

# ENSINO DA FÍSICA

## UMA NOVA SECÇÃO NA "GAZETA DE FÍSICA"

A partir deste número a "Gazeta da Física" passa a dispor, com a colaboração da Divisão de Educação da SPF, de uma nova secção, "Ensino da Física". Os seus principais destinatários são os professores de Ciências Físico-Químicas do Ensino Básico e Secundário. Como o próprio nome sugere, é muito vasto o âmbito deste espaço, que só conseguirá atingir os objectivos propostos se pudermos contar com a colaboração dos nossos leitores, e em particular os referidos docentes. Pela nossa parte, prometemos dar acolhimento a todas as colaborações que visem:

- Divulgar junto dos professores actividades desenvolvidas nas escolas no âmbito do Ensino das Ciências e que devem ser partilhadas para a valorização de todos (é o caso do primeiro mini-artigo que publicamos a seguir).

- Informar os professores das iniciativas da SPF, outras actividades, exposições e endereços da Internet úteis ao desempenho da sua actividade (é o caso da informação que publicamos sobre a reforma do secundário).

- Incentivar a realização de actividades de carácter experimental na sala de aula, recorrendo sempre que possível a exemplos práticos.

Feito o desafio, mãos à obra. Toda a colaboração e correspondência pode ser enviada preferencialmente por *e-mail* para [densino@spf.pt](mailto:densino@spf.pt), ou por carta para: Graça Santos, Sociedade Portuguesa de Física, Departamento de Física da Universidade de Coimbra, 3004-516 Coimbra.

## A FÍSICA E A QUÍMICA DO $C_{60}$

O estudo que levámos a cabo sobre o fullereno  $C_{60}$  (fig. 1), nova forma alotrópica do carbono, teve como objectivo verificar se essa substância elementar podia ser estudada em níveis de escolaridade não universitários. Ele permitiu aprofundar e consolidar alguns conceitos de Física do Estado Sólido e de Química Orgânica. Proporcionou a realização de trabalhos práticos simples, na área da Física, envolvendo grafite, diamante sintético, e  $C_{60}$  em pó.

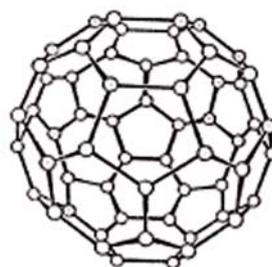


Figura 1. Molécula de  $C_{60}$  (Pierson, 1993)

Concluimos que é possível verificar, no ensino básico e secundário, as diferentes características que as substâncias elementares de carbono podem assumir, como cristal, nomeadamente a sua morfologia e a sua orientação, já que o material necessário existe em geral nos laboratórios escolares do 3º ciclo e secundário. De facto, recorrendo a uma bomba de vácuo, pode sublimar-se grafite e  $C_{60}$  em pó originando filmes de cada uma deles, que podem ser analisados por espectroscopia óptica e do infravermelho. Existem no mercado aparelhos didácticos para obter espectros de difracção de raios X de filmes de carbono. Recorrendo, em formato de visita de estudo, a laboratórios universitários que possuam espectrómetros mais sofisticados, poderão obter-se espectros de Raman e de microscopia electrónica.

A eficiência energética de alguns compostos supercondutores de  $C_{60}$  assim como as suas potencialidades ecológicas permitem antever um largo campo de utilização desses materiais. Por outro lado, a capacidade de alguns derivados dos fullerenos inibir a enzima responsável pelo desenvolvimento do HIV e poderem, portanto, originar fármacos e vacinas para curar ou imunizar contra a SIDA, aumenta a importância da nova forma do carbono. Este problema de saúde pública, que está associado a comportamentos sociais, não pode ser ignorado na escola, podendo e devendo ser abordado em várias áreas disciplinares.

Na área de projecto do 3º ciclo do ensino básico, vocacionada para envolver os alunos na concepção e realização de projectos que lhes permitam articular saberes de diversas áreas em torno de certos problemas, pode realizar-se um projecto que tenha o carbono como tema aglutinador, onde se discutam temas como a energia, poluição ou a SIDA.

