

GAZETA DE FISICA

SOCIEDADE PORTUGUESA DE FISICA



VOL. 15, FASC. 4

Publicação Trimestral

Outubro a Dezembro de 1992

Matéria invisível
estabiliza o Universo

GAZETA DE FÍSICA

Fundada em 1946 por A. Gibert

Propriedade e Edição: Sociedade Portuguesa de Física

Directores: Carlos Fiolhais
Filipe Duarte Santos
João Bessa Sousa

Comissão de Redacção e Administração: Manuel F. Thomaz, Carlos Matos Ferreira, Armando J. P. L. Policarpo, Ana Maria Eiró, Margarida C. Martins da Cruz, Maria Fernanda Cristóvão da Silva, Adriano Pedrosa de Lima, José Manuel Monteiro Moreira.

Endereço: Sociedade Portuguesa de Física, Av.ª da República, 37-4.º — 1000 Lisboa

A **Gazeta de Física** publica artigos, com índole de divulgação, considerados de interesse para estudantes, professores e investigadores em Física. Os artigos podem ter índole teórica, experimental ou aplicada, visando promover o interesse dos jovens pelo estudo da Física, o intercâmbio de ideias e experiências profissionais entre os que ensinam, investigam ou aplicam a Física. As opiniões expressas pelos autores não representam necessariamente posições da S.P.F.

A **Gazeta de Física** deverá constituir também um espaço de informação para as actividades da S.P.F., nomeadamente as suas Delegações Regionais e Divisões Técnicas.

Os manuscritos deverão ser submetidos para publicação em duplicado, dactilografados a dois espaços. Figuras ou fotografias deverão ser apresentadas em folhas separadas e prontas para reprodução, com eventual redução de tamanho.

Toda a correspondência deverá ser enviada para

Gazeta de Física
Sociedade Portuguesa de Física
Av.ª da República, 37-4.º — 1000 LISBOA

A **Gazeta de Física** é enviada gratuitamente a todos os Sócios da S.P.F. no pleno uso dos seus direitos.

Preço de assinatura: país 2000\$00; estrangeiro US\$35
Preço do fascículo avulso (sede e delegações da SPF): 600\$00

Publicação subsidiada pelo Instituto Nacional de Investigação Científica
e pela Junta Nacional de Investigação Científica e Tecnológica

Publicação periódica n.º 107 280 (Min. Com. Social) • Depósito Legal n.º 51 419/91

Tiragem: 2400 exemplares

Composição, Impressão e Acabamento — *Imprensa Portuguesa* — Porto

Tema de capa: As primeiras evidências observacionais para a existência de matéria escura surgem em 1933 com a observação do movimento de galáxias em enxames. Mais recentemente os resultados observacionais tornaram-se conclusivos. Desde a observação das curvas de rotação galácticas na banda dos 21 cm, às observações efectuadas fora da atmosfera, de que o satélite COBE (COsmic Background Explorer) é o exemplo mais flagrante, parece não haver mais dúvidas para os cosmólogos da necessidade da existência de matéria escura. Que tipo de Matéria Escura? Esta é uma pergunta ainda sem resposta conclusiva.

Utilização da folha de cálculo no ensino/aprendizagem da Física

Algumas sugestões

ELISA M. PRATA PINA e M. AUGUSTA PATRÍCIO *

Centro de Física Teórica, Departamento de Física da Universidade de Coimbra, 3000 Coimbra

Apresentam-se algumas sugestões de utilização da folha de cálculo EXCEL 3.0 para o ensino/aprendizagem da Física a nível dos ensinamentos básico e secundário. Pretende-se mostrar que esta ferramenta pode ser um meio muito útil ao dispor dos professores, no trabalho com os alunos, mesmo naqueles níveis de ensino.

Introdução

Como muitos professores já se aperceberam, o computador é um instrumento extremamente poderoso e motivador na educação. Pensamos que vale a pena utilizá-lo nesse contexto, sobretudo porque ele pode enriquecer extraordinariamente os nossos processos mentais, possibilitando, mesmo, análises novas que sem um meio como este dificilmente surgiriam [1, 2, 3]. Neste trabalho sugerimos a utilização da folha de cálculo EXCEL 3.0 [4], um programa que corre em ambiente WINDOWS de um PC-IBM compatível (existe versão equivalente para MACINTOSH) e que, na nossa opinião, pode ajudar particularmente na construção e interpretação de gráficos. Para a escolha desta folha de cálculo foi determinante a possibilidade que ela oferece, não só de mostrar vários gráficos simultaneamente, como também de vários gráficos sobrepostos à respectiva tabela de dados. Deste modo quando se efectua uma alteração de valores na tabela, vêem-se de imediato as alterações produzidas, quer na tabela, quer nos gráficos. Sendo um programa aberto, podemos construir com ele as «nossas» próprias aplicações e acrescentá-las e modificá-las à medida das nossas necessidades.

Formas de utilização

A folha de cálculo possibilita novas estratégias de abordagem de uma grande variedade de assuntos de Física nos vários níveis de escolaridade, resultando vantagens no processo de ensino/aprendizagem (interactividade, visualização). Sugerimos duas formas de utilização no ensino básico e secundário: como auxiliar de laboratório e na definição de modelos da realidade física.

Disposmos de vários exemplos, dos quais apresentamos alguns, que ilustram esses dois tipos de exploração.

1. Como auxiliar de laboratório

Esta modalidade permite o registo, cálculo e tratamento gráfico de dados experimentais, podendo ser utilizada, na aula de Física por alunos de todos os níveis etários. Pensamos que esta forma de utilização pode constituir um contributo importante para o enriquecimento do trabalho laboratorial, que evidentemente, é imprescindível.

* Professoras da Escola Secundária Infanta D. Maria, em Coimbra.

1.1. Estudo das molas elásticas. Determinação experimental da relação entre força e alongamento

A metodologia utilizada no estudo deste assunto passa, normalmente, pela experimentação e registo dos dados experimentais numa tabela. Esta tabela pode ser construída na folha de cálculo.

Assim, os alunos medem e registam o comprimento inicial (l_0) de uma determinada mola, as forças aplicadas na mola e os comprimentos finais (l). Introduzem as fórmulas conhecidas para o alongamento ($Dl = l - l_0$) e para a relação força/alongamento (F/Dl).

A observação dos dados da tabela permite tirar conclusões imediatas, sugerindo perguntas do tipo:

- i) Como é o gráfico do alongamento em função da força?
- ii) Como é o gráfico do comprimento em função da força?
- iii) Que relação existe entre o quociente força/alongamento e a inclinação da recta obtida em i) e ii)?

A folha de cálculo permite-nos fazer a construção dos gráficos, ou para confirmar previsões, ou para exploração livre. Na figura 1 mostra-se a tabela para uma situação particular e os gráficos alongamento e comprimento em função da força:

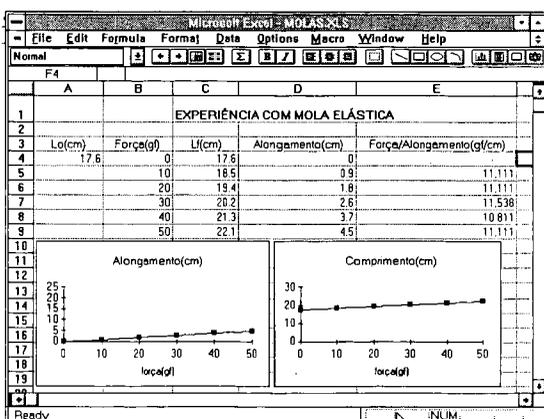


Fig. 1

Uma pergunta pode surgir: e se tivéssemos duas molas diferentes A e B?

Para responder a esta pergunta podemos sugerir aos alunos que construam, na folha de

cálculo, uma tabela com as seguintes colunas: comprimento inicial das molas (l_0), constantes de elasticidade K_A e K_B , força aplicada (F), o alongamento A (Dl_A) e o alongamento B (Dl_B) produzidos. O alongamento teórico (Dl) é calculado pela fórmula $Dl = F/K$.

Uma vez construídos os gráficos do alongamento Dl_A e Dl_B em função da força, alterando na tabela o valor de K_A ou K_B , observam-se imediatamente as alterações na tabela e nos gráficos:

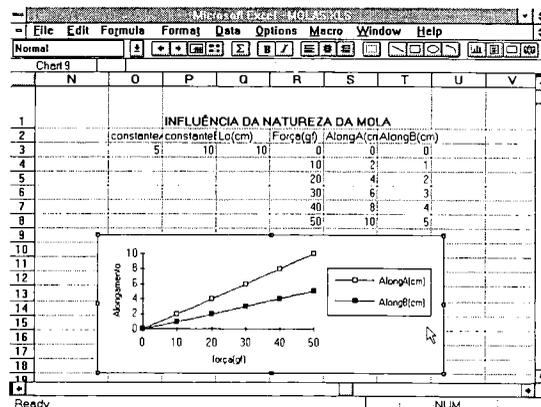


Fig. 2

2. Na definição de modelos

Consideramos esta modalidade mais adequada para níveis etários mais elevados. É possível utilizar diferentes estratégias, desde a apresentação aos alunos de modelos pré-construídos, competindo-lhes a exploração dos mesmos, até à construção dos modelos pelos próprios alunos. Embora esta última estratégia exija mais requisitos, ela pode ser particularmente útil para a desmontagem de ideias incorrectas, extremamente resistentes, pois proporciona situações de confronto que a investigação educacional tem revelado indispensáveis para a aquisição dos modelos científicos.

2.1. Estudo do movimento rectilíneo uniformemente variado, sem atrito

Após o estudo das leis deste tipo de movimento, poder-se-á sugerir aos alunos a construção de uma tabela que permita verificar a influência da força, da massa, da posição inicial

e da velocidade inicial no movimento de uma partícula. Introduzindo as fórmulas para o cálculo da aceleração, velocidade e posição em cada instante e usando a opção «gráficos», poderemos obter uma situação semelhante à da figura 3.

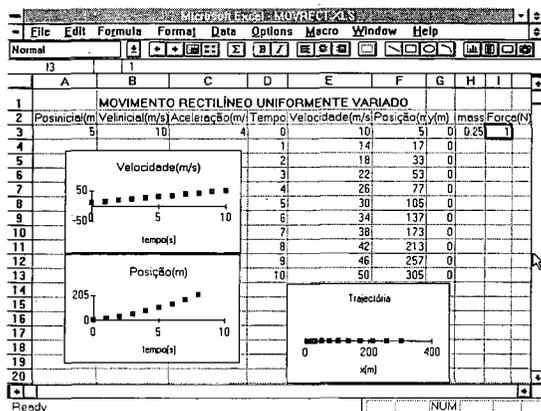


Fig. 3

É interessante ver os gráficos da velocidade e da posição em função do tempo e verificar as alterações provocadas pela variação da posição e velocidade iniciais e da relação força/massa (aceleração).

Deve-se distinguir bem entre o que são condições iniciais (que mudam de caso para caso), e o que são características do problema em estudo, como a força e a massa.

No exemplo apresentado introduziu-se ainda a coluna G, com a variável y (neste caso, sempre zero — o movimento é rectilíneo sobre o eixo dos xx). Podemos assim representar a equação da trajectória, y em função de x que mostra a posição do móvel, em cada instante. Deste modo pode chamar-se a atenção para diferença entre o gráfico da posição em função do tempo e o gráfico da trajectória.

O estudo do movimento rectilíneo e uniforme pode surgir como um caso particular deste, em que é nula a força que actua (coluna I, $F = 0$).

Há ainda oportunidade para discutir o significado do movimento rectilíneo e uniformemente acelerado ou retardado, relacionando o sinal da força (ou da aceleração) e da velocidade, na tabela, e interpretando os gráficos correspondentes.

2.2. Estudo do movimento de um projectil, desprezando a resistência do ar

O movimento plano de projecteis pode ser abordado como uma sobreposição de dois movimentos, em direcções perpendiculares: um uniforme e o outro uniformemente variado. Depois de os alunos conhecerem as leis destes movimentos, podem, escolhendo um sistema de eixos adequado, construir uma tabela em que entram, além da variável tempo, a velocidade e a posição dadas pelas expressões matemáticas conhecidas. A aceleração da gravidade, a grandeza da velocidade inicial e o ângulo de lançamento são parâmetros que podem ser modificados.

Então, de uma maneira expedita, obtêm-se os gráficos das leis da velocidade e do movimento segundo cada um dos eixos e ainda o módulo da velocidade em função do tempo e a curva da trajectória. À semelhança do exemplo anterior é interessante fazer o controlo de variáveis, analisando as consequências da variação dos parâmetros indicados, visualizando um só gráfico ou vários simultaneamente (figura 4).

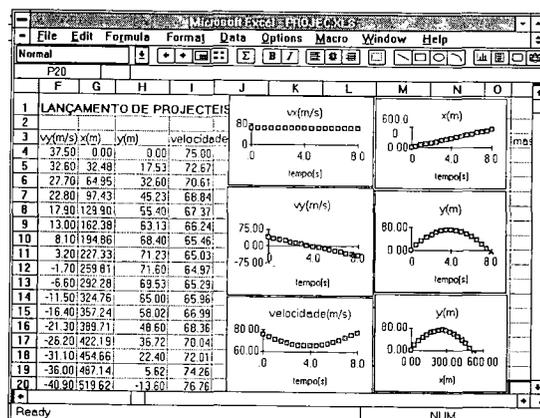


Fig. 4

Pode chegar-se ainda ao Princípio da Conservação da Energia Mecânica construindo uma tabela em que entrem as funções energia cinética, energia potencial e energia total. A figura 5 mostra uma possibilidade de analisar a conservação da energia mecânica pela variação dos diferentes parâmetros.

Com este modelo é fácil, por variação dos parâmetros, criar situações particulares, como por exemplo o lançamento vertical e o lançamento horizontal.

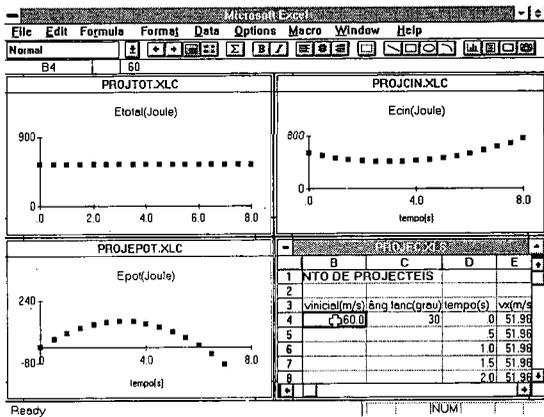


Fig. 5

2.3. Movimento harmónico simples (M.H.S.)

De um modo semelhante aos anteriores pode construir-se uma tabela para o M.H.S., onde entram a variável tempo e as expressões matemáticas da elongação, da velocidade e da aceleração, e efectuar os gráficos destas funções (figura 6). Os parâmetros, neste caso, são a frequência angular, a amplitude e a fase na origem.

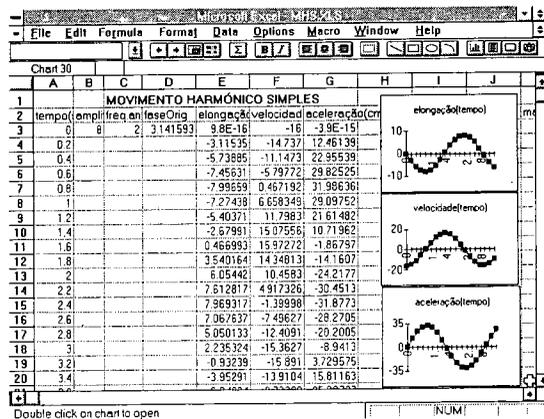


Fig. 6

É interessante analisar a influência de cada um dos parâmetros nos três gráficos simultaneamente.

Entre outras explorações possíveis salientamos o estudo da energia cinética, potencial e total, quer em função do tempo, quer em função da elongação, ilustrando deste modo o Princípio da Conservação da Energia Mecânica, como se vê na figura 7.

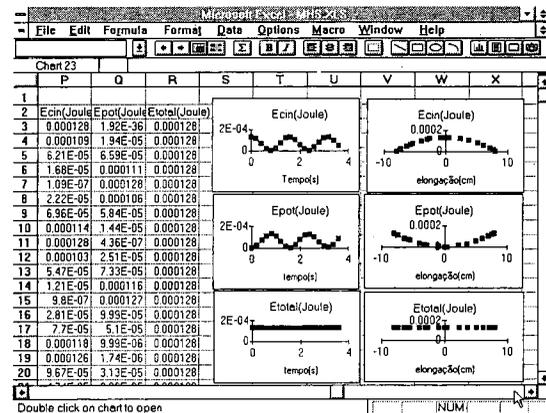


Fig. 7

Considerações finais

Os trabalhos que temos vindo a desenvolver permitem uma abordagem diferente de alguns aspectos significativos do estudo da Mecânica ao nível do Ensino Secundário. Pretendemos aperfeiçoar estes materiais e preparar outros, para diferentes unidades didácticas. Esperamos ainda poder divulgá-los, bem como alguma documentação anexa, contendo sugestões para a sua exploração. Agradecemos quaisquer críticas ou sugestões que nos queiram fazer chegar.

