

CENTRO DE FORMAÇÃO DE ENTRE HOMEM E CÁVADO AMARES E TERRAS DE BOURO

Oficina de Formação: Trabalho Prático na Perspectiva dos Novos Programas de Física e Química, Matemática e Biologia. Uma Abordagem à Experimentação usando sensores.

O CALOR

Formandos: Anabela Cristina Rodrigues Ribeiro
Luís Filipe Fernandes Correia
Luísa Maria Lopes Oliveira Campos
Olga Manuela Lopes Barbosa

Formadores: Abel Eça e Fernanda Neri

Mai de 2006

Amares

INDICE

- Introdução	2
- Planificação da actividade experimental	4
- Descrição da execução da actividade experimental	10
- Tratamento dos resultados	10
- Descrição de instrumentos de avaliação de alunos na actividade experimental	12
- Descrição do relatório a pedir aos alunos	13
- Conclusão	15
- Anexo	16
- Bibliografia	19

INTRODUÇÃO

No âmbito da Física e Química A, na unidade “**Das fontes de energia ao utilizador**” no 10º ano de escolaridade do ensino secundário, pretende-se que os alunos desenvolvam as seguintes **competências**:

- Distinguir calor, temperatura.
- Associar a qualquer processo de transferência ou de transformação de energia um rendimento sempre inferior a 100% (degradação de energia).
- Associar a cada elemento de um circuito eléctrico a respectiva função.
- Determinar a potência fornecida por uma resistência eléctrica.
- Determinar o rendimento do processo.
- Identificar transferências de energia como calor.
- Compreender os factores de que depende a energia transferida sob a forma de calor.
- Explicitar os valores das grandezas anteriores nas respectivas unidades SI.
- Analisar situações da vida real identificando modelos matemáticos que permitam a sua interpretação e resolução.
- Seleccionar estratégias de resolução de problemas.
- Formular hipóteses e prever resultados.
- Interpretar e criticar resultados no contexto do problema.
- Resolver problemas nos domínios da Física, Química e Matemática.

Para o estudo dos processos de transferência/transformação de energia, é importante que os alunos realizem actividades laboratoriais/experimentais e/ou analisem situações onde se identifiquem e caracterizem estes processos.

O Ensino e a aprendizagem da Matemática passam, a nível mundial, por um profundo processo de renovação. Renovação não apenas de conteúdos, mas sobretudo de objectivos e de metodologias. Surgem as metodologias centradas nos processos (no educando) em detrimento das metodologias centradas em conteúdos ou em produtos.

Os novos programas de Matemática do Ensino Secundário (1991) estabelecem como uma das finalidades

“Desenvolver a capacidade de usar a Matemática como instrumento de interpretação e intervenção no real.”

No processo de modelação matemática é dito que “deve ser discutido com os alunos o processo de modelação matemática e a sua importância no mundo actual. Neste contexto assume importância considerável a tecnologia. Os programas de 1991 consideravam de uso “obrigatório” as “calculadoras científicas com possibilidades de introdução de um ou dois programas”; o ajustamento de 1997 considera que “as calculadoras gráficas, que cada vez mais se utilizarão correntemente, devem ser entendidas não só como instrumentos de cálculo mas também como meios incentivadores do espírito de pesquisa. O computador, pelas suas potencialidades, da representação gráfica de funções e da simulação permite actividades não só de exploração e de pesquisa como de recuperação e desenvolvimento, pelo que constitui um valioso apoio a estudantes e professores. O uso de sensores é cada vez mais frequente, sendo um recurso imprescindível em laboratório, quando o objectivo é constatar/verificar Leis da Física, da Química ou da Biologia e proceder ao seu estudo.

“O papel da matemática como instrumento de modelação da realidade é incontornável: um modelo matemático é uma descrição matemática do mundo real.”

Objecto de ensino

- Calor, temperatura e energia interna.
- Quantidade de energia necessária para fazer variar a temperatura de um corpo.
- Circuito eléctrico.
- Potência fornecida ($P = UI$).
- Energia fornecida ($E = P \Delta t$).
- Rendimento.
- Proporcionalidade inversa.
- Funções Racionais.

