

Finalmente, refira-se que o facto de neste artigo nos termos centrado na cor, não significa que acreditamos no sucesso de um ensino orientado para a mudança conceptual que se restrinja a esse tópic. Como se sabe, um dado conceito não existe nem tem significado isoladamente, mas antes está incluído numa rede conceptual que pode mesmo estender-se a outras disciplinas [9]. Para que os alunos possam construir aquele conceito, os restantes conceitos da rede devem ser adequadamente compreendidos. Obviamente, a cor está integrada numa rede conceptual da qual fazem parte conceitos de Óptica, tais como natureza da luz, interacção da luz com os corpos (absorção, transmissão, reflexão selectiva) e sua percepção. É nossa convicção que se o aluno não tiver tido oportunidade de (re)construir as suas ideias acerca dos conceitos pertencentes á rede conceptual da cor (especialmente os do domínio da Óptica), o ensino deste tópic, mesmo que orientado numa perspectiva de mudança conceptual, terá poucas hipóteses de ser bem sucedido.

Nota: Parte deste trabalho foi apresentado em poster na Conferência Física-96.

Agradecimentos: As autoras agradecem aos Alunos e aos Professores que tornaram possível este trabalho.

Referências Bibliográficas

- [1] HOPPE, E. (1928). *Histoire da la physique*. Paris: Payot.
- [2] HECHT, E. (1991). *Óptica*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- [3] MORENO, A. (1993). Light stories: A brief history of light. Em *Proceedings of the GIREP'93 international conference on physics education — Light and information*. Braga: Universidade do Minho, 38-80.
- [4] EINSTEIN, A. e INFELD, L. (s/d). *A evolução da Física*. Lisboa: Livros do Brasil.
- [5] NASSAU, K. (1983). *The physics and chemistry of color*. New York: John Wiley & Sons.
- [6] SAXENA, A. (1991). The understanding of the properties of light by students in India. *International Journal of Science Education*, 13 (3), 283-289.
- [7] FEHER, E. e MEYER, K. (1992). Children's conceptions of color. *Journal of Research in Science Teaching*, 29 (5), 505-520.
- [8] VERKERK, G. e BOWENS, R. (1993). Learning optics from seeing light. Em *Proceedings of the GIREP'93 international conference on physics education — Light and information*. Braga: Universidade do Minho, 100-121.
- [9] DE VECCHI, G. e GIORDAN, A. (1990). *L'enseignement scientifique: Comment faire pour que ça marche?*. Nice: Z'éditions.

Laurinda Leite é doutorada em Educação — Metodologia do Ensino das Ciências, pela Universidade do Minho, e professora Auxiliar na mesma Instituição.

Susana Sá é licenciada em Ensino de Física e Química pela Universidade do Minho, e Assistente Convidada nesta Instituição. Frequenta o curso de Mestrado em Educação — Supervisão Pedagógica em ensino de Física e Química.

OLIMPIADAS DE FÍSICA

A Secção "Olimpiadas de Física" é coordenada por Manuel Fiolhais e Adriano Lima. O contacto com os coordenadores poderá ser feito para: Departamento de Física, Universidade de Coimbra, 3000 Coimbra; ou pelo telefone 039-410615, fax 039-29158 ou e-mail tmanuel@hydra.ci.uc.pt.

1 — NOTÍCIAS DAS OLIMPIADAS

1.1. Olimpíadas 97 - Fase Regional

A fase regional das Olimpíadas de Física decorreu no dia 17 de Maio, nos Departamentos de Física das Universidades do Porto, de Coimbra e de Lisboa. Participaram 275 alunos do escalão A (9.º/10.º anos) e 198 do escalão B (11.º ano) em representação de 120 escolas secundárias e do 3.º ciclo do ensino básico de diversas regiões do país (continente e regiões autónomas). Houve este ano um número recorde de participantes (e de escolas participantes) o que se regista com muita satisfação. A todos os docentes e funcionários dos Departamentos de Física acima referidos, aos professores do ensino secundário que colaboraram na organização desta fase regional das Olimpíadas e, em particular, às equipas de correctores das provas, a SPF agradece reconhecidamente. Sem esse trabalho empenhado o sucesso das Olimpíadas estaria irremediavelmente comprometido. Um agradecimento especial é devido às Comissões Executivas dos Departamentos de Física das Universidades do Porto, de Coimbra e de Lisboa por, uma vez mais, terem prestado à SPF um apoio inestimável.

A todos os alunos foram oferecidos diplomas e prémios de presença e, aos vencedores das diferentes provas, foram oferecidos prémios especiais. Os alunos classificados nestas Olimpíadas Regionais ficaram apurados para participar na fase nacional das Olimpíadas que decorreu no Porto nos dias 20 e 21 de Junho como a seguir se dá notícia.

Os enunciados dos problemas das provas da fase regional estão publicados noutra local desta Secção.

Refere-se a seguir uma síntese dos dados relativos a cada Delegação Regional da SPF.

Delegação Regional do Norte

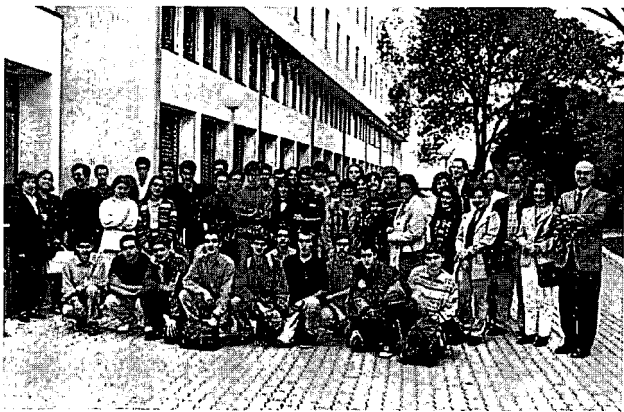
- *Escolas participantes: 48*
- *Número de alunos participantes: 120 (escalão A) e 90 (escalão B)*
- *Equipa vencedora no escalão A:* Equipa do Colégio Liceal de Santa Maria de Lamas, constituída pelos alunos Nuno Filipe Sousa Castanheira, Alexandre de Oliveira Resende e José Fernando Pereira.
- *Vencedores no escalão B (por ordem alfabética do último nome):*
 Maria Irene da Conceição Barbosa, da Esc. EB 2,3 Baião; Nuno Miguel Reis Couto, da Esc. Sec. da Trofa; Ricardo Fernandes Garim Dias, da Esc. Sec. Carlos Amarante, Braga; Tiago C. Antunes Lopes e Diogo Nuno Mota Mendonça, ambos da Esc. Sec. da Maia; Pedro Filipe Pinto, da Esc. Sec. Augusto Gomes, Matosinhos; André Miguel Rodrigues Ramos, do Colégio de Gaia; Bruno Flávio Sousa Soares, da Esc. Sec. Camilo Castelo Branco, V.N. Famalicão.

