

DA EXPERIMENTAÇÃO À SIMULAÇÃO: UM PROJETO DE DIVULGAÇÃO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA

Armando A. Soares

Departamento de Física - ECT/UTAD
asoares@utad.pt

Liliana Caramelo

Departamento de Física - ECT/UTAD
lcaramel@utad.pt

Adelaide Andrade

Departamento de Física - ECT/UTAD
maandrade@utad.pt

Francisco Pereira

Departamento de Engenharias - ECT/UTAD
fsp@utad.pt

José Jorge S. Teixeira

Agrupamento de Escolas Fernão de Magalhães de Chaves
jjsteixeira@gmail.com

Paula Lopes

Escolas S/3 de S. Pedro de Vila Real
pcristina.lopes@gmail.com

Anabela Coelho

Agrupamentos de Escolas Morgado de Mateus de Vila Real
anabelafatimacoelho@gmail.com

Resumo

Neste artigo são apresentadas as ações de divulgação de ciência e tecnologia realizadas junto dos alunos do Ensino Secundário participantes no projeto PEC36 “Da Experimentação à Simulação”, no âmbito do programa Escolher Ciência: da Escola à Universidade, da ciência viva. As ações foram implementadas em clubes de ciências de três Escolas Secundárias, duas em Vila Real (Escola S/3 S. Pedro e Escola Secundária Morgado de Mateus) e uma em Chaves (Escola Secundária Fernão de Magalhães), em parceria com os Departamentos de Física e Engenharias da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. As ações consistem na execução de tarefas de natureza didático-científica que envolvem a realização de atividades



laboratoriais nas Escolas e na Universidade, workshops anuais, visitas a laboratórios de investigação e na realização de palestras nas Escolas Secundárias por Investigadores. Durante a realização das atividades laboratoriais, procurou-se promover a troca de conhecimentos entre os professores e os alunos envolvidos, bem como a partilha de material laboratorial. Neste trabalho são, ainda, identificados os sucessos e as dificuldades associados à implementação das tarefas desenvolvidas e são deixadas algumas sugestões que poderão ser úteis a professores que pretendam envolver-se em projetos/atividades desta natureza.

Palavras-chave: Divulgação de ciência e tecnologia; Atividades laboratoriais; Interação aluno-investigador; Clubes de ciências.

Abstract

In this paper, are presented actions of dissemination of science and technology held with the students of secondary education participating in the project PEC36 "From Experimentation to the Simulation" under the program Choose Science, from School to the University, of the Living Science. The actions were implemented in science clubs of three Secondary schools, two in Vila Real (School S/3 of S. Pedro and Secondary School of Morgado Mateus) and one in Chaves (Secondary School of Fernão Magalhães), in partnership with Departments of Physics and Engineering of University of Trás-os-Montes and Alto Douro. These actions consist in performing tasks of didactic-scientific nature that involve carrying out laboratory activities in schools and in University, visits to research laboratories and giving lectures in secondary schools by researchers. During the implementation of laboratory activities, sought to promote the exchange of knowledge between teachers and students as well as the sharing of laboratory equipment. In this work, the successes and the difficulties associated with the implementation of the planned tasks are also identified, as are indicated some suggestions that may be helpful for teachers who wish to engage in projects/activities of this nature.

Keywords: Dissemination of science and technology; Laboratory activities; Interaction student-researcher; Science club.

Introdução

Da experiência que temos tido do contacto com alunos do Ensino Secundário participantes no Clube do Ensino Experimental das Ciências (CEEC) do Agrupamento de Escolas Fernão Magalhães em Chaves, concluímos que este Clube tem um impacto positivo nos resultados escolares e na motivação dos alunos e percebemos que existe um desconhecimento generalizado sobre a forma como trabalham as pessoas ligadas às profissões de natureza científica e tecnológica (Teixeira & Soares, 2010). É recorrente a dificuldade que muitos alunos têm na escolha do curso que irão frequentar no ensino superior. Apesar de muitos deles mostrarem boas aptidões para as ciências e tecnologias, por vezes, acabam por decidir frequentar cursos fora destas áreas. Além do problema da empregabilidade, muitas das dúvidas dos alunos devem-se ao desconhecimento de como se faz e para que serve a ciência. Estas dúvidas são todos os anos confirmadas pelo contacto que temos com os alunos que participam no CEEC.