REFERÊNCIAS

- [1] FIGUEIREDO, António Dias de — Computadores nas Escolas. In: Colóquio/Ciências. Revistas de Cultura Científica. Lisboa (Janeiro/Abril, 1989), n.º 4; pp. 76-87.
- [2] FREITAS, João Correia de, TEODORO, Victor Duarte (orgs.) — Desenvolvimento dos Sistemas Educativos, Educação e Computadores. Ed. GEP, Março, 1991.
- [3] PONTE, João — O Computador um Instrumento da Educação. Lisboa, 1990.
- [4] MICROSOFT EXCEL, Manual de Referência.

Métodos Eléctricos de Prospecção Geofísica

I — Campo Estacionário

FERNANDO A. MONTEIRO SANTOS

Departamento de Física da F.C.U.L., Centro de Geofísica da Universidade de Lisboa

São conhecidas inúmeras aplicações do campo electromagnético recorrendo, na grande maioria dos casos, ao princípio da transformação da energia. Há, contudo, uma aplicação que não visa o aproveitamento da transformação da energia, mas sim a obtenção de informação; referimo-nos à utilização do campo electromagnético para o conhecimento da estrutura interior do planeta.

Procuraremos, em dois artigos de divulgação, mostrar como se pode utilizar o campo electromagnético, quer para um melhor conhecimento do interior da Terra e pequenas profundidades (de alguns metros a um ou dois quilómetros), quer para obter informação a grandes profundidades (dezenas de km).

Introdução

A Terra é formada por diferentes materiais (rochas) com propriedades físicas e químicas distintas, o que permite que diferentes ramos da ciência contribuam para o seu conhecimento. Interessa realçar aqui as propriedades ligadas aos diferentes ramos da geofísica interna, como a massa específica (o estudo da distribuição desta grandeza está na base da gravimetria), a magnetização (cujo estudo é abrangido pelo magnetismo e paleomagnetismo), as propriedades mecânicas (o facto da velocidade de propagação das ondas sísmicas ser diferente nos diferentes materiais, é utilizado na sismologia) e as propriedades eléctricas. Os métodos geoeléctricos abrangem o estudo destas últimas, dando especial atenção ao modo como varia a condutividade (σ) no subsolo.

A resistividade ($\rho = 1/\sigma$) das rochas depende da resistividade dos minerais que as constituem e da condutividade do fluido existente nos seus poros e fissuras, podendo variar entre valores extremos de 10^{-6} (por exemplo em alguns casos de grafite) a 10^9 Ohm m (para o caso de rochas secas como os quartzitos). A importância relativa daqueles dois factores depende da compactação da rocha (portanto da porosidade, sendo muito importante a interconexão entre os poros), da pressão e da temperatura. Se a rocha é porosa, com fluido intersticial e não havendo a presença de minerais argilosos, a lei de Archie

permite uma boa estimativa da resistividade. De um modo geral, a condutividade das formações rochosas aumenta com a temperatura, não só porque aumenta a mobilidade dos componentes iónicos dos fluidos, como pelo facto de a maioria das rochas e minerais terem um comportamento de semiconductor.

As rochas sedimentares têm geralmente uma resistividade menor que as rochas cristalinas não alteradas, devido à sua porosidade e conteúdo em fluidos; é interessante verificar que, em qualquer dos casos, a resistividade aumenta com a idade da rocha.

A actividade electroquímica depende da composição química das rochas e da composição e concentração dos electrólitos dissolvidos na água existente na formação rochosa, estando na base da existência de algumas correntes eléctricas naturais (telúricas).

A constante dieléctrica, ϵ (grandeza muito sensível à temperatura), é uma medida da capacidade de polarização eléctrica do meio e está, portanto, associada à resposta capacitiva do meio. Para a maioria das rochas $\epsilon = 10\epsilon_0$, sendo ϵ_0 a constante dieléctrica do vazio.

O método da resistividade (assim se designa o método de investigação que utiliza corrente eléctrica contínua-campo eléctrico estacionário-ou corrente variável de muito baixa frequência), como todas as metodologias que referiremos, baseia-se no estudo das alterações do campo eléctrico provocadas pelas variações espaciais da condutividade.

O campo eléctrico é gerado por dois eléctrodos colocados à superfície do terreno ou em profundidade (designados por eléctrodos de corrente ou de injeção, A e B) e com outros dois eléctrodos (de leitura, ou potencial, M e N), procede-se à avaliação do campo eléctrico nas redondezas (Figs. 1-a, 2-a e 3-a), através da medição do gradiente do potencial eléctrico. É, portanto, um método activo, à semelhança da sísmica e ao contrário da gravimetria e magnetismo, que são passivos, dado que não é necessária uma excitação do terreno. As diferentes maneiras de combinar os eléctrodos de corrente e potencial, dão origem a diferentes «dispositivos» com aplicações em situações distintas.

O campo gerado depende, para o mesmo dispositivo, não só das propriedades geoelectricas do meio (das quais a resistividade é a mais importante), mas da intensidade da corrente introduzida no solo, tornando a grandeza «campo eléctrico» imprópria para caracterizar o terreno em estudo. Define-se então uma outra grandeza, que depende unicamente das propriedades geoelectricas do meio e da geometria do dispositivo, a que se chama «resistividade aparente», definida como sendo a resistividade de um meio homogéneo, que teria a mesma resposta à excitação que o meio heterogéneo em estudo (CAIXA 1).

Pela distribuição dos valores da resistividade aparente é possível detectar a existência de heterogeneidades de resistividade que se destacam do meio ambiente, e combinando informações diversas, dar-lhes significado geológico (podem corresponder a falhas, mineralizações, zonas de circulação de água, etc.).

Dispositivo de Schlumberger

A Fig. 1-a mostra o dispositivo de Schlumberger, provavelmente o mais vulgarizado dos dispositivos geoelectricos. Neste caso, os eléctrodos de leitura, M e N, são mantidos fixos e colineares com os de injeção, A e B, que vão sendo afastados, obtendo-se valores da resistividade aparente para cada valor de $AB/2$ (Fig. 1-e).

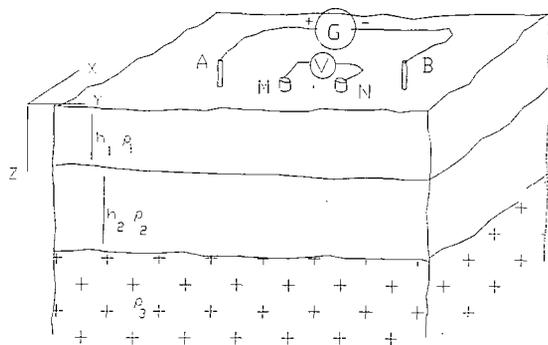


Fig. 1-a — O dispositivo de Schlumberger num meio de três camadas caracterizadas pelas respectivas espessuras (h) e resistividade (

Resistividade aparente

Se se considerar num meio homogéneo e infinito de resistividade ρ uma fonte de corrente contínua de intensidade I , o potencial eléctrico V terá simetria esférica, e num ponto à distância r da fonte, será dado por

$$V = \frac{I\rho}{4\pi r}$$

No caso que nos interessa, o meio não é infinito mas limitado por uma superfície plana (semi-meio infinito), e os dois pontos de injeção estão à superfície. Assim, a diferença de potencial medida entre os pontos M e N, será dada por

$$\Delta V = \frac{I\rho}{2\pi} \left(\frac{1}{AM} - \frac{1}{BM} - \frac{1}{AN} + \frac{1}{BN} \right)$$

sendo a resistividade aparente definida por

$$\rho_a = 2\pi \left(\frac{1}{AM} - \frac{1}{BM} - \frac{1}{AN} + \frac{1}{BN} \right)^{-1} \frac{\Delta V}{I}$$

e só coincide com a resistividade real em meios homogéneos.

Na Fig. 1-b está representado um corte vertical das superfícies equipotenciais, para o caso de

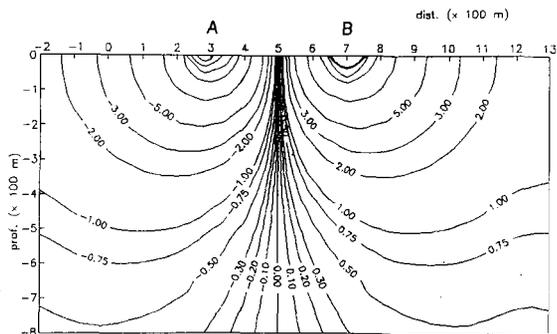


Fig. 1-b — Distribuição das equipotenciais num semi-meio infinito homogéneo para o dispositivo de Schlumberger ($\rho = 100\Omega m$, $I = 1$ A e isolinhas em V).

Distorção das linhas de corrente devido ao contraste de resistividades

Para se ter uma ideia do que acontece quando existem heterogeneidades, vejamos o caso simples de dois meios homogêneos em contacto através de uma superfície plana (Fig. 5).

Se se utilizar a grandeza densidade de corrente \vec{J} , as condições de fronteira são expressas por

$$\rho_1 J_{y1} = \rho_2 J_{y2}$$

(que traduz a continuidade das componentes do campo eléctrico, paralelas à superfície de separação), e por

$$J_{x1} = J_{x2}$$

(que expressa a continuidade da componente normal da densidade de corrente). Da geometria da figura, tem-se

$$\rho_1 \operatorname{tg}(\theta_1) = \rho_2 \operatorname{tg}(\theta_2)$$

A análise desta equação mostra que se $\rho_1 > \rho_2$, $\theta_1 < \theta_2$ e que $\theta_1 > \theta_2$ se $\rho_1 < \rho_2$.

um terreno homogêneo e na Fig. 1-c um corte das equipotenciais para o caso de um terreno estratificado (caso típico de bacias sedimentares). Podem observar-se as deformações produzidas pela existência de uma camada mais resistiva no seio do meio homogêneo e como essas deformações atingem a superfície.

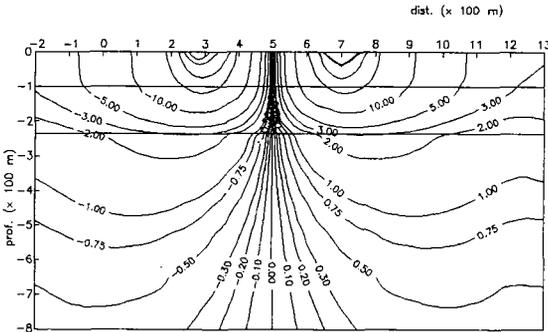


Fig. 1-c — Distribuição das equipotenciais num meio estratificado de três camadas ($h_1 = 100$ m, $h_2 = 135$ m, $\rho_1 = 100\Omega m$, $\rho_2 = 500\Omega m$, $\rho_3 = 100\Omega m$, $I = 1$ A e isolinhas em V).

Quando se «passa» de um meio menos resistivo para um meio mais resistivo as equipotenciais ficam menos espaçadas, isto é, há um aumento do gradiente do potencial eléctrico, diminuindo este quando a «passagem» se efectua de um meio mais resistivo para um menos resistivo. A regra anterior pode ser formulada em termos das linhas de corrente, do seguinte modo: quando a corrente passa de um meio menos resistivo para um mais resistivo as linhas de corrente aproximam-se da normal, à superfície de separação, e afastam-se da normal quando a corrente passa de um meio mais resistivo para um de menor resistividade (CAIXA 2). Nas Figs. 1-b e 1-c, pode observar-se, ainda, que no centro do dispositivo o campo é predominantemente horizontal.

Na Fig. 1-d estão representadas as distribuições do quociente E_x / E_o (componente horizontal do campo eléctrico/componente horizontal do campo à superfície), em função da profundidade normalizada z/AB , no ponto central do dispositivo, para as três distribuições de resistividade indicadas na figura. Como se pode verificar há um decaimento do campo com a profundidade, ficando a maior parte restrito à zona superficial.

Se se definir a «profundidade efectiva» como

sendo a profundidade a que o campo tem valor de e^{-1} do seu valor à superfície (cerca de 35% de E_o), concluiremos que:

- a) para um meio homogêneo a profundidade efectiva é aproximadamente metade da distância AB;
- b) quando o meio é heterogêneo o valor dessa profundidade diminui;

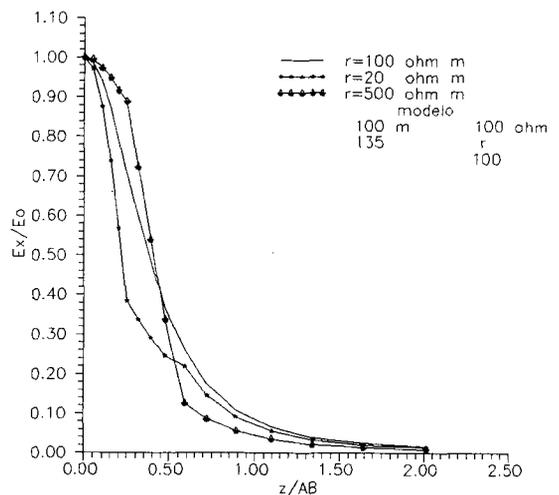


Fig. 1-d — Distribuição da componente horizontal do campo eléctrico (normalizada) em profundidade, no centro do dispositivo de Schlumberger, para três valores da resistividade da segunda camada.

c) verifica-se um aumento relativo do campo quando há transição de um meio mais condutor para um menos condutor. Este facto é particularmente notório para pequenos valores de z/AB (na Fig. 1-c, note-se o aumento do gradiente do potencial eléctrico junto à superfície).

As conclusões anteriores querem dizer que, com pequenos valores de AB , apenas se obtêm informações da parte superficial do terreno. Se se pretender atingir grandes profundidades, deverão ter-se grandes valores de AB .

Na Fig. 1-e, estão representadas, em escala bilogarítmica, as curvas de resistividade aparente para os dois modelos de terreno que temos estado a considerar. A «assinatura» das três camadas é visível, tendendo as curvas, assintoticamente, para as resistividades da primeira e última camadas. O facto da componente do campo eléctrico, paralela à descontinuidade, ser contínua, traduz-se num perfil de resistividades aparentes com variações suaves.

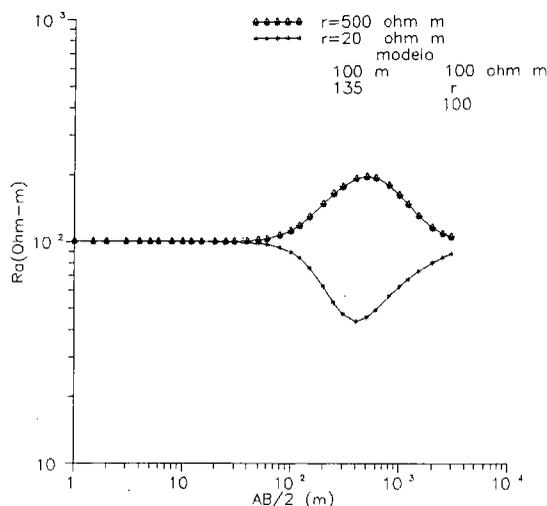


Fig. 1-e — Curvas de resistividade aparente para um meio estratificado.

São curvas semelhantes a estas que se obtêm em trabalhos de campo e cuja interpretação, em termos de modelo geoelectrico⁽¹⁾, permite ao geofísico concluir a estrutura do terreno.

Dispositivo dipolo-dipolo

O dispositivo de Schlumberger, que acabamos de descrever, é um dispositivo «especializado» na obtenção de informação em terrenos

estratificados, isto é, meios onde predominam os contrastes verticais de condutividade. Para terrenos mais complexos é frequente a utilização de outros dispositivos que permitam uma melhor percepção das variações espaciais da resistividade.

Na Fig. 2-a é mostrada uma possível combinação de eléctrodos, conhecida como dipolo-dipolo. Neste dispositivo, os eléctrodos são mantidos colineares, permitindo a recolha de informação numa secção de terrenos (Fig. 2-e).

