se transfere para a translação, fazendo com que sua velocidade aumente de antes para depois da colisão. No *topspin* ocorre o mesmo. Porém, esta análise já está fora de nossa primeira premissa simplificadora, assim como também está fora do âmbito da Física que se ensina e se aprende nas escolas básicas. Da mesma forma, o caso do piso de grama envolve uma análise bem mais complicada, em particular a colisão não pode ser considerada instantânea nem elástica, como admitimos em nossa segunda premissa simplificadora: a grama mole se deforma e absorve parte da energia incidente, a bola se arrasta no solo durante algum tempo.

Paulo Murilo Castro de Oliveira
Instituto de Física/UFF

Resposta do autor

Agradeço ao colega professor Paulo Murilo a gentileza das suas palavras a respeito dos meus artigos. Creio que a crítica é parte inerente da Ciência, e neste sentido as suas críticas e correções ao meu texto sobre a “Física Alternativa dos Esportes” me pareceram muito pertinentes e construtivas. É desse modo, com um espírito aberto e com uma troca sincera de idéias e de críticas construtivas que todos os colegas podem ajudar a construir uma revista cada vez melhor para os nossos leitores.

Alexandre Medeiros
alexandre@scienco.com.br