

## **ENSINO INTERDISCIPLINAR DAS CIÊNCIAS: UM CONTRIBUTO PARA A VALORIZAÇÃO DO PATRIMÓNIO NATURAL E CULTURAL**

---

**António Mário Almeida<sup>1</sup>, Lídia Guimarães<sup>2</sup>, Ana Cunha<sup>3</sup>, Jorge M. V. Pamplona<sup>4</sup>**

1 coimbra@fisica.uminho.pt, Universidade do Minho, Portugal

2 lidiag@portugalmail.pt, Universidade do Minho, Portugal

3 accunha@bio.uminho.pt, Universidade do Minho, Portugal

4 jopamp@dct.uminho.pt, Universidade do Minho, Portugal

### **RESUMO**

No ensino das ciências, quer a interdisciplinaridade quer as abordagens multidisciplinares têm vindo a ganhar protagonismo por trazerem uma melhoria significativa na assimilação, sedimentação e aplicação dos conhecimentos adquiridos. Porém, ainda se mantém o hábito de trabalhar e estudar cada disciplina à parte das outras. Não se sugere que essa prática seja abandonada, mas sim que seja enriquecida com a interação entre as várias disciplinas científicas.

À expressão "saída de campo" associamos de imediato uma atividade de biologia ou de geologia. Mas esta forma de observar, de recolher amostras ou outro tipo de informação, de estudar, pode ir muito além da biologia ou da geologia, podendo constituir-se uma estratégia de ensino simultaneamente para a biologia, a física, a geologia, a matemática e a química. E se imaginação não faltar, outras áreas do conhecimento são muito bem-vindas a integrar uma viagem pela odisseia da curiosidade, imaginação e engenho humanos.

Apresentamos vários exemplos de saídas de campo e de atividades de laboratório construídas de raiz com os contributos de biólogos, físicos, geólogos, matemáticos e químicos, cujos conteúdos não estão etiquetados por disciplina científica: pretendeu-se abordar uma série de questões e de problemas sob vários pontos de vista relevantes e complementares.

Para a preparação e realização destes trabalhos, foram constituídas equipas integradas por diversos docentes de todos os departamentos da Escola de Ciências da Universidade do Minho e, portanto, foi o Minho a região geográfica que serviu de base às várias viagens de exploração do meio ambiente, mas também a Serra da Estrela nos deu bons motivos de observação e reflexão.

A experiência adquirida com a realização destas atividades multidisciplinares e interdisciplinares e a boa receptividade junto dos públicos-alvo foram incentivos bastantes para nos levar a editar em livro o resultado destas interações, pretendendo assim dar testemunho de abordagens mais holísticas adaptáveis a todos os graus de ensino.

Parece-nos, assim, que uma abordagem integrada dos assuntos pode promover um conhecimento mais alargado com benefício, tanto para os especialistas, como para o público em geral, bem como cada disciplina científica e cultural beneficiará em muito da sua abertura a outras áreas do conhecimento.

É-nos ainda muito grato constatar que tanto entre os membros das equipas de trabalho como entre as muitas pessoas envolvidas na realização das atividades descritas, aumentou o apreço pelas áreas de estudos que não são as suas; o modo de olhar para uma praia, para o céu, para um simples grão de areia foi algo que se modificou em cada um de nós após cada uma destas viagens e, por extensão, todo e qualquer elemento do património natural ou cultural é um bem precioso simultaneamente de todos e de cada cidadão.

**Palavras-chave:** Criatividade, inovação e interdisciplinaridade

## **5. INTRODUÇÃO**

A Universidade do Minho (UM) e, em particular a Escola de Ciências, tem feito da interação com a sociedade um vetor fundamental da sua atividade regular, nomeadamente na preparação de atividades de divulgação científica, com o intuito de despertar nos estudantes dos ensinos básico e secundário o gosto e o apreço pela ciência.

Na sequência da preparação e da realização das atividades de divulgação científica, a colaboração estreita e regular entre docentes e investigadores dos diversos departamentos desta Escola fomentou laços pessoais e profissionais que, ao longo dos anos, têm promovido a interdisciplinaridade, atravessando fronteiras de saberes antes compartimentados, partilhando conhecimentos e competências.