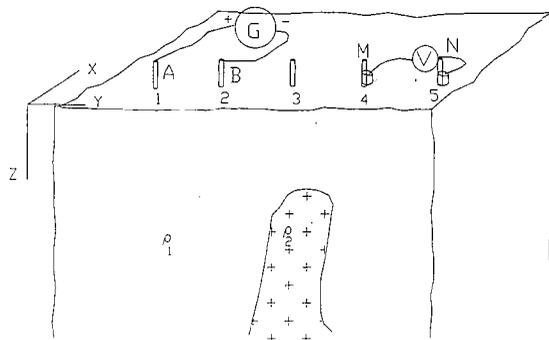


Fig. 2-a — Dispositivo dipolo-dipolo.

Nas Figs. 2-b e 2-c, apresentam-se os cortes das superfícies equipotenciais para um meio homogéneo e para o caso de existir um corpo de resistividade mais elevada (modelo geoelectrico de um dique resistivo)⁽²⁾. As alterações obser-

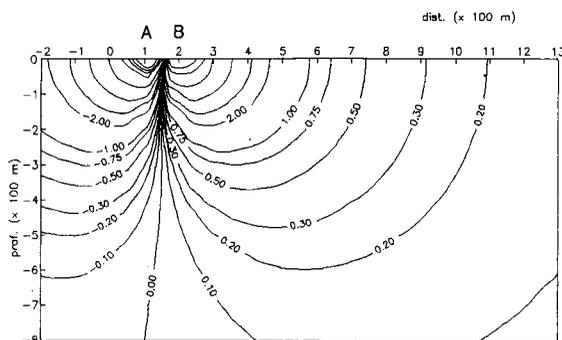


Fig. 2-b — Distribuição das equipotenciais num semi-meio infinito homogéneo para o dispositivo de dipolo-dipolo ($\rho = 100\Omega m$, $I = 1 A$ e isolinhas em V).

(1) O modelo geoelectrico é definido pelo número de camadas e respectivas resistividades e espessuras.

(2) Neste exemplo, faz-se uso da aproximação 2D, isto é, considera-se que o meio é formado por «blocos» homogéneos de dimensão infinita na direcção x. Trata-se de uma hipótese válida em muitas situações reais.

vadas nas equipotenciais são mais intensas na zona da heterogeneidade, principalmente à superfície.

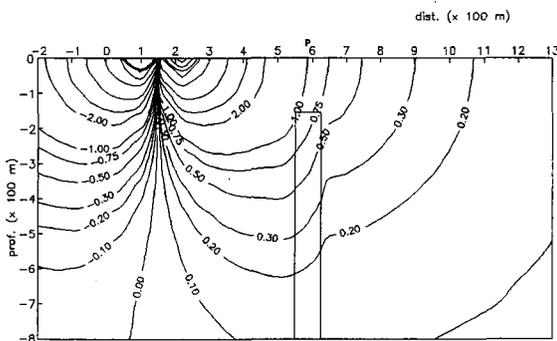


Fig. 2-c — Distribuição das equipotenciais num meio em que existe um dique resistivo ($\rho_{\text{dique}} = 2000 \Omega m$, $I = 1 \text{ A}$ e isolinhas em V). A vertical onde se calculam as componentes do campo eléctrico passa pelo ponto P.

Na Fig. 2-d estão representadas as componentes horizontal (normalizada) e vertical do campo eléctrico em profundidade, na zona do dique. Ressalta de imediato a descontinuidade da componente vertical do campo. De facto, a condição de fronteira que impõe a continuidade da componente normal da densidade de corrente, obriga a que haja uma descontinuidade na respectiva componente do campo.

As linhas de corrente tendem a «contornar» os objectos mais resistivos (diminuição de E_z e aumento de E_x , relativamente ao caso de meio homogéneo, na zona entre o corpo e a superfície), e tendem a concentrar-se nos corpos mais condutores (aumento de E_z e diminuição de E_x). Este facto leva, em qualquer dispositivo, a um aumento ou diminuição da resistividade aparente, como se pode verificar nas Figs. 1-e e 2-e.

Na Fig. 2-e apresenta-se um exemplo de uma pseudo-secção de resistividades aparentes para o dispositivo dipolo-dipolo. Nela está contida a informação referente às variações laterais e verticais da condutividade do meio em estudo. A «assinatura» do corpo resistivo é bem nítida e traduzida pela zona em que os valores da resistividade aparente são mais elevados.

Vimos duas das técnicas (que empregam o campo eléctrico estacionário), mais usado para se conhecer «alguma coisa» das zonas mais

superficiais da crosta terrestre. Estes conhecimentos têm aplicações tão diversas como estudos geológicos, prospecção mineira, petrolífera

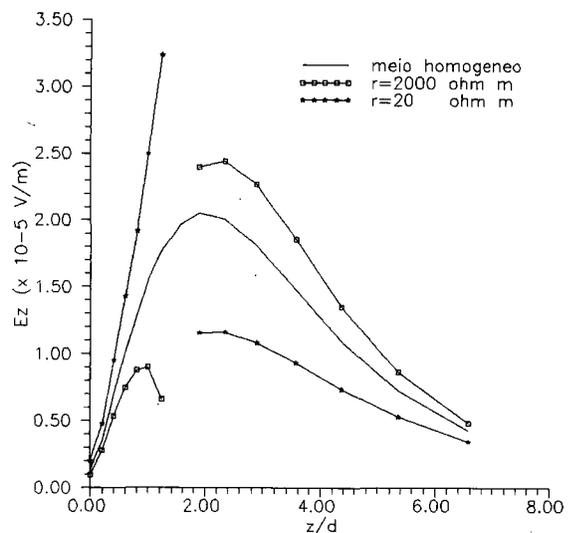
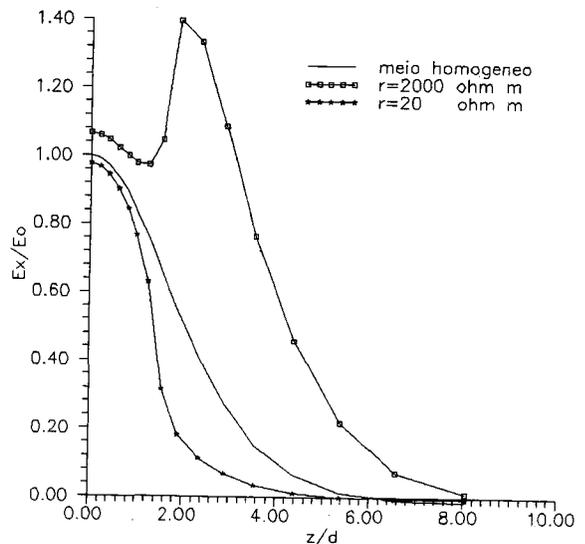


Fig. 2-d — Distribuição da componente horizontal do campo eléctrico E_x (normalizada) em profundidade, na zona do dique (ponto P da Fig. 2-c), e distribuição da componente vertical do campo na mesma vertical, para três valores da resistividade do dique (r).

ou geotérmica, estudos hidrogeológicos e de poluição de aquíferos, estudos de interface água doce-água salgada, etc..

No entanto, uma vez que nos dispositivos de Schlumberger e dipolo-dipolo as leituras são realizadas à superfície, os corpos em profundidade

só são detectáveis se as alterações de campo, por si geradas, forem suficientemente intensas para «sobressairem» das alterações causadas pelos corpos mais superficiais. Este facto é traduzido pelo limite de resolução de cada um dos dispositivos, o que não será abordado, por estar fora do âmbito deste artigo.

que a obtida por qualquer dos métodos considerados anteriormente.

Na Fig. 3-a apresenta-se o resultado obtido com um corpo resistivo ($\rho = 150 \Omega m$) num meio homogéneo ($\rho = 100 \Omega m$), localizado entre os furos de leitura BB' e injeção AA'. As curvas são isolinhas de resistividade aparente e, apesar

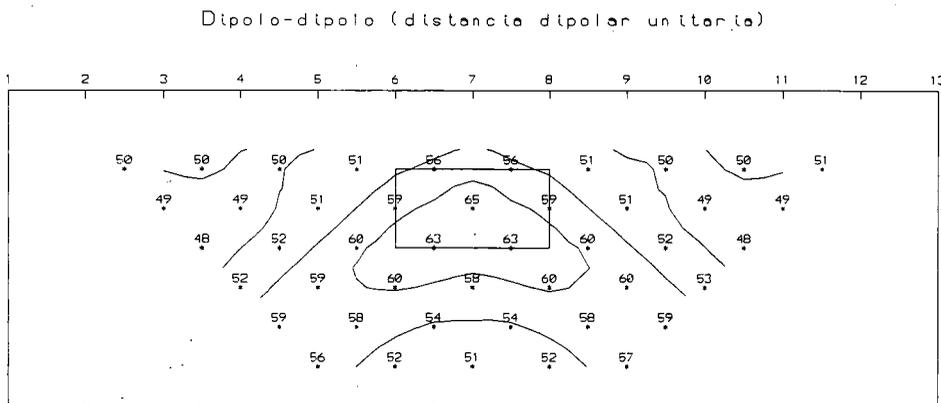


Fig. 2-c — Pseudo-seção de resistividades aparentes, para o caso de um corpo resistivo ($\rho = 200 \Omega m$) em meio homogéneo. Isolinhas e valores em Ωm . A secção recta do corpo está desenhada a traço contínuo.

Dispositivo «hole-to-hole»

Há ainda uma terceira possibilidade, de grande interesse na avaliação de reservas minerais, em pesquisa de hidrocarbonetos e no controlo de infiltrações, pois permite uma «visualização» mais nítida das estruturas em profundidade, atenuando o efeito dos corpos mais superficiais. Nas aplicações mais completas permite um conhecimento tridimensional do terreno. Limitar-nos-emos, contudo, a um exemplo bidimensional dessa técnica conhecida por «hole-to-hole».

Na Fig. 3-a está esquematizada uma das possibilidades de realização do dispositivo. Os furos A, B e C, são utilizados quer para fazer injeção de corrente, quer para realizar leituras a diferentes profundidades. Para cada injeção, à profundidade z e num dado furo, são realizadas leituras a diferentes profundidades nos outros furos (e por vezes à superfície). O processo é repetido, alternando-se os furos de injeção e de leitura. A informação assim obtida, correspondente à zona «varrida» pelo campo eléctrico, é mais detalhada

do corpo ser resistivo, a sua presença é assinalada por uma «anomalia negativa», isto é, de valores da resistividade aparente mais baixos que os correspondentes ao meio ambiente. A inexistência de simetria, na anomalia, é devida ao facto do corpo estar mais próximo do furo AA'.

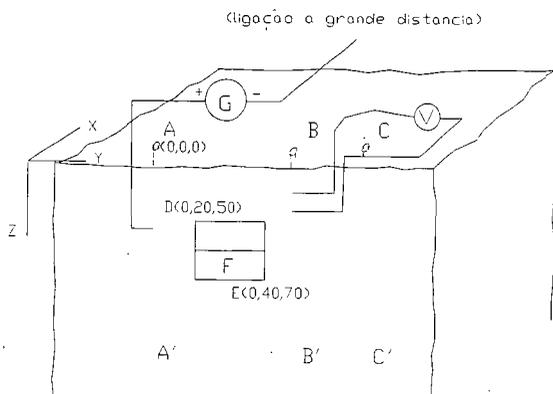


Fig. 3-a — Dispositivo hole-to-hole.

Suponhamos que, em virtude de um fenómeno qualquer, a metade F do corpo sofre uma diminuição de resistividade. Na Fig. 3-c,

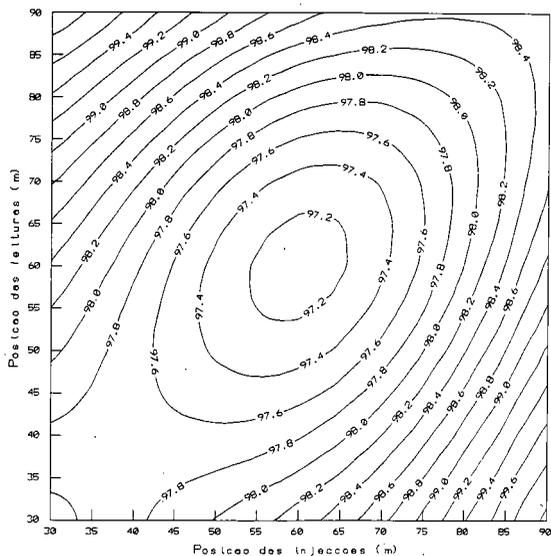


Fig. 3-b — Representação dos valores de resistividade aparente para injeção de corrente no furo AA' e leituras no furo BB', Isolinhas em Ωm .

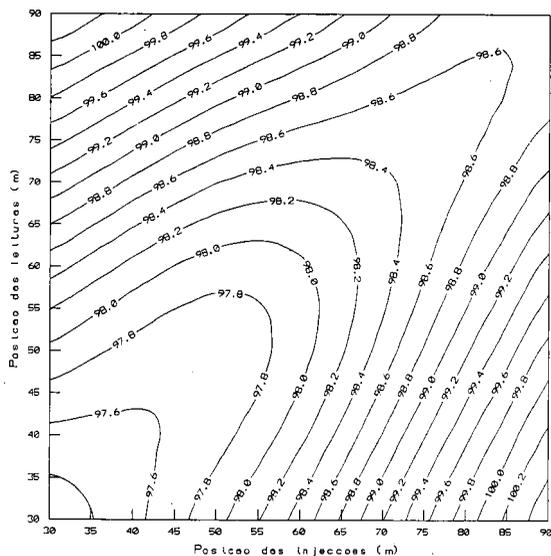


Fig. 3-c — Representação dos valores de resistividade aparente para injeção de corrente no furo AA' e leituras no furo BB', sendo a resistividade do sector F de $80\Omega m$. Isolinhas em (Ωm).

apresentam-se as isolinhas de resistividade aparente, quando o sector F apresenta uma resistividade $\rho = 80 \Omega m$. Como se pode observar há uma mudança de posição da anomalia.

Exemplo de um caso real

O método da resistividade foi usado na detecção de circulação de águas subterrâneas

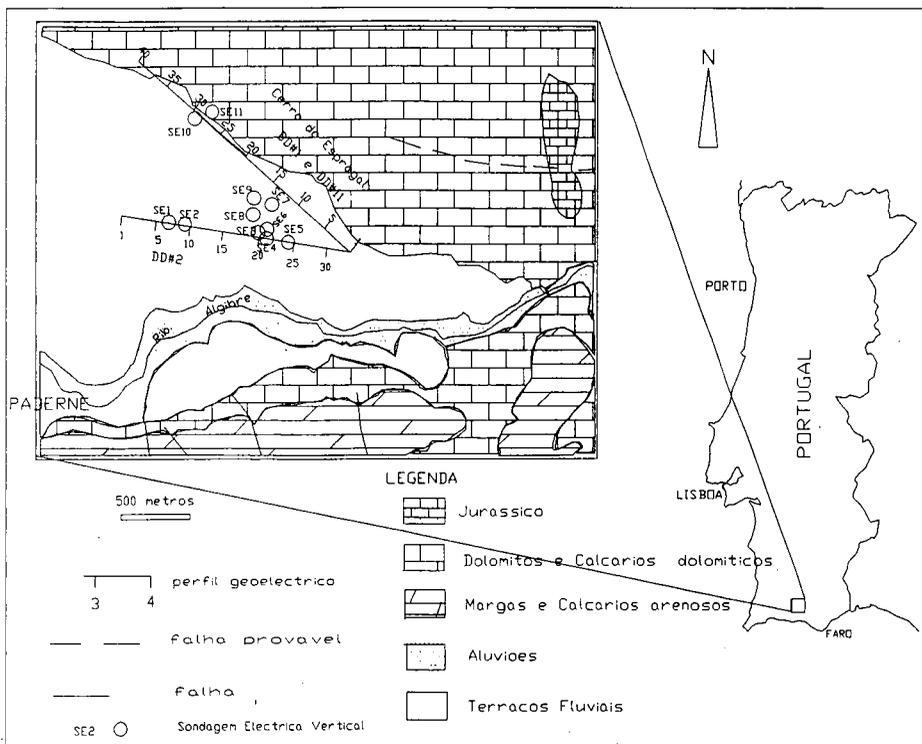


Fig. 4-a — Principais aspectos da geologia (segundo Manuppella) e localização dos dispositivos na zona da ribeira de Algre.

numa área situada a norte da ribeira do Algibre, na região de Pademe, Algarve (Andrade Afonso *et al*, 1991). Naquela zona a circulação de águas subterrâneas faz-se sobretudo em zonas carsificadas das formações jurássicas

como se observa na Fig. 4-a, atravessa a zona de terraços e termina nas formações dolomíticas. Esta pseudo-secção apresenta gradientes de resistividade aparente, verticais e laterais, muito marcados, principalmente até ao pólo 16, asso-

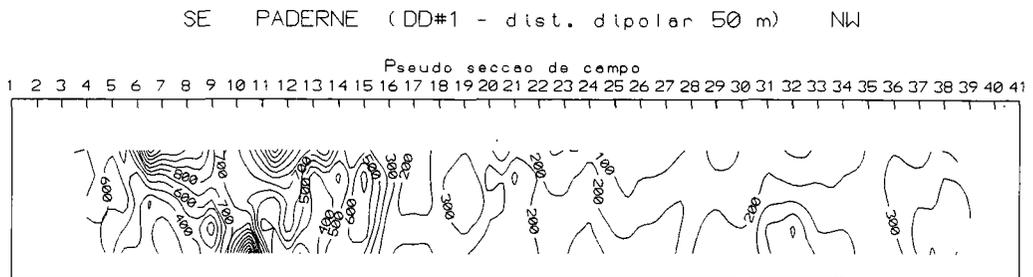


Fig. 4-b — Pseudo-secção de resistividades aparentes.

