



8-10 Setembro  
Universidade do Minho

**20ª Conferência Nacional de Física**  
**26º Encontro Ibérico para o Ensino da Física**



# Livro de Atas

**8-10 Setembro de 2016**  
**Universidade do Minho**



Universidade do Minho

## COMBUSTÃO DA VELA: ATIVIDADES REALIZADAS NA EDUCAÇÃO PRÉ-ESCOLAR E NO 1.º CICLO DO ENSINO BÁSICO

José Jorge Teixeira<sup>1</sup>, Lígia Teixeira<sup>2</sup>, Armando A. Soares<sup>3,4,5</sup>

<sup>1</sup> Agrupamento de Escolas Fernão de Magalhães, 5400-285 Chaves, Portugal

E-mail: jjsteixeira@gmail.com

<sup>2</sup> Agrupamento de Escolas Dr. Júlio Martins, 5400-017 Chaves, Portugal

E-mail: ligiateixeira@aejm.pt

<sup>3</sup> Dep. de Física – ECT/UTAD, Apartado 1013, 5001-801 Vila Real, Portugal

E-mail: asoares@utad.pt

<sup>4</sup> Ciener-INEGI/UTAD, Apartado 1013, 5001-801 Vila Real, Portugal

<sup>5</sup> LabDCT/CIDTFF, Apartado 1013, 5001-801 Vila Real, Portugal

### RESUMO

Apesar de existirem muitas referências relativas à combustão de uma vela dentro de um copo invertido parcialmente imerso numa tina com água, alguns recursos didáticos ainda explicam incorretamente as razões que levam à variação do volume de ar dentro do copo e a vela a apagar-se. No âmbito do projeto Física e Química para os + pequenos elaborou-se um guião, sobre a atividade da vela, tendo por base os resultados da investigação desenvolvida no Clube do Ensino Experimental das Ciências. Neste trabalho mostramos as atividades desenvolvidas e os resultados obtidos em 30 turmas (pré-escolar e 1.º ciclo).

### INTRODUÇÃO

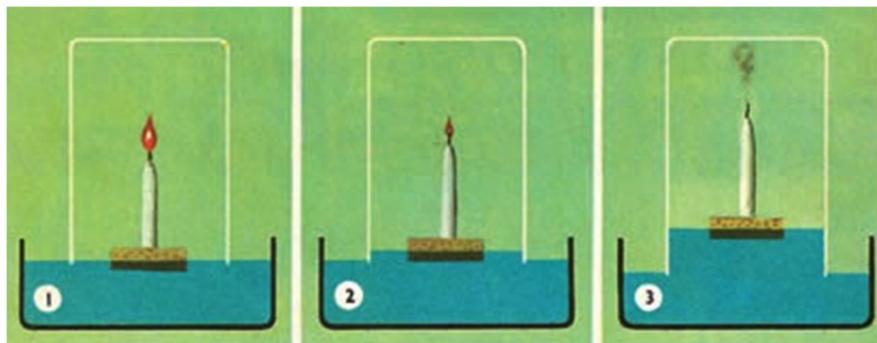
As orientações curriculares para a educação pré-escolar encaram a Área do Conhecimento do Mundo como uma sensibilização às ciências naturais e sociais, tendo por finalidade lançar as bases da estruturação do pensamento científico. Propõem uma abordagem contextualizada e desafiadora, rigor na abordagem dos conceitos e no desenvolvimento dos processos fomentando, nas crianças, uma atitude científica e experimental [1]. Neste documento não são dadas indicações quanto ao tipo de atividades práticas que se deverão promover com as crianças, apenas são referidos alguns conteúdos relativos à Física e à Química que poderão ser explorados, tais como o ar, a luz e a água.

O programa de Estudo do Meio do 1.º ciclo do ensino básico (1.º CEB) encontra-se dividido em seis blocos, sendo o bloco 5 destinado à descoberta dos materiais e objetos onde se pretende desenvolver nos alunos uma atitude de permanente experimentação [2]. Apesar de este bloco surgir quase no final do programa, os professores “podem alterar a ordem dos conteúdos, associá-los a diferentes formas, variar o seu grau de aprofundamento ou mesmo acrescentar outros” (p. 102). A realização de experiências com o ar está presente no 2.º ano e no 4.º ano do programa. No 2.º ano, as atividades centram-se no reconhecimento da existência do ar, no reconhecimento do seu peso e no comportamento de objetos na presença de ar quente e de ar frio. No 4.º ano, o programa vai mais além e propõe o reconhecimento, através de experiências, da existência de oxigénio no ar e da pressão atmosférica. Neste documento também não são dadas indicações quanto ao tipo de atividades práticas a desenvolver.