Delegação Regional do Centro

- *Escolas participantes: 42*
- *Número de alunos participantes: 113 (escalão A) e 77 (escalão B)*
- *Equipa vencedora no escalão A:* Equipa da Esc. Sec. Emídio Navarro, Viseu, constituída pelos alunos Nuno Alexandre Campos Peixeiro, Paulo Renato Geraldês Bispo da Costa e Rui Oliveira Meleiro.
- *Vencedores no escalão B (por ordem alfabética do último nome):*
 José Carlos de Almeida Barreto, da Esc. Sec. José Falcão, Coimbra; Helena Filipa Coelho, da Esc. Sec. Alves Martins, Viseu; Rui André Providência e Costa, da Esc. Sec. José Falcão, Coimbra; Paulo Adriano Gomes de Oliveira, da Esc. Sec. Alves Martins, Viseu; André Miguel Pinto de Oliveira, da Esc. Sec. de Cantanhede; Luís Miguel Costa Ferreira Marques de Resende, da Esc. Sec. Avelar Brotero, Coimbra; Alexandre Augusto Branco Sampaio, da Esc. Sec. de Cantanhede; António Miguel Fernandes Simões, da Esc. Sec. Avelar Brotero, Coimbra.

Delegação Regional do Sul e Ilhas

- *Escolas participantes: 30*
- *Número de alunos participantes: 42 (escalão A) e 31 (escalão B)*
- *Equipa vencedora no escalão A:* Equipa da Esc. Sec. D. Pedro V, Lisboa, constituída pelos alunos Aida Maria Reis Correia, João Miguel Cardeiro e João Paulo Machado.
- *Vencedores no escalão B (por ordem alfabética do último nome):*
 Vítor Delgado Antunes, da Esc. Sec. Ferreira Dias, Cacém; Marta Figueiredo Garrido, da Esc. Sec. Prof. Herculano Carvalho, Lisboa; Vasco Henriques e João Manso, ambos da Esc. Sec. Sebastião e Silva, Oeiras; Gonçalo Parente Mendes e Manuel Fonseca e Silva, da Esc. Sec. Prof. Herculano de Carvalho, Lisboa; Nelson Gonçalves da Silva, da Esc. Sec. Francisco Franco, Funchal; Miguel Ferreira Valente, da Esc. Sec. Dr. Manuel Fernandes, Abrantes.
- *Agradecimentos adicionais:*
 A Delegação Regional do Sul e Ilhas agradece ainda o apoio logístico dos Departamentos de Química e Matemática da Universidade de Lisboa, e o apoio das seguintes empresas e entidades que ofereceram prémios:
 - ◆ **Microsoft**, que ofereceu 11 conjuntos de software (Office97, Encarta e Simulador de voo)
 - ◆ **CP - Caminhos de Ferro de Portugal**, que ofereceu uma viagem de inter-rail e 10 viagens de comboio em Portugal.
 - ◆ **Porto Editora**, que ofereceu livros.
 - ◆ **Texto Editora**, que ofereceu o CD Rom "Enciclopédias", livros "Aprender a estudar", pastas, canetas e blocos.
 - ◆ **Edições Asa**, que ofereceu livros.
 - ◆ **Reader's Digest**, que ofereceu 11 enciclopédias "Como funciona a Ciência".
 - ◆ **Editorial Verbo**, que ofereceu livros.
 - ◆ **Círculo de Leitores**, que ofereceu livros.
 - ◆ **Fundação Calouste Gulbenkian**, que ofereceu livros de Física.
 - ◆ **Valentim de Carvalho**, que ofereceu sacos.
 - ◆ **Direcção Geral de Energia**, que ofereceu 50 conjuntos sobre Poupança de Energia.
 - ◆ **EDP — Electricidade de Portugal**, que ofereceu emblemas sobre poupança de energia.
 - ◆ **Caixa Geral de Depósitos**, que ofereceu pastas, canetas e blocos.



Participantes nas provas nacionais das Olimpíadas de Física, Porto, 1997.

1.2. Olimpíadas – Fase Nacional

As provas das Olimpíadas Nacionais de Física de 1997 realizaram-se em 21 de Junho, no Departamento de Física da Universidade do Porto. Nestas provas, da responsabilidade da Delegação Regional do Norte e da Comissão Nacional das Olimpíadas, participaram estudantes de todo o país, previamente seleccionados nas Olimpíadas Regionais do Norte, Centro e Sul e Ilhas. Nos dias 20 e 21 de Junho tiveram lugar outras actividades (além da realização das provas), com o objectivo de promover não só o contacto dos estudantes com a Física, mas também o convívio entre estudantes e professores das diversas regiões do país. Concretizou-se, assim, o seguinte programa:

20 de Junho — 19h00 Recepção no Departamento de Física da Faculdade de Ciências do Porto. Saída de autocarro para uma visita breve à cidade e jantar. **22h30** Alojamento no seminário de Vilar.

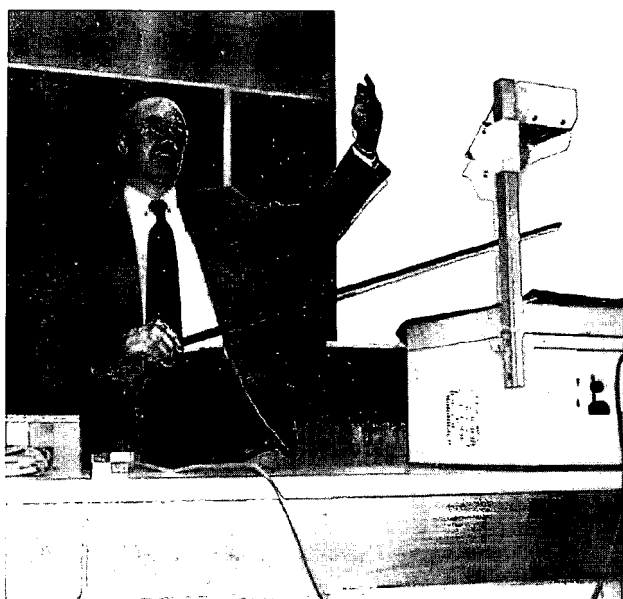
21 de Junho — 9h00 Prova Teórica. **11h00-11h30** Intervalo. **11h30-13h00** Prova Experimental. **13h00-14h30** Almoço. **14h30** Palestra: "*A importância actual da Física e o seu impacto no Futuro*", pelo Prof. João Bessa Sousa. **16h30** Distribuição de prémios e sessão de encerramento