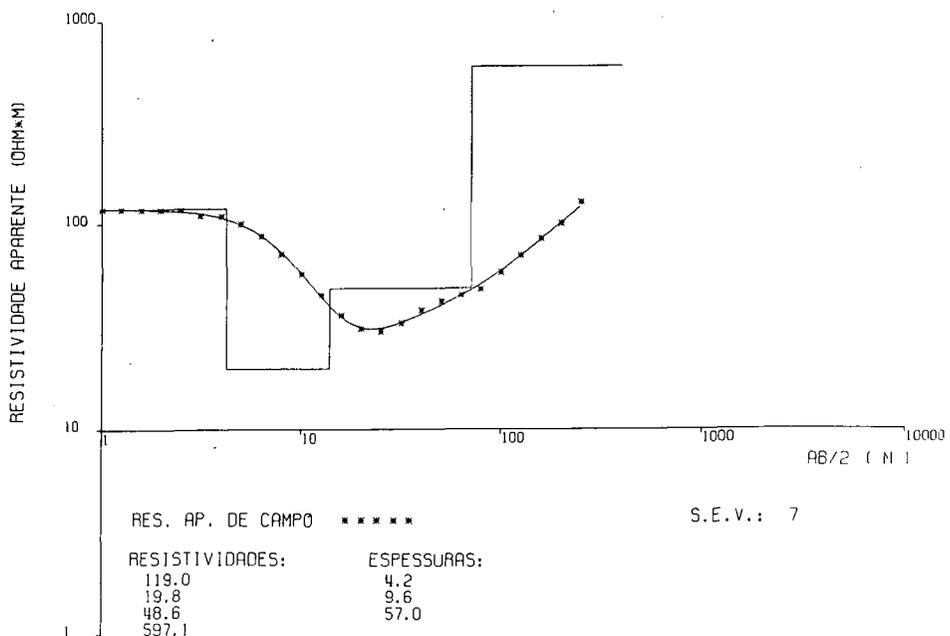


Fig. 4-c — Curva de resistividades aparentes (Schlumberger).

(cerca de 150 milhões de anos), encontrando-se estas cobertas por sedimentos (terraços fluviais).

O modelo geoelectrico previsível associado às zonas de circulação, com discontinuidades laterais da resistividade muito marcadas, impôs a utilização do dispositivo de Schlumberger para determinação da espessura dos terraços.

A Fig. 4-a mostra a zona estudada e a localização dos dispositivos usados. Na Fig. 4-b apresenta-se a pseudo-secção do perfil DD#1, que

ciados a zonas de carsificação das formações dolomíticas. Entre os pólos 22 e 34 as resistividades aparentes mostram a existência de uma formação superficial constituída por terraços fluviais essencialmente argilosos.

A curva de resistividades aparentes da Fig. 4-c corresponde a uma sondagem de Schlumberger realizada junto a um furo produtivo. A interpretação desta curva conduziu a um modelo de quatro camadas. As primeiras camadas correspondem a formações de argila com areia,

aumentando o teor de humidade com a profundidade. A terceira camada está associada à circulação de água na zona. Esta zona de circulação está também ligada à área de baixas resistividades entre os pólos 11 e 13 do perfil DD#1. A cerca de 70 m de profundidade encontra-se a formação mais impermeável, correspondente a dolomitos e calcários dolomíticos.

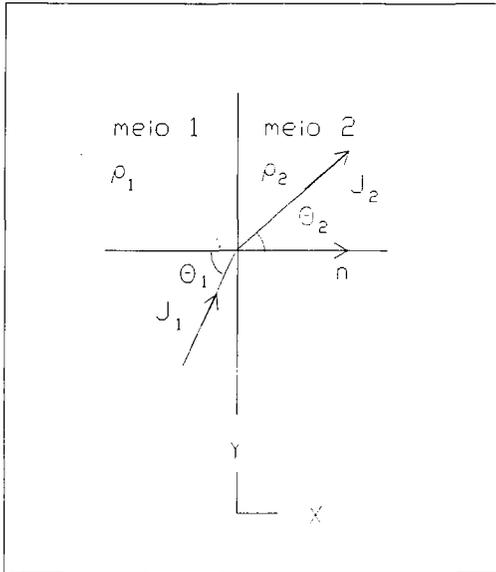


Fig. 5 — Alteração das linhas de corrente na fronteira de dois meios homogêneos com resistividades diferentes.

Conclusões

A existência de heterogeneidades na camada superior da crosta terrestre pode ser revelada pelo estudo das variações do campo eléctrico, a

partir de observações feitas à superfície da terra ou no seu interior. Para realizar esse objetivo, os geofísicos desenvolveram técnicas específicas, aplicáveis a diferentes situações geológicas, três das quais foram sucintamente analisadas (Schlumberger, dipolo-dipolo e hole-to-hole).

A importância económica e social dos conhecimentos adquiridos pelo uso de tais técnicas é indiscutível, se se atender às diferentes aplicações em que têm sido usados: desde a prospecção de recursos naturais à protecção do ambiente.

Agradecimentos

O autor agradece ao Prof. Doutor A. R. Andrade Afonso as sugestões dadas ao longo da elaboração do presente trabalho bem como a cedência dos dados referentes a Paderne.

BIBLIOGRAFIA

- ANDRADE AFONSO, A. R., SANTOS, F. A. M., (1991) — *O método da resistividade na pesquisa de águas subterrâneas a norte de Paderne - Algarve*. V Simpósio de Hidrogeologia, Espanha.
- DEY, A., MEYER, W. H., MORRISON, H. F. and DOLAN, W. M., (1975) — *Electrical field response of two-dimensional inhomogeneities to unipolar and dipolar electrode configurations*. Geophysics, V. 40, n.º 4 pp. 630-640.
- DOBRIN, M. B., (1985) — *Introduction to Geophysical Prospecting*. 3rd edition, McGraw-Hill Inc.
- POIRMEUR, C. and VASSEUR, G. (1988) — *Three-dimensional modeling of a hole-to-hole electrical method: Application to the interpretation of a field survey*. Geophysics, V. 53, n.º 3, pp. 402-414.
- RHO, L., (1977) — *Modelling of electric and electromagnetic data* Ph. D. dissertation, Univ. of Utah.

II Reunião Ibérica do Vácuo e suas Aplicações

e

1st European Topical Conference on Hard Coating

Facultad de Ciencias, Universidad de Alicante, Alicante, España

12-15 Julho 1993

Organizado por: Asociación Española del Vacío y sus Aplicaciones (ASEVA)
Sociedade Portuguesa de Vácuo (Sopornac)

2.ª circular e solicitação de trabalhos: 1 Fevereiro 1993

Informações: Instituto de Ciencia de Materiales (Sede A), CSIC
Serrano, 144 ; E-28006 Madrid, España

Olimpíadas Nacionais de Física

Vila Real, Setembro de 1992

PROVA PARA O 9.º ANO DE ESCOLARIDADE

1.ª parte

Duração: 90 minutos

- 1 Um pequeno corpo C, maciço e feito em aço, submerge quando colocado em água (fig. I.1). No entanto, se for colocado no interior de um recipiente cilíndrico A, com dimensões adequadas, o conjunto flutuará sem tocar no fundo do vaso (fig. I.2).

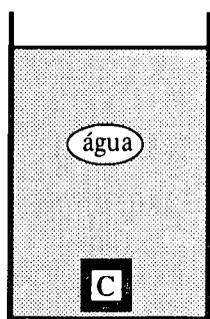


Fig. I.1

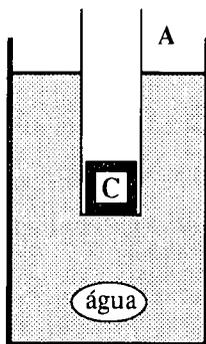


Fig. I.2

- a) Explicar porque se observam as duas situações referidas, identificando as forças que actuam sobre o corpo C (fig. I.1) e sobre o recipiente cilíndrico A (fig. I.2).
- 2 O diâmetro da base do recipiente cilíndrico A de que se dispõe para a realização experimental que se segue é de 3 cm. O recipiente apresenta marcas na sua face exterior distanciadas entre si de 1 cm. Registrar a profundidade da parte submersa do cilindro A, quando o corpo C está no seu interior (fig. I.2).
Com o auxílio de uma pipeta graduada, colocar sucessivamente pequenas quantidades de água no interior do recipiente A. Sempre que

a profundidade da porção submersa do cilindro aumentar de 1 cm registar a quantidade de água existente no seu interior.

- a) Representar em papel milimétrico o gráfico da força exercida pela água exterior sobre o recipiente cilíndrico A, em função do volume da parte submersa do cilindro (gráfico).

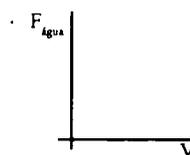


Gráfico 1

- b) Comentar os resultados com base no gráfico obtido.
- c) Para cada uma das profundidades de submersão, calcular o peso do volume de água igual ao do volume da porção submersa do recipiente A.
Relacionar estes resultados com o gráfico obtido na alínea 2.a).
- 3 Colocar o recipiente A, com o corpo C no seu interior, num vaso que contenha glicerina líquida.
Com a pipeta graduada colocar pequenas quantidades de água no interior do recipiente A, de modo a que a profundidade da porção submersa aumente de 1 cm em 1 cm. Para cada uma destas posições do recipiente A registar a quantidade de água colocada no seu interior.

a) Representar em papel milimétrico o gráfico da força exercida pela glicerina sobre o recipiente A, em função do volume da sua porção submersa (gráfico 2).

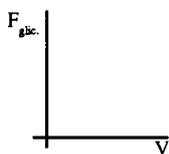


Gráfico 2

b) Comparar o gráfico 1 com o gráfico 2. Por que razão não são coincidentes?

c) Com os dados experimentais disponíveis, calcular a massa volúmica da glicerina.

b) Analisar comparativamente os gráficos obtidos, respeitantes aos três recipientes.

c) Com os dados disponíveis calcular o valor do quociente entre a intensidade da força resultante exercida pela água exterior e a área S da base de cada um dos cilindros, para cada um dos três recipientes, e para as diferentes profundidades de submersão. Com estes valores representar os gráficos de F/S em função da profundidade da porção submersa dos recipientes A_1 , A_2 e A_3 .



Gráfico 5



Gráfico 6



Gráfico 7

2.ª parte

Duração: 90 minutos

Para a realização experimental da 2.ª parte, dispõe-se de três recipientes cilíndricos cujos diâmetros da base são de 3 cm, 5 cm e 7 cm, designados respectivamente por A_1 , A_2 e A_3 .

1 Utilizando os recipientes A_2 e A_3 , repetir as operações indicadas em I.2 (1.ª parte).

a) Representar em papel milimétrico os gráficos da força exercida pela água exterior sobre os recipientes A_2 e A_3 , em função do volume da porção submersa dos cilindros.

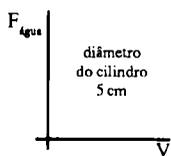


Gráfico 3



Gráfico 4

d) Comentar os resultados experimentais obtidos, com base nos gráficos das alíneas II.1.a) e II.1.c).

2 Se todas as experiências anteriormente realizadas tivessem sido feitas com o corpo C suspenso na base do recipiente cilíndrico, em vez de ser colocado no seu interior (fig. II), que resultados se poderiam esperar?

Justificar a resposta.

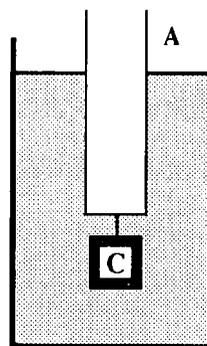
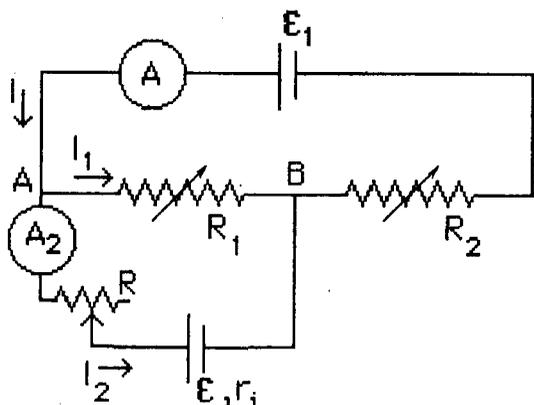


Fig. II

1.ª parte

Duração: 90 minutos

O circuito representado esquematicamente na figura permite determinar o valor da força electromotriz de uma pilha eléctrica.



Os valores das resistências variáveis R_1 e R_2 devem ser conhecidos durante as experiências a realizar. Para isso utilizam-se duas caixas de resistências calibradas. A resistência variável R serve de protecção ao amperímetro A_2 , devendo a posição do cursor, no início da experiência, corresponder ao valor máximo da resistência.

Modo de proceder:

- Ligar a fonte de alimentação.
- Ajustar a fonte de alimentação para uma tensão de 10V.
- Regular a caixa de resistências R_2 para um valor de 1000Ω .
- Posicionar o cursor do reóstato R no máximo valor da resistência.
- Fixar inicialmente o valor de R_1 em 2500Ω .
- Registrar os valores das intensidades de corrente I e I_2 , indicadas nos amperímetros, e o valor da resistência R_1 .

1 Representar em papel milimétrico:

- a) o gráfico da intensidade de corrente I em função de R_1 ,

- b) o gráfico da intensidade de corrente I_2 em função de R_1 ,

- c) o gráfico da intensidade de corrente I_1 em função de R_1 .

2 Calcular os valores das diferenças de potencial V_{AB} para os diferentes valores de R_1 , e representar em papel milimétrico o gráfico de V_{AB} em função de R_1 .

3 Comentar os gráficos obtidos.

4 Demonstrar que I_2 obedece à seguinte relação:

$$I_2 = \frac{R_1 I - \epsilon}{r_i + R + R_1}$$

5 Para que valor tende I_2 , quando R_1 tende para infinito?

Dar uma interpretação física à resposta e verificar se o valor previsto está de acordo com o obtido experimentalmente.

6 Demonstrar que V_{AB} obedece à seguinte igualdade:

$$V_{AB} = \frac{(r_i + R)I + \epsilon}{r_i + R + R_1} R_1$$

7 Qual é o valor previsto de V_{AB} quando R_1 é infinito?

Dar uma interpretação física a esse valor.

2.ª parte

Duração: 90 minutos

Os dados experimentais obtidos na 1.ª parte permitem obter um valor aproximado de R_1 para o qual corresponde um valor de I_2 aproximadamente igual a zero.

Para se determinar a força electromotriz ϵ da pilha com boa precisão proceda-se da seguinte forma:

- Fixar o valor da resistência do reóstato R no valor zero.
- Colocar inicialmente a resistência R_1 num valor cerca de 200Ω acima do valor para o qual se previu uma intensidade de corrente I_2 nula.
- Variar o valor de R_1 de modo a diminuir o valor de I_2 , passando pelo valor zero. Registrar os valores de R_1 , I_2 e I .

1 Representar em papel milimétrico:

- a) o gráfico da intensidade de corrente I em função de R_1 ,
- b) o gráfico da intensidade de corrente I_2 em função de R_1 ,

c) o gráfico da intensidade de corrente I_1 em função de R_1 .

- 2 Calcular os valores das diferenças de potencial V_{AB} para os diferentes valores de R_1 , e representar em papel milimétrico o gráfico de V_{AB} em função de R_1 .
- 3 Demonstrar que quando o valor de I_2 tende para zero, o valor de V_{AB} tende para o valor da força electromotriz ϵ da pilha.
- 4 Mostrar que só é possível obter o valor de ϵ por este método, quando I_2 é nulo, qualquer que seja o valor da resistência interna da pilha.
- 5 Com base nos dados experimentais, determinar o valor da resistência interna da pilha, justificando convenientemente os cálculos efectuados.

Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

PALESTRAS

- 3.Março.93 «Propriedades físicas das rochas cristalinas: textura granular e fissuração, propriedades termodinâmicas e propriedades de transporte»
Prof. Rui Namorado Rosa (Universidade de Évora)
- 10.Março.93 (Título a anunciar) — Tema: Mecânica Quântica
Prof.ª Helena Caldeira (Universidade de Coimbra)
- 31.Março.93 «Cristais líquidos e ferroelectricidade»
Dr. Paulo Simeão (Universidade do Porto)
- 21.Abril. 93 «Desafios à Física em Biologia»
Prof. Quintanilha (Instituto Abel Salazar)
- 28.Abril.93 «Métodos Ópticos em Física do Estado Sólido»
Prof. M. J. Marques e Dr. Paulo Simeão (Universidade do Porto)
- 5 ou 12.Maio.93 (a confirmar) «A Física e a Empiologia do Real»
Prof. Pinto Peixoto (Universidade de Lisboa)

Anfiteatro de Física, Quarta-feira, 14h30

LABORATÓRIO E CENTRO DE FÍSICA

FÍSICA 92

8.^a Conferência Nacional de Física 2.^o Encontro Ibérico para o Ensino da Física

Vila Real, 15-18 de Setembro de 1992

Esta conferência realizou-se de 15 a 18 de Setembro de 1992 nas instalações da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD), Vila Real. Foi organizada pela Delegação Norte da Sociedade Portuguesa de Física. Teve a participação de cerca de 650 físicos (docentes pertencentes ao ensino secundário ou superior ou/ e investigadores portugueses, espanhóis e alguns convidados ingleses, alemães, italianos, dinamarqueses, holandeses, franceses e suíços).

O número total de comunicações foi de 332 sendo 5 plenárias, 10 convidadas, 52 orais, 6 «workshops» e 259 «posters». Estas comunicações versaram assuntos científicos, técnicos e didáticos e tiveram uma ampla assistência de parte dos participantes.

Os assuntos científicos englobaram os temas Física Atómica e Molecular (16 comunicações), Física da Matéria Condensada e Ciência dos Materiais (87), Óptica (30), Física Teórica (17), Física Médica e Biofísica (15), Geofísica, Meteorologia e Oceanografia (31), Instrumentação, Electrónica e Técnicas Experimentais (20) acrescidos de Ensino da Física (69).

Em simultaneidade decorreu uma exposição de material científico, bibliográfico e didáctico.

Foi editado um livro de resumos das comunicações apresentadas. Foi cunhada uma medalha comemorativa e foi publicado um resumo de problemas surgidos em Olimpíadas Internacionais de Física denominado «Olimpíadas Internacionais de Física — Colectânea de Problemas e suas Soluções».

Ocorreram durante a conferência variadas actividades sociais.

A conferência teve o apoio de variadas instituições públicas e empresas privadas.

Durante a conferência tiveram lugar as provas finais das Olimpíadas Nacionais de Física — 1992, dirigidas aos alunos das escolas secundárias vencedoras das correspondentes provas regionais.

A sessão de encerramento contou com a presença do Secretário de Estado da Ciência e Tecnologia, Prof. Manuel Fernandes Thomaz.

Intervenção do Secretário de Estado da Ciência e Tecnologia

*Prof. Doutor Manuel Fernandes Thomaz
Presidente da Sociedade Portuguesa de Física*

É com o maior gosto que, quer como Secretário de Estado da Ciência e Tecnologia quer como Presidente da Sociedade Portuguesa de Física, me encontro aqui entre vós em resposta ao convite que a Comissão Organizadora da Física 92 me endereçou e que aceitei com grande prazer.

A realização de mais uma Conferência Nacional de Física, a 8.^a consecutiva, representando um período de 16 anos, constitui uma prova de maturidade por parte da Sociedade Portuguesa de Física, responsável pela organização, e também por parte da comunidade nacional ligada à Física, que a Sociedade Portuguesa de Física congrega.

Confirma-se a noção de que as relações entre a comunidade e a Sociedade que a representa são naturais e lógicas; que a comunidade dos físicos e dos professores de Física, em geral, revê-se na sua Sociedade; que as iniciativas que

a Sociedade toma são bem aceites, dum modo geral, e assumidas pela comunidade; enfim, há uma relação com sentido, um cimento eficaz, a ligar a Sociedade Portuguesa de Física aos seus sócios.

Devo dizer que isto nem sempre se verifica nas nossas sociedades científicas, não sendo raro depararmo-nos com Sociedades que não têm grande sentido institucional, quase não têm sócios ou, quando os têm, eles não se revêm na sociedade e por conseguinte não participam, não pagam as quotas e não contribuem para animar a vida da sociedade.

Este não é o caso da Sociedade Portuguesa de Física.

No entanto também a nossa Sociedade tem tido dificuldades em afirmar-se mais e em representar um papel mais vincado e mais relevante na nossa comunidade científica. Os problemas que justificam essas dificuldades não radicam tanto, em minha opinião, em dificuldades de ordem financeira, embora estas também existam e constituam sempre um «handicap» apreciável.

A conquista de maior independência e autonomia é um objectivo que é urgente assumir. E para isso é necessário garantir uma independência económica cada vez maior.

A boa ligação aos Sócios é o segredo para atingir esses objectivos.

Eu sei que a Sociedade Portuguesa de Física já fez muito e, como disse atrás, tem os seus créditos firmados neste capítulo; mas há sempre que fazer mais, há que estar atento à evolução do sistema científico e às mudanças que essa evolução impõe porque nada evolui tanto nem tão rapidamente como a ciência e a tecnologia, exigindo respostas prontas de adaptação a essa realidade em mutação por parte das diferentes estruturas que estão ao seu serviço.

Curiosamente a Sociedade Portuguesa de Física tem feito mais pelo ensino secundário e universitário propedêutico e pelos professores dos ensinos pré-universitários do que pelo ensino mais avançado, pela investigação e pelos investigadores.

A Gazeta de Física, as acções de formação de professores, as Olimpíadas da Física e tam-

bém, em parte, as Conferências Nacionais, têm mostrado um impacto especial no sector pré-universitário e nos professores.

Esse sector é muitíssimo importante e muito mais poderá e deverá talvez ser feito de forma a que, através do estudo dos seus problemas e da análise de quem tem por missão lidar com esses problemas, se possa chegar a um ensino de Física de melhor qualidade.

As questões da investigação nos vários domínios da Física, da sua organização e estruturas, as carências que a afectam e as relações da investigação em Física com as diversas ciências e com a Tecnologia; enfim a defesa do papel da Física no nosso desenvolvimento são cruciais e constituirão também uma das tarefas mais relevantes a levar a cabo pela Sociedade.

É claro que a SPF não tem descurado essas suas obrigações e algo tem feito de mérito naquele sentido. As Conferências Nacionais, o apoio e patrocínio a conferências internacionais, a revisão que fez em 1989 sobre a situação da Física em Portugal, a participação em organismos internacionais e particularmente na EPS,... tudo isso tem tido como objectivo último o apoio à investigação e à sua dinamização.

Parece-me no entanto que há ainda um caminho largo a percorrer no sentido da aceitação da SPF como parceiro privilegiado, pelo lado da Física e dos físicos, nas tarefas da definição e implementação da política científica nacional e como contribuidor capaz para dialogar com as diversas estruturas sobre os problemas que tenham que ver com a Física.

Esses novos caminhos exigem maior participação e empenhamento dos sócios, maior grau de profissionalização no funcionamento da sociedade e porventura uma mais elevada responsabilização nas funções que decorrem dos seus estatutos.

A próxima reestruturação da EPS poderá exigir já a curto prazo à SPF algumas medidas de adaptação nesse sentido.

A política que o Governo está a procurar implementar vai na mesma direcção. As sociedades científicas terão de assumir o mais integralmente possível as suas actividades e

responsabilidades, gradualmente terão de deixar de viver de subsídios, sem que isto signifique menos apoios por parte do Estado.

Por exemplo a SPF poderá vir a ser chamada a realizar ou a colaborar em estudos, análises, estatísticas, fazendo valer os seus contactos e ligações internacionais, etc., por encomenda de entidades oficiais ou outras que lhe poderão trazer receitas importantes. Isto não deve ser tomado como deturpação das finalidades e metodologias de actuação de uma sociedade científica, mas, ao contrário irá valorizá-las em benefício dos sócios e da ciência, conferindo-lhe maior relevância perante a sociedade em geral.

Igualmente pode uma sociedade como a SPF afirmar-se como a entidade privilegiada para lançar algumas iniciativas que a sua implantação e competências recomendam, mediante contrato com quem pretende realizar tais acções.

É claro que esta nova maneira de actuar só se traduz numa real vantagem com consequências para a vida das sociedades, se se operar simultaneamente uma mudança de mentalidade da parte das autoridades, dos organismos e demais entidades capazes de vir a utilizar o «know-how» daquelas.

Espero pela parte que me cabe e com a ajuda das sugestões que me sejam feitas, contribuir para o início da nova fase a que me referia.

Procurando agir como iniciador do processo acabo de propor à SPF a tarefa de preparar e organizar a participação de uma equipa portuguesa nas Olimpíadas Internacionais da Física. Esta é uma actividade que poderá ter consequências benéficas para o ensino da Física nas nossas Escolas, ao mesmo tempo que estimulará o gosto por esta Ciência. Por outro lado representa o complemento natural das Olimpíadas nacionais da Física, que a SPF vem promovendo ao longo dos anos e cujo regulamento acaba se ser adaptado para melhor se conjugar com o das Olimpíadas Internacionais.

O Sociedade leva acabo uma tarefa importante e útil e recebe em troca uma compensação que a ajuda a melhor sobreviver financeiramente.

No que concerne à investigação e sua organização estamos também a assistir a uma mudança relativamente profunda de que muitos ainda não se aperceberam da respectiva extensão. Não estou a referir-me às modificações que resultam da extinção do INIC que espero sejam levadas a cabo com o mínimo de perturbação da vida científica dos grupos de investigação.

A integração dos Centros de Investigação do INIC nas universidades vai forçar uma reorganização da estrutura de investigação por parte destas.

A reorganização impunha-se independentemente da extinção do INIC e seria um erro não a encarar desde já. A multiplicidade de instituições, fundações, centros, institutos, pólos, que, para além dos Departamentos e Faculdades constituem hoje a estrutura executora de investigação da maioria das nossas universidades, não é saudável, embora constituam um sinal de vitalidade e pujança cujo impulso interessa não perder.

É imprescindível nos próximos meses proceder à clarificação desta situação. Essa é uma tarefa que compete fundamentalmente às universidades, na medida em que elas intervêm de modo exclusivo ou em associação nas várias estruturas existentes.

Porém a mudança a que atrás me referia não é a mudança de estruturas, mas uma mudança de atitude e de mentalidade que se está a operar em todos os sectores e que resulta da necessidade de conseguir uma mais eficaz ligação entre os diferentes sectores da SCTN.

E nesse contexto a área da Física, pela sua vocação interdisciplinar e centrífuga, tem um papel importante a desempenhar. O seu carácter de ciência eminentemente experimental, a sua alicerçamento em fundamentos teóricos da maior importância científica e cultural e a capacidade de gerar aplicações do maior impacto tecnológico e social, conferem-lhe uma posição de charneira na política de criação de laços e colaborações entre diferentes grupos de investigação, universidades e centros de I&D e empresas de maneira a criar hábitos de trabalho interdiscipli-

nar e intersectorial que façam valer as virtualidades dessas colaborações.

Outro aspecto que se enquadra numa nova metodologia de actuação diz respeito à dimensão das unidades de investigação. Não favoreceremos as grandes e pesadas estruturas dotadas de grande inércia; mas pelo contrário apoiaremos a constituição de equipas ágeis de dimensão adequada que se adaptem com facilidade e rapidez ao ritmo actual de evolução da Ciência e da Tecnologia.

Sempre que seja necessário lançar iniciativas e estruturas de apoio será privilegiado um esquema que contemple a participação, o envolvimento e a responsabilização dos parceiros interessados. Só assim se conseguirá obter o tipo de gestão e execução de tarefas que dará resposta às questões e problemas que suscitaram aquelas iniciativas.

É ponto assente que para levar a cabo o reforço do Sistema Científico e Tecnológico Nacional é absolutamente imprescindível continuar e intensificar o programa de formação avançada de jovens investigadores, o que só se fará com o concurso das universidades. Reforça-se o sistema com os jovens mestres e doutores formados que vão enriquecê-lo, mas também se reforça o sistema ao criar força de trabalho de investigação ao serviço das universidades, que constituem um dos pilares essenciais do mesmo sistema.

Tem-se posto a questão de saber o que vão fazer os jovens pós-graduados quando, depois do período de bolseiros em formação, forem lançados no mercado de trabalho. Haverá mercado de trabalho para as elevadas qualificações desse conjunto de jovens?

A problemática associada a esta questão é complexa e constitui um grande desafio que estamos a encarar e a atacar com algumas medidas que virão criar oportunidades a estes jovens. Está em estudo um programa que proporcionará a integração dos investigadores qualificados em empresas, através de um esquema de incentivos, desde que fiquem associados a actividades e projectos de I&D comprovados.

A gestão de todo este processo virá a competir naturalmente à Agência de Inovação.

Finalmente gostaria de referir uma outra linha mestra da nossa política científica que é a progressiva internacionalização do sistema de I&D português. As tradicionais ligações aos grupos de investigação estrangeiros, a crescente participação portuguesa em projectos do Programa Quadro de I&D das Comunidades, o incremento das relações de cooperação científica de âmbito bi-lateral e adesão de Portugal às grandes organizações internacionais de natureza científica, como o CERN, o ESO, a EMBO e futuramente a ESA, tudo isto traduz a tendência de Portugal se inserir numa comunidade científica internacional que é cada vez mais um sistema global em que as diferentes partes são complementares e os diferentes níveis actuam, e programam-se em regime de subsidiariedade.

A assinatura do protocolo entre a SPF e a RSEF é bem um exemplo do espírito de internacionalização de que falo.

Senhor Reitor

Caros participantes

Não me alongo mais.

Fico muito satisfeito por verificar que mais uma Conferência Nacional de Física se realizou obedecendo a um critério de rotatividade no que respeita ao local e que tal como as anteriores foi um êxito.

Verifico com agrado que se realizou paralelamente o 2.º Encontro Ibérico para o Ensino de Física que igualmente constitui um sucesso.

As Comissões Organizadoras respectivas estão de parabéns.

A Universidade de Trás-os-Montes e Alto-Douro passou também a integrar o circuito das Conferências de Física e com a esperada e proverbial hospitalidade albergou nas suas excelentes e modernas instalações a comunidade dos físicos portugueses.

Muito obrigado a todos pela atenção.

Muitas felicidades e êxitos para os trabalhos no ano que agora começa.

Intervenção do Presidente da Delegação Regional do Porto

*Prof. Doutor José M. Monteiro Moreira
Chairman da Conferência*

É com grande satisfação que vejo de novo reunidos na 8.ª Conferência Nacional de Física e 2.º Encontro Ibérico para o Ensino da Física docentes e investigadores nacionais e estrangeiros para apresentarem os seus mais recentes trabalhos e trocarem informações com colegas de áreas afins.

Na esteira do que pela primeira vez teve lugar o ano passado em Valladolid, aquando da realização pela Real Sociedade Espanhola de Física da sua Conferência Nacional integramos na Física 92 o 2.º Encontro Ibérico para o Ensino da Física.

As sessões plenárias e convidadas da Física 92 darão uma visão genérica das tendências e avanços actuais da Física nas suas mais variadas vertentes. As comunicações orais e painéis transmitirão a dimensão real da investigação científica, tecnológica e didáctica a nível ibérico.

Ao escolhermos Vila Real e a Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro como centro desta manifestação foi nossa intenção dar a conhecer uma Universidade nova com magníficas instalações, ao nível das melhores da Europa, contribuindo para a projecção que vem mostrando no panorama científico nacional.

Recebemos da parte da Reitoria e das autoridades locais um forte apoio para levar a cabo tão difícil missão numa altura em que são sobejamente conhecidas as dificuldades que a organização de manifestações desta índole acarreta.

A todos os patrocinadores agradecemos o apoio dado à Conferência.

É nossa esperança que este Encontro atinja os objectivos que nos propusemos alcançar e que os congressistas certamente esperam.