Os clubes têm a vantagem de constituírem uma oportunidade para melhorar as competências dos alunos ao nível do saber-fazer, permitem reforçar o gosto pelas ciências e são do seu agrado (Silva, 2009), já que permitem a realização de atividades não formais não pertencentes aos programas do ensino oficial. Por outro lado, do acompanhamento dos alunos no CEEC ao longo de vários anos, sabemos que estes se sentem mais motivados em participar no Clube se as atividades desenvolvidas forem do tipo ilustrativo de fenómenos físicos ou investigativo, pelo que as tarefas desenvolvidas durante o projeto tiveram em conta estes fatores. Com esta metodologia não se pretendeu que os alunos realizassem as atividades do programa do Ensino Secundário uma vez que esse espaço pertence ao ensino formal. Tivemos ainda a preocupação de utilizar simulações interativas para que os alunos pudessem constatar que a modelação/simulação computacional, bem como a teoria e a experimentação caminham lado a lado, constituindo os principais suportes do desenvolvimento atual da ciência.

O sucesso do trabalho desenvolvido no CEEC pode ser constatado pela participação dos alunos em atividades de diversa índole tais como: projetos, olimpíadas, provas e prémios ganhos desde a sua criação em 2006. Destas destacamos as seguintes:

- Participação nos projetos: Radiação Ambiente em 2010/2011 (primeiro prémio a nível nacional) e 2011/2012; Twist no ano 2011/2012; International Asteroid Search



Campaign em 2010/2011; Ibercivis em 2009/2010 e 2010/2011; Da Experimentação à Simulação (2012/2013 e 2013/2014), no âmbito do programa *Escolher Ciência: da Escola à Universidade da Ciência Viva* (ciência viva, 2014):

- Olimpíadas de Física escalão B em 2007 (medalha de ouro nas regionais), 2009 e 2012; olimpíadas de Química+ em 2007, 2009 e 2013 (medalha de ouro na semifinal de 2007 e medalha de bronze na semifinal de 2013);

- Participação no PmatE na Universidade de Aveiro com primeiros prémios (um aluno) no fis11 no ano letivo 2009/2010 e no fis12 no ano letivo 2010/2011;

- 21º Concurso Jovens Cientistas e Investigadores 2012/2013 (Menção Honrosa).

Assim, a ideia do projecto “Da Experimentação à Simulação” nasceu da necessidade de dar continuidade às atividades desenvolvidas neste Clube. Também pensámos em levar a experiência adquirida às outras escolas parceiras, Escola S/3 S. Pedro (Vila Real) e Agrupamento de Escolas Morgado de Mateus (Vila Real), através da partilha de experiências, material e troca de ideias entre os professores dos Ensinos Secundário e Superior envolvidos.

Neste artigo apresentamos o trabalho desenvolvido no projeto “Da Experimentação à Simulação” financiado pelo programa Escolher Ciência da Ciência Viva e apontamos as dificuldades e sucessos associados à sua implementação. O trabalho desenvolvido divide-se em tarefas que visam complementar os conhecimentos e competências em ciência e tecnologia dos alunos participantes e, ao mesmo tempo, pôr os alunos e professores do Ensino Secundário em contacto com professores do Ensino Superior e Investigadores de carreira, mantendo sempre o foco na divulgação da ciência e tecnologia junto dos alunos do Ensino Secundário.

Clubes de Ciências

Os clubes de ciências são espaços de ensino não formal e como tal as atividades aqui abordadas não devem sobrepor-se às atividades dos programas oficiais. Por outro lado, as atividades desenvolvidas nos clubes devem ser atrativas para a generalidade dos alunos, pelo que para além de darem a possibilidade aos alunos mais curiosos, para testarem ideias e realizarem experiências sobre assuntos que não são abordados nas salas de aulas, é importante que com alguma regularidade sejam realizadas atividades que de alguma maneira estejam

relacionadas com os conteúdos programáticos que estão a ser lecionados. Isto permite que os alunos tenham a perceção de que a participação nos clubes pode ajudar a melhorar o seu rendimento escolar (Teixeira & Soares, 2010). A par das atividades de tipo investigativo, verificámos que as atividades ilustrativas que apresentam alguma espetacularidade são elementos centrais para a captação de novos alunos para os clubes. Um exemplo deste tipo de atividade está ilustrado na Figura 1. Em geral, a componente prática destas atividades são de curta duração, no máximo 15 minutos, seguido de uma discussão que perfaz o bloco de 90 minutos.



