

Há luz nas escolas! Arte e Ciência na preparação para as Olimpíadas de Física

Teresa Paiva

Salesianos de Lisboa - Colégio Oficinas de S. José, Praça S. João Bosco 34, Lisboa

teresa.paiva@salesianos.pt

Resumo

Foram muitos os professores do Ensino Básico e Secundário que celebraram 2015 – o Ano Internacional da Luz, nas escolas, envolvendo os alunos em múltiplas atividades, muitas vezes com o apoio de investigadores do Ensino Superior [1]. Como exemplo destas comemorações, apresentam-se questões das Provas Locais de Seleção de alunos dos escalões A (9.º ano) e B (11.º ano), candidatos às Olimpíadas Nacionais de Física, realizadas nos Salesianos de Lisboa, em Fevereiro de 2015, precisamente sobre a temática da luz. As provas envolveram uma parte introdutória, comum aos dois escalões, em que a relação da Física com as Artes é expressa a partir de referências da obra *A Fada Oriana* de Sophia de Mello Breyner Andresen [2]. Uma ligação recorrente dos assuntos tratados em Física com as Artes, para além de cativar muitos alunos, desenvolve certamente a criatividade, tão fundamental na carreira científica!

Pontes entre Ciência e Arte no Ensino

Costumo iniciar o estudo da Astronomia no 7.º ano, pedindo um trabalho simples aos alunos, sobre um astrónomo nascido no seu dia de aniversário. Como os físicos não são assim muitos, e os astrónomos ainda menos, alguns alunos têm de fazer um trabalho alternativo e apresentam uma imagem, do *site* da NASA, do dia em que nasceram. Este ano uma aluna apresentou a imagem *Illumen*, do astrofísico e artista Peter Wasilewsky, onde cristais de gelo são fotografados com filtros polarizadores da luz. A fotografia (Figura 1) logo foi pretexto para consolidar a introdução à composição da luz branca, para falar mais uma vez sobre o Ano Internacional da Luz, para explorar os *Polaroids do kit Photonics Explorer*,

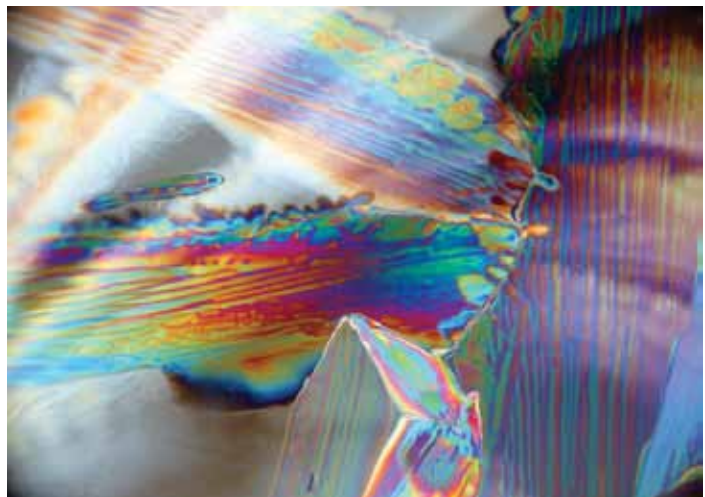


Fig. 1 - *Illumen* - Imagem artística de cristais de gelo de Peter Wasilewsky [4].

da EYEST (*Excite Youth for Engineering Science and Technology*) [3] e para valorizar a Arte feita a partir da Ciência!

Também nas sessões de preparação de alunos interessados nas Olimpíadas de Física, muitas vezes faço estas ligações entre as diversas artes e a Física. Acredito que tal ligação, ao desenvolver a criatividade e, até, o espírito crítico, permitirá aos alunos, para além de um enriquecimento cultural, uma melhoria no seu desempenho académico. Veja-se o caso de Ada Lovelace (1815-1852), a filha do escritor romântico Lord Byron, uma matemática famosa muito ligada às artes. De facto, para além de ter estado com Charles Babbage na construção do primeiro computador, dedicava-se à música e à escrita e era amiga de Charles Dickens (e do grande Faraday que, com a sua indução eletromagnética, permitiu a iluminação pública elétrica!). A importância desta personagem é tal que, considerada a primeira programadora, se celebra, sempre na segunda terça-feira de Outubro, o Dia de Ada Lovelace, um tributo ao importante papel das mulheres na Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática

