



FÍSICA

18.º CONFERÊNCIA NACIONAL DE FÍSICA - CNF

22.º ENCONTRO IBÉRICO PARA O ENSINO DA FÍSICA - EIF

2012

COMUNICAÇÃO E INFORMAÇÃO EM CIÊNCIA
Universidade de Aveiro

6 A 8 DE SETEMBRO DE 2012

LIVRO DE ATAS

INTRODUÇÃO

A **FÍSICA 2012**, que integrou a **18.ª Conferência Nacional de Física (CNF)** e o **22.º Encontro Ibérico para o Ensino da Física (EIEF)**, realizou-se na **Universidade de Aveiro (UA)** entre 6 e 8 de setembro de 2012. Organizada pela **Sociedade Portuguesa de Física**, esta edição dos dois Encontros teve o acolhimento e organização locais do Departamento de Física da Universidade de Aveiro e foi dedicada ao tema unificador **“Comunicação e Informação em Ciência”** em geral, e em Física em particular, com um total de 325 participantes, 150 dos quais no EIEF.

A comunicação da ciência deve ser encarada como uma componente da função dos atores envolvidos no desenvolvimento da própria ciência, e a exercer a vários níveis, de forma profissional, esclarecedora e útil.

Além de temas técnicos, os dois Encontros pretenderam abordar temáticas próximas das preocupações dos cidadãos, e desta forma estabelecer uma ligação com a sociedade, trazendo para a cidade de Aveiro a discussão e o desenvolvimento do interesse sobre problemáticas atuais.

Realizaram-se quatro sessões plenárias comuns à CNF e ao EIEF, quatro sessões plenárias da CNF, e uma sessão plenária do EIEF. Na CNF, foram ainda realizadas workshops de comunicações científicas, com 33 curtas apresentações. Em três sessões paralelas de Partilha de Experiências do EIEF, foram apresentadas 24 curtas comunicações orais. Numa sessão global, foram apresentados 139 posters, sob vários temas. Foi editado e entregue aos participantes um livro de resumos na forma digital em formato pdf numa pen-drive, com o programa e o resumo de todas as comunicações e posters.

O EIEF foi acreditado como curso de formação para professores do Grupo 510 pelo Conselho Científico-Pedagógico da Formação Contínua (duração: 20 h; créditos: 0,8). Deste curso, 10 horas foram dedicadas a uma formação com actividades orientados por formadores, com 7 programas paralelos, cada um com um número limitado de participantes. Participaram nas acções 122 formandos.

De entre as comunicações orais e em poster, alguns dos autores contribuíram ainda com a escrita de pequenos artigos que são transcritos nestas actas, depois de um processo de selecção realizada pelas Comissões Científicas dos Encontros.

Abertura

INTERVENÇÃO DA SOCIEDADE PORTUGUESA DE FÍSICA.

Ex.^{mo} Sr. Reitor da Universidade de Aveiro, Professor Manuel Assunção,
Sr. Presidente da 18ª Conferência Nacional de Física, Professor João Gil,
Sr. Presidente do 22º Encontro Ibérico para o ensino da física, Dr. Carlos Portela,
Representantes e membros de la Real Sociedad Española de Física,
Caros membros das Comissões Científica e Organizadora de ambos os encontros,
Caros oradores, Presidentes e participantes de sessões e workshops, físicos cientistas e professores.

O primeiro agradecimento da Sociedade Portuguesa de Física é naturalmente dirigido à Universidade de Aveiro.

A SPF agradece a disponibilidade de recursos cedidos pelo Sr. Reitor para a realização, no ambiente de grande qualidade da Universidade de Aveiro, destes dois eventos bienais – que têm o peso de uma tradição importante e imprescindível para a SPF e os seus sócios.

O segundo agradecimento vai para os organizadores, devendo ser salientada a grande eficácia e o profissionalismo de todas as pessoas envolvidas. Uma palavra de apreço especial para o João Gil e o Carlos Portela pelo seu trabalho de coordenação. E, *last but not the least*, para o António Ferreira, que nos recebe em casa, e a quem coube o peso da organização local do Departamento de Física da Universidade de Aveiro.

O terceiro agradecimento vai para todos os participantes, actores fundamentais sem os quais não poderíamos estar aqui, e a quem dou as boas vindas, em nome da SPF.

A Conferência Nacional é um momento único de festa e celebração da Física. Tivemos a felicidade acrescida do acaso desta conferência nacional ocorrer num ano, 2012, que foi um ano assinalável para a Física, um ano de grande sucesso da física a nível internacional.