Ao longo do nosso trabalho confirmámos a complementaridade entre as áreas da Física e Química, e ensaiámos abordagens de ensino inter e multidisciplinar. De facto, a procura do sentido do todo exige a partilha do conhecimento disciplinar e a construção de ligações entre disciplinas (Mateus, 2000).

Assim e nas disciplinas de Ciências Físico-Químicas e de Física pode proceder-se à caracterização da grafite, do diamante e do  $C_{60}$  estudando a morfologia e a orientação das estruturas cristalinas, as suas propriedades eléctricas e térmicas e, ainda, a capacidade de formar materiais supercondutores de alta temperatura. Estes conteúdos podem ser complementados na disciplina de Química, referindo o tipo de ligações intra e intermoleculares, o tipo de cristal formado e as suas propriedades químicas como a solubilidade e a reactividade.

Na disciplina de Matemática, nomeadamente no estudo da geometria, o estudo de poliedros regulares com elevada simetria, como o icosaedro, é facilmente exemplificado com o  $C_{60}$ . Constituída por 20 hexágonos e 12 pentágonos, esta molécula exemplifica estruturas que obedecem ao teorema de Euler. De facto, como acontece com qualquer outro poliedro com a forma de uma gaiola, os fullerenos têm que satisfazer esse teorema, segundo o qual o número de vértices (ou seja, o número de átomos de carbono) menos o número de arestas (ou sejam, as ligações covalentes) mais o número de faces do poliedro é igual a 2.

A forma desses poliedros suscita a curiosidade geral como pudemos verificar em conversas com alunos e professores. Aliás, o fascínio pelas formas geométricas de alta simetria data dos antigos gregos, que já conheciam os cinco poliedros regulares ou sólidos "platónicos": tetraedro, cubo, dodecaedro, octaedro e icosaedro, todos eles sólidos de alta simetria que têm como faces polígonos regulares idênticos.

A forma do  $C_{60}$  permite uma articulação da Física e Química com as Ciências da Terra e da Vida e a Biologia pois ocorre, com abundância, a forma do icosaedro nos seres vivos e nos minerais: o vírus da varíola, da pólio, do herpes e do mosaico amarelo do nabo têm a forma de um icosaedro, assim como são numerosos os cristais que cristalizam no sistema cúbico com forma icosaédrica: por exemplo, a almandite,  $Fe_3Al_2(SiO_4)_3$  e a glossulária,  $Ca_3Al_2(SiO_4)_3$ . Parece que o icosaedro é uma das formas preferidas na Natureza. A descoberta do  $C_{60}$  numa rocha que se designou de shungite, encontrada perto de Shunga, na Rússia, veio desencadear vários trabalhos de geologia.

No âmbito da disciplina de Educação Visual ou de outras disciplinas do agrupamento de Artes, e a propósito da representação tridimensional de formas geométricas, de novo o  $C_{60}$  pode servir como exemplo de um icosaedro truncado (fig.2).



Figura 2. Desenho de um icosaedro truncado por Leonardo Da Vinci (Martins, 1993)

A Fig. 3 demonstra o modo como se obtém um icosaedro truncado.

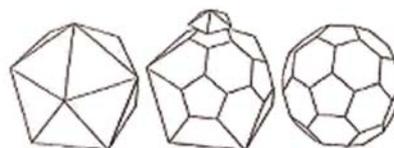


Figura 3. "Truncando" um icosaedro (Andersen Group, Max-Planck-Institut)

A Fig. 4 mostra como esta estrutura tem alimentado a imaginação do homem.