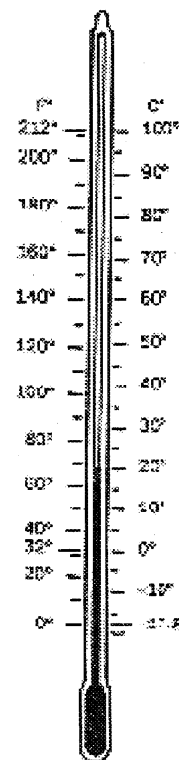
PLANIFICAÇÃO DA ACTIVIDADE EXPERIMENTAL

INTRODUÇÃO TEÓRICA

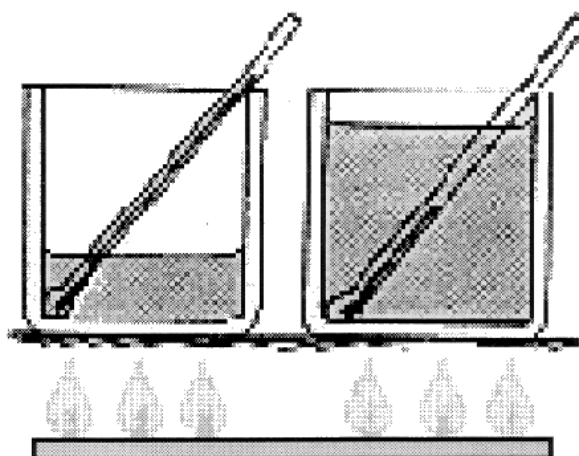
Calor define-se como energia em trânsito entre dois ou mais corpos.

A **temperatura** é dada pela medida da energia cinética média das partículas do corpo.

Um termómetro mede a temperatura pela expansão e contracção de um líquido, usualmente mercúrio. Tal expansão e contracção do líquido no interior do termómetro deve-se ao ganho ou à perda de **energia térmica**. Por exemplo, o mercúrio num termómetro expande-se sempre para o mesmo nível quando se encontra dentro da água em ebulição. E contrai-se para o mesmo nível quando se encontra emerso na água em fusão. O valor numérico da escala de um termómetro pode servir como um modo de comparação. Se se disser que um certo líquido se encontra a 0°C , significa que o mercúrio no termómetro contrai-se para o mesmo nível tal como se fosse emerso em gelo fundente.



A quantidade de energia interna num corpo está relacionada com a temperatura. Por exemplo, se dois recipientes contendo quantidades diferentes de água forem aquecidos à mesma temperatura e no mesmo intervalo de tempo, as suas temperaturas finais serão diferentes. Ou seja, há uma relação entre temperatura e quantidade de matéria.



Termómetros idênticos em dois recipientes com água numa placa de aquecimento apresentariam temperaturas diferentes, mesmo que os recipientes estivessem na placa o mesmo tempo, se a massa de água num recipiente for diferente da massa de água do outro.

Mergulhando na água contida num recipiente uma resistência de aquecimento, esta vai transferir energia como calor para a água, aumentando a energia interna desta. Neste processo de aquecimento, o rendimento é definido por:

$$\eta = \frac{E_U}{E} \times 100$$

que se exprime em percentagem (%). Sendo:

E_U – energia útil (J)

E – energia recebida pela resistência (J)

A energia útil, é neste processo o calor, que se calcula pela expressão:

$$Q = m.c.\Delta T$$

em que:

m – massa de água contida no recipiente (kg)

c – capacidade térmica mássica da água ($c = 4186 \text{ J kg}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$)

ΔT – variação da temperatura ($^\circ\text{C}$)

A potência P recebida por uma resistência eléctrica é

$$P = U.I$$

Em que U é a diferença de potencial nos terminais da resistência e I é a intensidade da corrente eléctrica que a atravessa.

A energia E recebida como trabalho eléctrico pela resistência durante o intervalo de tempo Δt é:

$$E = P. \Delta t$$

Então a energia recebida pela resistência eléctrica calcula-se pela expressão:

$$E = U.I. \Delta t$$

OBJECTIVOS

- Determinar o rendimento no aquecimento.
- Relacionar a massa de uma substância com a variação de temperatura, mantendo constante a energia transferida sob a forma de calor.

Questões Problema:

- Como podemos conhecer a eficiência no aquecimento?
- Qual a relação entre a variação da temperatura e a massa da água, mantendo constante a energia transferida sob a forma de calor?

