

# O Golo de Ronaldo

Constança Providência

## Material

- Copo cheio de água
- Bacia
- Duas folhas de papel e fita-cola
- 2-3 metros de linha de coser
- Duas cerejas com pé ou dois balões pendurados por um fio

## O efeito de Magnus

Possivelmente observaste que o terceiro golo que o Ronaldo marcou no jogo do mundial contra Espanha foi um pouco estranho. A bola parecia enfeitçada. O que realmente se passou com a bola?

A física explica facilmente este efeito, e é frequente ser aplicado em jogos de bola como o futebol, o ténis, o ping pong ou o bilhar. Vamos realizar uma série de experiências que te vão ajudar a perceber como funciona o golo estranho. Para isso vais também descobrir algumas propriedades do ar, em particular, do ar em movimento.

O ar exerce uma força sobre todos os corpos em que toca. Para o confirmares faz esta experiência muito fácil. Em cima de uma bacia, enche um copo com água e cobre-o com um pedaço de papel maior que a boca do copo. Segura o papel sobre o copo com uma mão e, num movimento rápido, vira o copo com a boca para baixo. Continua a segurar o copo nesta posição mas retira a mão que segura o papel. O que se passa?

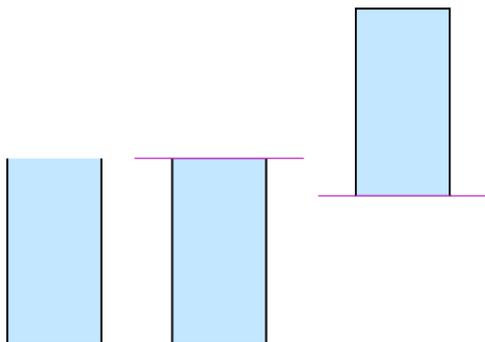


Fig. 1

A água não cai! O papel mantém-se agarrado à boca do copo e segura a água. É o ar que exerce uma força sobre a folha de papel e a impede de cair.

O físico suíço Daniel Bernoulli, que viveu no séc. XVIII, mostrou que quando um fluido está em movimento, pode ser um líquido como a água ou um gás como o ar, a força que exerce sobre os objetos depende da sua velocidade: quanto maior a velocidade do fluido, i.e. quanto mais depressa se desloca, menor a força que exerce. Podes confirmar este resultado fazendo a seguinte experiência: segura duas cerejas, ou duas bolas ou balões pendurados por um fio, um em cada mão, mantendo-os um ao lado do outro a uma distância de 2-3 cm, como indicado na Figura 2a). Sopra para o espaço entre ambos. O que acontece?

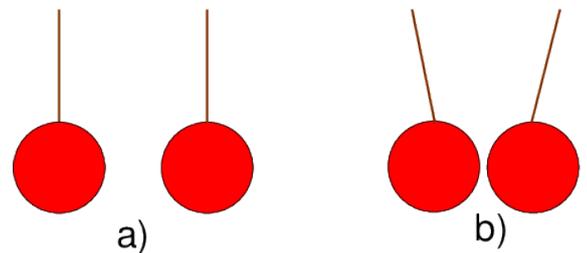


Fig. 2

As duas cerejas (bolas) aproximam-se! Poderíamos pensar que o sopro as iria separar mas enganámo-nos. Na verdade, quando soprarmos o ar que passa entre as cerejas move-se mais rapidamente do que o ar que está em contacto com o lado oposto das cerejas. Pelo princípio de Bernoulli o ar que passa entre as cerejas exerce uma força menor que o ar parado em contacto com o lado de fora das cerejas, e as cerejas são empurradas uma em direção à outra.

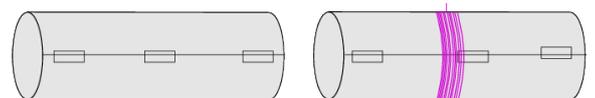


Fig. 3

Agora já vais perceber o golo do Ronaldo. Pega numa folha A4 e faz um rolo com cerca de 6 cm de diâmetro, enrolando pelo lado menor e colando com um pouco de fita-cola de modo que o rolo não se

desfaça (vê a Figura 3). Põe-te em cima de uma cadeira e larga o rolo: ele cai na vertical devido à força da gravidade, vê a Figura 4a).

Agora pega numa linha com cerca de três metros de comprimento e enrola-a em torno do centro do rolo, como na Figura 3. Põe-te novamente em cima de uma cadeira, e larga o rolo segurando pela ponta da linha. Será que desta vez o rolo também cai na vertical?