O êxito será eventualmente garantido com a colaboração activa de todos os participantes aos quais desejamos vivamente tirem o máximo proveito.

Intervenção do Presidente da Real Sociedad Española de Física

Prof. Doutor A. Tiemblo

Una de mis muchas limitaciones me impide de hacer uso de vuestra lengua como hubiera sido, como no, mi deseo.

Pido pues por ello disculpas esperando que mi castellano, pronunciado con cierta lentitud, resulte inteligible, tampoco me parece oportuno, por otra parte, prolongar la ocasión extendiendome en esta intervención. Señalar, eso si, el honor que para mi representa ocupar el puesto en que me encuentro que honra a la Real Sociedad Española de Física en la persona de su presidente.

Por ello, un primer testimonio de gratitud por una parte y por otra la expresión de mi satisfacción personal, sin duda ampliamente compartida por todos los que aquí nos reunimos, ante la etapa de cooperación que se abre ante ambas Sociedades.

Como sabeis, este Congreso servirá además de sus contenidos específicos, como el marco para la firma de un Convenio de Colaboración, inspirado en criterios de reciprocidad y participación en las estructuras respectivas de ambas Sociedades.

No haremos con ello sino reconocer una realidad que ya existe en tantos campos: Didáctica, Física Atómica y Molecular, en Évora, a propósito dentro de unos días un primer Encuentro Ibérico sobre Relatividad General, etc..

Es evidente que se podría llenar, no una alocución breve como esta, sino una conferencia e incluso un ciclo de ellas con el gran tema de la cooperación científica. Por mi parte y solo por señalarlo insistir en que mas que una conveniencia, es un signo de los tiempos, tiempos a los que, ciertamente, no faltan sombras aunque tal vez se vislumbren también algunos claros, sin duda entre ellos este de la Ciencia y este de la Cooperación.

Y como espero que nos volveremos a ver en Jaca, con ocasión de nuestra próxima Bienal y tampoco soy capaz de sentirme extranjero en estas tierras, permitanme que me despida muy coloquialmente como se hace en el otro lado de la península con una hasta la vista.

Muchas gracias

Projecto de programa da componente de Física da disciplina de Físico-Químicas no Ensino Secundário

Plano de organização e sequência do ensino-aprendizagem (10.º, 11.º e 12.º anos)

1. Introdução

A organização e planeamento do ensino-aprendizagem são uma pertença legítima do professor, para o qual a liberdade de planear implica a grande responsabilidade de gerir.

Parece vantajoso e desejável que o grupo de disciplina possa colaborar nesta tarefa específica de cada um dos professores, recomendando-se, por razões de facilidade e eficiência que se reunam os professores de um mesmo ano e, se possível, tracem uma estratégia comum.

A aquisição de conhecimentos implica que os alunos identifiquem e se familiarizem com os *métodos e processos de trabalho* em Física e Química. Assim, cada professor deverá proporcionar, ao longo de todas as unidades, situações de aprendizagem que permitam, ao aluno, desenvolver as competências inerentes aos *processos de trabalho científico* de modo a que, no final do Ensino Secundário, o aluno seja capaz de:

- Formular hipótese e prever as suas consequências
- Planear e realizar trabalho experimental e prático
- Controlar variáveis durante a realização experimental
- Seleccionar e usar os aparelhos de medida e outro material de laboratório, com os cuidados necessários e respeitando as regras de segurança
- Seleccionar técnicas de acordo com as experiências a realizar
- Proceder, correctamente, à medição de uma grandeza, directa ou indirectamente, apreciando a incerteza que a afecta
- Recolher os dados das experiências, interpretá-los e criticá-los, expondo com clareza e honestidade o seu modo de pensar
- Planear uma nova experiência, se a análise dos resultados o solicitar
- Organizar e interpretar informação sob a forma de gráficos, tabelas, relações físico-matemáticas, etc.
- Usar os conceitos, termos, teorias e modelos para interpretar os fenómenos do quotidiano e outros
- Seleccionar estratégias para a resolução de problemas e resolvê-los, aplicando os conhecimentos adquiridos
- Utilizar obras de divulgação e livros científicos, instruções de funcionamento de aparelhos ou de outros dispositivos, documentos com biografias de cientistas, história da Ciência e da Técnica, etc.

2. Programa para o 10.º Ano

UNIDADE I — ENERGIA, MECANISMOS DE TRANSFERÊNCIA DE ENERGIA, FENÓMENOS TÉRMICOS

CONTEÚDOS	OBJECTIVOS <i>O Aluno deve:</i>	Termos Conceitos Leis	Sugestões de Actividades
<p>1. Energia. Conservação e degradação da energia.</p> <p>1.1. O trabalho como medida da energia transferida entre sistemas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conceito de trabalho; unidades SI de trabalho (e energia) • Potência; unidade SI de potência • Energia cinética de um corpo em movimento de translação; lei do trabalho-energia 	<ul style="list-style-type: none"> — Aceitar a energia como uma <i>entidade</i> universal que, globalmente, se conserva mas que se transfere entre os vários sub-sistemas do Universo (sistema isolado). — Reconhecer, numa transferência de energia, os sistemas nela envolvidos — Identificar, num dado sistema, a(s) propriedade(s) macroscópica(s) cuja alteração evidencia(m) uma transferência de energia envolvendo o sistema — Identificar o <i>trabalho</i> e o <i>calor</i> como medidas da energia transferida por processos diferentes — Identificar o trabalho como medida de energia transferida entre sistemas — Estabelecer e aplicar a expressão do trabalho de uma força constante quando o movimento do seu ponto de aplicação é: <ul style="list-style-type: none"> • rectilíneo • curvilíneo — Interpretar, no ponto de vista energético, a possibilidade do trabalho de uma força ser positivo, negativo ou nulo. — Relacionar o trabalho realizado por uma força com o valor numérico da área sob o gráfico força-deslocamento — Calcular o trabalho realizado pela força elástica de uma mola (força variável) a partir do gráfico força-deslocamento — Aplicar o conceito de potência — Definir as unidade SI de trabalho (energia) e de potência — Indicar unidades práticas de energia e de potência e relacioná-las com as respectivas unidades de SI — Definir energia cinética de um corpo, em movimento de translação — Relacionar o trabalho realizado pelas forças que actuam num corpo, em movimento de translação, com a variação da sua energia cinética no intervalo de tempo durante o qual as forças actuam 	<p>Energia Sistema isolado Sub-sistema Conservação de energia</p> <p>Propriedades macroscópicas</p> <p>Trabalho Calor</p> <p>Força elástica</p> <p>Potência Joule; watt watt-hora quilowatt-hora cavalo vapor</p> <p>Energia cinética Lei do Trabalho-energia</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Discussão de situações de transferência de energia, conservação de energia e degradação de energia com base em exemplos já tratados no Ensino Básico • Resolver questões que envolvam a expressão do trabalho realizado por uma força constante (p. ex.: força aplicada a um corpo; peso de um corpo; força de atrito) • Traçar e interpretar gráficos <i>força-deslocamento</i> • Analisar tabelas de dados (Protese, Revista do Automóvel Clube de Portugal) com as características de alguns automóveis e sua comparação em termos de potência, consumo, rendimento e efeitos poluentes • Verificar que a variação de energia cinética de um corpo, durante um certo intervalo de tempo, é igual ao trabalho das forças que actuam no corpo, nesse intervalo de tempo

CONTEÚDOS	OBJECTIVOS <i>O Aluno deve:</i>	Termos Conceitos Leis	Sugestões de Actividades
<ul style="list-style-type: none"> Energia potencial gravítica: trabalho do peso de um corpo 	<ul style="list-style-type: none"> Associar a mudança de configuração de um sistema de corpos, entre os quais se exerçam forças mútuas de atracção ou repulsão, à variação da energia potencial do sistema Definir energia potencial gravítica de um sistema <i>Terra-corpo</i> Relacionar o trabalho do peso de um corpo numa mudança de nível próximo da superfície da Terra, com a variação de energia potencial gravítica do sistema <i>corpo-Terra</i> 	<p>Energia potencial gravítica</p> <p>Energia potencial elástica</p>	
<ul style="list-style-type: none"> Energia potencial elástica: trabalho da força elástica 	<ul style="list-style-type: none"> Definir energia potencial elástica de um sistema <i>corpo-mola elástica</i> Relacionar o trabalho da força elástica de uma mola com a variação da energia potencial elástica do sistema <i>corpo-mola</i> 	<p>Energia potencial elástica</p>	<ul style="list-style-type: none"> Conversão da energia potencial elástica em energia cinética; verificar que a variação de energia cinética de um corpo ligado a uma mola horizontal é igual ao trabalho da força elástica exercida pela mola sobre o corpo
<ul style="list-style-type: none"> Energia mecânica; conservação da energia mecânica 	<ul style="list-style-type: none"> Usar correctamente a expressão <i>energia mecânica</i> Analisar situações em que se possa admitir a conservação de energia mecânica Avaliar a importância das forças de atrito na degradação (dissipação) da energia mecânica de um sistema 	<p>Energia mecânica</p> <p>Conservação da energia mecânica</p> <p>Degradação da energia</p>	<ul style="list-style-type: none"> Ilustrar a conservação da energia mecânica no sistema <i>pêndulo gravítico-Terra</i> e determinar a velocidade do pêndulo ao passar pela posição de equilíbrio
<ul style="list-style-type: none"> Forças conservativas e forças não conservativas 	<ul style="list-style-type: none"> caracterizar as forças conservativas Dar exemplos de forças conservativas e de forças não conservativas Aplicar as relações $W_{\text{cons}} + W_{\text{Ncons}} = \Delta E_c$ $W_{\text{cons}} = -\Delta E_p$ $W_{\text{Ncons}} = \Delta E_m$ em situações concretas (movimento vertical de um corpo, pêndulo gravítico, movimento de um corpo ao longo de um plano inclinado, etc.) Definir e aplicar o conceito de rendimento de uma máquina 	<p>Forças conservativas</p> <p>Forças não conservativas</p> <p>Rendimento</p>	<ul style="list-style-type: none"> Verificar a conservação da energia mecânica de um corpo que cai, sem atrito, ao longo de um plano inclinado Elaborar um artigo para o jornal da escola sobre «Vantagens e desvantagens do atrito na nossa vida» Planear e realizar uma experiência que permita determinar o valor da força de atrito a que está sujeito, um corpo que cai, partindo do repouso, ao longo de um plano inclinado Calcular o rendimento de um plano inclinado

CONTEÚDOS	OBJECTIVOS <i>O Aluno deve:</i>	Termos Conceitos Leis	Sugestões de Actividades
<p>1.2. O calor como medida de energia transferida não observável como trabalho macroscópico</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conceito de calor <ul style="list-style-type: none"> • 1.ª lei da Termodinâmica Conceito de energia interna <ul style="list-style-type: none"> (*) • Energia interna e a teoria cinético-molecular • Capacidade térmica de um corpo • Capacidade térmica mássica de uma substância (sólida ou líquida) 	<ul style="list-style-type: none"> — Identificar <i>calor</i> como medida da energia num processo de transferência, mas que não pode ser contabilizada como trabalho macroscópico — Avaliar o impacto das teorias históricas sobre o <i>calor</i> no esclarecimento deste conceito — Concluir que pode ser transferida energia do exterior para um sistema, ou vice-versa, como trabalho e como calor ($W + Q = \Delta E$) — Inferir que, embora W e Q dependam do modo pelo qual um sistema passa do estado do equilíbrio 1 ao estado de equilíbrio 2, a soma $Q+W$ depende apenas dos estados final e inicial do sistema — Associar a 1.ª lei da Termodinâmica à definição de uma nova grandeza física — a <i>energia interna</i> cujo valor é bem definido em cada estado de equilíbrio do sistema — Enunciar a 1.ª lei da Termodinâmica — Aplicar a 1.ª lei da Termodinâmica a vários tipos de transformações — Reconhecer que a 1.ª lei da Termodinâmica traduz e explicita o Princípio da Conservação da Energia — Usar, com correcção, os termos <i>calor</i>, <i>temperatura</i> e <i>energia interna</i> — Perspectivar, historicamente, o Princípio da Conservação da Energia — Interpretar o conceito de energia interna a partir da teoria cinético-molecular — Estabelecer e aplicar a relação $Q = cm \Delta \theta$ — Definir os conceitos de capacidade térmica de um corpo e capacidade térmica mássica de uma substância e indicar as respectivas unidades SI — Interpretar, com base no significado físico de capacidade térmica mássica, factos e situações da vida corrente 	<p>Calor</p> <p>Estado de equilíbrio Variáveis de estado</p> <p>Energia interna</p> <p>Princípio da Conservação da Energia</p> <p>Capacidade térmica de um corpo</p> <p>Capacidade térmica mássica de uma substância</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Investigar, individualmente ou em grupo, a evolução do conceito de calor • Verificar a equivalência entre <i>trabalho</i> e <i>calor</i> • Recolher e analisar informação sobre as descobertas e trabalhos experimentais que conduziram à aceitação do Princípio da Conservação da Energia, no início do séc. XIX • Leitura de um documento sobre «Fé na conservação da energia» • Estabelecer experimentalmente, a expressão $Q = cm \Delta \theta$ • Determinar a capacidade térmica de um calorímetro • Determinar a capacidade térmica mássica de uma substância sólida ou uma líquida

(*) Opcional

CONTEÚDOS	OBJECTIVOS <i>O Aluno deve:</i>	Termos Conceitos Leis	Sugestões de Actividades
<ul style="list-style-type: none"> • Máquinas térmicas e máquinas frigoríficas 	<ul style="list-style-type: none"> — Explicar o funcionamento de uma máquina e de uma máquina frigorífica, com base nas leis da Termodinâmica — Analisar a inter-relação entre Ciência e Técnica e as suas implicações sócio-económicas 	<p>Máquina térmica Máquina frigorífica</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Elaboração de cartazes ilustrativos do funcionamento: <ul style="list-style-type: none"> — do motor de combustão de um automóvel — de um frigorífico • Analisar vantagens e desvantagens do uso do motor Diesel e/ou a gasolina • Discussão/debate sobre a história da máquina a vapor, visando: <ul style="list-style-type: none"> — evidenciar a sua ligação às condições sócio-económicas; — exemplificar como a Ciência pode responder às necessidades da Técnica
<p>2. Fenómenos térmicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Temperatura; equilíbrio térmico • Lei zero da Termodinâmica • Expansão térmica de sólidos e líquidos • Leis dos gases 	<ul style="list-style-type: none"> — Usar correctamente a expressão <i>equilíbrio térmico</i> — Enunciar a lei zero da Termodinâmica — Identificar a temperatura como a propriedade que indica o sentido da transferência de energia entre dois corpos postos em contacto (*) — Descrever como se estabelece, de um modo geral, uma escala de temperatura — Conhecer a escala termodinâmica de temperatura e suas características — Definir a unidade SI de temperatura termodinâmica — Analisar situações do quotidiano relacionadas com a expansão térmica de sólidos e líquidos — Definir os coeficientes de expansão térmica — Descrever o comportamento anómalo da água — Identificar as variáveis macroscópicas que descrevem o estado de equilíbrio de um sistema gasoso — Enunciar a lei de Boyle — Descrever os efeitos de uma variação de temperatura nos valores do volume e da pressão de uma dada massa de gás 	<p>Contacto térmico Equilíbrio térmico</p> <p>Lei zero da Termodinâmica</p> <p>Temperatura</p> <p>• Expansão térmica</p> <p>• Coeficientes de dilatação linear, superficial e volumétrica</p> <p>Lei de Boyle</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Explorar, experimentalmente, as variações de temperatura de dois sistemas postos em contacto térmico, inicialmente a temperaturas diferentes • Investigar sobre a construção dos primeiros termómetros e o aparecimento das primeiras escalas (Réaumur, Celsius e Fahrenheit) • Determinar o coeficiente de dilatação linear de uma substância sólida • Montar um <i>alarme de fogo</i> com uma lâmina bimetálica • Montar um termostato eléctrico, semelhante ao que existe num ferro eléctrico, usando uma lâmina bimetálica • Planear e realizar experiências para estabelecer a relação entre: <ul style="list-style-type: none"> a) o volume de uma dada massa de gás, a pressão constante, e a temperatura