MATERIAL

EQUIPAMENTO NECESSÁRIO

- Interface CBL2
- Sensor de Temperatura
- Recipiente
- Copo graduado
- Resistência de aquecimento: 12V;50W
- Fonte de alimentação
- Máquina calculadora gráfica TI 84 Plus

QUÍMICOS E CONSUMÍVEIS

- Água

PROCEDIMENTOS DE SEGURANÇA

- ⇒ Seguir todas as instruções no uso dos equipamentos.
- ⇒ Ter a certeza de que a resistência de aquecimento se encontra na água antes de a ligar.

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Nesta experiência o sensor de temperatura medirá a temperatura de massas diferentes de água enquanto é aquecida por uma resistência de aquecimento durante o mesmo intervalo de tempo. As medidas iniciam-se com a água à mesma temperatura.

A máquina calculadora regista e mostra num gráfico a temperatura *versus* tempo, tendo o utilizador que comparar as temperaturas finais das diferentes quantidades de água.

PARTE I: Montagem da máquina calculadora

1. Ligar o interface CBL2 à máquina calculadora.
2. Ligar o sensor de temperatura ao interface CBL2.

PARTE II: Preparação do equipamento

- Não é necessário calibrar o sensor de temperatura.
 - Para esta experiência é necessário um recipiente com a massa de água pretendida, onde se mergulha a resistência de aquecimento, que por sua vez está ligada à fonte de alimentação, e o sensor de temperatura.
1. Colocar 150 mL de água no recipiente.
 2. Ligar as "bananas" da resistência de aquecimento á saída da fonte de alimentação.
 3. Mergulhar no recipiente com a água a resistência de aquecimento.
 4. Mergulhar no recipiente com a água o sensor de temperatura.
 5. Ligar a fonte de alimentação e seleccionar na fonte de alimentação $U=10\text{ V}$ e $I=2,7\text{ A}$.

NOTA: Iniciar a experiência com a temperatura da água a cerca de 27° C .

ATENÇÃO: Ter a certeza de que a resistência de aquecimento se encontra submergida na água e que não esteja a tocar no sensor de temperatura.