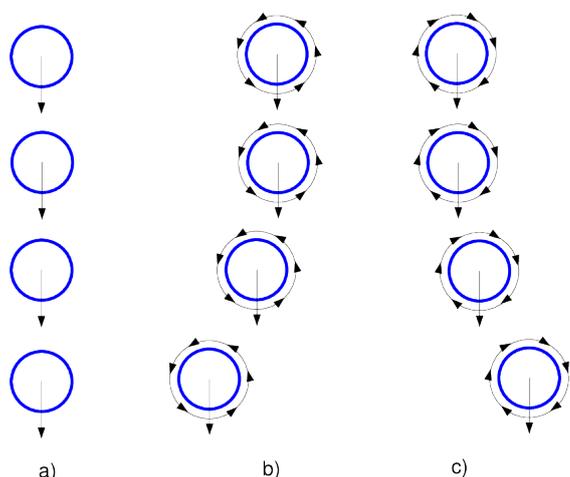


Fig. 4

Não! Desvia-se para o lado, tal como a bola que o Ronaldo chutou! Podes enrolar o fio no sentido contrário, e largar de novo: desta vez o rolo desvia-se para o lado oposto, conforme se mostra na Figura 4b) e 4c). Sim, o Ronaldo tem de saber bem em que sentido deve colocar a bola a girar para conseguir o efeito que quer! Consegues fazer o mesmo que o Ronaldo? Experimenta!

E como explicamos o efeito? O princípio de Bernoulli ajuda-nos. O rolo, ao mesmo tempo que cai, gira em torno de si próprio. Na Figura 4 representamos esse movimento de rotação por uma linha fina preta com setas a indicar o sentido do movimento. Se olhares para um dos rolos vês que a seta que indica o sentido de rotação de um dos lados aponta no sentido do movimento de queda do rolo e do outro lado no sentido oposto. Do lado em que os sentidos são iguais o ar move-se mais depressa e exerce uma força menor: o rolo vai desviar-se para esse lado durante o movimento. Assim, se o Ronaldo estiver virado para a baliza e quiser fazer entrar a bola no canto direito terá que pôr a bola a rodar no sentido dos ponteiros do relógio (Figura 5).

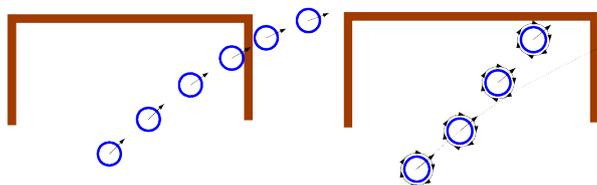


Fig. 5

Na verdade o efeito estranho que o rolo e a bola sentem tem um nome: é o efeito de Magnus, por ter sido o físico alemão Heinrich Gustav Magnus o primeiro a estudá-lo.

#### Bibliografia

1. [https://en.wikipedia.org/wiki/Magnus\\_effect](https://en.wikipedia.org/wiki/Magnus_effect)

Agradeço à Lucília Brito os seus comentários que sempre tornam estas propostas muito mais claras.

## Curiosidade

### Porque é que os relógios se atrasam na Europa desde Janeiro?

Luis Melo, IST

Os relógios que usam a frequência da rede eléctrica para contar o tempo (como, por exemplo, os típicos relógios-rádios de mesa-de-cabeceira ou os fornos de microondas) atrasaram cerca de 6 minutos desde Janeiro deste ano. Este atraso deve-se a um ligeiro desvio desta frequência, que entretanto terá sido corrigido.

A rede eléctrica que alimenta as nossas tomadas inverte a polaridade 100 vezes por segundo -50 vezes de “-” para “+”, 50 vezes de “+” para “-”, passando pelas mesmas condições exactamente 50 vezes por segundo, ou seja com uma frequência de 50Hz. Desde Janeiro que esta frequência foi em média 49.996Hz, o que equivale a dizer que 50 “contagens” correspondiam na realidade a um pouco mais de 1 segundo, mas os relógios achavam que só tinha passado 1 segundo exacto. A solução é acertar os relógios de vez em quando (o que é sempre aconselhável).

O desvio na frequência da rede deveu-se a um desentendimento entre os operadores das redes da Sérvia e do Kosovo, cujo efeito se propagou a toda a Europa continental.



Em 2018 a EPS - Sociedade Europeia de Física está a fazer 50 anos. Nesse âmbito, a cerimónia oficial de comemoração do 50º aniversário será realizada no dia 28 de setembro,

na Universidade de Genebra, na Suíça. Para mais informações sobre o evento consultar [www.eps50.org](http://www.eps50.org).