



## A FÍSICA FORA DO LABORATÓRIO

### REDEMOINHOS

Em face do silêncio dos leitores, a quem nos dirigimos, verificamos que esta secção, inaugurada há dois números, não recebeu ainda da parte desses mesmos leitores a contribuição que se pediu logo de início. Por isso lembramos que a secção está ao dispôr de todos, seja para comentar os casos já expostos, seja para apresentar outros, fruto da observação «científica» de cada um fora do laboratório.

Pela mesma razão, sentiu-se desta vez a necessidade de recorrer à experiência dos nossos colegas de trabalho mais próximos. Deste modo surgiu, diria melhor, ressurgiu o fenómeno da formação de redemoinhos no escoamento dum fluido. Trata-se dum fenómeno correntemente observado em lavatórios, tanques e, em geral, onde quer que haja um buraco para escoamento de líquidos, adquirindo grande proeminência nas banheiras. Trata-se, felizmente, por esta circunstância, dum fenómeno bastante familiar, notado por muita gente, sempre, porém, fonte abundante de discussões, sobretudo quando se trata de saber se o líquido ao escoar-se se põe em rotação para a esquerda ou para a direita. Ao pensar neste fenómeno convém ter em mente que a existência, no recipiente, dum buraco por onde se escoo o líquido, cria na

sua vizinhança uma concavidade mais ou menos profunda e estreita, a qual dá origem a correntes no fluido, que para ela se dirigem. Estas correntes são afectadas pela forma interior do recipiente e pelas irregularidades da sua superfície, e é muito pouco provável que sejam todas dirigidas exactamente na direcção que passa pelo eixo da concavidade, isto é, que sejam todas radiais.. Assim, dado que o líquido transportado por correntes não radiais terá que acabar por sair junto ao eixo da concavidade, haverá necessariamente uma deformação das trajectórias e rotação do líquido. Se o líquido estiver inicialmente em repouso, o momento angular correspondente àquela rotação será o que apareceu por força da forma e irregularidade do recipiente.

Parece suficientemente claro que o facto de se verificar a rotação para a esquerda ou para a direita depende essencialmente da forma e da qualidade da superfície do recipiente, bem como de perturbações produzidas no acto de destapar o buraco. Porém, não é difícil imaginar, e talvez com cuidado se possa fabricar, um recipiente de geometria cilíndrica «perfeita» e irregularidades tão pouco notáveis que o momento angular por estas introduzido venha a ser suficientemente pequeno para não impôr ao líquido rotação apreciável. Talvez um recipiente de forma cilíndrica, de raio muito maior do que a altura, devidamente nivelado e com o orifício ao centro, ou um recipiente de forma esférica, com o orifício colocado no seu ponto mais baixo. O próprio orifício é uma irregularidade que deverá ser tida em conta, podendo adaptar-se-lhe um tubo não muito curto, com uma torneira na extremidade de saída. Essa torneira, abrindo a qual se iniciaria o escoamento, deverá assim estar tão longe da zona de interesse que não afecte a geometria cilíndrica ou «vicie» o escoamento, à partida.

Nestas condições, pode perguntar-se novamente se será observável alguma rotação e em que sentido. Sem irregularidades ou outras causas ligadas ao recipiente que desviem as correntes de fluido, há que tomar em conta

que o movimento de rotação da Terra faz aparecer a força de Coriolis que actua perpendicularmente à velocidade de transporte. É esta força, que é responsável pelo desloca-mento para ocidente das correntes marinhas e dos ventos alísios que se dirigem para o Equador, quer no hemisfério norte quer no hemisfério sul. Note-se também que a circulação dos ventos em torno dum anticiclone ou duma depressão atmosférica é causada pela força de Coriolis e os seus sentidos são opostos nos dois hemisférios. Também no escoamento de líquidos em recipientes, o mesmo se deverá passar, pelo menos nas condições ideais referidas acima.

Assim, é de supor que um recipiente cuidadosamente preparado para pôr em evidência o escoamento determinado pe'a força de Coriolis, mostre num Liceu da Metrópole o escoamento com rotação para a esquerda e, com

rotação no sentido oposto, quando experimentado num Liceu de Lourenço Marques. Em S. Tomé, praticamente sobre o Equador, o escoamento far-se-ia sem rotação.

A realização, a experimentação e o intercâmbio de recipientes apropriados (com as características indicadas ou outras sugeridas pe'o engenheiro do experimentador) poderia constituir uma «experiência» interessante.

Agradeço aos colegas que participaram na discussão deste assunto e, em particular, a E. Martinho que indicou alguns livros de texto [1, 2] onde se aborda o problema.

C. MARCIANO

- [1] *Newtonian Mechanics*, A. P. French (1971) (WW Norton & Co, Inc., N. Y.).
- [2] *An Introduction to Physical Oceanography*, William Von Arx (1962) (Addison-Wesley Publ. Co.).

## Do Carvão à Fusão Nuclear e à Energia Solar

por RUI NAMORADO ROSA

### Recursos energéticos e perspectivas globais

Os recursos energéticos ao dispor da humanidade são de duas categorias: fluxos contínuos de energia provenientes de fontes exteriores ao globo terrestre ou do seu próprio interior; energia química, nuclear ou térmica armazenadas na litosfera e nos oceanos.

O fluxo de energia de longe mais importante é a radiação solar ( $1,8 \times 10^{17}$  W) do qual quase 1/4 acciona a circulação geral da água (mas sendo apenas  $3 \times 10^{12}$  W a potência hídrica mundial explorável) e quasi 1/4000 é acumulado quimicamente por via fotosintética. O fluxo global de

energia geotérmica é muito inferior (só  $3 \times 10^{15}$  W) do qual talvez 1/200 apenas será explorável, e menor ainda é a energia das marés ( $3 \times 10^{12}$  W) do qual só 1/50 será acessível à exploração.

Estes valores deverão ser apreciados em face da actual taxa mundial de consumo de energia sob todas as suas formas:  $0,7 \times 10^{15}$  W.

Das diversas fontes de energia armazenada a menos importante é a geotérmica. Seguem-se os combustíveis fosseis —  $0,6 \times 10^{17}$  kWh de carvões e lenhites, mais  $0,7 \times 10^{16}$  kWh de petróleos e gás natural — exauríveis, os primeiros, em poucos séculos e, os últimos, em algumas décadas apenas. Avaliada na escala de