Para começar, o nosso pensamento está nos resultados de duas colaborações do CERN, CMS e ATLAS, onde duas equipas portuguesas, lideradas por João Varela e Amélia Maio do LIP, participaram com brilho e liderança na descoberta de uma partícula nova, de 125 GeV de massa.

Pode ser o ansiado bóson de Higgs do Modelo Standard das Partículas Elementares... ou não... o próximo ano vai esclarecer isso certamente, mas, sem nenhuma dúvida, uma descoberta foi feita! E as expectativas que levanta para o nosso conhecimento da estrutura do espaço, ou melhor, do vazio (sempre o tão historicamente problemático vazio) são imensas.

Numa Conferência Internacional sobre problemas de fronteira na Física em que participei este verão, o detector CMS foi mencionado como o dispositivo de física do estado sólido mais poderoso que o homem jamais contruiu. As suas características únicas permitiram detectar todo o *debris* de colisões a uma taxa astronómica de 1 bilião de colisões por segundo.

Este ano olímpico, de competição saudável até aos limites de cada um, foi pois também olímpico na Física. Os resultados de outras duas colaborações, CDF e D0, no Fermilab sobre o decaimento do Higgs em dois quarks bottom, vieram já reforçar a descoberta feita do outro lado de atlântico.

Deixem-me dar outro exemplo de sucesso da Física em 2012. Foi este ano calculado a partir de primeiros princípios, o estado de Hoyle, de dispersão ou colisão de três núcleos de hélio, também conhecido por processo *triple-alpha*, originando um núcleo de berílio com um de hélio num estado ressonante. Este estado decai, podendo conduzir ao núcleo estável de carbono 12.

Os primeiros princípios usados na explicação do estado de Hoyle são as interações entre os prótons e neutrões individuais, e o cálculo feito por uma equipa alemã a partir da Universidade de Bochum, com elementos de várias universidades, mostra pela primeira vez que finalmente estas interações complexas e não simplesmente aditivas, de 2 e 3 nucleões, são bem conhecidas. Foi necessário um lento e paciente acumular de conhecimento, desde 1930, para se chegar a este resultado fundamental.

Conhecer o detalhe destas interações de 2 e 3 nucleões é bem importante, porque em 10 milhões de decaimentos do estado de Hoyle, só 4 delas originam o carbono 12. A vida, que como a conhecemos se baseia no carbono depende pois deste acaso estatístico controlado pela força nuclear forte...

Na última edição, antes deste evento, do jornal *Expresso* o médico influente Sobrinho Simões dizia que a pergunta que interessa hoje à ciência é a origem da vida. O que podemos acrescentar é, que se alargarmos a perspectiva, a vida apareceu no cosmos. É indissociável dele, isto é, da textura e evolução do espaço e do tempo, das origens das interações e da matéria que se criam e aniquilam nele.

Portanto podemos dizer de certa forma que a origem da vida é uma questão da Física, como o exemplo do carbono mostra. De onde vimos, para onde vamos, é a grande pergunta ainda da ciência. E faltam ainda muitos detalhes no filme que vamos fazendo sobre a evolução do Universo.

Esta edição do **Encontro Nacional de Física** e do **Encontro Ibérico para o Ensino**, foi pensada para ser uma experiência diferente das anteriores, no seu formato e conteúdo. E

também para trazer uma nova geração de cientistas e professores, ainda em formação, ou já não, a interessar-se em disseminar o seu gosto na ciência.

Há pois um tema unificador, informação e comunicação em ciência, Física em particular, em torno do qual giram palestras, mesas redondas, pequenas workshops e até um espectáculo musical.

Vão abordar-se as questões da comunicação desde a sala de aula, no ensino superior bem como secundário, a ligação às novas plataformas tecnológicas, a comunicação ao público em geral, o papel da ciência na cidadania, a comunicação mediada e organizada por museus e jornalistas de ciência. De tudo isto se falará neste evento.

Pela primeira vez, e por iniciativa da Comissão Científica, o encontro vai abrir-se para lá dos físicos, à cidade que nos acolhe, Aveiro, com uma palestra pública sobre o tema “O Fim do Mundo”, que pode vir a animar uma noite de fim de verão na cidade. E sem ser fim do mundo, mas correspondendo a uma experiência extrema, ao fim de ano e meio vamos revisitar o caso do acidente de Fukushima, e numa perspectiva cientificamente fundamentada retirar conclusões para o futuro da segurança nuclear.