A combustão de uma vela dentro de um copo invertido parcialmente imerso numa tina com água é uma atividade clássica, simples de executar, surpreendente de assistir e de explicação complexa (Figura 1) [3].

Alguns recursos didáticos ainda explicam incorretamente as razões que levam à variação do volume de ar dentro do copo e a vela a apagar-se. A explicação incorreta mais frequente para a variação de volume de ar dentro do copo é a seguinte: durante a combustão o oxigénio do ar, o carbono e o hidrogénio da vela combinam-se para produzir dióxido de carbono e vapor de água; após a combustão, todo o oxigénio foi consumido havendo uma redução de 21% de gás dentro

do copo (é desprezado o volume do dióxido de carbono e do vapor de água produzido); a água, impelida pela pressão exterior, entra no recipiente ocupando o espaço libertado pelo oxigénio. Contudo, o principal fator da explicação desta atividade está relacionado com a expansão do ar durante o aquecimento e com a sua contração quando arrefece [4, 5]. A chama da vela aquece o ar dentro do copo obrigando-o, a expandir e a sair e, quando esta se extingue, a pressão no interior do copo diminui devido ao arrefecimento do ar, forçando a entrada de água no copo.



**Figura 1.** Esquema de montagem da atividade da combustão da vela.

O equívoco do consumo total de oxigénio chamou a atenção da revista *New Scientist* quando três alunos solicitaram uma explicação para as suas observações que contrariavam a explicação do consumo de oxigénio dada pelo seu professor. O editor referiu que será um choque para milhões de crianças em idade escolar e para muitos professores saberem que a explicação desta atividade clássica, através do consumo total de oxigénio, está incorreta [6]. Os resultados da investigação realizada no Clube do Ensino Experimental das Ciências, com alunos do ensino secundário, mostram que, desde o início da combustão até a vela se apagar, a concentração de oxigénio variou de 20,6 % até 17,0 % [3]. Na realidade, a concentração de oxigénio diminui para valores entre 14 e 19 %, após a combustão [7, 8].

Assim, o objetivo deste trabalho é verificar em que medida as crianças da educação pré-escolar e os alunos do 1.º CEB conseguem prever e explicar por que razão a água sobe, quando a vela se apaga, dentro de um copo invertido e parcialmente imerso numa tina com água.

Os resultados deste trabalho poderão dar indicações sobre a idade a partir da qual esta atividade poderá ser implementada em contexto de sala de atividades/aula.

## METODOLOGIA

Para a consecução do objetivo deste trabalho foi criado um guião do educador/professor para aplicar na educação pré-escolar e no 1.º CEB, no âmbito do projeto Física e Química para os + pequenos, tendo por base os resultados da investigação realizada no Clube do Ensino Experimental das Ciências [3]. Este projeto tem como objetivos, entre outros, pôr em contacto as crianças e os alunos com a metodologia própria das ciências e fomentar uma atitude científica e de permanente experimentação.

Depois de construído, o guião foi validado por dois educadores de infância, um professor do 1.º CEB e um professor de Física do ensino universitário, todos com mais de 20 anos de experiência. Com base nas suas sugestões fizeram-se alguns ajustes na linguagem, no sentido de o tornar mais perceptível e adequado para aqueles grupos etários. Decidiu-se omitir a existência e o consumo de oxigénio do ar pela complexidade destes assuntos e por não ser este o principal fator da explicação da subida da água dentro do copo. Contudo, optou-se por manter, no enquadramento científico do guião, uma referência escrita e um gráfico acerca da variação da concentração do oxigénio durante a combustão da vela dentro de um copo invertido, até porque no manual do 4.º ano adotado pelas escolas, onde o guião foi aplicado, é referido que a vela se apaga, sob copos invertidos, quando se consome o oxigénio do ar. Assim, na sua versão final, decidiu-se centrar a explicação da subida do nível da água dentro do copo apenas na dilatação e na contração do ar.