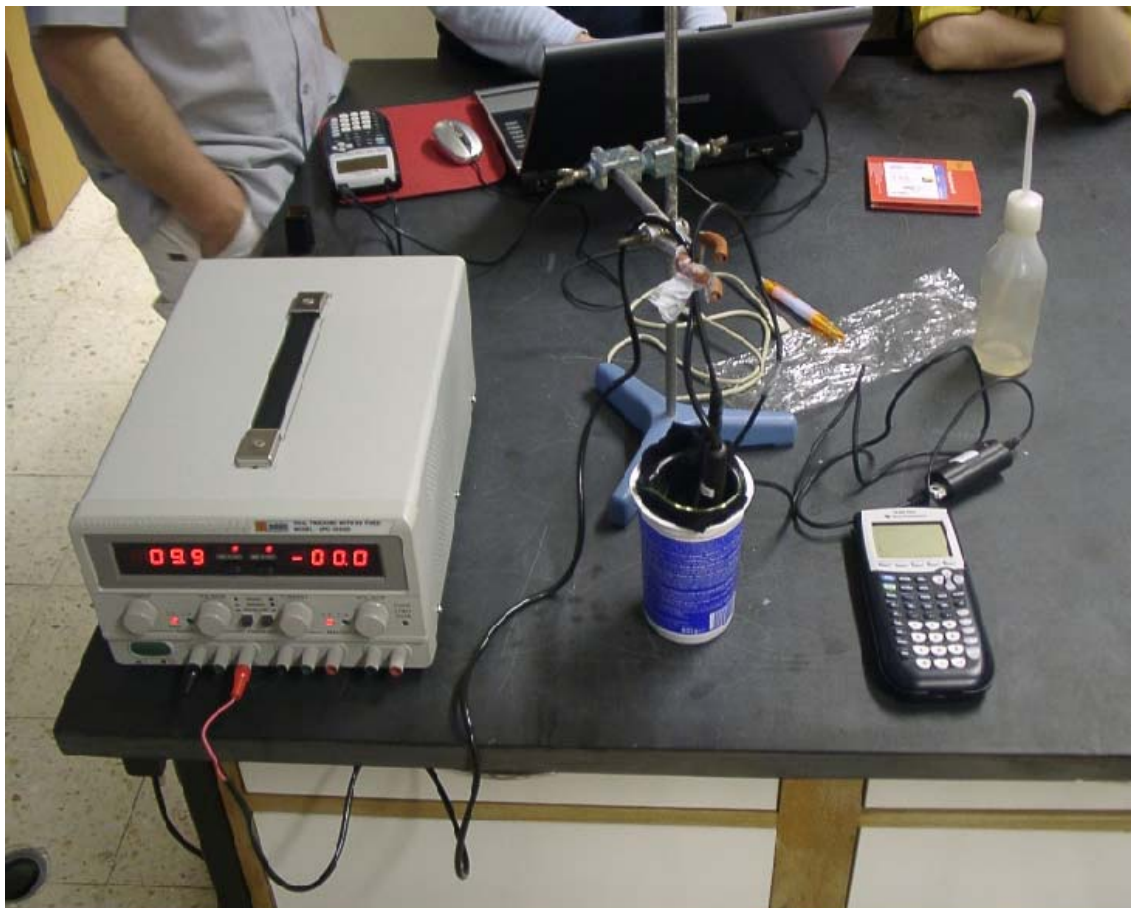


Figura 1 – Montagem experimental.

PARTE III: Registo de dados

1. Ligar a calculadora e iniciar o programa EASYDATA. O sensor de temperatura é reconhecido automaticamente.
2. Ajustar a calculadora e o interface para a recolha de dados:
 - Seleccionar SETUP no ecrã principal.
 - Seleccionar TIME GRAPH para recolher os dados da temperatura em função do tempo.
 - Seleccionar EDIT.

- Introduzir “10” como sendo o tempo entre amostras em segundos, pressionar NEXT.
- Introduzir “30” como sendo o número de amostras, pressionar NEXT. Aparece automaticamente o tempo de recolha (300 s).
- Seleccionar OK para voltar ao ecrã principal.
- O registo de dados só deverá ser iniciado quando a temperatura da água atingir aproximadamente os 27°C.
- Seleccionar START no ecrã principal e de seguida pressionar OK.

IMPORTANTE: Enquanto a fonte de alimentação estiver ligada, deve agitar-se cuidadosamente o conteúdo do recipiente.

3. Registo de dados termina automaticamente ao fim de 5 min. (300 s).
4. Observar o gráfico.
5. Desligar a fonte de alimentação.
6. Remover o sensor e a resistência de aquecimento do recipiente e deitar fora a água.
7. Gravar os dados fornecidos pela máquina calculadora.

PARTE IV – Recolha de Dados

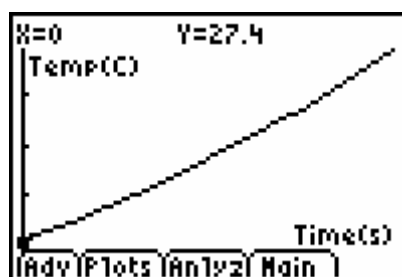
1. Repetir o procedimento acima descrito para os seguintes volumes de água: 175 mL; 200 mL; 225 mL e 250 mL.

DESCRIÇÃO DA EXECUÇÃO DA ACTIVIDADE EXPERIMENTAL

Durante a realização desta actividade experimental deparamo-nos com alguns constrangimentos: a nível de material, não nos foi possível conseguir um recipiente com tampa, o que levou a algumas perdas de calor que influenciaram os resultados experimentais obtidos. Outro facto que pode ter influenciado os resultados foi a não colocação de um agitador na água de modo a que a temperatura da água fosse rapidamente uniformizada no recipiente. De salientar ainda, que para valores de massa de água pequenos, a resistência não se encontrava totalmente mergulhada na água, o que leva a perdas de calor.

TRATAMENTO DOS RESULTADOS

Na calculadora para cada ensaio obtivemos um gráfico temperatura *versus* tempo, como o exemplo:



que nos permite calcular para cada ensaio a variação da temperatura (ΔT) °C

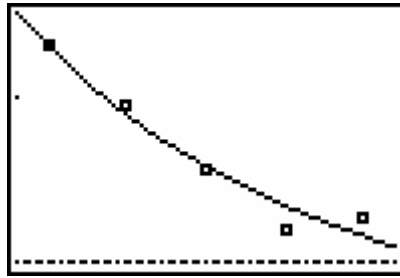
Tabela de registo de dados:

Massa de água (kg)	0,150	0,175	0,200	0,225	0,250
Temperatura (Máximo) °C	31,95	31,21	30,56	29,99	27,817
Temperatura (Mínimo) °C	27,38	27,29	27,29	27,38	27,456
Variação da temperatura (ΔT) °C	4,567	3,922	3,265	2,610	0,3614