Das muitas iniciativas que têm ocorrido, apresentamos algumas daquelas em que os autores estiveram envolvidos nos anos mais recentes, por representarem já um grau de maturidade face às primeiras incursões nestas atividades multidisciplinares e porque também foram testadas e documentadas, constituindo assim um património pedagógico e didático para quem pretender replicar, diversificar e ampliar estas propostas.

## **6. OBJETIVOS**

As dificuldades no ensino e na aprendizagem das disciplinas científicas, com particular incidência na física e na matemática, têm sido repetidamente apontadas por pais e professores dos vários ciclos de ensino e têm constituído, ao longo dos anos, desafios difíceis de ultrapassar. Apesar das melhorias apontadas para os estudantes portugueses no âmbito da matemática, leitura e ciência (relatório PISA, 2009), os sucessivos maus resultados nos exames nacionais e a constatação da fraca preparação científica dos alunos recém-entrados na Universidade têm estimulado o desenvolvimento de estratégias e de instrumentos que permitam ir, desde muito cedo, ao encontro da natural curiosidade juvenil e mostrar aos alunos dos níveis de ensino pré-universitário que estudar e fazer ciência é “uma forma de vida” que pode ser realizadora apesar da exigência, da auto-disciplina e do esforço que implica (ou também por causa deles?). Deste modo, pretende-se chamar a atenção dos jovens para a ciência, para as suas grandes e pequenas realizações, para a forma como a mesma permite interpretar o mundo que nos rodeia e como a partir daí se pode intervir no sentido de identificar problemas e construir soluções.

O contacto direto entre professores e investigadores com os jovens permite, ainda, uma certa desmitificação da personagem do “cientista”, procurando desconstruir estereótipos que associam a ciência à magia, por exemplo.

Finalmente, a realização de atividades multidisciplinares, em que os especialistas saem da sua zona de conforto e se confrontam com outras áreas do conhecimento, permite o seu enriquecimento pessoal e proporcionam mais valias que não seriam alcançáveis de outra forma.

## **7. METODOLOGIA**

As atividades aqui apresentadas, a título de exemplo, de trabalhos interdisciplinares desenvolvidos, são de dois tipos: laboratoriais e saídas de campo. Para reforçar o carácter interdisciplinar, foi deliberadamente reduzida ao mínimo a colocação de “etiquetas”, a separação de áreas científicas, ou a referência explícita às disciplinas de biologia, física, geologia, química ou matemática: pretendeu-se abordar uma série de questões e de problemas sob vários pontos de vista relevantes e complementares.

Foram constituídas equipas integradas por diversos docentes de todos os departamentos da Escola de Ciências da Universidade do Minho e, portanto, foi o Minho a região geográfica que serviu de base às várias viagens de exploração do meio ambiente, mas também a Serra da Estrela nos deu bons motivos de observação e reflexão.

### **3.1. Atividades de laboratório**

No âmbito de um projeto de divulgação científica da Escola de Ciências da Universidade do Minho, intitulado “Sentidos da Ciência” (ref. 217-2006/189 Programa de Apoio a Iniciativas de Promoção da Cultura Científica e Tecnológica da FCT), que decorreu em 2008, foi preparado um conjunto de oficinas experimentais sobre diversos temas, incluindo experiências, jogos e curiosidades para serem realizadas em escolas do ensino básico que aderiram ao projeto. Como complemento, e para estimular um mais profícuo contacto entre os professores e a universidade, foram ainda realizadas oficinas de trabalho que decorreram nas instalações da UM.

Assim, para os alunos do 2º e 3º ciclos, foram propostas as seguintes oficinas:

**Simetrias Na Natureza** - Com base em obras de Escher e em obras da Natureza, parte-se à descoberta da Geometria na vida.

**A Lógica da Alice!** - Partindo de jogos, paradoxos e outras actividades lúdicas, despertar para a importância da lógica e da exigência do espírito crítico no desenvolvimento do pensamento científico. A observação e comentário do filme “*Alice’s Adventures in Wonderland*”, baseado na obra de Lewis Carrol, com um olhar matemático é um desafio proposto.

**ETAR – Estão Tantos Artistas Reunidos!** - Em protótipos de FitoETAR é possível perceber os fenómenos geo-físico-químicos implicados nestes sistemas e observar, contar, estimar, representar e identificar quem lá habita.