• *Vencedores no escalão A:*

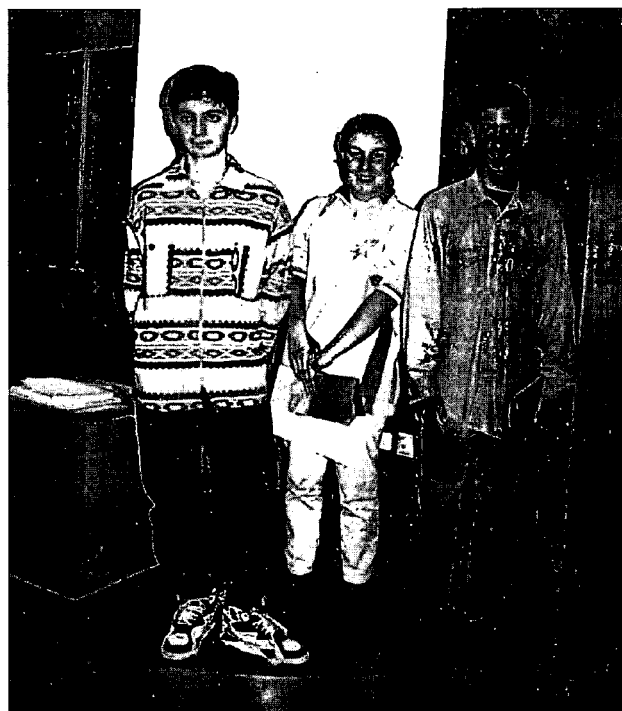
Equipa da Escola Sec. D. Pedro V, Lisboa, formada por João Miguel Carneiro, João Paulo Machado e Aida Correia.



Entrega de prémios aos vencedores das provas nacionais das Olimpíadas de Física 97.



Palestra "A importância actual da Física e o seu impacto no futuro", por João Bessa Sousa (Ol. Nacionais).



Equipa vencedora no escalão A: João Carneiro, João Machado e Aida Correia.

• **Vencedores no escalão B** (por ordem alfabética do último nome):

José Carlos Barreto, da Esc. Sec. José Falcão, Coimbra; Ricardo Dias, da Esc. Sec. Carlos Amarante, Braga; Marta Isabel Garrido, da Esc. Prof. Herculano Carvalho, Lisboa; Gonçalo Gonçalves Mendes, da Esc. Sec. Prof. Herculano Carvalho, Lisboa; Nelson Silva, da Esc. Sec. Francisco Franco, Funchal; António Miguel Simões, da Esc. Sec. Avelar Brotero, Coimbra; Bruno Flávio Sousa Soares, da Esc. Sec. Camilo Castelo Branco, V. N. Famalicão; Miguel Ferrão Valente, da Esc. Sec. Dr. Manuel Fernandes, Abrantes.



Equipa vencedora no escalão B: José Barreto, Ricardo Dias, Marta Garrido, Gonçalo Mendes, Nelson Silva, António Simões, Bruno Soares e Miguel Valente.

As provas da fase nacional estão publicadas noutra local desta Secção.

Os oito alunos classificados no escalão B ficam pré-seleccionados para integrar a delegação portuguesa à XXIX International Physics Olympiad que se realiza no próximo ano na Islândia.

Aos alunos vencedores dos escalões A e B será oferecida, oportunamente, uma visita à Base Aérea de Monte Real.

As Olimpíadas Nacionais de Física têm o apoio do Ministério da Educação.

A Delegação Norte da Sociedade Portuguesa de Física agradece a todos os colegas da Comissão Nacional das Olimpíadas assim como aos colegas do ensino secundário, Maria Lucinda Oliveira, Adriano Sampaio e Sousa, Célia Pinto Bento, Ana Marta Pereira Rilo e Paula Alexandra Alves Pacheco, toda a colaboração prestada durante a realização das provas. Agradece também a colaboração de Filomena Dara.

1.3. Apuramento para as Olimpíadas Internacionais 1997

As provas de selecção para as Olimpíadas Internacionais deste ano (IPhO'97) realizaram-se em Coimbra nos dias 30 e 31 de Maio (ver os enunciados das provas noutra local desta Secção). Participaram os oito alunos vencedores do escalão B da Olimpíada Nacional de 1996 e ficaram apurados:

1.º Prem Gopal Griffith, da Esc. Sec. Maria Lamas, Torres Novas.

2.º Miguel Matos da Cunha, da Esc. Sec. da Maia.

3.º Sérgio Oliveira Marques, da Esc. Sec. José Macedo Fragateiro, Ovar

4.º Rui Miguel Salvador Bento, da Esc. Sec. D. Pedro V, Lisboa.

5.º Gonçalo Cunha Dias, da Esc. Sec. D. Pedro V, Lisboa.

São estes os alunos que estarão presentes na XXVIII International Physics Olympiad que se realiza em Sudbury, no Canadá, de 13 a 21 de Julho de 1997.

Ao longo do presente ano lectivo, os oito alunos envolvidos nesta fase das Olimpíadas tiveram um acompanhamento especial na sua preparação por parte dos seguintes professores nomeados por cada Escola e a quem a SPF agradece a colaboração prestada: Dr. José Manuel Morgado, da Esc. Sec. Maria Lamas, Torres Novas; Dr.ª Maria José da Silva Ramos de Sequeira Amaral, da Esc. Sec. da Maia; Dr.ª Maria Cecília Oliveira, da Esc. Sec. José Macedo Fragateiro, Ovar; Dr.ª Anabela Bastos Tibúrcio Martins, da Esc. Sec. D. Pedro V, Lisboa; Dr. José António Martins da Rocha, da Esc. Sec. Latino Coelho, Lamego; Dr.ª Teresa Maria Patrão Silva, da Esc. Sec. Filipa de Vilhena, Porto.