Tabela de registo de dados:

Massa de água (kg)	Variação da temperatura (ΔT) °C	Calor Q (J)
0,150	4,567	2868
0,175	3,922	2873
0,200	3,265	2733
0,225	2,610	2458
0,250	0,3614	2868

Gráfico da variação da temperatura em função da massa de água utilizada:



Cálculo do rendimento para o ensaio 1:

$$Q = E_U = m.c.\Delta T = 0,150 \times 4186 \times 4,567 = 2868 \text{ J}$$

$$E = U.I. \Delta t = 10 \times 2,7 \times 300 = 8100 \text{ J}$$

$$\eta = \frac{E_U}{E} \times 100 \quad \Leftrightarrow \quad \eta = \frac{2868}{8100} \times 100$$

$$\Leftrightarrow \eta = 35,41\%$$

DESCRIÇÃO DE INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO DE ALUNOS NA ACTIVIDADE EXPERIMENTAL

Grelha de observação – aula de trabalho em grupo

Título do trabalho: _____

Turma: _____ **º Período** _____ **DISCIPLINA:** _____ **Data:** _____ **ANO LECTIVO: 2005/2006**

Parâmetros		Responsabilidade			Participação							Execução	Valores		Relatório	
		Pontualidade	Material		Respeito pelas instalações / regras segurança	Planeamento das tarefas em casa	Colaboração no grupo c/ ideias e trabalho	Organização da informação	Controlo do tempo	Porta-voz			Destreza/ manuseamento de material e reagentes	Maturidade e sentido crítico	Sentido social / ambiental	
nº	nome		Bata													
Grupo A																
Grupo B																
Grupo C																

Observações: _____

DESCRIÇÃO DO RELATÓRIO

Elabore um pequeno relatório que contemple os seguintes pontos:

- pequena introdução teórica;
- material e reagentes utilizados (neste ponto deve constar as características dos instrumentos de medida usados e as incertezas de leitura associadas);
- procedimento experimental;
- registo de observações/dados (neste ponto deverão constar os registos das temperaturas e massas medidas – preencher as tabelas de registo de dados);
- cálculos a efectuar (atendendo às regras de contagem do número de algarismos significativos):
 - calcular a variação da temperatura ΔT (°C) - preencher as tabelas de registo de dados.
 - calcular o rendimento de cada processo.
 - traçar o gráfico da variação da temperatura em função da massa de água utilizada, seguindo os passos seguintes na calculadora gráfica:

➤ Para visualizar os dados carrega nas seguintes teclas

STAT **EDIT** **1:EDIT** **ENTER**

➤ Para visualizar o gráfico de dispersão basta carregar

GRAPH

➤ É possível otimizar a janela de visualização em

WINDOW

- Para obter a função cuja curva modela os dados recolhidos pelo sensor de temperatura utilizando as capacidades da calculadora gráfica, pressiona

STAT
CALC
PwrReg
ENTER

- Para escrever PwrReg L_1, L_2

2ND
1
,
2ND
2
ENTER

- Deverá surgir no ecrã

PwrReg
 $y = a * x \wedge b$
 $a = 1326,835596$
 $b = -1,132719239$

Y=
VARS
5: STATISTICS
ENTER
EQ
ENTER
GRAPH

- análise dos resultados obtidos:
 - interpretar os gráficos temperatura *versus* tempo obtidos;
 - interpretar o gráfico da variação da temperatura em função da massa de água utilizada;
 - indicar as fontes de erro mais importantes;
 - identificar os procedimentos que possam ter conduzido a esses erros.
- Conclusões (neste ponto deverão ser respondidas as questões problema).
- Bibliografia.
- Resolver a ficha de trabalho: “Massa versus Temperatura” (ver anexo)

CONCLUSÃO

O ensino/aprendizagem da Matemática e da Física Química em Portugal estão a passar por movimento renovador. Pretende-se actualmente que os alunos participem em numerosas e variadas experiências que lhes estimulem o gosto e o prazer pelas ciências, que os ajudem a conjecturar, a explorar e a aprender com os erros. Os estudantes devem ser encorajados a questionar, experimentar, fazer estimativas, explorar e sugerir explicações. A resolução de problemas, que é essencialmente uma actividade criativa, não pode ser construída a partir de actividades rotineiras, receitas ou fórmulas.