**Gea: a transformista** - A partir de um simulador de relevo e de um módulo de tubos de secção circular com sedimentos distintos, visualizam-se e analisam-se alguns processos naturais ligados à dinâmica fluvial e à permeabilidade dos sedimentos.

**À volta de um crime** - Tendo por base a simulação de um crime, os alunos vestem a bata para o solucionar, aplicando diferentes métodos de análise e raciocínio indutivo, tal e qual um investigador da polícia criminal científica!

**Ondas de som e de cor** - Com base num conjunto de actividades e demonstrações simples, ir à descoberta da natureza da luz e do som e de algumas das interações da luz com a matéria e a vida.

**Pão com ideias** - Tendo por base fatias de pão de forma e alguns conhecimentos teóricos, parte-se à descoberta do mundo invisível dos microrganismos, bem como de práticas saudáveis associadas à conservação e à ingestão de alimentos.

E para os professores dos 2º e 3º ciclos e secundário, foram propostas as seguintes:

#### **Tópicos de estatística para o Ensino Básico e Secundário**

#### **Genética clássica e molecular: dos conceitos às abordagens práticas e Óptica e Visão/Acústica.**

No final da execução deste projeto, e para avançar alguns números que traduzem a adesão e o alcance da ação, contou-se com o envolvimento de 9 escolas, dos distritos de Braga, Viana do Castelo, Aveiro e Guarda, onde decorreram um total de 19 sessões referentes às 7 oficinas apresentadas e adaptadas aos conteúdos curriculares dos 2º e 3º ciclos do ensino básico, 3 oficinas para professores do ensino básico e secundário que decorreram na UM, tendo estado envolvidos mais de 500 alunos e 25 professores. Todos os protocolos referentes às oficinas foram organizados num manual de dupla entrada que se editou em 2009 (Cunha et al., 2009) (ver Figura 1).



Figura 1: Capas do Manual *Sentir a Ciência - oficinas aluno* (à direita), com os protocolos das 7 actividades para alunos, e *oficinas prof* (à esquerda), que reúne os protocolos para professores dos ensinos básico e secundário.

### 3.2. Saídas de campo

Se à expressão "saída de campo" associamos de imediato uma atividade de biologia ou de geologia, colocou-se o desafio de preparar saídas de campo que contemplassem não só essas duas disciplinas, mas também a física, a química e a matemática. Esta forma de observação, recolha de amostras e de estudo pode constituir-se como uma estratégia para todas as disciplinas científicas e, se imaginação não faltar, outras áreas do conhecimento são muito bem-vindas a integrar uma viagem pela odisséia da curiosidade humana.

Apresentamos aqui vários exemplos de saídas de campo que foram realizadas ao longo de três percursos, cobrindo áreas naturais de reconhecido interesse ecológico e turístico e ainda uma outra de cariz marcadamente urbano. As três primeiras surgiram no âmbito do projeto "Sentidos da Ciência", já mencionado, à semelhança das atividades de laboratório referidas anteriormente, enquanto a saída de campo urbana foi preparada no âmbito de um mestrado em Ciências - Formação Contínua de Professores (área de especialização em Física e Química), Guimarães (2012).

Para tornar atraentes e exequíveis estas saídas de campo, foram delineados percursos e definidos pontos de paragem de acesso fácil, proporcionando espaços privilegiados de observação e de integração de conhecimentos multidisciplinares: Para além de oferecer sugestões de atividades nos mais diversos domínios, deixam-se ainda ao viajante interessado e curioso amplas oportunidades de explorar os seus gostos e curiosidades no contacto com a natureza.

A preparação de cada uma destas saídas implicou várias visitas prévias aos locais através dos quais seria feito o percurso, para caracterizar sob vários pontos de vista cada local de paragem, seleccionar temas a abordar, fazer recolha de amostras, identificar medidas a tomar e dados a recolher, definir atividades a desenvolver e observações a realizar. Na sequência dessas visitas, foi preparado um conjunto de materiais que viessem a permitir realizar cada saída de campo de uma forma bem informada e orientada para os participantes.