Figura 1 – Levitação magnética, exemplo de uma atividade ilustrativa.

Relativamente à aprendizagem nos clubes de ciência, estes têm a vantagem de privilegiar a introdução de métodos de ensino diferenciados o que permite adequar o método de ensino aos diferentes estilos de aprendizagem dos alunos. Dentro dos diferentes estilos de aprendizagens (e.g. Felder & Silverman, 1998; Felder & Spurlin, 2005), os alunos que mais podem beneficiar da aprendizagem nos clubes de ciências são os alunos do tipo ativo porque aprendem melhor através da possibilidade de agir e de intervir, isto é, fazendo algo de modo ativo e discutindo, aplicando e explicando-o a outros colegas. Os alunos do tipo reflexivo também têm o seu espaço no clubes de ciências, pois aprendem melhor se puderem refletir, isto é, ponderar calma e introspetivamente sobre a informação recebida. Os métodos de ensino tradicionais não beneficiam nenhum destes tipos de aprendizagem, porque privilegiam a passividade do aluno (que não deve ser confundida com introspeção). Por outro lado, a aprendizagem é mais eficiente e duradoura quando os conteúdos são abordados segundo métodos de ensino diversificados, que serão tanto mais interessantes quanto mais apelarem a várias dimensões do conhecimento.



Atividades Didático-Científicas

As atividades didático-científicas desenvolvidas pelos alunos, nos clubes de ciências no âmbito do projecto, incluem tarefas sobre tópicos transversais às ciências físicas cujo objetivo principal é a divulgação de ciência e tecnologia junto dos alunos do Ensino Secundário. Para conseguir este objetivo procurou-se, através das atividades propostas, desenvolver algumas competências dos alunos em ciências e tecnologia. Esta componente envolveu professores do Ensino Secundário, do Ensino Superior e alunos numa dinâmica de aprendizagem não formal, onde as competências dos alunos são desafiadas e melhoradas pelas tarefas propostas. Os alunos são incentivados a tentar diferentes soluções no desenvolvimento de cada uma das tarefas propostas realizadas nos clubes de ciências de cada uma das Escolas Secundárias. Embora para a realização de algumas das atividades propostas fosse fornecido aos alunos um protocolo, os alunos têm a liberdade e são incentivados a tentar outros caminhos. O papel dos professores é meramente de supervisão. Os professores do Ensino Superior têm como missão o acompanhamento, quando solicitados, das tarefas em desenvolvimento nas escolas. Com esta metodologia procurou-se fomentar a partilha de ideias, informação e recursos entre as três Escolas e os Departamentos de Física e Engenharias da UTAD.

Foram propostas doze atividades articuladas com os programas curriculares do Ensino Secundário, mas que não são parte dos programas oficiais. Esta articulação é importante uma vez que ajuda a consolidar os conceitos lecionados em sala de aula. Deste modo os alunos têm uma maior motivação para participar nas atividades dos clubes. As atividades desenvolvidas e a articulação com os programas do Ensino Secundário são sumariadas a seguir:

- *Experiência de Becquerel*. Descrição: a experiência de Becquerel mostra como a curiosidade e o espírito científico foram determinantes na descoberta da radioatividade. Esta experiência foi um mistério fascinante no fim do século XIX ao permitir verificar a existência de materiais capazes de emitir radiação penetrante, semelhante aos raios X, sem auxílio de luz, de calor, ou de qualquer outro suporte. Nesta atividade repete-se a experiência histórica de Henri Becquerel (1845-1923) que conduziu à descoberta da radioatividade. Articulação: unidade 1 de Química do 10.º ano - Das Estrelas ao Átomo e unidade 3 de Física do 12.º ano – Física Moderna.

