

O TRABALHO EXPERIMENTAL EM FÍSICA, ENQUANTO ACTIVIDADE DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS

Regina Gouveia

De vários estudos feitos quer em Portugal, quer no estrangeiro, emergem:

- a necessidade de reconceptualizar o Trabalho Experimental (TE), dado que grande parte das actividades praticadas, geralmente acompanhadas de protocolos experimentais estereotipados, carecem de valor educativo real o que torna o TE muito pouco produtivo do ponto de vista pedagógico-didáctico;
- algumas "pistas" para a implementação do TE coerente com a perspectiva de trabalho científico nomeadamente o uso de situações problemáticas com diferentes graus de abertura, integrando percursos de pesquisa.

Neste artigo dar-se-á conta de como se têm tentado utilizar em práticas lectivas, estes e outros dados da investigação.

A disciplina de TLF (Técnicas Laboratoriais de Física) é uma disciplina do 10º ano¹ geralmente escolhida por alunos que pretendem seguir cursos de engenharia, pelo que, na abordagem das diferentes unidades, se tem tentado fazer a exploração de situações problemáticas, tendo em conta esse pressuposto.

Assim, na unidade "Calor", logo na primeira aula, os alunos começam por ver um vídeo realizado sobre a CTO (casa termicamente otimizada)² do Porto onde entre vários aspectos focados, é enfatizada a utilização da tijoleira no piso inferior da casa. Uma das questões que os alunos costumam levantar é: "Não seria melhor usar cortiça?". A partir daqui são propostas aos alunos uma série de actividades experimentais (Fichas de trabalho 1,2,3,4).

Ficha 1

Formula questões que te tenham surgido após a observação do vídeo sobre a CTO

Ficha 2

Um dos problemas/questões que emergiu da observação do vídeo sobre a CTO foi:

"Ao construir uma casa deve optar-se por um chão em tijoleira ou em cortiça?"

Para responderes a esta questão vão ser propostas várias actividades

Actividade³

É do senso comum que a tijoleira é um material frio e a cortiça um material quente.

Supõe que medias a temperatura de uma placa de cortiça e outra de tijoleira

1-Prevê o resultado que deverias obter, fundamentando a tua resposta

2-Faz as medições adequadas e confronta as tuas previsões com os resultados obtidos

3-Formula questões que a realização da actividade te tenha sugerido

Ficha 3

Na sequência da actividade proposta na ficha 2, surgiu a questão:

Por que razão a tijoleira nos parece "mais fria" que a cortiça ?

A actividade proposta nesta ficha irá ajudar a responder.

Actividade

1ª parte

Supõe que realizavas a experiência seguinte:

1-Introduzir uma placa de ferro num gobelé com água de modo a que a placa fique completamente mergulhada

2-Aquecer a água até cerca de 90 °C;

3-Enquanto a água aquece, com um termómetro digital, medir a temperatura de uma plaquinha de cortiça (B), e de uma a plaquinha de tijoleira (C)

4- Logo que a água atinja a temperatura indicada, cessar o aquecimento e, com o auxílio de uma pinça de madeira, colocar a placa de ferro(D) sobre uma placa de cortiça A. Medir a temperatura de D.

5- Colocar paralelamente sobre a placa de ferro aquecida as duas plaquinhas (de cortiça e de tijoleira) afastadas de 1 cm, aproximadamente

6-Medir de dois em dois minutos, a temperatura em cada um dos sistemas: plaquinha de cortiça, plaquinha de tijoleira, placa de ferro ;

Prevê os resultados que esperarías obter nas etapas 3 e 6 da experiência, fundamentando as tuas previsões.

2ª parte- Realização da experiência

Realiza a experiência de acordo com o protocolo indicado na 1ª parte.

3ª parte- Organização dos resultados

Organiza os resultados num quadro de registo e tendo em conta esses resultados constrói um gráfico que traduza a variação da temperatura de cada um dos sistemas ao longo da experiência.

4ª parte - Interpretação dos resultados

Confronta os resultados obtidos com as previsões feitas na 1ª parte e interpreta-os.

5ª parte- Conclusões e comentários adicionais

Tenta encontrar uma resposta para a questão colocada inicialmente.

Em seguida consulta a tabela que te é fornecida e reflecte novamente sobre a resposta encontrada

Tabela-Conductividade térmica de alguns materiais a 27°C⁴

materiais	cobre	ferro	cortiça	tijolo	madeira	Ar seco	água	Betão	Vidro	Alumínio
Conductividade térmica Wm ⁻¹ K ⁻¹	401	53	≅ 0,044	≅ 0,66	≅ 0,08	≅ 0,026	0,57	≅ 1,28	≅ 0,8	235 ⁵

Ficha 4

Após a realização do trabalho proposto na ficha 3 concluímos que quer a cortiça quer a madeira são melhores isoladores térmicos que a tijoleira. Por que razão, no vídeo sobre a CTO, se faz referência à vantagem do uso da tijoleira como revestimento dos pavimentos ?