No âmbito da preparação dos alunos para a IPhO tiveram lugar no Departamento de Física da Universidade de Coimbra dois encontros de trabalho com os oito alunos. Esses encontros decorreram nos dias 31/1 e 1/2 e nos dias 18 e 19/4. As reuniões serviram para aprofundar os conhecimentos em domínios que fazem parte do programa da IPhO mas que não são leccionados no ensino secundário. Agradece-se a colaboração nesta actividade dos Profs. Pedro Alberto, José António Paixão e Maria Amália Tavares.

A participação de Portugal na Olimpíada Internacional de Física é apoiada pelo Ministério da Ciência e Tecnologia.

**2 — PROVAS DAS OLIMPIADAS
REGIONAIS DE FÍSICA 97**
(Lisboa, Porto e Coimbra, 17.5.1997)

ESCALÃO A

Prova Teórica (1h15)

O João poupa energia!

a) Durante o mês de Janeiro, o João Poupado usou **diariamente** uma torradeira (potência 200 W) para fazer uma torrada durante 3 minutos. Na factura da electricidade junta, encontra-se a energia total consumida em kWh, assim como o custo de cada kWh. Que percentagem de energia total desse mês foi consumida pela torradeira?

TIPO DE CONSUMO	LET ANTERIOR	LET ACTUAL	TIPO DE LETURA	MULT.	CONSUMO F.A.C.TURADO (kWh)	PREÇO (€/kWh)	VALOR	I.V.A.
ELECTRICIDADE	2859	4537	ENPÉSSA		1678	851	827	15159.0 1
I.V.A. 1 / 5.0% X 17483.00 = 874.00								
ALTERAÇÕES TARIFA E/OU POTENCIA								
EN. Nº 840.X 18.38+ 360.X 18.20/1200.								
							POTENCIA (6,6 KVA)	2314.0 1
							TAXA DE EXPLORACAO (DGE)	10.0 1
							TAXA RS (DL-389/76)	273.0
							I.V.A. TOTAL	874.0
							TOTAL	18630.0

b) Nesse mês que é o mais frio do ano, o João usou um aquecedor eléctrico (potência 2 kW) durante 6 horas todos os dias. Quanto dinheiro é que o João teria poupado, se tivesse usado o aquecedor apenas durante 1 hora todos os dias?

c) Numa manhã, quando estava ligada a torradeira, o aquecedor eléctrico, a máquina de lavar roupa (2 kW), o ferro de engomar (800 W), etc, o disjuntor do quadro eléctrico (que indica 15 A para a intensidade máxima de corrente) disparou. Porque é que disparou o quadro? Que aparelho deve desligar para que o mesmo não volte a acontecer?

Nota: A tensão fornecida pela rede na Europa é 220 V.

d) Suponha que João Poupado leva a torradeira para os Estados Unidos, onde a tensão fornecida pela rede é 110 V. Quanto tempo demora a fazer a torrada para o pequeno almoço nos Estados Unidos?

ESCALÃO A

Prova Experimental (1h30)

O submarino ping-pong

Material: copo com água (A), copo com água salgada (B), bola de ping-pong, papel, areia, balança, fita-cola impermeável, craveira.

1) Vais fazer um modelo de um submarino, com uma bola de ping-pong. Como sabes, um submarino é feito de tal maneira que se "aguenta" no interior da água do mar. Tal se deve ao facto de que, para além do seu peso, um objecto num líquido está sujeito a uma força de impulsão dada pelo peso do volume de líquido deslocado. Com a ajuda de um funil feito de papel, coloca alguma areia dentro da bola. Tapa o orifício com um bocadinho de fita-cola. Vê se consegues que a bola fique imersa no interior da água do copo (A) tal como um submarino. Se não conseguires à primeira, tenta outra vez. Se não conseguires à segunda, tenta ainda outra vez.

a) Porque é que a bola de ping-pong fica em equilíbrio no interior do líquido?

b) Mantendo a bola com a mesma quantidade de areia, coloca-a agora no interior do copo com água salgada (B). Descreve o que acontece. Porque é que a bola não fica em equilíbrio?

c) Os dois líquidos A e B distinguem-se por uma certa propriedade, chamada densidade. Relaciona a força que se opõe ao peso da bola, quando esta está em equilíbrio, com a densidade do líquido. Essa força sobre a bola é maior ou menor para o líquido de maior densidade?

d) Determina a densidade de cada um dos líquidos, com o material que está à tua disposição.

e) Em vez de areia, o submarino tem dentro dele uma certa quantidade de água. Explica como se faz o submarino subir e descer. Que diferença se verifica quando o submarino navega no mar ou num canal de água doce?

(Lembra-te que o volume de uma esfera de raio r é $V = 4\pi r^3/3$).

ESCALÃO B

Prova Teórica (1h15)

Devagar se vai ao longe...

1)

Num dia de nevoeiro cerrado, um veículo ligeiro (a massa aproximada incluindo o condutor é de 800 kg) desloca-se numa auto-estrada com o limite legal de velocidade, 120 km/h. De súbito vê à sua frente, a 50 m, as luzes de outro automóvel que se desloca, em segurança, a 80 km/h. Inicia então uma travagem.

a) Calcula a força média de atrito do solo nas rodas, se nessa travagem a velocidade se reduziu para 90 km/h, numa distância de 40 m.

b) O condutor do automóvel é uma senhora com 50 kg. Qual é a força média exercida no seu cinto de segurança durante a travagem?

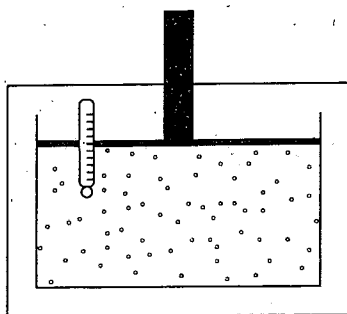
c) A que distância ficam os dois automóveis no final da travagem?

d) Explica, usando considerações energéticas, por que é que a distância de travagem regulamentar é menor em dias de chuva e a velocidade limite dentro da cidade é menor do que a velocidade limite nas auto-estradas.