- *Radioatividade natural*. Descrição: com esta tarefa pretendeu-se investigar a existência de fontes naturais de radiação ionizante; detetar a existência de radiação

emitida por rochas; concluir sobre os perigos da utilização de “rochas radioativas” em materiais de construção; detetar experimentalmente a radioatividade de alguns materiais; alertar os alunos para o facto de que alguns alimentos que comemos contêm nuclídeos radioactivos (p. ex. potássio). Articulação: unidade 1 de Química do 10.º ano - Das Estrelas ao Átomo e unidade 3 de Física do 12.º ano – Física Moderna.

- *Investigar a eficiência de diferentes óculos à radiação ultra violeta (UV)*. Descrição: foram testados alguns produtos comerciais (óculos, protetores solares, etc.) que incorporam filtros solares à radiação ultravioleta. Os estudos realizados permitiram verificar a veracidade dos rótulos dos produtos comerciais quanto à eficiência de filtragem da radiação. Articulação: unidade 2 de Química do 10.º ano - Na atmosfera da Terra: radiação, matéria e estrutura.

- *Energia irradiada pelo Sol*. Descrição: são idealizadas soluções para medir a energia irradiada pelo Sol por unidade de tempo, ou seja, a potência irradiada. A comparação entre os resultados obtidos para cada uma das soluções permite repensar as soluções experimentais bem como, os erros associados a cada montagem. Articulação: unidade 1 de Física do 10.º ano - Do Sol ao aquecimento.

- *Experiências com brinquedos científicos*. Descrição: este tipo de brinquedos não pode ser ignorado como material pedagógico capaz de motivar os alunos para o estudo das ciências e tecnologias e para desenvolver projetos com os alunos. Esta tarefa foi realizada ao longo do decurso do projeto. É do tipo ilustrativa mas sempre acompanhada da explicação física dos fenómenos observados. Articulação: todas as unidades de Física do 10.º, 11.º e 12.º anos.

- *Cinemática no Modellus*. Descrição: utilizou-se o *software Modellus* para construir e explorar múltiplas representações de modelos cinemáticos. A construção de modelos cinemáticos simples permite aos alunos aplicar às ciências físicas alguns dos conceitos matemáticos já adquiridos. Esta tarefa também permite analisar a qualidade dos modelos e reforçar o pensamento visual, sem memorização dos aspetos de representação formal, através de equações e outros processos formais. Articulação: unidade 1 de Física do 11.º ano - Movimentos na Terra e no Espaço - e unidade 1 de Física do 12º ano (Forças e movimentos).

- *Exploração de simulações de fenómenos físicos e químicos do projeto PhET da Universidade de Colorado*. Descrição: utilizou-se o repositório de simulações interativas do projeto *PhET* da Universidade de Colorado (USA) para explorar os conceitos e incentivar a exploração quantitativa de vários temas de Física e Química.



Articulação: todas as unidades de Física e Química do 10.º e 11.º anos.

- *Efeito ondulatório no movimento de um conjunto de pêndulos*. Descrição: o movimento periódico de um conjunto de pêndulos simples, com diferentes comprimentos, foi explorado do ponto de vista experimental e computacional. A calibração dos períodos de cada um dos pêndulos, com erros menores do que 0,05 s, foi o principal desafio do ponto de vista experimental a ultrapassar nesta tarefa. Articulação: unidade 1 de Física do 11.º ano - Movimentos na Terra e no Espaço.

- *Explora o osciloscópio*. Descrição: pretendeu-se com esta atividade que os alunos aprendam a utilizar o osciloscópio e a extrair informação diversa da representação gráfica que vêem no ecrã. O osciloscópio permite monitorizar a evolução de qualquer grandeza física que possa ser traduzida numa diferença de potencial, usando o transdutor adequado. Com base nesta funcionalidade, foram estudados alguns fenómenos físicos. Articulação: unidade 2 de Física do 11.º ano – Comunicações.

- *Combustão da vela*. Descrição: nos manuais escolares, desde o 1º Ciclo até aos últimos anos do Ensino Básico, aparecem frequentemente atividades centradas na combustão da vela, dentro de um copo/frasco invertido sobre um tabuleiro/tina de água. Esta atividade aparentemente simples é muito complexa dada a variedade de fatores que contribuem para a extinção da chama da vela e para a subida da água dentro do copo (Caplan, Gerritsen & LeDell, 1994). Articulação: unidade 1 de Química do 11.º ano – Química e Indústria: Equilíbrios e Desequilíbrios.