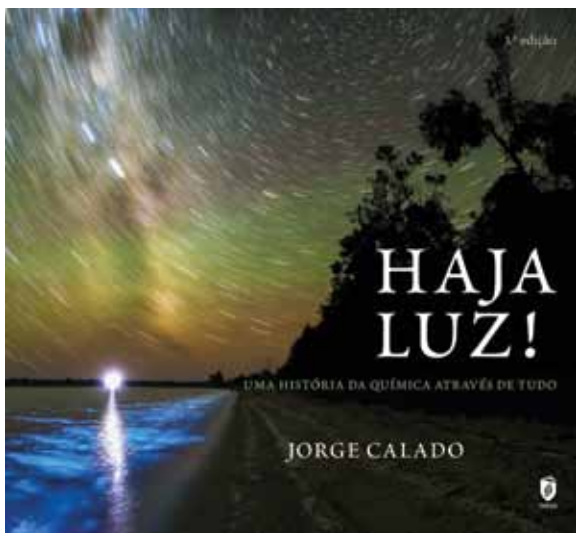


Fig. 2 - Capa de *Haja Luz*, de Jorge Calado [6].



Fig. 3 - Logotipo do *Ada Lovelace Day* [7].

(STEM no acrónimo inglês, STEAM se lhe acrescentamos o A das Artes, ao jeito de Jorge Calado, o autor do livro de História da Química, com incontáveis referências a físicos, *Haja Luz* [5]). Também no *kit* de Fotónica da EYEST é realçada a importância de despertar as alunas em especial para estas áreas mais tecnológicas, nomeadamente a computação quântica e toda a fotónica envolvida!

Seleção dos alunos para as Olimpíadas Nacionais de Física

Cabe às escolas o papel de escolher os três alunos participantes, em cada escalão, à etapa regional das Olimpíadas de Física, organizada pela Sociedade Portuguesa de Física (SPF). Em 2015, pela primeira vez, a SPF, disponibilizou uma Prova de Escola que alguns professores usaram na seleção local [8]. Como organizara no colégio sessões preparatórias com alunos interessados e já marcara as Provas de Seleção para uma data anterior, não suspendi as Provas Locais, até porque incluíam atividade experimental. De facto, como sempre defendem os responsáveis pela *Escola Quark!*, da Universidade de Coimbra, que prepara e seleciona posteriormente para as Olimpíadas Internacionais os alunos vencedores da Etapa Regional, é na componente experimental das Provas que os alunos apresentam maior dificuldade [9].

Assim, em Fevereiro de 2015, alguns alunos de 9.º e 11.º ano realizaram no colégio as Provas de que a seguir se apresentam algumas questões, envolvendo a temática da Poluição Luminosa, para a celebração do Ano Internacional da Luz. A escolha do tema teve a ver com a Oficina de Formação do NUCLIO – Núcleo Interativo de Astronomia que frequentava na altura, precisamente sobre Poluição Luminosa. Esta temática, já há muito explorada no continente Americano, tem vindo a ser mais divulgada pela comunidade dos astrónomos em Portugal, e existe até um *Manual da Poluição Luminosa*, editado pelo Centro Português de Iluminação [10]. Escolhi também extratos de textos de uma das nossas mais famosas poetisas – Sophia de Mello Breyner – por ser, na verdade, a minha escritora para a infância preferida. Aliás, também com os meus alunos de 8.º ano do ano transato, desenvolvi um trabalho “*Som e Luz*” na *Obra Poética de Sophia de Mello Breyner*, que apresentei no 25.º Encontro Ibérico do Ensino da Física, em Gijón [11].

Introdução à temática da Poluição Luminosa comum às Provas dos dois escalões

“... De dia e vista de perto a cidade era escura, feia e triste. Mas à noite a cidade brilhava cheia de luzes verdes, roxas, amarelas, azuis, vermelhas e lilases, como se nela houvesse uma festa. Parecia feita de opalas, de rubis, de brilhantes, de esmeraldas e de safiras...”

... No meio do grande Oceano há ilhas pequeninas com praias de areia branca e fina. Ali, nas noites de luar, tudo fica azul, parado e prateado...

... da caverna dos dois dragões e dos anéis de Saturno. O Poeta disse-lhe os seus versos, que eram claros e brilhantes como estrelas. Depois ficaram os dois calados enquanto a Lua subia no céu. Até que um sino trouxe de longe o som das doze badaladas da meia-noite e Oriana e o Poeta despediram-se...

