

- 3.º—Mecânica Quântica (S1)  
Física Atômica e Nuclear (S2)  
Electrónica (S2)  
Química Analítica (A)  
Química Sintética (S2)  
Sociologia da Educação (S1)  
Desenvol. Curricular e Mét. de Ensino (A)  
Prat. Pedag. II: Tecnologia Educativa (A)
- 4.º—Óptica e Radiação (S1)  
Física do Estado Sólido (S1)  
Química Física (S1)  
2 Opções—Química (S1, S2)  
1 opção—Física (S2)  
Oficinas e Laboratórios (S2) (•)  
Metod. do Ensino da Física e Química (A)  
Organização e Administração Escolar (S2)
- 5.º—Estágio pedagógico (A)

### Universidade do Porto

#### Licenciatura em Física (Ramo Educacional)

- 1.º e 2.º—Idênticos aos da Licenc. em Física
- 3.º—Elementos de Física Quântica (A)  
Complementos de Química (A)  
Electrónica (S1) (\*)  
Física das Ondas (S1) (\*)  
Metodologia e Didáctica da Química (S2)  
Disciplina de índole psicopedagógica (S2)
- 4.º—Metodologia e Didáctica da Física (A)  
História e Filosofia das Ciências (S1)  
Monografia (A)  
2 disciplinas de índole psicoped. (A, S2)
- 5.º—Estágio pedagógico (A)

(•) Partilhada entre as áreas de Física e Química.

(\*) Comum à licenciatura em Física (cf. Gaz. Fís. 8, 37).



## A FÍSICA FORA DO LABORATÓRIO

### FÍSICA NO AQUÁRIO !

Caro leitor. Convite após convite continuamos a manter a expectativa de que nos envie umas folhas ou umas linhas onde relate observações das coisas à sua volta, o que certamente tornaria esta coluna deveras interessante.

Entretanto, e ao contrário do habitual, junto vão algumas questões e perguntas a propósito dum objecto doméstico. O aquário!

A beleza decorativa de um aquário proporciona naturalmente um prazer e um convite à meditação, fruto do harmonioso equilíbrio cromático e de movimentos que normalmente exhibe, no contexto de um complexo e subtil

equilíbrio biológico. Que fenómenos físicos se «escondem» por detrás dos vários processos observáveis num aquário?

Não nos deteremos naqueles fenómenos mais óbvios como o dos movimentos dos peixes, da sua suspensão na água (princípio de Arquimedes...), da travagem lenta do seu movimento por atrito quando, depois de um impulso, as suas barbatanas se imobilizam. Encontramos muitos outros fenómenos físicos, alguns longe de serem elementares, que constituem uma fonte inesgotável de novas questões, de formulação de hipóteses e explicações a diverso nível, de aplicação de teorias aprendidas, do aguçar do espírito de observação e crítico, complementando o ensino informativo habitual com o desenvolvimento das capacidades do «saber pensar». Vamos pois caminhar por momentos com o leitor, munidos da curiosidade e espírito de observação próprios de um físico, através do labirinto de questões levantadas pela cuidadosa observação de um aquário.

#### (i) Fenómenos cromáticos

• Peixes, plantas, areias e fragmentos de rochas usualmente existentes num aquário exibem uma grande diversidade de cores, suscitando imediatamente uma explicação física em

termos de diferenças de absorção da luz em diferentes comprimentos de onda.

- Não nos deteremos no desconforto que pode resultar de alguém querer saber o que acontece à luz absorvida (se é re-emitada, por que é que os corpos não são todos brancos?).

- Na maior parte dos casos a lâmpada que ilumina o aquário é do tipo «fluorescente», com a forma e aparência externa igual às lâmpadas fluorescentes que se usam na iluminação doméstica. Contudo, se observarmos o espectro das radiações (comprimentos de onda) que compõem a luz emitida pela lâmpada fluorescente do aquário—usando por exemplo uma rede de difracção ou um prisma óptico—encontramos diferenças importantes em relação às lâmpadas fluorescentes para iluminação doméstica. Será que essas diferenças explicam a tonalidade da lâmpada do aquário? E a observação de algumas pessoas de que uma lâmpada fluorescente normal «queima» tudo?

- Alguns peixes, em particular os chamados peixes Néon, apresentam normalmente cores garridas, nomeadamente azul e vermelho. Porém, se forem observados imediatamente após uma prolongada ausência de luz—por exemplo, durante a noite—aparecem bastante descoloredos quando iluminados. Note-se que os peixes Néon não são visíveis quando se apaga a luz, ao contrário dos pirilampos ou doutros insectos cuja luminosidade permanece no escuro durante bastante tempo. Sem sabermos em detalhe o que se passa, que tipo de fenómeno deve ocorrer para que isso seja possível? Na falta dum pirilampo para experimentar, procure um botão de candeeiro de mesa de cabeceira, do tipo fosforescente.