- *“Bomba” de hidrogénio*. Descrição: realizou-se de forma controlada a combustão do hidrogénio obtido a partir duma reação de magnésio e ácido clorídrico com o oxigénio do ar. Procurou-se compreender a origem do estrondo originado pela combustão rápida do hidrogénio. Articulação: unidade 2 de Química do 11.º ano – Da Atmosfera ao Oceano: Soluções na Terra e para a Terra.

- *Difração: medida das distâncias entre as ranhuras de um CD/DVD e da espessura de um fio de cabelo*. Descrição: observou-se o comportamento da luz, como onda eletromagnética, e o fenómeno da difração, quando a luz incide sobre um CD/DVD e sobre um fio de cabelo. Usou-se o conceito de difração da luz para realizar micromedições, tais como a espessura de um fio de cabelo e a distância entre as ranhuras de um CD e DVD. Articulação: unidade 2 de física do 11.º ano – Comunicações.

As atividades não foram todas desenvolvidas do mesmo modo, pois cada Escola tem as suas particularidades, pelo que tiveram a liberdade de se organizarem do modo que acharam mais conveniente para a execução das respetivas tarefas. Dadas as limitações de tempo, tanto da parte dos professores como dos alunos, algumas das atividades não foram realizadas em todas as escolas. Outras, por opção dos alunos, foram realizadas no Departamento de Física da UTAD. Das atividades realizadas destacamos a atividade “*Efeito ondulatório no movimento de um conjunto de pêndulos*”, que foi transformada, pelos alunos do Clube de Ciências da Escola Fernão de Magalhães, numa atividade de natureza investigativa, sendo o resultado final apresentado no 21.º Concurso Jovens Cientistas e Investigadores 2012/2013, que decorreu de 30 de Maio a 1 de Junho, no Museu da Electricidade em Lisboa. Nesta participação os alunos foram premiados com uma Menção Honrosa (Figura 2).



Figura 2 – O Professor Jorge Teixeira (esquerda) e três alunos do CEEC da Escola Secundária Fernão de Magalhães na receção da Menção Honrosa.

Ações de Divulgação de Ciência e Tecnologia

Apesar de em todas as atividades realizadas haver a preocupação de fazer divulgação de ciência e tecnologia, também foram feitas algumas ações exclusivamente de divulgação de ciência e tecnologia, através de palestras e visitas guiadas. Foram realizadas visitas guiadas, por professores/investigadores, aos laboratórios de Eng^a Mecânica, Laboratório Robótica, Museu de Anatomia Patológica Veterinária e Unidade de Microscopia Eletrónica da UTAD. A divulgação de ciência e tecnologia está presente no projeto desde o seu início, com a finalidade de despertar o

interesse pela ciência e tecnologia, não só nos alunos participantes dos clubes de ciências, mas também em outros públicos. Com esta finalidade, as palestras realizadas nas escolas foram abertas a toda a comunidade escolar. Os temas das palestras, sempre que possível, foram selecionados de acordo com o interesse manifestados pelos alunos. As palestras proferidas nas escolas envolveram professores/investigadores da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, da Faculdade de Engenharias da Universidade do Porto e da Escola Superior de Tecnologia de Saúde de Coimbra.



Figura 3 – Cartazes de palestras realizadas nas Escolas Secundárias.

Conclusões

Da análise geral do trabalho realizado destacamos, como aspetos positivos, o envolvimento dos alunos em atividades de carácter científico e de divulgação. Este envolvimento trouxe aos alunos algumas luzes acerca do trabalho científico. Tiveram a oportunidade de verificar como as dificuldades de resolução de novos problemas são difíceis de ultrapassar, quando o trabalho é feito de forma individual. O trabalho em grupo permitiu a troca de ideias e partilha de experiências, assim como tornar a resolução dos problemas, de uma maneira geral, menos morosa e mais simples. A promoção da troca de experiências e o esclarecimento de dúvidas entre professores de diferentes escolas foi uma mais-valia para uma eficiente gestão do tempo dedicado ao projeto. O contacto com professores do Ensino Superior e Investigadores parece ser promotor de alguma segurança e da diminuição de receios, na maioria das vezes infundados, relativamente a novas formas de resolução de problemas.