... Um dia abandonou também o Poeta. Foi porque uma tarde o peixe lhe disse:

... Vista à luz do Sol és linda, mas de noite, vista à luz de uma chama, deves ser ainda mais bonita. E nessa noite Oriana, em vez de ir visitar o Poeta, encheu a margem do rio com pirlampos e fogos-fátuos e passou a noite a ver-se na água...

... Foi uma noite maravilhosa. Parecia uma festa extraordinária e fantástica no meio do silêncio e da escuridão da floresta. Os fogos-fátuos e os pirlampos eram iguais a estrelas...”

in A Fada Oriana, Sophia de Mello Breyner

Vista da Estação Espacial Internacional durante a noite, a Península Ibérica é muito bonita, tal qual a



Fig. 4 - A Península Ibérica à noite vista da ISS.

descrição poética de Sophia de Mello Breyner da cidade! Mas o *flash* luminoso que indica Madrid e Lisboa, para além de evidenciar excessivo consumo de energia elétrica local, perturba a observação astronômica noturna e a simples observação do brilho das estrelas que desencadeia tanta poesia... Mais,



Fig. 5 - Pirilampos na Floresta (foto de Yum Cyan).

o envio excessivo de luz para o espaço, só “benéfica” o espetáculo que observam os astronautas da ISS, prejudica a fauna e a flora e até a espécie humana. Alterando o ciclo circadiano, o excesso de luz artificial é fator de risco em certas doenças (aumento de níveis de stress, causa de certos cânceros), algumas espécies de pirilampos têm vindo a diminuir a sua população, algumas tartarugas-bebé

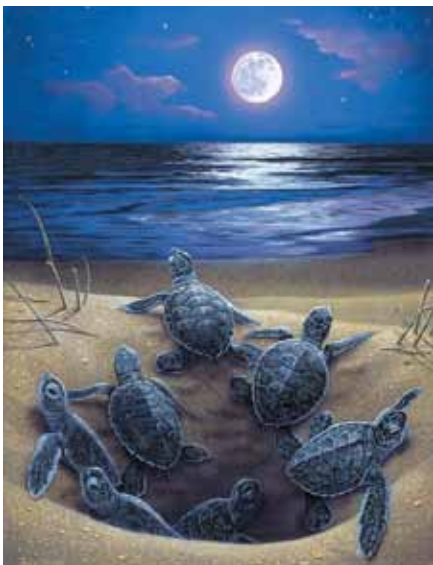


Fig. 6 - Tartarugas bebé.

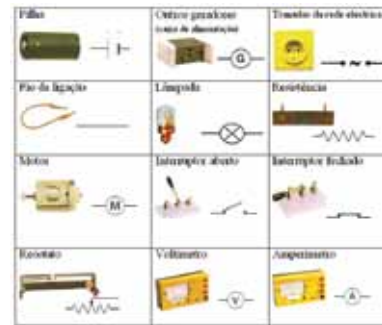
desorientam-se e seguem a luz de candeeiros em terra, em vez do luar no mar, e muitos pássaros, encandeados, perdem a vida embatendo em edifícios. Uma grande parte da população mundial, graças à poluição luminosa, só consegue observar a Lua no céu noturno: feitos de pó de estrelas, nunca olham a maravilhosa Via Láctea!

Depois dos “velhos” astros, o fogo iluminou os Céus: a simples fogueira, primeiro, as velas depois, o gás dos candeeiros mais tarde (o mesmo gás, metano, dos fogos-fátuos naturais). Finalmente inventou-se a lâmpada: primeiro a de incandescência, depois a fluorescente e, mais tarde, os LED.

Algumas Questões da Prova do Escalão A - 9.º ano

Em cima da mesa tens uma pequena lâmpada de incandescência montada num circuito elétrico em paralelo com um reóstato:

1) Usando os dados da figura, faz um esquema do circuito montado.



2) A corrente elétrica produzida na pilha divide-se ao chegar à derivação: uma parte vai para o ramo do circuito que contém o reóstato, a restante para a lâmpada. Quer a lâmpada quer o reóstato têm uma resistência (oferecem oposição à passagem da corrente, neste caso, um movimento ordenado de eletrões através dos condutores elétricos). A corrente, I , mede-se em ampere, A, no amperímetro, ligado em série.