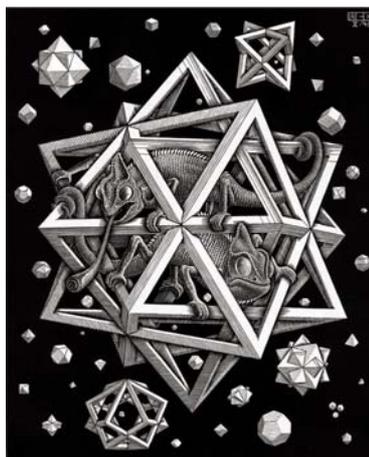


Figura 4. Xilogravura de Escher "Estrelas"

O uso das Tecnologias de Informação e Comunicação pode incrementar a literacia científica dos alunos. De facto, o computador é por eles utilizado com facilidade e curiosidade, revelando-se um bom instrumento para adquirir conhecimentos. O número de *sites* relacionados com o  $C_{60}$  é muito elevado. No entanto, por vezes, a informação disponível está desactualizada e mesmo incorrecta. Importa, assim, referir o imprescindível cuidado a ter na análise da informação recolhida sendo o apoio

do professor imprescindível. Neste sentido, actividades desenvolvidas através da Internet tais como fóruns de discussão, páginas informativas ou mesmo concursos/jogos podem ser óptimas estratégias de estudo sobre o  $C_{60}$ . Na Escola Secundária de Santa Comba Dão e no âmbito do programa Nónio Século XXI - "O Cantinho da Ciência" (semanas Netd@ys Europe 2000 e 2001)- realizámos um jogo de pesquisa intitulado "Viagem ao Interior da Chaminé".

Neste jogo, procurámos fomentar a participação dos alunos de todos os anos de escolaridade e dar oportunidade aos alunos que não possuíam computador em casa e que por isso não estavam familiarizados com ele. Para tanto, usámos os computadores da biblioteca da escola e do "Cantinho da Ciência". As questões propostas visavam dar a conhecer o  $C_{60}$ . Assim, escolheu-se para tema o local mais familiar aos alunos onde há probabilidade de formação de  $C_{60}$ : a chaminé. O jogo iniciava-se com questões muito simples:

- Qual é o nome que se dá à reacção química que ocorre entre o combustível e o oxigénio?
- Qual é o tipo de carvão mais rico em carbono?
- Que nome é dado às correntes de ar quente que ocorrem dentro da chaminé e que são responsáveis pela saída do fumo?
- Quantos hexágonos e pentágonos tem a molécula de  $C_{60}$ ?
- Indica dois dos cientistas galardoados com o prémio Nobel da Química em 1996, por terem estudado o  $C_{60}$ .

A formulação das questões relativas ao  $C_{60}$  foi limitada pelo facto dos *sites* sobre este tema não estarem em português. Dos trinta alunos participantes, tanto do terceiro ciclo como do ensino secundário, dez responderam a todas as questões. Dos três alunos que acertaram a todas as questões, um era do oitavo ano de escolaridade, outro do décimo ano e o terceiro era aluno universitário, ex-aluno da escola. Numa tese de mestrado os resultados estão descritos com mais pormenor (I. Ribeiro, 2002).

Neste tipo de actividade incentiva-se o trabalho cooperativo, havendo confronto de ideias, num ambiente de cooperação, compreensão e respeito pelos outros, que favorece a aprendizagem. Hoje não é fácil ser professor. A formação inicial revela-se insuficiente perante os novos desafios que são colocados ao docente. Defendemos, por isso, uma formação contínua que permita aos professores actualizar os seus conhecimentos e repensar as suas práticas, acompanhando os resultados das investigações mais recentes tanto em ciência como em ensino das ciências.

Ilda Ribeiro Custódio (1) e Lucília Tavares dos Santos (2)

(1) Escola Secundária de Santa Comba Dão, Ilda\_ribeiro@hotmail.com

(2) Departamento de Física, Universidade de Aveiro

#### BIBLIOGRAFIA:

- Dresselhaus, M. S.; Dresselhaus, G.; Eklund, P. C. (1996). "Science of Fullerenes and Carbon Nanotubes". Academic Press.
- Mateus, A. (2000). "A Pertinência da Formação Científica Interdisciplinar. Trabalho Prático e Experimental na Educação em Ciências". Departamento de Metodologias da Educação. Instituto de Educação e Psicologia. Universidade do Minho, Braga.
- Martins, J. L. (1993). "Fullerenos: uma nova família de compostos do carbono"; *Gazeta de Física*; vol. 16, fasc. 2, p. 2
- Pierson, H. O. (1993). "Handbook of Carbon, Graphite, Diamond and Fullerenes". Noyes Publications.
- Ribeiro, I. (2002). "A Física e a Química do  $C_{60}$ ", tese de Mestrado em Ensino de Física e Química, Universidade de Aveiro.