Para comprovar a adequação do guião realizou-se uma primeira aplicação do mesmo em duas turmas. O objetivo de aplicar previamente o guião prendeu-se com a necessidade de detetar eventuais dificuldades por parte dos educadores/professores, bem como garantir que o tempo previsto seria suficiente para a realização das atividades propostas e respetivos registos.

Tendo em conta o nível etário das crianças/alunos propõe-se no guião a realização de duas atividades (*A* e *B*). A atividade *A* é do tipo *orientada para a determinação do que acontece* e está estruturada de modo a levar os alunos à obtenção dos resultados pretendidos e que, à partida, desconheciam. A atividade *B*, realizada posteriormente à atividade *A*, é do tipo *prevê-observa-explica-reflete* e está organizada de modo a permitir a reconstrução do conhecimento das crianças/alunos [9]. A atividade *A* tem como objetivos descobrir que o ar dilata quando exposto a uma fonte quente e contrai quando em contacto com uma fonte fria e verificar que a água pode ocupar o lugar do ar quando este se contrai. Para a realização desta atividade propõe-se a construção de um instrumento (Figura 2) que permite observar a contração/dilatação do ar através do balão superior e visualizar a água a ocupar o espaço libertado pelo ar, quando este se contrai através da subida da água corada no tubo ligado ao balão inferior. Esta atividade está centrada na seguinte questão problema: o ar ocupa o mesmo espaço no verão e no inverno?



**Figura 2.** Instrumento construído para a atividade *A*.

A atividade *B* tem como objetivos prever, observar e explicar por que razão a água sobe, quando a vela se apaga, dentro de um copo invertido e parcialmente imerso numa tina com água. Nesta atividade, questionam-se as crianças/alunos sobre o que acontecerá ao ar do copo quando se acende uma vela e se coloca o copo invertido por cima. Desta forma, pretende-se que as crianças/alunos prevejam o que irá acontecer tendo em conta os conhecimentos adquiridos na atividade anterior (dilatação do ar). De seguida, solicita-se que as crianças/alunos façam uma previsão sobre o que acontecerá à água quando a vela se apaga com o copo invertido e parcialmente imerso numa tina com água. As previsões foram realizadas oralmente e anotadas pelo educador/professor. Posteriormente, as crianças/alunos observaram a subida do nível da água quando a vela se apagou e tentaram explicar e refletir sobre as observações efetuadas.

Os registos, efetuados no final de cada atividade, foram adaptados à idade das crianças/alunos e tiveram como finalidade a comunicação das descobertas feitas pelos mesmos [2]. Na educação pré-escolar as crianças registaram, através do desenho, o que observaram e o educador, no final, questionou cada criança acerca dos seus registos e da atividade realizada, anotando o que as crianças transmitiram. Nos primeiros dois anos do 1.º CEB o procedimento foi semelhante ao das crianças da educação pré-escolar, sendo os registos divididos em duas partes: “o que precisamos” para a atividade e “o que aconteceu”. Nos restantes anos foi realizado um registo escrito e gráfico dividido em quatro partes: “material”, “procedimento”, “o que observamos” e “o que concluímos”.

As atividades foram realizadas em 11 turmas do pré-escolar e 19 do 1.º CEB do distrito de Vila Real, contemplando um total de 453 alunos.

RESULTADOS

Na Tabela 1 apresentam-se os resultados da análise aos registos das crianças/alunos e às notas dos educadores/professores.

**Tabela 1.** Percentagem de alunos que atingiram os objetivos propostos.

Atividade	Objetivos	Alunos da educação pré-escolar (%)			Alunos do 1.º CEB (%)			
		3 anos	4 anos	5 anos	1.º ano	2.º ano	3.º ano	4.º ano
A	Descobrir que o ar dilata e contrai	96	100	100	100	100	100	100
A	Verificar que a água ocupa o espaço do ar	0	71	100	100	100	100	100
B	Fazer previsões sobre o que irá acontecer ao ar do copo e à água da tina	0	0	0	0	0	3	10
B	Explicar o que observou	0	0	11	45	68	75	83

Como se pode verificar pela análise da Tabela 1, todos os alunos do 1.º CEB e praticamente todas as crianças da educação pré-escolar aperceberam-se que o ar em contacto com uma fonte quente “dilata/cresce/incha/engorda/aumenta” e em contacto com uma fonte fria “contraí/diminui/desincha/minga”. O reconhecimento deste comportamento dos gases poderá estar relacionado com a facilidade com que a atividade *A* permite a visualização desses efeitos.