O reóstato tem uma resistência, R , que podes fazer variar, entre 1Ω e 20Ω , movendo o cursor. Nele, toda a energia elétrica se converte em calor por efeito de Joule.

A resistência da lâmpada muda consoante as condições a que é submetida, mas, as lâmpadas brilham tanto mais quanto maior a corrente que as atravessa! Nas lâmpadas, só cerca de 10 % da energia elétrica consumida é convertida em luz visível!

Varia a posição do cursor da resistência elétrica e mede o valor indicado pelo amperímetro. Regista na tabela os resultados obtidos:

Posição do cursor do reóstato	Corrente, I / A	Brilho da lâmpada (qualitativo)

3) O reóstato é um enrolamento de fio cujo comprimento afeto ao circuito se faz variar mexendo o cursor. Quando o reóstato apresenta o valor máximo de resistência o fio por onde passa a corrente é mais ou menos comprido? JUSTIFICA.

4) A figura seguinte ilustra um pássaro desenhado por Miguel Castelo Branco. É um pássaro-poesia, de cores quentes, incandescência...



Com base na experiência feita e sabendo que é a corrente a responsável pelos choques elétricos, explica por que razão poisam os pássaros com inocência nos fios de alta tensão e, atravessados por pouca corrente, continuam alegremente chilreando...

Acredita que com este trabalho celebraste dignamente 2015 - o Ano Internacional da LUZ e da LUZ CÔSMICA! Bem-hajas!

Algumas Questões da Prova do Escalão B - 11.º ano

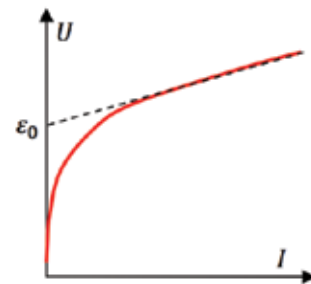
PARTE EXPERIMENTAL

Tal como as pedras preciosas da metáfora de Sophia de Mello Breyner devem a sua beleza às impurezas contidas nos minerais de que são feitas (um rubi é essencialmente óxido de alumínio, um pó branco bem “baratucho” quando puro, contaminado com crómio), os semicondutores de que são feitos os LED são dopados com impurezas diversas consoante a cor da luz que se quer que produzam!

Em cima da bancada dispões de uma lanterna LED, uma célula fotovoltaica, um multímetro, fios de ligação, tesoura, fita-cola (o material mais importante para um físico experimental!), cartolina preta, papel de alumínio e uma régua.

Faz um estudo do modo como a corrente elétrica (I) produzida pela célula varia com a distância da lâmpada à célula fotovoltaica (D).

- Regista os resultados experimentais obtidos.
- Esboça o gráfico $I = f(D)$ na folha de papel milimétrico.
- Analisa o gráfico e tira conclusões.



PARTE TEÓRICA

Os díodos emissores de luz, LED, são elementos passivos de um circuito, recetores, cuja curva característica é do tipo:

ϵ_0 é a força contraeletromotriz do LED.

- O que é a força contraelectromotriz de um recetor?
- O declive da reta do gráfico da figura corresponde a que grandeza? Justifica.

Os LED produzem luz à custa da conversão de energia elétrica em energia luminosa. Essa transformação é produzida em transições eletrónicas, pelo que pode, a partir de experiências com LED, determinar-se a constante de Planck, h .

A constante de Planck é prova que tal como a matéria é formada por partículas microscópicas discretas, os átomos, também os quanta de energia, fótons, são as partículas microscópicas que constituem a radiação eletromagnética! A energia de um fóton pode calcular-se através de $\Delta E = h \nu$, em que ν é a frequência da radiação eletromagnética.

Sabendo que o comprimento de onda de uma luz monocromática azul (os LED azuis deram Nobel em 2014!) é de cerca de 400 nm, justifica que a constante de Planck tenha um valor muito baixo.

...

3) Os pirilampos de Oriana emitem luz fria, produzida em reações químicas! As lâmpadas “antigas” de incandescência produzem luz à custa de radiação térmica. Os filamentos da lâmpada, por efeito de Joule, são muito aquecidos e, a elevadas temperaturas, irradiam no visível.

Calcula a energia elétrica consumida por uma antiga lâmpada de incandescência de 100 W, se estiver ligada 3 h.