2)

Comprimir, comprimir

Considera um recipiente contendo um gás ideal (ou perfeito) que está em equilíbrio térmico com um reservatório térmico, de modo a que a temperatura marcada pelo termómetro é constante. O recipiente é fechado por um êmbolo que se empurra lentamente de modo a diminuir o volume para metade.



a) De quanto aumenta a pressão do gás dentro do recipiente?

b) Representa o processo num diagrama (p, V).

c) A energia interna de um gás ideal só depende da temperatura. Durante o processo que representaste entra ou sai calor do sistema? Porquê?

d) Substituindo o banho térmico por uma parede adiabática (parede que não permite trocas de calor), o que é que acontece à temperatura do gás quando se empurra o êmbolo?

ESCALÃO B

Prova Experimental (1h30)

Cobre com cobre!

Material: pilha de 4,5 V, copo contendo uma solução de 0.1 mol dm^{-3} de CuSO_4 , 2 eléctrodos de grafite, fios eléctricos, multímetro, balança de precisão, cronómetro, papel absorvente.

Introdução

O revestimento de objectos com metais como cobre, níquel, prata, etc... é uma indústria em grande escala. Esta aplicação da electrólise, é realizada em cubas gigantes.

O fenómeno é descrito por duas leis — Leis de Faraday — cujo enunciado é o seguinte:

1ª lei: A massa m de qualquer elemento libertado é proporcional à quantidade total de carga eléctrica, ΔQ ,

que passa no circuito. A constante de proporcionalidade Z chama-se *equivalente electroquímico do elemento* e corresponde à massa (kg) do elemento depositado pela passagem da carga de 1 coulomb ($1\text{A} \times 1\text{s}$).

$$m = Z \Delta Q$$

2ª lei: A quantidade de carga eléctrica necessária para depositar **uma mole de qualquer ião monovalente** é igual a $9,65 \times 10^4 \text{ C mol}^{-1}$ (*constante de Faraday*).

$$F = N_A \cdot e = 6,022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1} \cdot 1,9 \times 10^{-19} \text{ C} = 9,65 \times 10^4 \text{ C mol}^{-1}$$

N_A — Número de Avogadro

Massa atómica do cobre-64

e — carga do electrão

Vais realizar a electrólise do **sulfato de cobre II** (CuSO_4), $0,1 \text{ mol dm}^{-3}$, utilizando um voltâmetro com dois eléctrodos de grafite, iguais.

Antes de iniciares a experiência lê atentamente a descrição de todos os passos que tens de executar.

Procedimento experimental

1. Pesa os eléctrodos A e B (de massas m_A e m_B) e assinala qual deles vais ligar ao pólo positivo e qual vais ligar ao pólo negativo, mantendo sempre a mesma polaridade durante todas as experiências.

2. Coloca os eléctrodos dentro do gobelé (voltâmetro) com CuSO_4 de forma a que fiquem aproximadamente paralelos.

3. Estabelece o circuito com a pilha de 4,5 V, o amperímetro e o voltâmetro.

4. Mantém o circuito fechado durante 3 min (Δt) e regista, utilizando o multímetro (a funcionar como amperímetro), os valores inicial e final da intensidade da corrente (I). Calcula o valor médio de I .

5. Retira o suporte com os eléctrodos, seca-os bem com papel absorvente, pesa novamente o cátodo, calcula e regista o valor da massa de cobre depositado, Δm .

6. Volta a colocar o suporte com os eléctrodos dentro do voltâmetro, mantendo a polaridade, e repete a experiência para dois outros valores diferentes de Δt (5 min e 10 min).

7. Constrói uma só tabela com todos os valores medidos e faz o gráfico de Δm em função de ΔQ .

Questões

a) Mostra que a massa de cobre depositada é proporcional à quantidade de carga eléctrica que passa no circuito.

b) Calcula e compara os valores teórico e experimental do equivalente electroquímico, Z , do cobre nesta solução. Calcula o erro relativo e critica os resultados referindo os erros introduzidos.

3 — PROVAS DAS OLIMPIADAS NACIONAIS DE FÍSICA 97

(Porto, 21 de Junho de 1997)

ESCALÃO A

Prova Teórica (1h15)

"Sonho espacial..."

Imagina que és um astronauta e vais visitar alguns planetas do Sistema Solar e seus satélites, acerca dos quais podes encontrar informações na tabela seguinte:

Planeta	Raio / m	aceleração da gravidade / $m\ s^{-2}$	velocidade de rotação de um ponto qualquer do equador / $m\ s^{-1}$
Terra	$6,378 \times 10^6$	9,81	$4,64 \times 10^2$
Marte	$3,375 \times 10^6$	3,80	$2,42 \times 10^2$
Júpiter	$7,14 \times 10^7$	24,9	$1,25 \times 10^4$
Io (satélite de Júpiter)	$1,820 \times 10^6$	x	

$$G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N kg}^{-2} \text{ m}^2$$

massa do astronauta = 60 kg

1. Terá o peso do astronauta o mesmo valor durante toda a viagem?
2. Em qual dos planetas, Júpiter e Terra, o dia é mais longo?
3. Qual é a massa de Júpiter?
4. Calcula o valor de x, sabendo que a massa de Io é $8,9 \times 10^{22}$ kg.
5. Existe actividade vulcânica em Io. Fotografias tiradas por uma das sondas Voyager mostraram que as massas de enxofre líquido expelidas dos vulcões atingem uma altura de 70 km acima da superfície de Io. Determina o valor aproximado da velocidade com que o enxofre sai do vulcão.

Fundamenta as tuas respostas com cálculos.

ESCALÃO A

Prova Prática (1h30)

"De médico e de louco..."

O Zé Pitosga foi ao oftalmologista. Saiu muito triste, porque vai ser obrigado a usar óculos. A receita médica está no verso desta prova, e nela está indicada a potência, P , da lente correctora adequada.

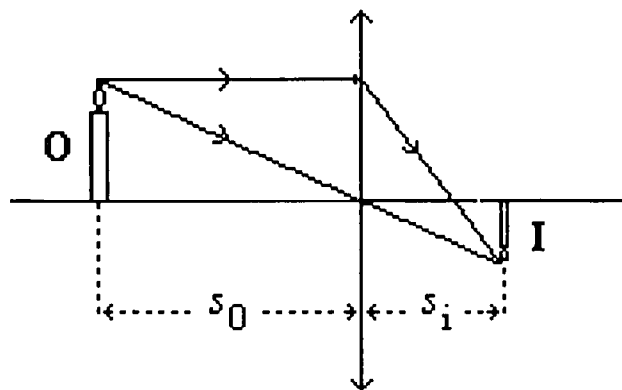
Vais ajudar o Zé a escolher as lentes dos seus óculos, aplicando os teus conhecimentos de Óptica e as indicações do médico. Para isso, dispões de:

- 1 banco de óptica
- 3 lentes
- 1 alvo
- 1 vela
- 1 caixa de fósforos
- 1 fita métrica

Vamos dar-te uma "mãozinha"...