(*) Opcional

CONTEÚDOS	OBJECTIVOS <i>O Aluno deve:</i>	Termos Conceitos Leis	Sugestões de Actividades
<ul style="list-style-type: none"> • Escala absoluta de temperatura • Gás ideal; equação do estado do gás ideal • Mecanismos de transferência de energia (a nível microscópico): condução, convecção e radiação 	<ul style="list-style-type: none"> — Estabelecer, experimentalmente, as leis de Charles e de Gay-Lussac — Mostrar os resultados experimentais obtidos conduzem à definição de uma escala absoluta de temperatura — Enunciar as Leis de Charles e de Gay-Lussac — Definir gás ideal e indicar em que condições um gás real pode ser considerado como ideal — Definir a escala de temperatura absoluta — Deduzir a equação de estado de um gás ideal ($PV=nRT$) — Dar o significado físico da constante dos gases ideais — Aplicar as leis dos gases e a equação do estado na resolução de questões práticas — Distinguir transferências de energia por condução, convecção e radiação — Interpretar, qualitativamente, os mecanismos de transferências de energia por condução térmica (em metais e não metais) e por convecção — Indicar os factores que determinam o valor do fluxo térmico através de um material — Definir a condutividade térmica e indicar a respectiva unidade SI — Indicar a natureza da radiação térmica e métodos para a sua detecção — Indicar os factores de que depende a potência irradiada e absorvida por um corpo — Inferir que um bom emissor é um bom absorvente e que um bom reflector é um mau emissor (*) — Caracterizar o radiador ideal 	<p>Leis de Charles e de Gay-Lussac</p> <p>Escala absoluta de temperatura</p> <p>kelvin</p> <p>Gás ideal</p> <p>Equação de estado do gás ideal</p> <p>Constante dos gases ideais</p> <p>Condução Convecção Radiação</p> <p>Fluxo térmico</p> <p>Condutividade térmica</p>	<ul style="list-style-type: none"> b) a pressão de uma dada massa de gás, a volume constante, e a temperatura • Montar um termómetro de gás, a volume constante, e calibrá-lo; depois medir com ele a temperatura da sala de aula, por exemplo • Resolver problemas que envolvam as leis dos gases e a equação de estado de um gás ideal. • Realizar experiências simples que evidenciam transferências de energia por condução, convecção e radiação • Investigar, experimentalmente, os factores que afectam o valor do fluxo térmico através de uma barra metálica revestida de um isolador • Resolver problemas que envolvam a compreensão do significado físico de condutividade térmica • Comunicação sobre «A utilização de energia solar» • Pesquisa/leitura sobre consequências e aplicações em Medicina, em Meteorologia, na Agricultura e noutros domínios, das transferências de energia por condução, por convecção e por radiação

(*) Opcional

CONTEÚDOS	OBJECTIVOS <i>O Aluno deve:</i>	Termos Conceitos Leis	Sugestões de Actividades
<p>1. Cargas eléctricas em movimento não acelerado</p> <ul style="list-style-type: none"> • Circuito eléctrico 	<ul style="list-style-type: none"> — Descrever, representar e montar circuitos eléctricos — Identificar um circuito eléctrico como um sistema físico no qual há propagação de energia e transporte de portadores de carga térmica — Reconhecer que o gerador é o responsável pela d.d.p. necessária para se manter uma corrente eléctrica através de qualquer condutor — Associar a d.d.p. entre dois pontos de um condutor à existência de um campo eléctrico no interior do condutor 	<p>Circuito eléctrico</p> <p>d.d.p. Gerador</p> <p>Campo eléctrico</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Montar circuitos e verificar a aditividade das diferenças de potencial; representar os circuitos por diagramas, usando os símbolos convencionalmente adoptados • Estabelecer experimentalmente a relação $\vec{E} = \frac{V-V'}{d}$, representando $V-V'$ a d.d.p. entre dois pontos de um condutor e d, a distância entre esses pontos
<ul style="list-style-type: none"> • Conceito de corrente eléctrica 	<ul style="list-style-type: none"> — Caracterizar uma corrente eléctrica como um movimento orientado de cargas eléctricas, por acção de forças eléctricas — Distinguir entre corrente contínua e corrente alternada, com base no sentido do campo eléctrico estabelecido 	<p>Força eléctrica</p> <p>Corrente eléctrica contínua</p> <p>Corrente eléctrica alternada</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Fazer uma experiência de migração de iões e investigar a ordem de grandeza da velocidade de arrastamento dos iões
<ul style="list-style-type: none"> • Mecanismo de passagem de corrente eléctrica nos condutores sólidos (metais), líquidos e gasosos 	<ul style="list-style-type: none"> — Explicar o mecanismo da passagem da corrente eléctrica nos condutores metálicos, líquidos e gasosos — Distinguir a velocidade de propagação da energia através de um circuito, da velocidade média de arrastamento dos portadores de carga eléctrica — Reconhecer a equivalência dos efeitos de um fluxo de portadores de carga positiva e de carga negativa em sentidos contrários 	<p>Electrólito</p> <p>Electrólise</p> <p>Electrodo</p> <p>Velocidade média de arrastamento</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Fazer uma experiência de migração de iões e investigar a ordem de grandeza da velocidade de arrastamento dos iões
<p>(*) • Mecanismo de passagem de corrente eléctrica nos semi-condutores (*)</p>	<ul style="list-style-type: none"> (*) — Interpretar o mecanismo da <i>passagem</i> da corrente eléctrica nos semi-condutores (*) — Indicar os factores que afectam o processo de condução nos semi-condutores (*) — Caracterizar semi-condutores do tipo n e do tipo p 	<p>Semi-condutor</p> <p>Condutor do tipo n</p> <p>Condutor do tipo p</p> <p>Dador de electrões</p> <p>Lacunas</p> <p>Semi-condutor intrínseco</p> <p>Semi-condutor extrínseco</p> <p>Sentido da corrente eléctrica</p>	
<ul style="list-style-type: none"> • Sentido da corrente eléctrica 	<ul style="list-style-type: none"> — Identificar como sentido da corrente eléctrica, o sentido dos potenciais decrescentes 		

(*) Opcional

CONTEÚDOS	OBJECTIVOS O Aluno deve:	Termos Conceitos Leis	Sugestões de Actividades
<p>2. Corrente eléctrica em regime estacionário</p> <ul style="list-style-type: none"> • Intensidade da corrente eléctrica • Diferença de potencial (d.d.p.) • Resistência de um condutor • Condutores óhmicos e condutores não óhmicos • Resistividade de uma substância 	<ul style="list-style-type: none"> — Caracterizar a corrente contínua em regime estacionário — Definir intensidade de um corrente em regime estacionário e indicar a respectiva unidade SI — Definir a unidade SI de carga eléctrica (*) — Deduzir a expressão que relaciona a intensidade da corrente eléctrica com a velocidade dos electrões de condução — Descrever os efeitos fisiológicos da passagem de corrente eléctrica através do corpo humano — Associar a d.d.p. nos terminais de um condutor à quantidade de energia transferida para o condutor por unidade de carga eléctrica que passa através dele — Definir a unidade de SI de diferença de potencial — Definir <i>resistência eléctrica</i> e <i>condutância eléctrica</i> de um condutor e indicar as respectivas unidades SI — Caracterizar um condutor com base na função $I = f(V)$ (característica do condutor) — Distinguir condutores óhmicos de condutores não óhmicos — Aplicar a lei de Ohm tendo em conta os seus limites de aplicabilidade — Dar o significado físico de <i>resistividade</i> e de <i>condutividade eléctrica</i> de uma substância e indicar as respectivas unidades SI — Distinguir condutores, semi-condutores e maus condutores com base em valores tabelados de resistividade (e condutividade eléctrica) para diferentes materiais — Interpretar a influência da temperatura no valor da resistividade de uma substância 	<p>Corrente contínua em regime estacionário</p> <p>Intensidade da corrente eléctrica</p> <p>ampere</p> <p>Carga eléctrica coulomb</p> <p>Diferença de potencial</p> <p>volt</p> <p>Condutância eléctrica</p> <p>Resistência eléctrica ohm siemens</p> <p>Curva característica de um condutor</p> <p>Condutor óhmico</p> <p>Condutor não óhmico</p> <p>Resistividade de uma substância</p> <p>Condutividade eléctrica</p> <p>ohm metro</p> <p>siemens por metro</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Leitura/debate sobre os efeitos fisiológicos da corrente eléctrica • Verificar, experimentalmente, que a d.d.p. nos terminais de um condutor é igual à razão entre a energia para ele transferida num certo intervalo de tempo, e a carga eléctrica que passa através dele, nesse intervalo de tempo • Medir a resistência de um condutor com um ohmímetro • Traçar e interpretar curvas características de vários condutores e semi-condutores • Montar circuitos em que uma resistência variável desempenhe o papel de: <ul style="list-style-type: none"> — reóstato — divisor de tensões (potenciómetro) • Estudar o efeito da temperatura na resistência de vários condutores (p.e., resistência de cobre, resistência de carvão, termistor) • Construir, calibrar e usar um termómetro feito com uma resistência de cobre

(*) Opcional

CONTEÚDOS	OBJECTIVOS <i>O Aluno deve:</i>	Termos Conceitos Leis	Sugestões de Actividades
<ul style="list-style-type: none"> • Supercondutibilidade • Associação de resistências Leis dos circuitos derivados 	<ul style="list-style-type: none"> — Justificar o uso de certos materiais em instalações eléctricas e aparelhos e as condições de segurança que é necessário ter em conta — Comparar a condução eléctrica e a condução térmica, no caso dos metais — Explicar em que consiste o fenómeno da supercondutibilidade — Conhecer e aplicar as leis dos circuitos derivados — Associar a lei dos nodos ao princípio da conservação da carga eléctrica . — Relacionar o valor da resistência equivalente a associações de resistências, em série e em paralelo, com os valores das resistências associadas — Justificar o modo de instalação de amperímetros e de voltímetros, num circuito — Justificar a utilização de shunts e de resistências adicionais quando se pretende ampliar o <i>campo de medida</i> de um amperímetro e de um voltímetro 	<p>Supercondutibilidade</p> <p>Leis dos circuitos derivados</p> <p>Nodos</p> <p>Ligação em série Ligação em paralelo Resistência equivalente</p> <p>Galvanómetro Amperímetro Voltímetro Shunt Resistência adicional Campo de medida ou alcance Sensibilidade</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Determinar a resistividade do cobre (p.e.) à temperatura ambiente • Estudar a variação da resistividade do cobre (p.e.) com a temperatura • Explicar o uso de termopares, de resistências e de termistores na mediação da temperatura e a escolha dos materiais adequados para cada gama de temperatura • Recolher, seleccionar e apresentar informação sobre o fenómeno da supercondutibilidade e suas aplicações tecnológicas • Fazer o estudo da associação de resistências em série e em paralelo; estabelecer as leis dos circuitos derivados • Determinar a resistência (impedância) de um multímetro como: <ul style="list-style-type: none"> a) voltímetro b) amperímetro • Determinar a resistência de um condutor pelo método da ponte de Wheatstone • Resolver problemas que envolvam: <ul style="list-style-type: none"> — a relação entre a intensidade e a d.d.p.; — a relação entre a resistência de um condutor filiforme, homogéneo e o comprimento e a área da secção recta; — associações de resistências
<p>3. Transferência e conversão de energia num circuito eléctrico</p> <ul style="list-style-type: none"> • Energia dissipada num condutor; efeito Joule 	<ul style="list-style-type: none"> — Distinguir um receptor passivo de um receptor activo 	<p>Recep.^{tor} activo Recep.^{tor} passivo</p>	

3. Programa para o 11.º Ano

UNIDADE I — MOVIMENTOS E FORÇAS

1. Conceitos Básicos

- Relatividade do movimento. Noção de referencial
- Movimento de um corpo:
 - movimento de translação
 - movimento de rotação
- Centro de massa de um corpo; partícula material
- Posição de uma partícula; trajectória de uma partícula
- Vector deslocamento. Espaço percorrido
- Velocidade média; velocidade instantânea
- Vector velocidade. Vector aceleração
- Interação entre corpos; lei da acção-reacção

2. Estudo do movimento de uma partícula

2.1. Movimento de uma partícula actuada por forças de resultante nula; movimento rectilíneo uniforme.

- Lei da inércia: equivalência entre equilíbrio estático e equilíbrio dinâmico
- Movimento de uma partícula sem velocidade inicial; actuada por uma força constante: movimento uniformemente acelerado
- Vector aceleração
- Lei fundamental do movimento; massa inercial
- Movimento da queda livre; aceleração da gravidade
- Conceito de campo gravítico terrestre; vector campo gravítico
- Campo gravítico uniforme
- Movimento de uma partícula com velocidade inicial actuada por uma força constante com:
 - o mesmo sentido de v_0
 - sentido oposto ao de v_0 (por ex., mov. ascensional de um grave)
- Princípio da independência das forças
- Movimento de uma partícula actuada por várias forças simultâneas (ex. movimento no plano inclinado)

2.2. Movimento de uma partícula com velocidade inicial actuada por uma força de intensidade constante e direcção sempre perpendicular à velocidade; movimento circular uniforme

- Movimento de uma partícula actuada por uma força de intensidade proporcional ao valor do deslocamento da partícula e de sentido oposto ao do referido deslocamento; movimento harmónico simples.
- Diferença de fase de dois movimentos harmónicos simples
- Energia de um oscilador harmónico simples

3. Momento linear; sua conservação

- Impulso de uma força; variação do momento linear de uma partícula
- Momento linear de um sistema de partículas
- Conservação do momento linear e sua aplicação aos sistemas de duas partículas
- Transferência de energia durante as colisões
- Equivalência entre a Lei da acção-reacção e da conservação do momento linear
- Força como taxa de variação temporal do momento linear

UNIDADE II — ONDAS

1. Introdução

- Transmissão de um sinal; noção geral de onda
- Onda, fenómeno periódico que apresenta uma dupla periodicidade; no tempo e no espaço
- Tipos de ondas
- Onda mecânica progressiva, um modelo de mecanismo de transferência de energia
- Equação de propagação de um movimento harmónico simples num meio elástico unidimensional; equação de onda
- Relação entre velocidade, frequência e comprimento da onda
- Propagação de ondas sinusoidais num meio bidimensional; intensidade de onda
- Reflexão e refacção de ondas
- Sobreposição de ondas; fenómenos de interferência
- Difraccção de ondas

2. Ondas sonoras: sua natureza

- Produção, propagação e sua percepção
- Propriedades das ondas sonoras; reflexão, refacção, interferência e difracção
- Efeito Doppler e suas aplicações
- Obtenção de ondas estacionárias numa corda (ou mola) e no ar contido no tubo
- Frequências próprias de vibração de uma corda vibrante, fixa nas duas extremidades e de uma coluna de ar de um tubo sonoro
- Qualidades fisiológicas do som e sua relação com as características da onda sonora captada pelo ouvido

UNIDADE III — A LUZ. HIPÓTESES SOBRE A NATUREZA DA LUZ

- Luz — onda ou partícula
- Interferência da luz. Difraccção da luz
- Interpretação dos fenómenos de reflexão e de refacção a partir do princípio de Huyghens
- Leis da reflexão e da refacção
- Índice de refacção relativo de dois meios ópticos
- Índice de refacção absoluto de um meio óptico
- Reflexão total; ângulo limite
- Lentes esféricas delgadas; equação dos focos conjugados
- Equação de amplificação linear das lentes esféricas delgadas
- Dispersão da luz pelos prismas ópticos; espectros luminosos
- Difraccção da luz com a matéria; efeito fotoelectrónico
- Teoria dos fotões de Einstein; equação fotoelétrica de Einstein
- Dualidade corpúsculo-onda

UNIDADE IV — ELECTROMAGNETISMO

4. Fenómeno da indução electromagnética

- Fluxo do campo magnético; unidade SI desta grandeza
- Indução electromagnética; lei de Lenz e lei de Faraday
- Campo eléctrico de indução
- Auto-indução
- Energia armazenada no campo magnético
- Correntes de Foucault
- Gerador de corrente alternada sinusoidal
- Circuitos em corrente alternada:
 - circuito resistivo
 - circuito indutivo
 - circuito capacitivo
- Impedância de um circuito
- Potência média em corrente alternada sinudoisal; factor de potência
- Transformações para baixa frequência

1. Dinâmica da partícula**1.1** Revisão e desenvolvimento de conceitos

- Vector posição; equação do movimento num dado referencial
- Vector velocidade ($\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt}$); vector aceleração ($\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt}$)
- Estudo do movimento curvilíneo com aceleração constante: movimento de projectéis.
- Componentes tangencial e normal da aceleração

1.2 Aplicações das leis da dinâmica

- Movimento rectilíneo de uma partícula sujeita a forças de ligação (reacção normal, atrito e tensão de fios)
- Força de atrito de escorregamento; suas leis
- Coeficientes de atrito estático e cinético
- Movimento curvilíneo de uma partícula:
 - movimento do pêndulo cónico;
 - movimento do pêndulo gravítico;
 - movimento circular, num plano vertical
- Segurança no tráfego
- Equilíbrio estático de uma partícula