Agradecimentos

O enunciado das Provas apresentado sofreu algumas alterações relativamente ao original por sugestão de Jorge Silva, Professor do Departamento de Física da Universidade Nova de Lisboa, a quem muito agradeço. Nomeadamente, em relação a questões que se prendem com as incertezas, erros ou resoluções de aparelhos, áreas mais ligadas à Metrologia [12] que ao trabalho dos físicos experi-

mentais. Esta área é muito difícil para os alunos e não está, do meu ponto de vista, bem explorada nos programas oficiais do Secundário de Física e Química, a ver também pelo que é exigido nas Olimpíadas Nacionais e Internacionais.

Agradeço ainda ao Carlos Azevedo, do Colégio Luso-Francês, que é certamente o Professor de Física que mais alunos tem levado às Olimpíadas Internacionais, pelo incentivo que me deu para publicar estas Provas. Desafio-o a partilhar com os colegas as suas metodologias tão proficuas. Finalmente, agradeço ao meu primo Minô, aluno do secundário, na Escola José Falcão, em Coimbra, a aguarela do pássaro da Prova do Básico.

A Luz do fogo é quente na pintura mas “fria” nas estrelas vermelhas que nos iluminam a noite! Há luz nas escolas!



Teresa Paiva licenciou-se em Química – Ramo Educacional, em 1987, na Fac. Ciências e Tecnologia da Univ. Coimbra e fez a parte curricular do primeiro Mestrado em Física para o Ensino, na Fac. Ciências da Univ. Lisboa, ainda no séc. XX. Ensinou Física e Química na Escola Pública (Infanta D. Maria, Coimbra;

Gil Vicente, Lisboa e Reynaldo dos Santos, Vila Franca de Xira) até 2007, altura em que passou a lecionar nos Salesianos de Lisboa. Enquanto Professora do Quadro da Escola Pública, coordenou diversos Projetos, Nónio, Ciência Viva, entre outros. Sempre envolveu os alunos em atividades fora de portas, como as Olimpíadas e ultimamente tem apresentado trabalhos, com alunos e ex-alunos, em Encontros de Professores.

Referências

1. Site do Ano Internacional da Luz – Portugal: Atividades e Haja Luz nas Escolas. <http://ail2015.org/>
2. Sophia M. B. Andresen, *A Fada Oriana*, Porto Editora (2012)
3. Site da EYEST - O kit Photonics Explorer. <http://www.eyest.eu/Programs/Photonics-Explorer>
4. P. Wasilewsky, “Illumen” (<http://go.nasa.gov/1T6a203>)
5. J. Calado, *Haja Luz*, IST Press, Lisboa (2011)
6. Fonte: <http://bit.ly/1Sfl6a5>
7. Site institucional das comemorações do Ada Lovelace Day. <http://findingada.com/about/our-mission/>
8. Provas de Escola das Olimpíadas de Física, SPF, 2015 – escalões A e B. <http://bit.ly/1L2quMl> – <http://bit.ly/1Qq4kUi>
9. J. A. Paixão, F. Oliveira, “Estudo sobre o modelo das atividades experimentais olímpicas de Física no contexto das escolas secundárias de Portugal”, *Libro de Resúmenes de la XXXV Reunión Bienal de la RSEF y del 25º Encuentro Ibérico de Enseñanza de la Física*, Real Sociedad Española de Física, Gijón (Jul. 2015).
10. Referência ao Manual no site Dark Sky Rangers do NUCLIO. <http://bit.ly/1UwwfUe>
11. T. Paiva, I - STEAM - Trabalho de Professora com alunos e ex-alunos, Ligação da Obra de Sophia de Mello Breyner Andresen a temas de Física - *Libro de Resúmenes de la XXXV Reunión Bienal de la RSEF y del 25º Encuentro Ibérico de Enseñanza de la Física*, Real Sociedad Española de Física, Gijón (Jul. 2015).
12. *Vocabulário Internacional de Metrologia VIM*, IPQ, 1.ª Edição (2012). http://www1.ipq.pt/PT/Metrologia/Documents/VIM_IPQ_INMETRO_2012.pdf

Fontes das imagens

- Figura 4: <http://go.nasa.gov/1mcE9ym> - <http://bit.ly/1jzsl5> - <http://bit.ly/1VOHgyR>
- Prova 9.º ano: <http://bit.ly/1RjcHgR>
- Prova 11.º ano: <http://bit.ly/1XXZLCi>