## SPF CONTRA CARÁCTER OPCIONAL DE FÍSICA E QUÍMICA

A proposta de reforma do Ensino Secundário, tornada pública pelo Governo, não é globalmente positiva, sustenta a Sociedade Portuguesa de Física (SPF). No entanto, ela pode e deve ser substancialmente melhorada, pelo que aquela sociedade científica exprime a sua total disponibilidade para colaborar com o Ministério da Educação no aperfeiçoamento do documento.

É de referir, aliás, que o próprio Ministério já mostrou abertura para proceder a adaptações e alterações na área de ciências. A SPF acredita que essas modificações não deixarão de ir ao encontro das principais críticas oportunamente formuladas.

A Sociedade Portuguesa de Física, que já divulgou a sua posição global sobre o documento (ver folha separada da edição anterior da "Gazeta"), cedo tomou a iniciativa de enviar uma circular, através da sua Divisão Técnica da Educação (DTE), às escolas do Ensino Secundário. Nela se solicitava aos professores de Ciências um parecer acerca da proposta de Reforma do Ensino Secundário submetida à discussão pública. Foram recebidos pareceres de cerca de 90 escolas secundárias de todo o país.

Foram ainda pedidas opiniões aos sócios e promovido um Encontro no Porto a 11 de Janeiro de 2003, onde estiveram presentes professores do Ensino Secundário e do Ensino Superior. Nesta reunião debateram-se as principais ideias resultantes dos pareceres recebidos. Na sequência destas reflexões redigiram-se recomendações consensuais relativamente aos aspectos a seguir abordados.

### Matriz curricular do Curso Geral de Ciências

Os professores discordam frontalmente do carácter opcional das disciplinas de Física e Química. Quando todos os países estão a fazer um esforço no sentido de aumentar a cultura científica, Portugal parece querer andar no sentido contrário.

De acordo com a proposta, os alunos deverão no final do 9º ano optar pelo percurso escolar mais adequado de acordo com o curso superior no qual pretendem ingressar, uma vez que este condiciona a disciplina específica do 12º ano, e esta disciplina está dependente das opções de 10º e 11º ano. É generalizada a opinião de que esta decisão é precoce e inadequada no final do 9º ano.

A possibilidade de optar pelas disciplinas bienais com início em anos diferentes, 10º ou 11º ano, limita a sequência das disciplinas, dando origem a um hiato entre o 9º ano e o 11º ano que dificulta a inter-relação conceptual. Neste ponto surgiram igualmente dúvidas acerca da turma: poderão existir no mesmo horário alunos de 10º e 11º ano?

Pensa-se que é de todo conveniente que exista a possibilidade de interdisciplinaridade entre a Biologia-Geologia e a Físico-Química: de acordo com a matriz proposta, uma das disciplinas "limita" os conteúdos a leccionar na outra. Assim, sugere-se que as duas disciplinas bienais tenham início no 10º ano e seja reduzido o leque de opções.

Deverá existir mais uma disciplina anual no 12º ano (passando a existir duas disciplinas opcionais mais a disciplina de Matemática) a fim de que os alunos possam seleccionar neste ano simultaneamente Física e Química (disciplinas fundamentais para os cursos de Engenharia), ou Química e Biologia (disciplinas fundamentais para os cursos de saúde).

Desta forma, discorda-se das opções curriculares apresentadas na proposta, uma vez que, tratando-se de disciplinas afins, a interacção entre os respectivos conteúdos é altamente frutuosa numa perspectiva formativa. Quando actualmente se reconhece



a importância da transdisciplinaridade e interdisciplinaridade, tendo em vista a necessária integração de saberes, estas medidas apontam claramente no sentido da compartimentação do "saber".