Para cada percurso, foi elaborado um guia com mapas onde se assinalam os pontos de paragem, indicados pelas coordenadas geográficas, obtidas por GPS (Sistema de Posicionamento Global) em WGS84 (Sistema Geodésico Mundial modificado em 1984), sendo feitas referências aos temas a serem abordados, às atividades a desenvolver, amostra a recolher e dados a registar (ver figura 2).

Os orientadores de cada visita dispõem ainda de vários painéis explicativos e descritivos dos aspetos relevantes em cada paragem (ver figura 3).

Um dos percursos preparados teve início no litoral de Esposende e terminou na praia da Amorosa. Começando pela praia da Apúlia, zona balnear muito procurada por ser a mais próxima das cidades de Braga e de Guimarães, uma primeira descoberta tem lugar na observação de *Scholitus* de quartzito datados do Ordovícico (entre 435 e 500 milhões de anos), resultantes de cavidades produzidas por vermes nos sedimentos que habitavam. Estas formações convivem anonimamente, lado a lado, com os banhistas que frequentam esta praia. Ainda na praia, vem a propósito falar das ondas, da formação de maremotos, da composição química das águas do mar, da capacidade calorífica, da origem da vida, ou da transição entre o ambiente marinho e terrestre. Mais adiante, estamos em Ofir, local que serve de pretexto para abordar as questões relacionadas com o ordenamento da orla costeira, a génese e a dinâmica das dunas, a biodiversidade que se pode encontrar na praia arenosa, e apreciar o arquivo de história natural que é a arriba fósil.



Figura 2: participantes de uma saída de campo com o guia na mão.



Figura 3: painel com formas de precipitação, cristais de gelo e fractais.

A jornada prossegue pelo estuário do Cávado, em Esposende, onde as marés e as comunidades bióticas estuarinas são temas incontornáveis. O fim do curso do rio sugere a abordagem da dinâmica fluvial e a sua relação com a fraturação Alpina (relativa ao período da orogenia Alpina, que se terá iniciado há cerca de 200 milhões de anos, estando ainda ativa) que condicionou tão marcadamente a geomorfologia do território continental.

Dominando a paisagem circundante, o monte de S. Lourenço, antigo povoado do período do Bronze final (1300 a 700 aC), permite apreciar os aspetos florísticos da região (espécies autóctones vs. espécies invasoras), ou ainda discorrer um pouco sobre as moléculas dos compostos aromáticos a partir da riqueza e diversidade de aromas que se podem sentir em plena primavera.

E é já ao fim da tarde que se chega à praia da Amorosa. O sol que se despedirá em breve é a razão para se invocar o grande Pedro Nunes e a sua obra *De Crepusculis*, editada, pela primeira vez, em 1542. Ainda o sol e o céu sugerem os fenómenos de polarização da luz, o efeito protetor que tem a camada de ozono, ou os gases com efeito de estufa.

Citaram-se apenas alguns dos temas abordados nesta visita em particular. São inúmeras as possibilidades de temas de aprendizagem e de discussão. Ainda no âmbito do projeto “Sentidos da Ciência, as outras duas saídas de campo interdisciplinares foram à Serra da Estrela (ver figura 4), num percurso de um dia e meio, e a Ponte de Lima e Serra d’Arga.



Figura 4: Saída de campo na Serra da Estrela – Seixo Branco

Todas estas saídas, com o material expressamente desenvolvido para a sua realização, foram posteriormente compiladas em livro, Pamplona et al. (2009) (ver figura 5), reunindo um vasto conjunto de sugestões de atividades e observações, constituindo também um documento útil na promoção das potencialidades turísticas das regiões exploradas.

Como exemplo de saída de campo urbana, foi proposto um percurso a começar na Sé de Braga, passando pelo centro histórico desta cidade milenar, fazendo uma homenagem ao pequeno, e nem sempre bem cuidado, rio Este, terminando no Bom Jesus do Monte (ver figura 6).



Figura 5: Capa do Manual Ciência com Vistas – uma vis(i)ta multidisciplinar.



Figura 6: saída de campo urbana: do centro histórico de Braga ao Bom Jesus do Monte.