Como aspetos negativos destacamos a falta de tempo e a pouca estabilidade nas atividades letivas dos professores do Ensino Secundário. Atualmente a carga horária letiva e as tarefas burocráticas a que os professores do Ensino Secundário estão sujeitos é um obstáculo, quase intransponível, à realização de outras atividades que saiam do âmbito das tarefas do ensino formal. Entre os dois anos letivos em que decorreu o projeto, alguns professores não tiveram continuidade pedagógica, o que foi mais um fator limitador a um maior envolvimento dos professores nas atividades desenvolvidas nos respetivos clubes de ciências. Por outro lado, também destacamos como fator limitador da boa execução das tarefas propostas, o facto do início do projeto ter começado com quatro meses de atraso devido a problemas burocráticos. Este atraso defraudou, de alguma maneira, as expectativas tanto dos professores como dos alunos uma vez que não foi possível seguir o calendário inicialmente acordado para a execução do projeto. Este tipo de alterações são sempre promotoras de instabilidade, dado os calendários apertados a que os professores estão sujeitos. Também constatámos que, devido ao elevado número de atividades propostas, nem sempre foi possível o desenvolvimento desejado das respetivas atividades. Assim, pensamos que, em projetos desta natureza, talvez seja mais vantajosa a realização de um menor número de atividades, duas ou três por ano, de modo a haver um maior envolvimento dos alunos no seu desenvolvimento. Este maior envolvimento parece ser promotor nos alunos de uma maior satisfação quanto ao trabalho desenvolvido, como foi o caso da atividade *Efeito ondulatório no movimento de um conjunto de pêndulos*, realizada no Clube do Ensino Experimental das Ciências do Agrupamento de Escolas Fernão Magalhães.

O trabalho realizado, também, permitiu constatar que os clubes de ciências podem ser um espaço, por excelência, de divulgação de ciência e tecnologia e de promoção da literacia científica. Os clubes permitem ainda a exploração de diferentes tipos de aprendizagem dos alunos, onde os alunos do tipo ativo e reflexivo parecem estar mais à vontade.

Resumindo os sucessos e as dificuldades de execução das atividades num projeto desta natureza, destacamos, como sucessos, o envolvimento dos alunos em atividades de carácter científico e de divulgação, a promoção da troca de experiências entre professores de diferentes escolas e o contacto entre professores do Ensino Secundário, do Ensino Superior e Investigadores; relativamente às dificuldades, realçamos a falta de tempo e a pouca estabilidade nas atividades letivas de alguns professores do Ensino Secundário, o elevado número de atividades realizadas e a



impossibilidade de iniciar o projeto de acordo com a data inicialmente planeada.

Agradecimentos

Este trabalho foi financiado pelo projeto PEC36 “*Da experimentação à simulação*” no âmbito do programa Escolher Ciência: da Escola à Universidade, da ciência viva, 2013-2014.

Referências Bibliográficas

- Caplan, J. B., Gerritsen, H. J., & LeDell, J. S. (1994). The hidden complexities of a “simple” experiment. *Physics Teacher*, 32 (5), 310-314.
- Ciência Viva - Agência Nacional para a Cultura Científica e Tecnológica (2014). *Escolher Ciência: da Escola à Universidade*. Disponível em <http://www.cienciaviva.pt/escolherciencia/>
- Felder, R. M., & Silverman, L. K. (1988). Learning and Teaching Styles in Engineering Education. *Journal of Engineering Education*, 78(7), 674-681.
- Felder, R. M., & Spurlin, J. (2005). Applications, Reliability, and Validity of the Index of Learning Styles, *International Journal of Engineering Education*, 21(1), 103-112.
- Silva, M. (2009). *Clubes de Ciências e o Percurso Escolar dos Alunos*. Aveiro: Departamentos de Didática e Tecnologia Educativa, Física e Química. [Dissertação de Mestrado, apresentada na Universidade de Aveiro]
- Teixeira, J., & Soares, A. (2010). Clube do Ensino Experimental das Ciências: Um Espaço de Educação Não-formal e de Exploração de Actividades Ilustrativas. In A. Anjo, (Coord.). *Livro de Resumos do V Encontro Afi: Aprendizagem em ambiente formal e informal* (pp. 27-31). Chaves: Universidade de Aveiro.