Por convenção, atribui-se à potência e à distância focal, f , um sinal (+) para as lentes convergentes, e um sinal (-) para as lentes divergentes.

Um método simples para determinar f de certas lentes consiste em obter uma imagem nítida de um objecto luminoso, produzida pela lente, num alvo:



A distância focal é então calculada através da relação:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{s_0} + \frac{1}{s_i}$$

a) Das lentes de que dispões, identifica a que corresponde à receita.

b) Determina a ampliação, nas condições em que a experiência foi realizada.

ESCALÃO B

Prova Teórica (1h30)

“David e Golias...”

1)

Uma molécula diatómica com velocidade de 600 m s⁻¹ absorve um fóton de comprimento de onda $\lambda = 350$ nm e quantidade de movimento desprezável, dissocia-se em dois átomos de massa 6×10^{-26} kg.

a) Qual é o valor do momento linear dos dois átomos, na direcção perpendicular à direcção do movimento inicial da molécula? Nessa mesma direcção, qual é o valor da velocidade do átomo não detectado?

b) Caracteriza a velocidade do átomo não detectado.

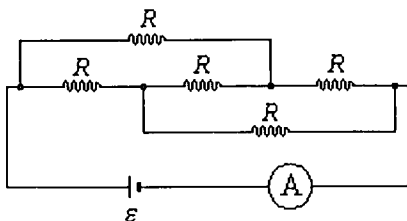
c) Determina a energia de ligação da molécula.

constante de Planck $h = 6,6 \times 10^{-34}$ J s
 velocidade da luz $c = 3 \times 10^8$ m s⁻¹

2)

“Mais simples do que parece...”

Considera o circuito esquematizado a seguir:



Se $R = 1 \Omega$ e $\varepsilon = 10$ V, qual a resistência equivalente e o valor lido em A?

ESCALÃO B

Prova Prática (1h30)

“Aluno sofre...”

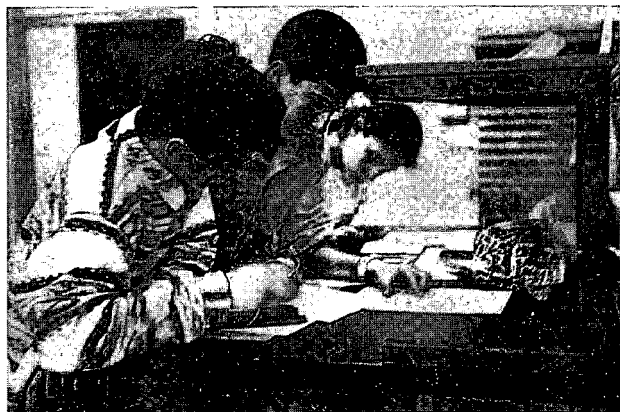
Os adultos encontram frequentemente maneiras complicadas de resolver problemas cuja simplicidade é evidente. Aqui tens um bom exemplo.

Pretendemos que determines o volume do corpo fornecido, através de um método indirecto, obrigando-te a utilizar todo o material que te é fornecido:

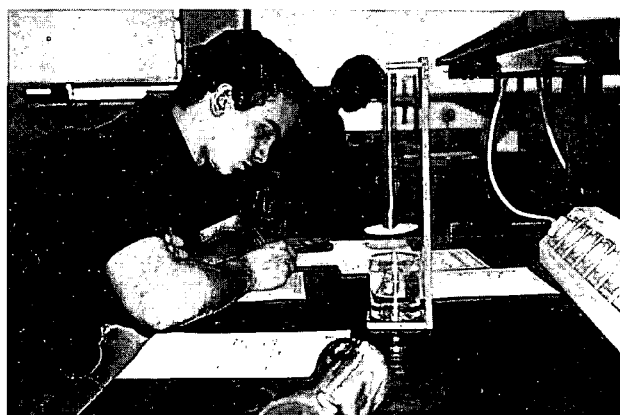
- 1 mola elástica
- 1 suporte com régua graduada
- 1 copo com água
- 1 balança electrónica

Sê persistente...

Depois de executares o trabalho, descreve os procedimentos realizados e efectua uma crítica ao método. Sugere métodos mais adequados para medir o volume de um corpo.



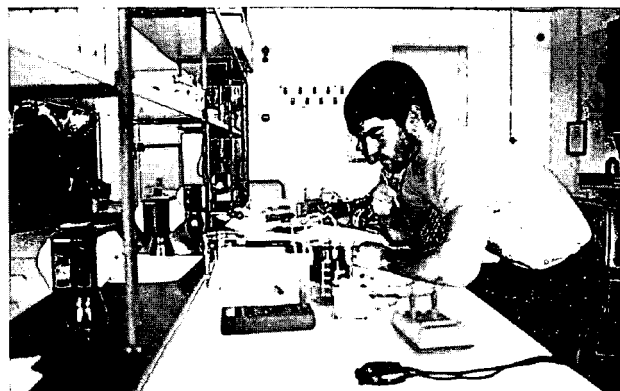
Prova prática, escalão A, Porto, 1997 (Ol. Nacionais).



Prova prática, escalão B, Porto, 1997 (Ol. Nacionais).



Prova prática, Olimpíadas Regionais, Lisboa, 1997.



Prova prática, Olimpíadas Regionais, Lisboa, 1997.

4 — PROVAS DE APURAMENTO PARA AS OLIMPIADAS INTERNACIONAIS DE FÍSICA

(Coimbra, 30 de Maio de 1997)

Prova Teórica (Duração 3h)

PROBLEMA 1

1.1. Estrela de Neutrões

Depois da explosão de uma supernova, pode originar-se uma estrela de neutrões cuja massa M é sensivelmente igual à massa do Sol ($M \approx M_{\text{SOL}} \approx 2 \times 10^{30} \text{ kg} \approx 3,33 \times 10^5 M_{\text{TERRA}}$) e raio $R \approx 10 \text{ km} \approx 1,57 \times 10^{-3} R_{\text{TERRA}}$.

a) Qual é a aceleração da gravidade à superfície dessa estrela em unidades de g ? Quanto pesaria um homem de massa $m = 70 \text{ kg}$ à superfície dessa estrela de neutrões?