Na sequência desta questão e do debate que se lhe seguiu, são-te propostas as seguintes actividades

Actividade 1

Tenta encontrar uma resposta para a questão levantada, tendo em conta os dados anexos

Texto informativo

Quando se fornece energia como calor a um corpo e ele não muda de estado físico, nem sofre uma transformação química, então a sua temperatura aumenta.

Se, nessas condições, um corpo de massa m, à temperatura inicial (θ_i) recebe energia como calor, o aumento de temperatura (Δθ) sofrido pelo corpo depende da energia (E) que lhe foi cedida, da massa (m) do mesmo e de uma propriedade do corpo que se designa por capacidade térmica mássica (c)⁵.

A capacidade térmica mássica de uma substância é numericamente igual à energia que é necessário fornecer à unidade de massa da substância para que a sua temperatura se eleve de 1 K. Por exemplo a capacidade térmica mássica da água é 4186 J.kg⁻¹.K⁻¹.

As grandezas anteriormente referidas estão relacionadas pela equação

$$E = m c(\Delta\theta) = mc (\theta_f - \theta_i)$$

Tabela⁶

Materiais Dados a 25 °C	Densidade absoluta g.cm ⁻³	Capacidade térmica mássica J.kg ⁻¹ .K ⁻¹
Cobre	7,8	385
Ferro	8,96	443
Tijolo	≅ 2	≅ 3400
Madeira	(0,5 - 0,9)	1700-2900
Água	1,0	4186
betão	≅ 3	≅ 3350
Vidro	≅ 2,5	≅ 820
alumínio	2,7	900

Actividade 2

1-Lê a informação anexa

Se um corpo A de massa m à temperatura inicial θ_i recebe uma energia E como calor, é porque um outro corpo B, à temperatura inicial θ_i' superior a θ_i lhe cedeu essa energia, e conseqüentemente sofreu uma diminuição de temperatura Δθ' passando da temperatura inicial (θ_i'), para a temperatura final (θ_f'). O corpo A, por sua vez, sofre um aumento de temperatura (Δθ) passando da

temperatura inicial θ_i, para a temperatura final θ_f. A energia E' cedida pelo corpo B depende da massa (M) deste, da variação de temperatura(Δθ') sofrida e da sua capacidade térmica mássica (c').

As grandezas referidas estão, como referimos no texto 1, relacionadas pela equação

$$E' = M c' \Delta\theta' = mc' (\theta_f' - \theta_i')$$

Como o valor energia recebida por A é simétrico do valor da energia cedida por B podemos escrever

$$Mc'(\theta'f - \theta'i) = -mc(\theta f - \theta i)$$

Conhecendo m , M , c' , $\theta'f$, $\theta'i$, θf e θi podemos calcular c .

2-Planeia uma experiência que te permita determinar a capacidade térmica mássica da tijoleira que te é fornecida sabendo que dispões, entre outro material, de um pedaço de tijoleira, água, um calorímetro com resistência de aquecimento, uma balança, e um termómetro. Discute com a professora, o planeamento proposto.

3-Procede experimentalmente de modo a calcular a capacidade térmica mássica da tijoleira fornecida; critica o resultado obtido.

Actividade 3

Elabora um trabalho de pesquisa (podes utilizar a Internet) sobre a importância do isolamento térmico e do armazenamento térmico em construção civil.

A interpretação dos resultados das actividades permitirá construir/reconstruir inúmeros conceitos (calor, temperatura, equilíbrio térmico, condutibilidade térmica, capacidade térmica, capacidade térmica mássica), e compreender a importância destes conceitos para a construção civil, nomeadamente no que respeita a isolamento e armazenamento térmico. Pretende-se ainda que as actividades propostas permitam desenvolver uma série de capacidades não apenas cognitivas e manipulativas, mas também de natureza atitudinal, social e afectiva.

A partir de questões formuladas com base ainda no vídeo sobre a CTO, anteriormente referido, é possível explorar todos os outros conceitos previstos na unidade⁷, ao mesmo tempo que se estimula o desenvolvimento dos conhecimentos processual e atitudinal.