#### (ii) *Termostato e distribuição de temperatura*

- Tratando-se de um dispositivo razoavelmente elementar, a existência dum termostato para regular a temperatura do aquário levanta algumas questões com interesse físico, para além dos processos de transformação da energia eléctrica em térmica e da forma como esta é

transmitida a todo o líquido através dos fenómenos de radiação, convecção, etc. Note-se que, ao contrário do que muitas vezes se diz, o termostato não mantém a temperatura rigorosamente constante, mas sim oscilante entre um valor máximo e um valor mínimo, dependentes da «histerese» térmica e mecânica do elemento sensível (geralmente uma lâmina que dilata e contrai, conforme a temperatura) e da inércia térmica do meio. Com um bom termostato a diferença entre a temperatura máxima e mínima pode reduzir-se, mas não eliminar-se totalmente, pois é precisamente essa diferença que faz «funcionar» o termostato. Um bom termostato será extremamente sensível às pequenas diferenças da temperatura do banho em relação a uma temperatura de referência, mas não pode reagir excessivamente... pois se corrigir em excesso leva a temperatura a uma grande variação em sentido contrário, em relação à temperatura de referência. A regulação fina da temperatura nos sistemas físicos levanta em geral problemas complexos, bem conhecidos dos Electrónicos e Engenheiros (teoria dos mecanismos de feedback, oscilações e regimes de estabilidade, etc.).

- Para além destas questões, outras se poderão formular com um acentuado conteúdo físico: como se distribuirá a temperatura no volume do aquário? Será uniforme? Porquê? Qual o efeito das paredes e das pedras no fundo do aquário? E o efeito do filtro? E do difusor? E da lâmpada?...

#### (iii) *Movimentos de corpos em fluidos...*

- As bolhinhas de ar que se produzem no difusor sobem. Porquê? Se reparar com atenção verá que umas sobem mais rapidamente que outras, e este facto tem que ver com o seu tamanho. Será possível medir a velocidade com que elas se deslocam? Experimente observar as bolhinhas só com luz natural ou com a luz duma lanterna eléctrica ou duma lâmpada de incandescência, e compare com o que se observa quando se ilumina só com uma lâmpada fluorescente, por exemplo a do aquário.

É capaz de explicar os pontinhos e usar esse fenómeno para medir a velocidade das bolhas?

(iv) *Questões com interesse biológico e físico*

- Para além da explicação biológica sobre a razão de a água por vezes nos parecer turva, o que é que fisicamente se altera quando o filtro desencadeia algumas acções biológicas que resultam numa água clara e transparente?

- Não é invulgar ouvir perguntar para onde vai o hidrogénio quando os peixes respiram o oxigénio da água. Não será portanto difícil imaginar que algumas pessoas tenham construído a noção errada de que o difusor fornece oxigénio à água que se combina com o hidrogénio livre...

- Por outro lado, quais serão as bolhas mais eficientes para oxigenar a água: as maiores que têm maior volume e superfície ou as mais pequenas que, subindo mais devagar, têm mais tempo para permitir a passagem do oxigénio para a água? E qual é o efeito da tensão superficial na eficiência dessa passagem?

- Não nos esqueçamos que muitos «aquarífilistas» executam um controlo apurado da

acidez ou alcalinidade do meio líquido usando papel indicador, e compensando com a adição de quantidades doseadas de produto apropriado. Como abordar, em termos físicos, estes aspectos?

... Inescapável é porém o fenómeno da reflexão total que nos permite observar «mais» peixes do que realmente existem no aquário. Será que um peixe poderá ver a sua própria imagem por este processo?

E o que dirá um peixe «inteligente» ao observar os movimentos dos objectos a que nós chamamos bolhas de ar? Não concluirá que esses objectos possuem massa negativa? Um tal peixe dado a conjecturas sobre a física do que observa obterá confirmação dessa hipótese se encontrar dentro do aquário um pequeno nível de bolha de ar que porventura um de nós, inadvertidamente, lá tenha deixado cair. Na realidade observe-se o movimento da bolha quando o nível é sujeito a pequenos encontrões longitudinais e compare-se com o que se observa se em vez da bolha se tiver uma esfera com as mesmas dimensões.

C. MARCIANO

Departamento de Informática da Universidade Nova de Lisboa



## Divirta-se com a Física

### A BATERIA FELINA (\*)

(patenteada em 1 de Abril de 1883)

Este dispositivo com 100 anos de idade é pouco conhecido. Curiosamente foi o editor científico da revista LIFE o primeiro, em 6 de Março de 1884, a escrever acerca da sua teoria e aplicação.

Foi em 2306 AC que Sarcophagus, filósofo egípcio, descobriu acidentalmente a energia eléctrica do gato. Sentando-se acidentalmente uma noite sobre o seu gato, que

dormitava numa poltrona, sentiu-se surpreendentemente enriquecido com uma violenta sensação galvânica além de um súbito desejo de se por de pé e dizer um palavrão. Investigações subseqüentes levaram-no a concluir que a energia do gato, tal como o calor latente, pode ser libertada por uma compressão súbita. Ele ofereceu essa teoria ao resto do mundo num tratado célebre que nessa noite escreveu; mas acabou por morrer sem descobrir a verdadeira natureza do fenómeno.

Depois disto nunca mais ninguém se sentou sobre o gato doméstico egípcio — um facto que originou a opinião actual de que se trata de um animal sagrado. Dois séculos mais tarde, Obeliskus Mummi, o famoso metafísico de Memphis, quando procedia a experiências com

(\*) IEEE SPECTRUM, Vol. 21, n.º 8, pp. 65-67, Agosto 1984; tradução livre de Manuel de Barros.