No que respeita ao segundo objetivo da atividade *A* nenhuma criança de três anos foi capaz de associar a subida do nível de água no tubo à contração do ar quando exposto a uma fonte fria (Figura 3). A maioria das crianças de quatro anos, a totalidade das crianças de cinco anos e os alunos do 1.º CEB compreenderam que a água corada ocupa o espaço deixado livre pelo ar.



**Figura 3.** Contração do ar quando exposto a uma fonte fria e ocupação do espaço pela água corada.

Relativamente à atividade *B*, apenas alguns alunos do 3.º e 4.º ano foram capazes de utilizar os conhecimentos adquiridos na atividade *A* para fazer previsões sobre o que iria acontecer ao ar do copo e à água da tina.

No que concerne à explicação do que se observou na atividade *B*, apenas algumas crianças de cinco anos da educação pré-escolar, cerca de metade dos alunos do 1.º ano e a maioria dos restantes foram capazes de interpretar por que razão a água sobe, quando a vela se apaga, dentro de um copo invertido e parcialmente imerso numa tina com água.

Apesar das crianças e dos alunos apresentarem mais facilidade em compreender e explicar a atividade *A*, curiosamente a atividade preferida foi a *B* (87 %), onde as crianças e os alunos

despenderam mais tempo a refletir sobre os resultados obtidos e tiveram mais dificuldade em explicar os registos (Figura 4). Em contrapartida todos os docentes preferiram a atividade A.



**Figura 4.** Alunos a refletir sobre as observações e a elaborar os registos.

### CONCLUSÕES

A análise efetuada aos registos das crianças/alunos e às notas dos educadores/professores mostrou que praticamente todas as crianças/alunos compreenderam que o ar dilata e contrai. Só a partir dos quatro anos é que as crianças percebem que a água ocupa o espaço do ar quando este se contrai. Muito dificilmente os alunos conseguem prever o que vai acontecer ao nível da água quando a vela se apaga, dentro de um copo invertido e parcialmente imerso numa tina com água. Só a partir dos cinco anos é que algumas crianças conseguem explicar a atividade da vela. A atividade B é a preferida dos alunos apesar de ser a menos compreendida.

Os resultados desta análise têm implicações pelo menos a dois níveis. Em primeiro lugar, evidencia que a atividade da vela não deve ser aplicada antes do 3.º ano se o objetivo desta se centrar na explicação das observações. Se o objetivo for apenas lúdico, pode ser aplicado com algum sucesso em qualquer idade a partir dos três anos. Em segundo lugar, caso se pretenda melhorar a participação das crianças/alunos na apresentação das suas previsões deverão ser utilizadas atividades menos complexas.

### REFERÊNCIAS

- [1] Silva I.L., Marques L., Mata L., Rosa M. Orientações Curriculares para a Educação Pré-Escolar, Ministério da Educação/Direção-Geral da Educação (DGE), 2016.
- [2] Estudo do Meio: <http://www.dge.mec.pt/estudo-do-meio> (consultado a 25 de agosto de 2016).
- [3] Teixeira J. J., Soares A. Combustão da vela dentro de um copo invertido sobre uma tina com água: uma atividade simples com explicação complexa. Atas da 19.ª Conferência Nacional de Física e 24.º Encontro Ibérico para o Ensino da Física, Lisboa, pp.185-187, 2015.
- [4] Vera F., Rivera R., Núñez C. Burning a Candle in a Vessel, a Simple Experiment with a Long History, *Science & Education*, 20, 881-893, 2011.
- [5] Friedl A.E. Enseñar ciencias a los niños, Editorial Gedisa, 2000.
- [6] Air space: <https://www.newscientist.com/topic/lastword/air-space/> (consultado a 28 de agosto de 2016).
- [7] Leite L., Esteves E. Análise crítica de actividade laboratoriais: um estudo envolvendo estudantes de graduação, *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, vol. 4, no. 1, 2005.
- [8] O experimento da vela na formação inicial do professor de ciências: [www.nutes.ufjf.br/abrapec/viiienpec/resumos/R0795-1.pdf](http://www.nutes.ufjf.br/abrapec/viiienpec/resumos/R0795-1.pdf) (consultado a 27 de agosto de 2016).
- [9] Leite L. As actividades laboratoriais e o desenvolvimento conceptual e metodológico dos alunos. *Boletim das Ciências*, XV(51), 83-92, 2002.