Foi com este espírito que nos propusemos a conceber e a realizar esta actividade.

ANEXO

FICHA DE TRABALHO

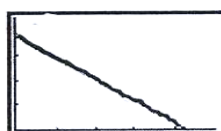
Recolha e tratamento de dados

Massa versus temperatura

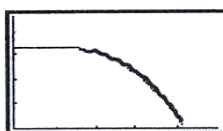
1. Na tabela surge uma correspondência entre valores de duas variáveis. A variação de temperatura ΔT depende dos valores escolhidos para a massa. Como se relacionam as duas variáveis? Como se comporta ΔT quando m aumenta?

Massa (em g)	ΔT (em °C)
150	
175	
200	
225	
250	

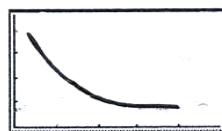
2. Na tua opinião qual destes gráficos descreve melhor a experiência realizada, se no eixo das abcissas representarmos a massa e no eixo das ordenadas representarmos a temperatura? Justifica a tua resposta.



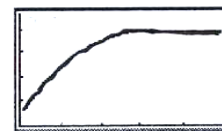
(1)



(2)



(3)



(4)

Nota: É possível averiguar se a tua resposta está ou não correcta. A calculadora gráfica pode ajudar-te: Deves guardar em duas listas os valores correspondentes à variação da massa e respectivos ΔT que obtiveste.

Exemplo:

Massa (g)	$\Delta T = T_{final} - T_{inicial}$
150	4,5671
175	3,9224
200	3.265
225	2,6099
250	2,7402

Para visualizar os dados pressiona as seguintes teclas

STAT **EDIT** **1:EDIT** **ENTER**

Para visualizar o gráfico de dispersão basta carregar

GRAPH

É possível otimizar a janela de visualização em

WINDOW

3. Estuda a veracidade da afirmação: “ *Temperatura e massa são grandezas inversamente proporcionais.*” Começa por completar a tabela e depois observa atentamente os resultados obtidos.

Massa (g)	$\Delta T = T_{final} - T_{inicial}$	$L_3 = L_1 \times L_2$
150	4,5671	
175	3,9224	
200	3,265	
225	2,6099	
250	2,7402	

Se estiveres cansado, a calculadora dá-te uma ajuda preciosa!

STAT **EDIT** **1:EDIT** **ENTER** $L_3 = L_1 * L_2$ **ENTER**

4. Qual é a função que relaciona as duas variáveis? Escreve a expressão analítica de uma função que modele a nuvem de pontos que obtiveste anteriormente.

Para obter a função cuja curva modela os dados recolhidos pelo sensor de temperatura utilizando as capacidades da calculadora gráfica, pressiona

STAT **CALC** **PwrReg** **ENTER**

Para escrever **PwrReg** L_1, L_2

2ND **1** **,** **2ND** **2** **ENTER**

Deverá surgir no ecrã

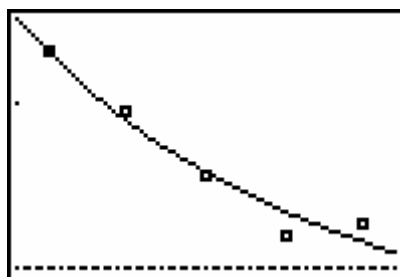
PwrReg

$$y = a * x \wedge b$$

$$a = 1326,835596$$

$$b = -1,132719239$$

Y= **VARS** **5: STATISTICS** **ENTER** **EQ** **ENTER** **GRAPH**



BIBLIOGRAFIA

- Maria Teresa Marques de Sá, (2003) Guia de Laboratório Física Ciências Físico-Químicas 10º ano, Texto Editora.
- Maria Teresa Marques de Sá, (2003) Física Ciências Físico-Químicas 10º ano, Texto Editora.
- Noémia Maciel, Maria Manuela Gradim, Maria José Campante; (2003) Eu e a Física 10º ano, porto Editora.
- Isabel P. Martins, José Alberto Costa, José Manuel Lopes, Maria Clara Magalhães, Maria Otilde Simões, Teresa Sobrinho Simões, Adelaide Bello, Clara San-Bento, Elisa Prata Pina, Helena Caldeira, (2001) Programa de Física e Química A 10º ou 11º anos, Ministério da Educação Departamento do Ensino Secundário.