Bibliografia

- Barata, M. (1989) - Arquitectura Tradicional Portuguesa, Correios e telecomunicações de Portugal
- Cabral, M.(1995) - Climatização e optimização térmica. Em busca do abrigo, In arte e construção, nº 59, (41-43)
- Cachapuz, A.F. (1995) - Ensino das Ciências para a Excelência da Aprendizagem in Carvalho, A.D.,(org), Novas Metodologias em Educação, Porto, Porto Editora, (351,385)
- Caldeira, M.H. (1991) - Calor e Temperatura...mais uma vez, in Boletim da Sociedade Portuguesa de Química, nº46, Série II, (61-66)
- Gouveia, R. (2000) - Se eu não fosse professora de Física... Algumas reflexões sobre práticas lectivas, Porto, Areal Editores,.
- Hodson, D. (1994) - Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio, Enseñanza de las Ciencias, 12(3), (299-312).
- Hurd, P.D. (1987) - Ciência-Tecnologia-Sociedade: um novo contexto para o ensino da ciência no secundário, Revista CTS, nº 2, (50-55).
- Lewis, E.L. (1994) - Heat Energy and Temperature Concepts of Adolescents, Adults, and Experts: Implications for Curricular Improvements, in Journal of Research in Science Teaching, vol 31, nº6, (657-677)
- Lewis, E.L., Linn., M.C. (1996) - Where is the Heat? : A Response to David Pushkin, in Journal of Research in Science Teaching , vol 33, nº 3, (335-337)
- Lezardeur, B. (sem data), A face oculta do Sol. Arquitectura e Energia solar, Via Editora, Lisboa
- NSTA, (1994) - Handbook of Research on Science Teaching and Learning, Editado por Dorothy L.Gabriel, NY
- Ochanji, M. (2000) - Rethinking the role of the Science Teacher, Science Teacher, vol 67, nº5 (24-27)
- Pérez, D. (1993) - Contribución de la historia y de la filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación, Enseñanza de las Ciencias, 11(2),(197-212)
- Rosmorduc, J. (1983) - De Tales a Einstein. História da Física e da Química, Lisboa, Editorial Caminho
- Santos, C.P.(1989) - Estudo de isolantes térmicos a granel, in Vitor Abrantes e Oktay Ural (ed), Innovative Housing practices. Better housing through Innovative technologies anad Financing, Pergamon Press, Oxford, (153-158)
- Vecchi, G., Giordan, A. (1996) - L'enseignement scientifique. Comment faire pour que "ça marche" ?, Z'édicions, Nice
- Veiga, M. L. (1991) - Calor e temperatura- as ideias dos alunos do Ensino Básico, Boletim da SPQ, Série II, nº46, (53-58).
- Yager, R. E. (1992) - Science-Technology-Society as Reform, in Yager, R. E.(ed), The Status of Science-Technology-Society. Reform Efforts around the World, ICASE, (2-8)

Notas

1 O 10º ano é o primeiro ano do ensino secundário, que consta de 3 anos , no fim dos quais os alunos se candidatam ao Ensino Superior.

2 O vídeo em causa foi por mim "construído" numa visita de estudo à CTO. A CTO é uma casa laboratório construída em colaboração com a Faculdade de Engenharia do Porto e o Laboratório Nacional de Engenharia e Tecnologia Industrial com os objectivos de: ensaiar, de forma tão rigorosa quanto possível, a aplicação das tecnologias solares passivas aos edifícios de Portugal; simular perfis de consumos energéticos típicos em edifícios unifamiliares como forma de estudar a estrutura da procura energética no subsector residencial em Portugal; criar um centro de demonstração, de informação e de formação sobre as questões inerentes á concepção, ao

projecto e á construção dos edifícios relacionadas com o consumo de energia nos edifícios. O vídeo enfatiza vários aspectos focados na visita, aspectos que se centram fundamentalmente sobre o armazenamento térmico e o isolamento térmico e que vão desde o exterior ao interior (exposição solar, quase inexistência de aberturas na fachada norte que está parcialmente enterrada, sombreadores na fachada sul, estores exteriores, isolamento nas paredes, vidros duplos nas janelas, colectores solares, tratamento das pontes térmicas, nomeadamente beirais, caixilharias, e caixas de estores, colunas de água revestidas a negro colocadas no interior por detrás de paredes de vidro na fachada sul, paredes de Trombe, na mesma fachada e que são paredes interiores pintadas de negro, por detrás de vidraças, com o objectivo de armazenar energia, chão revestido a tijoleira, isolamento na parte superior da laje do tecto.

3 Nesta actividade bem como na proposta na ficha 3 são indicados os protocolos a seguir, mas a realização da actividade só terá lugar depois de se proceder a uma previsão dos resultados. Surge então uma sequência de tarefas (prever, observar, explicar) designadas por alguns autores como "tarefas de Gunstone".

4 Para as misturas, a condutividade térmica depende um pouco da composição.

5 Em Portugal a designação **calor específico** tem vindo a ser substituída por **capacidade térmica mássica**.

6 Para as misturas, a densidade e a capacidade térmica mássica são variáveis, dependendo da composição.

7 Transferência de energia por condução, convecção e radiação, humidade absoluta e relativa, calor de vaporização, ponto de ebulição, depressão crioscópica, dilatação