### Matriz curricular dos Cursos Tecnológicos

É incompreensível a não obrigatoriedade das disciplinas de Química e de Física nos Cursos Tecnológicos de Electrónica, Construção Civil e Informática, assim como a não obrigatoriedade da disciplina de Física (ajustada) no 12º ano.

Desta forma, poderia ser criado um sistema modular em que, para cada curso, prevalecessem os módulos de maior interesse para a respectiva área, o qual permitiria a permeabilidade entre os cursos tecnológicos e os cursos gerais através da realização dos módulos em falta.

O Curso Tecnológico de Ordenamento do Território e Ambiente, por seu lado, deverá contemplar a disciplina de Química. É expressa igualmente a discordância quanto ao desaparecimento dos cursos tecnológicos de Mecânica, Química (controlo de qualidade) e Turismo, uma vez que estas são áreas de extrema importância, em particular o Curso Tecnológico de Química no domínio ambiental e da formação de técnicos de laboratórios industriais e escolares.

### Área-Projecto/Tecnologias da Informação e da Comunicação

A disciplina de Tecnologias da Informação e da Comunicação (TIC) deveria ser transversal e integrada na Área-Projecto. Com menor carga horária, ela deveria existir nos 10º, 11º e 12º anos.

A nível do Ensino Secundário, a melhor forma de fomentar o ensino das TIC é no próprio contexto do ensino das Ciências e da Matemática. A disciplina de Tecnologias da Informação deveria apenas existir a nível do Ensino Básico.

### Avaliação

De acordo com a indicação dos exames propostos para os cursos gerais, os alunos poderão não ser avaliados a nível nacional nas disciplinas de Física, Química ou Biologia no 12º ano, e facilmente (dependendo dos critérios das Universidades para o ingresso no Ensino Superior) poderá não se realizar exame a Física e Química ou Biologia e Geologia. Esta possibilidade afigura-se-nos inconcebível!

### Ingresso no Ensino Superior

Existe uma grande indefinição relativamente à ligação entre os currículos do ensino secundário e as condições de acesso ao ensino superior. Será que se transferem para o ensino superior competências e objectivos até aqui inerentes ao ensino secundário? As instituições de ensino superior vão começar a dar formação de base (uma espécie de pré-universitário) porque o ensino secundário limitou o desenvolvimento dos alunos?

É de referir ainda que não está clara a possibilidade de transição entre os Cursos do Ensino Tecnológico e os Cursos Gerais, que deverá ser uma preocupação para não impossibilitar aos alunos o ingresso no ensino superior. Tal como se refere no documento, o curso tecnológico continua a ser preferencialmente para prosseguimento de estudos.



### Sugestões gerais

É opinião dos intervenientes neste processo de reflexão sobre a proposta de reforma do ensino secundário que deveria ser incentivada a uniformização dos sistemas de ensino na Europa. Tendo em conta as alterações propostas, sugere-se a possibilidade de um aumento da carga horária e, eventualmente, a possibilidade de existirem matrizes diferentes de acordo com os cursos.

Apela-se também à necessidade de um reequipamento adequado das escolas e à melhoria/incentivo do trabalho experimental. A avaliação e o sistema de ingresso no ensino superior é também um ponto que deve merecer especial atenção. Salienta-se, por fim, a importância de os exames contemplarem uma componente laboratorial/experimental.

Graça Santos  
densino@spf.pt

## ANUNCIE NA GAZETA DE FÍSICA

### Informações

Sociedade Portuguesa de Física

Maria José Couceiro

Avenida da República 37-4º 1050-187 Lisboa

Tel 217 993 665 | Fax 217 952 349

E-mail [secretariado@spf.p](mailto:secretariado@spf.p)

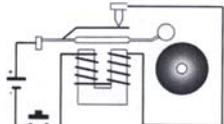




VIDROS E EQUIPAMENTOS, LDA.

Telefs.: 21 9588450/1/2/3/4    Telefax 351 21 9588455  
Rua Soeiro Pereira Gomes; 13 - R/C | <http://www.videeq.pt>  
BOM SUCESSO - 2615 ALVERCA  
PORTUGAL

### MATERIAL DIDÁCTICO



## FÍSICA