Os temas escolhidos surgiram por observação atenta em cada um dos locais. Assim, o som do carrilhão na Sé Catedral levou a que os temas tratados neste ponto estivessem relacionados com a produção, a propagação e a receção do som, o ouvido humano e o funcionamento de um sonómetro. Já no Largo do Paço, trata-se do cálculo de áreas, do desenho de circunferências, arcos e elipses e das forças de equilíbrio envolvidas na sustentação de um arco. Na Praça da República surge a determinação da área de um círculo e a incerteza associada às medidas efetuadas. Ainda no centro histórico, a paragem em frente à Igreja dos Congregados, da autoria do arquiteto do período Barroco e Rococó (no qual riscou as suas principais obras), André Soares, permite observar simetrias (ou a sua quebra).

A paragem nas margens do rio Este traz consigo temas tão variados como o ciclo hidrológico, a tensão superficial da água, a vida microscópica numa gota de água (passando pelo funcionamento de um microscópio).

O contacto com o sopé da encosta do Bom Jesus permite a passagem da urbe ao campo, sugerindo, entre outros temas, a caracterização da fauna e da flora presentes, a evolução da atmosfera, a fotossíntese e a datação por carbono-14.

A subida ao santuário do Bom Jesus do Monte é feita no funicular hidráulico, exemplar único no país (ver figura 7), tornando inevitável a temática da utilização das energias renováveis, ou a lei da conservação da energia. No final da viagem, é tempo ainda de olhar para o lago e pensar sobre a flutuação dos barcos e dos peixes, abordando o princípio de Arquimedes, e observar o topo da igreja do santuário, onde repousa um para-raios, cujo princípio de funcionamento é, certamente, mais eficaz do que invocar Sta. Bárbara.



Figura 7: funicular hidráulico do Bom Jesus, Braga.

#### 4. RESULTADOS E CONCLUSÕES

O desafio de produzir atividades laboratoriais e saídas de campo integrando várias disciplinas científicas foi acolhido com entusiasmo, embora não sem algum receio do que poderia resultar de uma tal ousadia. Porém, não só os objetivos foram atingidos como as melhores expectativas foram ultrapassadas, quer em termos de satisfação e realização pessoal dos investigadores envolvidos, quer pela participação entusiástica, interessada e ativa do público que integrou estas atividades. Provavelmente, sentindo-se mais libertos de normativos rígidos, processos avaliativos e a circunscrição a áreas científicas estanques, puderam abraçar os problemas e os desafios propostos com liberdade e criatividade, respondendo muitas vezes com novas ideias, e, acima de tudo, sem preconceitos ou receio de errar.

O desenvolvimento de instrumentos pedagógicos e didáticos e a edição dos dois livros permite testemunhar e difundir o valor da interdisciplinaridade das ciências e da integração com todas as áreas do saber. Desta forma, promove-se o apreço pelos valores culturais e patrimoniais, podendo abrir espaço à sua valorização económica e à exploração sustentada de recursos locais.

#### BIBLIOGRAFIA

Cunha, A., Nobre, A., Gonçalves, A., Aguiar, C., Martins, H., Neves, I., Mina, I., Pamplona, J., Gonçalves, L., Forjaz, M.A., Franco, S., Viseu, T., Almeida, A.M. (2009) “Sentir a Ciência – Manual de actividades experimentais”, A. Cunha, A.M. Almeida, (editores), Projecto Sentidos da Ciência, 2009, Universidade do Minho, ISBN 978-989-20-1487-6.

Guimarães, Lídia (2012), “A Física no campo: como uma saída de campo em Biologia ou Geologia pode incluir a Física”, Dissertação de mestrado em Ciências - Formação Contínua de Professores (área de especialização em Física e Química), Escola de Ciências, Universidade do Minho, Braga 2012  
<http://hdl.handle.net/1822/23042>.

Pamplona, J., Forjaz, M.A., Almeida, A., Neves, I., Mina, I., Ferreira, C., (2009), “Ciência com Vistas – uma vis(i)ta multidisciplinar, guia de campo do Professor”, J. Pamplona, M. A. Forjaz, M. Almeida, I.C. Neves, I. Mina (editores), Projecto Sentidos da Ciência, 2009, Universidade do Minho, ISBN 978-989-20-1494-4.

OECD (2010), PISA 2009 Results: What Students Know and Can Do: Student Performance in Reading, Mathematics and Science (Volume I), OECD Publishing.  
<http://dx.doi.org/10.1787/9789264091450-en>