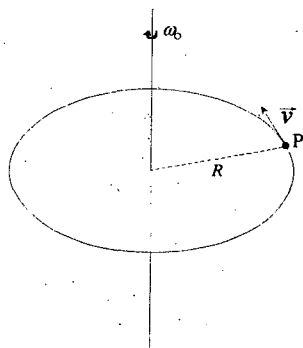
b) Considera que o neutrino n_e tem massa em repouso nula. Tal como para o fóton, a sua energia é dada por $E = h\nu$, onde h é a constante de Planck e ν a sua frequência. Um neutrino é emitido à superfície da estrela com uma frequência ν_0 . Determina a frequência desse neutrino a uma distância muito grande da estrela.

II. Disco que roda

Um disco horizontal roda no sentido dos ponteiros do relógio em torno de um eixo vertical que passa pelo seu centro. Não há atrito entre o disco e o eixo. O momento de inércia do disco é I e a sua velocidade angular, relativamente à terra, é ω_0 . Uma partícula P , de massa m , move-se na borda do disco, com velocidade linear de módulo constante, v , também em relação à terra, mas no sentido contrário ao dos ponteiros do relógio ($v > \omega_0 R$, com R o raio do disco). Num certo instante a partícula, devido unicamente a forças internas ao sistema disco-partícula, varia a sua velocidade, terminando parada relativamente ao disco.

a) Obtém a nova velocidade angular de rotação do disco.

b) Mostra se houve, ou não, conservação da energia mecânica.

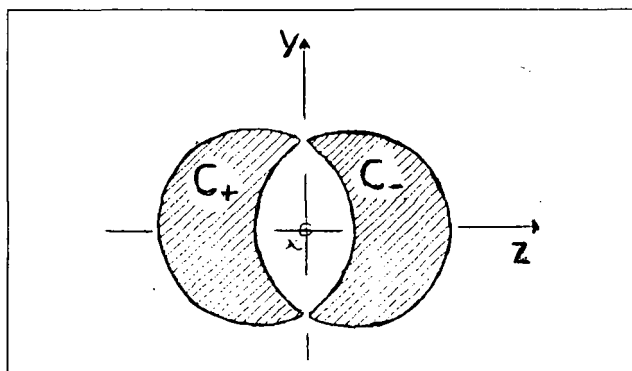


PROBLEMA 2

2.1. Distribuições cilíndricas de cargas

a) Considera um cilindro de raio R , muito longo, uniformemente carregado com a carga q num comprimento L . Obtém o campo eléctrico em pontos tais que $r \leq R$ (r é a coordenada cilíndrica).

b) Considera agora a figura seguinte onde as partes a tracejado, cada uma de área A , representam as secções transversais de duas distribuições uniformes de carga, isoladas uma da outra. As distribuições de carga são infinitas na direcção perpendicular às secções representadas e existe a carga Q num comprimento L de C_+ . Em C_- a carga é simétrica da carga em C_+ . As secções transversais das distribuições são limitadas, no plano yz por arcos de circunferência de raio R , sendo também R a distância entre os seus centros. Determina o campo eléctrico na região entre as distribuições de cargas.



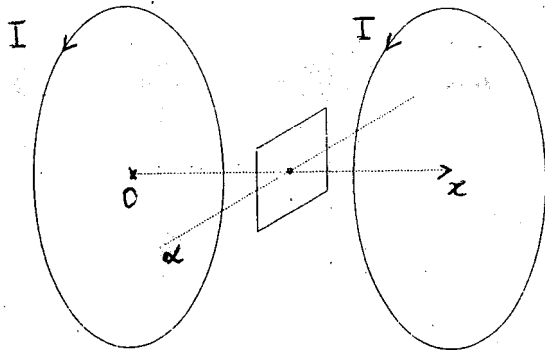
2.2. Campo entre espiras circulares

Considera duas espiras circulares colocadas paralelamente e percorridas pela corrente I nos sentidos indicados, como mostra a figura. O raio de cada espira é a e a linha que une os seus centros, igualmente distanciados de a , é perpendicular ao plano das duas espiras.

a) Obtém o campo de indução magnética, B , nos pontos da linha que une os centros das espiras situados entre elas (eixo x). Determina a variação máxima do módulo de B na região $0,3 a \leq x \leq 0,7 a$ relativamente ao seu valor no ponto médio, $x = a/2$.

b) Considera agora uma espira quadrada, de lado igual a $a/5$, inicialmente num plano vertical paralelo ao das espiras circulares, que passa pelo ponto $x = a/2$. A espira começa a oscilar em torno do eixo horizontal α que passa pelo seu centro e que é paralelo a dois lados do quadrado, como mostra a figura. O ângulo que o plano da espira quadrada forma com o plano vertical que inicialmente continha a espira é θ e a variação deste ângulo com o tempo é dada pela expressão $\theta(t) = \theta_0 \sin \omega t$. Obtém a força electromotriz induzida na espira qua-

drada (nota que a espira quadrada está interrompida). Considera que o campo é uniforme na região de oscilação e toma o valor do campo em $x = a/2$.

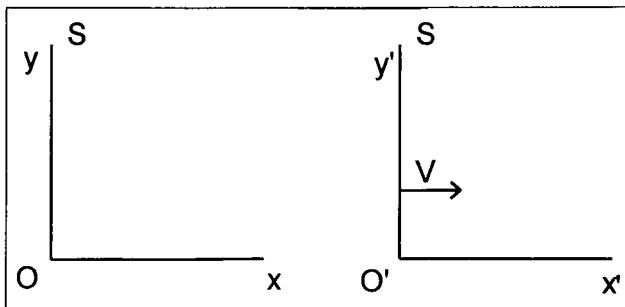


3.1 Nave espacial

Uma nave espacial (referencial S') desloca-se com velocidade $v = 0,5c$ relativamente à Terra (referencial S) — ver figura. Na nave existe uma barra cujo comprimento próprio é $L_0 = 10$ m, fazendo um ângulo de 30° com a horizontal (Ox').

a) Qual é o ângulo que a barra faz com a horizontal medido por um observador no referencial S ? E qual é o comprimento da barra medido nesse mesmo referencial?

b) Da nave são emitidos píões π^+ , partículas com um tempo médio de vida igual a 2×10^{-8} s. Obtém o tempo de vida dessa partícula no referencial da Terra e determina a distância máxima que o pião pode percorrer em S , sabendo que nesse referencial a sua velocidade é $0,8 c$.