1.3 Validade das leis da Dinâmica

- Referenciais inerciais
- Referenciais não inerciais; forças de inércia
- Conceito de peso nos referenciais não inerciais
- Imponderabilidade

2. Dinâmica de um sistema de partículas

- Centro de massa de um sistema e seu movimento
- Lei fundamental de Newton aplicada a um sistema de partículas
- Momento linear de um sistema de partículas; lei da conservação do momento linear
- Colisões unidimensionais e bidimensionais
- Variações de energia nas colisões:
 - colisões elásticas;
 - colisões inelásticas.
- Pressão de um gás ideal

3. Cinemática e Dinâmica de rotação em torno de um eixo fixo

- Grandezas cinemáticas escalares e vectoriais de rotação
- Energia cinética de rotação; momento de inércia de um sistema discreto de partículas e de um corpo rígido
- Efeito de uma força aplicada a um corpo rígido: momento de uma força em relação a:
 - um ponto.
 - um eixo.
- Momento resultante de um sistema de forças
- Binário; momento de um binário
- Lei de Newton do movimento de rotação
- Momento angular de uma partícula; momento angular de um corpo rígido
- Lei da variação do movimento angular; conservação do momento angular

4. Estática do corpo rígido

- Condições de equilíbrio estático de um corpo rígido
- Sistema de forças equivalentes

4. Estática do corpo rígido (cont.)

- sistemas de forças equivalentes a:
 - uma força única;
 - um binário;
 - uma força única e a um binário
- Centro de gravidade de um corpo

5. Estática dos fluidos

- Lei fundamental da Hidrostática
- Lei fundamental de Pascal
- Lei de Arquimedes. Equilíbrio de corpos flutuantes
- Pressão atmosférica

UNIDADE II — INTERACÇÕES E CAMPOS

1. Interações gravitacional e electrostática

- Interações gravíticas; lei da atracção universal
- Interações eléctricas; lei de Coulomb

2. Campo de forças e potencial

- 2.1
- Conceito geral de campo de forças
 - Campo eléctrico devido a:
 - uma carga potencial (campo radial)
 - um dipolo eléctrico
 - duas placas paralelas carregadas electricamente (campo uniforme)
 - Campo gravítico radial; campo gravítico uniforme
 - Vectors campo eléctrico e campo gravítico
 - Energia potencial eléctrica e energia potencial gravítica
 - Potencial eléctrico num ponto de um campo radial
 - Potencial gravítico num ponto de um campo radial
 - Superfícies equipotenciais e linhas de campo
 - Relação entre o vector campo eléctrico (e gravítico) e o escalar potencial eléctrico (e gravítico)
 - Campos gravítico e eléctrico — campos conservativos
- 2.2
- Condensação eléctrica
 - Capacidade de um condensador
 - Dieléctricos; sua polarização
 - Energia armazenada num condensador

3. Forças magnéticas e campos

- Campos magnéticos devidos a ímanes e a correntes eléctricas
- Força magnética a que fica sujeito um elemento de corrente rectilínea num campo magnético uniforme
- Vector densidade de fluxo magnético
- Força magnética a que fica sujeita uma carga eléctrica móvel, com velocidade v , num campo magnético uniforme
- Campo electromagnético

4. Movimento em campos de força

- Movimento de um corpo num campo gravítico; movimento de satélites
- Movimento de cargas eléctricas:
 - num campo eléctrico uniforme
 - num campo magnético uniforme
- Princípio do funcionamento de um osciloscópio, de um acelerador de partículas (p.e. um ciclotrão), do espectrógrafo de massa, etc.

1. Circuitos em corrente alternada

- Circuitos RLC, série
- Corrente alternada de alta frequência e seus efeitos
- Transformadores de alta frequência
- Circuito LC. Oscilações eléctricas
- Frequência própria de um circuito LC fechado
- Oscilações mantidas; ressonância de um circuito RLC

2. Radiações electromagnéticas

- Emissão de energia radiante por um circuito oscilante aberto
- Propagação simultânea do campo eléctrico e do campo magnético: onda electromagnética
- Características de uma onda electromagnética
- Energia transportada por uma onda electromagnética
- Espectro electromagnético

3. Raios X

- Origem dos raios X. Espectros de riscas
- Lei de Moseley e sua interpretação
- Aplicação dos raios X em Medicina, na Indústria e na determinação de estruturas cristalinas. Difracção dos raios X pelos cristais

1. Interação entre partículas elementares

- Choques de partículas; insuficiência da Mecânica de Newton
- Mecânica relativística; grandezas relativísticas associadas a uma partícula
- Equivalência massa-energia

2. Núcleos atómicos

- Constituição do núcleo. Estabilidade do núcleo
- Energia de ligação e estabilidade dos núcleos

3. Reacções nucleares

3.1 Reacções nucleares espontâneas

- Declíneos radioactivos; principais tipos de declíneos radioactivos
- Lei do declíneo radioactivo; período e actividade de um radionuclido
- Famílias radioactivas
- Propriedades e efeitos das radiações emitidas pelos radionuclidos; sua detecção

3.2 Reacções nucleares provocadas

- Radionuclidos artificiais; suas aplicações
- Fissão e fusão nucleares; utilização da fissão e fusão

- CABRITA, F.; COSTA A. — «Conteúdos programáticos integrados de C.F.Q. para o Ensino Secundário», *Gazeta de Física*, vol. 12, Fasc. 3:116-122.
- CARRILHO RIBEIRO, A. — *Desenvolvimento Curricular*, Texto Editora, Lisboa.
- CURRÍCULOS EUROPEUS, 1988/1991: Alemanha, Dinamarca, Espanha, Escócia, França, Holanda, Inglaterra, Portugal (currículos anteriores).
- DEUS, J. D. — «Ciência; curiosidade e maldição», Editora Gradiva, Lisboa.
- DRIVER, R.; OLDHAM, M. — «A constructivist approach to curriculum development», *Studies in Science Education*, vol. 13:105-122.
- GOUVEIA, R. — «A Reforma curricular: Programas de Ciências Físico-Químicas», *Revista de Educação*, n.º 3, Porto Editora, (Dez. 91).
- LUNETTA, V. — «Comentários sobre a mesa-redonda subordinada ao tema «A Reforma do Ensino da Física»», *Gazeta de Física*, vol. 11, Fasc. 4:138-139.
- NATIONAL COUNCIL IN SCIENCE AND TECHNOLOGY EDUCATION (NCSTE), *Project 2061 — Science for all Americans*, USA.
- PLON MATERIALS, 1989, Universidade de Utrecht, Departamento de Física, Holanda.
- SOLOMON, J. — «Social influences on the construction of pupils' understandings of Science», *Studies in Science Education*, 14:63-82.
- THOMAZ, M. F. — «Uma perspectiva construtivista para o Ensino da Física. I — Psicologia da construção pessoal», de Georges Kelly, *Gazeta de Física*, vol. 10, Fasc. 4:121-128.
- THOMAZ, M. F. — «Uma perspectiva construtivista para o Ensino da Física. II — Objectivos para o ensino da Física», *Gazeta de Física*, vol. 11, Fasc. 1:19-27.
- VALADARES, J.; TEODORO, V. — «A Reestruturação do ensino da Física», *Gazeta de Física*, vol. 11, Fasc. 4:156-159.
- WELLINGTON, J. J. — «What's supposed to happen, Sir?; Some problems with discovery learning», *School Science Review*, Sept. 81:167-173.
- WOOLNOUGH, B. C. — «Exercises, investigations and experiences», *Physics Education*, vol. 18:60-63.

- ADVANCED PHYSICS PROJECT FOR INDEPENDENT LEARNING (APPIL), John Murray Publishers Ltd, London.
- BENSON, H. — *University Physics*, John Willey and Sons, Inc., New York.
- BERKELEY PHYSICS COURSE, Wichmann, E. Editorial Reverté, SA, Barcelona.
- FARIA, G. — *Sistema Internacional de Unidades (SI). Grandezas e unidades físicas — terminologia, símbolos e recomendações*, Plátano Editora, Lisboa.
- FEYNMAN, Leighton; SANDS — *The Feynman Lectures on Physics*, Adison-Wesley Publishing Company, London.
- FIOLHAIS, C. — *Física divertida*, Ed. Gradiva, Lisboa.
- JARDINE, J. — *Physics is Fun*, Heinmann Educational Books, Ld., London.
- MASSAIN, R. — *Physique et Physiciens*, Editions Magnard, Paris.
- MILLAR, R. — *Understanding Physics*, Uniwin. Hyman Ltd., London.
- PAULI e outros — *Livros de Física para o 2.º Grau*, Editora Pedagógica e Universitária, Lda., São Paulo, Brasil.
- PEIXOTO, J. P. — *Entropia e ainda entropia*, Universidade do Algarve, Faro.
- PEIXOTO, J. P. — *Interpretação mecanicista da Termodinâmica — aspectos elementares da teoria cinética*, Universidade do Algarve, Faro.
- PHYSICS — PRINCIPLES AND PROBLEMS, Teacher's Annotated Edition, Charles E. Merrill Publishing Company, Toronto.
- PROJECTO DE FÍSICA. Texto e manual de experiências e actividades, Fundação Gulbenkian, Lisboa.
- PSSC, FÍSICA, Editorial Reverté, SA, Barcelona.
- RESNICK, R.; HALLIDAY, D. — *Física*, Livros Técnicos e Científicos, São Paulo, Brasil.
- ROGERS, E. M. — *Physics for the Inquiring Mind*, Princeton University Press, USA.
- SEARS, F.; ZEMANSKY, M. W., *University Physics*, Adison-Wesley Publishing Company, London.
- TIPLER, P. A. — *Física*, Ed. Guanabara Dois, Rio de Janeiro.
- WENHAM, E. J. — *Physics. Concepts and Models*, Ed. Guanabara Dois, SA, Rio de Janeiro.
- ZEMANSKY, M. W. — *Calor e Termodinâmica*, Ed. Guanabara Dois, SA, Rio de Janeiro.

Novas quotas da SPF

Na Assembleia Geral da Sociedade, que se realizou em Vila Real em 17 de Setembro de 1992, por ocasião da Conferência Física 92, foram estabelecidas as novas quotas dos sócios da SPF, a vigorar a partir de 1 de Janeiro de 1993:

Sócios efectivos	3000 Escudos/ano
Sócios estudantes	1500 Escudos/ano

ÍNDICE DO VOLUME 15

Vol. 15 — Fasc. 1 (Janeiro a Março 1992)

Atitudes de alunos do 9.º ano em relação à Tecnologia (Anabela Martins)	1
Eclipse total do Sol — 11 de Julho de 1991. O eclipse do século (Máximo Ferreira)	17
A Radiação de Sincrotrão e sua Utilização. Uma síntese de perspectivas; acções em Portugal (Maria Teresa Ramos)	21
Descrições de curvas de luz de estrelas variáveis e suas aplicações (Carlos Manuel Bernardino)	24
Aristóteles, Galileu e a queda das graves (Carlos Fiolhais e João Paiva)	28
Re-estruturação da Sociedade Europeia de Física	33
Cartas dos Leitores	35
Noticiário da Sociedade Portuguesa de Física	38

Vol. 15 — Fasc. 2 (Abril a Junho 1992)

Aspectos Fundamentais da Radiação de Transição (M. João Martins)	41
A evolução dos instrumentos de medidas eléctricas no século XIX (Décio Ruivo Martins e Luiz Alte da Veiga)	46
Como se fazem e para que servem os aceleradores de partículas? (Rui Alves Pires e Rui Dilão)	56
Determinação experimental da condutividade térmica de um material sólido (António F. Miguel e Ana A. Silva)	67
Olimpíadas de Física 1992	71
Curiosidades e Imagens de Física (J. Bessa Sousa)	76
Sociedade Portuguesa de Física — Regulamento das Olimpíadas de Física	77

Vol. 15 — Fasc. 3 (Julho a Setembro 1992)

Notas soltas sobre o ensino dos conceitos de massa e peso (João da Providência, Ivone Amaro Cilínia Santos, Lurdes Santos e Teresa Coelho)	81
O dardo no computador (João Paiva e Carlos Fiolhais)	85
George Charpak, Nobel da Física em 1992 (Armando Ponce de Leão Policarpo)	90
O ensino da Física em Engenharia Agrícola (1975-91) (Maria Amélia Cutileiro Índias)	95
Olimpíadas de Física	98
Monografias sobre temas de Física	101
Acordo SPF/Gradiva	102
VI Congresso Ibérico de Energia Solar	104
Noticiário da Sociedade Portuguesa de Física	105
Sociedade Europeia de Física (EPS)	111
XXIV Bienal da R.S.E.F. e III Encontro Ibérico sobre Enseñanza de la Física	120

Vol. 15 — Fasc. 4 (Outubro a Dezembro 1992)

Utilização da folha de cálculo no ensino/aprendizagem da Física — Algumas sugestões (Elisa M. Prata Pina e M. Augusta Patrício)	121
Métodos Eléctricos de Prospeção Geofísica — I - Campo Estacionário (Fernando A. Monteiro Santos)	125
Olimpíadas Nacionais de Física	134
Física 92 — 8.ª Conferência Nacional de Física e 2.º Encontro Ibérico para o Ensino da Física	138
Projecto de programa da componente de Física da disciplina de Físico-Químicas no Ensino Secundário — Plano de organização e sequência do ensino-aprendizagem (10.º, 11.º e 12.º anos)	143

Departamento de Física

Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

PROGRAMA FOCO

Acção de formação de aprofundamento em Física

Destinatários: professores profissionalizados do 4.º grupo do Ensino Básico, e do 4.º A e 4.º B do Ensino Secundário

n.º horas/formando: 66 ; **n.º créditos:** 3

Módulos: Mecânica Quântica (22h)
Termodinâmica (22h)
Luz e Visão (22h)
Didáctica da Física (22h)
Electrónica (22h)
Electricidade e Materiais (22h)
Computação Aplicada à Física (11h)
Física Subatómica (11h)

A realizar repetidamente entre 12 de Abril e 2 de Outubro de 1993

25 de Fevereiro, 15 h, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto:
encontro entre candidatos e os responsáveis dos cursos

Inscrições: a partir de 25 de Fevereiro

Informações: Departamento de Física
Faculdade de Ciências
da Universidade do Porto
4000 Porto
Telef. 02-2026620
ou
02-310290, ext. 234
Fax: 02-319267

INESC Seminar Series on Solid State Physics and Technology

December, 11th

Wedge transmission electron microscopy (WTEM):

*A technique for rapid thickness measurement
and chemical composition assessment
in semiconducting layered structures.*

Dr. Jean-Daniel Ganière

L'Institut de Micro et Optoélectronique,
L'École Polytechnique Fédérale de Lausanne

January, 15th

Bokonon approach to high T_c superconductors

Prof. Philip B. Allen

Department of Physics - SUNY Stony Brook

March, 5th

Process development of a 0.7/0.5 μm DLM/TLM process for CMOS prototyping

Dr. Lynn Forester

IMEC - Leuven

March, 19th

(Title to be announced)

Prof. B. Höfflinger

Institut für Mikroelektronik Stuttgart (IMS)

April, 2nd

Optically interconnected electronic chips

Dr. Keith Goosen

AT&T Bell Laboratories, Holmdel

May, 14th

Magnetic recording technology

Prof. Mark H. Kryder

Data Storage Systems Center, Carnegie-Mellon
University

July, 5th

SiGe heterojunctions: devices and applications

Dr. Maurizio Arienzo

IBM, Yorktown Heights

**INSTITUTO DE ENGENHARIA DE SISTEMAS
E COMPUTADORES**

All seminars at 12.00 at Auditório, Av.ª Duque d'Ávila, 23
Further information: Virginia Chu, Paulo Freitas (01)3100348



VOL. 15 · FASC. 4 · DEZEMBRO 1992

SUMÁRIO

Utilização da folha de cálculo no ensino/aprendizagem da Física — Algumas sugestões	121
<i>Elisa M. Prata Pina e M. Augusta Patrício</i>	
Métodos Eléctricos de Prospecção Geofísica — I - Campo Estacionário ..	125
<i>Fernando A. Monteiro Santos</i>	
Olimpíadas Nacionais de Física	134
Física 92 — 8.ª Conferência Nacional de Física e 2.º Encontro Ibérico para o Ensino da Física	138
Projecto de programa da componente de Física da disciplina de Físico- -Químicas no Ensino Secundário — Plano de organização e sequência do ensino-aprendizagem (10.º, 11.º e 12.º anos)	143