———— Prova Experimental (Duração 3h) ————

PROBLEMA 1

Esta questão envolve a utilização do osciloscópio e sua aplicação em medidas de sinais periódicos.

Material:

- osciloscópio
- gerador de ondas sinusoidais e quadradas
- caixa que inclui as 3 montagens independentes a seguir indicadas:

Montagem 1 — com os terminais A e B a usar na Secção 1 do trabalho.

Montagem 2 — com os terminais L, M e P a usar na Secção 2 do trabalho. Entre estes terminais estão colocados elementos passivos (resistência, bobine ou condensador) de tal modo que o elemento em LM está em série com o elemento em MP.

Montagem 3 — com os terminais X, Y e Z a usar na Secção 3 do trabalho.

T — tensão de referência a ser usada como terra na Secção 3 do trabalho.

Em todas as respostas apresenta um esboço que indique claramente como efectuaste as ligações ao osciloscópio.

Deverás explicar sucintamente como efectuaste cada medição e apresentar, justificadamente, uma estimativa da incerteza no resultado.

Secção 1

Considera os terminais A e B da caixa que te é fornecida.

Usando o osciloscópio observa o sinal entre esses terminais.

Por dois métodos distintos determina as grandezas que caracterizam o sinal que observaste.

Secção 2

Regula os comandos do gerador para obter ondas sinusoidais com frequência 300 kHz e amplitude pico a pico de 1V. Aplica a sua saída entre os terminais L e P da caixa. Determina a diferença de fase entre a tensão em LM e a tensão em MP.

Secção 3

Regula os comandos do gerador para obter ondas quadradas com frequência 500 kHz e amplitude pico a pico de 1V. Aplica a sua saída entre os terminais X e T da caixa.

Tomando como referência a terra, T, verifica o que observas no terminal Y da caixa e procede, de modo semelhante, relativamente ao terminal Z da caixa.

Determina as diferenças, se é que existem, das saídas Y e Z relativamente à entrada X.

PROBLEMA 2

Nota: Deverás justificar claramente **todas** as respostas e apresentar uma estimativa dos erros nos valores calculados.

Secção 1

Segundo a Lei de Stefan a potência radiante P , emitida por um corpo negro de área A , é proporcional à quarta potência da sua temperatura T :

$$P = A\sigma\epsilon T^4$$

sendo $\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-4}$ a constante de Stefan, e ϵ , a emissividade do material que será igual a 1 para um corpo negro (radiante ideal).

Na experiência de verificação desta lei usou-se um filamento de tungsténio colocado numa atmosfera rarefeita. Fez-se variar a temperatura do filamento através da variação da intensidade de corrente, I , que percorre o filamento.

Verificou-se que o coeficiente de temperatura do material, dado pela expressão

$$\bar{\alpha} = \frac{1}{R_0} \frac{dR}{dT}$$

é constante em toda a região de temperaturas considerada, tendo sido determinado o valor $\bar{\alpha} = 0.0053(1) \text{ K}^{-1}$. Nesta expressão toma-se para R_0 o valor da resistência à temperatura ambiente de $20^\circ\text{C} = 293\text{K}$.

Para cada valor de I mediu-se também a diferença de potencial, V , nos terminais do filamento tendo sido obtida a seguinte tabela de valores:

I / mA	V / mV	I / mA	V / mV
9,1	48	200,0	6380
18,2	100	218,2	7397
27,3	161	236,4	8510
36,4	244	254,5	9646
54,5	578	272,7	10826
72,7	1083	300,0	12344
90,9	1636	322,4	14405
109,1	2193	349,1	16479
127,3	2992	376,4	18716
163,6	4548	403,9	21252

1. Será indiferente usar uma fonte DC ou AC para a corrente que percorre o filamento?
2. Faz um esquema das ligações necessárias para obter I e V .
3. Qual é a precisão dos aparelhos de medida usados?

4. Obtém a expressão que te permite, a partir dos valores obtidos, determinar a temperatura do filamento e calcula a temperatura T do filamento em cada medição.

5. Verifica que os valores obtidos não seguem exactamente a Lei de Stefan.

6. Como podes interpretar as diferenças obtidas.

Secção 2

Da primeira parte do trabalho ficaste a saber que é possível determinar a temperatura do filamento utilizado desde que se conheça a intensidade da corrente que o percorre.

Este filamento pode assim ser usado como termómetro (sistema normalmente designado por pirómetro), para medir a temperatura de materiais aquecidos a alta temperatura, sem necessidade de um contacto directo com o material.

O seu funcionamento baseia-se no facto de a frequência, correspondente à intensidade máxima do espectro da radiação emitida por um corpo negro, variar linearmente com a temperatura do corpo (lei de Wien). Assim, dois corpos radiantes que se encontrem à mesma temperatura, deverão apresentar a mesma cor.

Faz um esquema de um sistema que te permita efectuar essa comparação.

ERRATA

Esta errata diz respeito à prova Prova Experimental da XXVII IPHO (Oslo 1996) publicada na Secção Olimpíadas de Física no último número da *Gazeta de Física* (Vol. 20, Fasc. 1, 1997):

Página 48

— a equação (1) deve ler-se:

$$T = \frac{2\pi}{\sqrt{g}} \sqrt{\frac{I}{Ml}} + I \quad \dots \text{ e } I \text{ é o momento de inércia } \dots$$

— na secção 2 a), na 2.ª coluna, onde se lê: "... à distância do seu centro..." deve ler-se: "... à distância l do seu centro..."

A nota no final da página 49, onde se lê: "... designada por magnética..." deve ler-se: "... designada por indução magnética..."

Página 52

— a expressão final da solução alternativa 2b.1), deve ler-se:

$$g = \frac{4\pi^2}{T^2} \left[\frac{l(x)}{M \times l(x)} + l(x) \right] = \dots = 9.818 \text{ ms}^{-2}$$

— no quadro ao cimo da 2.ª coluna, em vez de "... os valores $x + Dx$ e $x - Dx$ na expressão para Δ prosseguindo..." deve ler-se: "... os valores $x + Dx$ e $x - Dx$ na expressão ... para $\Delta\{$ prosseguindo..."