Vincent van Gogh escreveu ao irmão Theo: «Realmente apenas consigo falar através da pintura». Também na ciência, tal como na arte, se fala de assuntos para os quais muitas vezes ainda não há palavras, nem expressões.

Na construção da ciência, fala-se, falam os cientistas, numa linguagem própria, assente na matemática e na arte/técnica da medição. Esta linguagem de trabalho, tantas vezes, NÃO é adequada na comunicação e mesmo orientação em ciência.

Bohr, físico treinado na aceitação dos contrários (foi ele que escreveu em primeiro lugar que “luz não é onda OU partícula, mas onda E partícula”), disse que na ciência falamos do que se mede através de uma estrutura e numa linguagem diferentes da do quotidiano. No entanto, conclui, «o pressuposto de toda a ciência é que se queremos dizer alguma coisa sobre a natureza, temos de alguma forma passar da linguagem matemática para a linguagem de todos os dias.»

Para que serve a ciência se não for assim? Para os físicos se entreterem em jogos, entre si? Imaginem-se actores e autores de teatro que representam e escrevem eternamente para audiências exclusivamente compostas por outros actores e autores? Como teria evoluído a arte de representar, de encenar, e de escrever guiões? Teria existido Harold Pinter depois de Shakespeare?

Pode-se argumentar, e com legitimidade, que ciência não é bem como teatro. Pois, mas teatro e ciência têm em comum a necessidade de financiamento, público ou não público, e ambos têm o potencial de enriquecimento, da nossa vida, embora de formas diferentes. As palavras, desde os finais da Idade Média, converteram-se, com a força das impressoras de Gutenberg, em instrumentos de pensamento. Tornaram-se assim mais do que sons a

repetir para adoração religiosa, como tinha sido no princípio da Idade Média. E se o papel das palavras na literatura não se discute, na ciência ainda é necessário realçar a importância das palavras e da comunicação na afirmação da ciência.

No livro “A galáxia de Gutenberg”, Marshall McLuhan diz que «o meio é a mensagem». Isto é, o conteúdo de uma informação é profundamente afectado pelo processo usado para a transmitir. Muitas vezes é o processo, mais do que a informação original, que tem efeito na civilização, na arte e na arquitectura, na filosofia, na sociedade.

A ciência interessa a todos, mesmo os não cientistas, e de forma particular também interessa aos órgãos de soberania, e aos políticos que decidem sobre o bem público.

E se pode haver tantas vezes a percepção que os órgãos de soberania e o poder económico ou político não nos ouvem a nós cientistas, talvez convenha provocar nesta conferência, alguma interrogação sobre quem pode ser responsável pela falta de diálogo. Pois um diálogo pressupõe duas partes.

Conta-se que quando o universo geocêntrico de Ptolomeu foi apresentado ao rei Afonso de Castela, um dos senhores poderosos da Idade Média, este reagiu dizendo que se o universo, o de Ptolomeu, foi uma criação divina, talvez ele, Afonso, pudesse ter dado a Deus alguns bons conselhos úteis. O esquema de Ptolomeu teria parecido muito complicado ao rei, homem prático. E de facto era... como todos sabemos. E teve que ser revisto. Acrescente-se, que a sua revisão não foi, claro, feita por algum rei, contudo.

Em resumo, deixo aqui duas ideias de fundo:

- a Física é, pela sua natureza, a rocha sólida que serve de âncora à química, à biologia, à astronomia e às engenharias.
- a comunicação das ideias da Física, e da importância dessas ideias para a vida de todos, para o exercício da cidadania e criação de novos recursos que o mundo actual exige, cabe-nos a todos nós, cientistas e professores, e não pode ser descurada a forma como o fazemos.

Para terminar tenho a fazer dois anúncios

- vai ser lançado até Dezembro, um novo site da Gazeta de Física com apps para iphone, ipad e andróide e que também contém o repositório dos artigos históricos deste 1946 até hoje, em formato pdf.
- a página que a Gazeta de Física lançou no facebook acabou de atingir mais de 4000 seguidores ou fãs. No índice das páginas de instituições de investigação, está no oitavo lugar, num universo de mais de 60 instituições. Este sucesso deve-se ao Gonçalo Figueira que mantém constantemente no seu radar o inesperado da ciência em cada dia.

Finalmente, logo após o fecho desta sessão de abertura, dentro de instantes, portanto, vai ter lugar a distribuição dos prémios da edição 2012 do projecto MEDEA nas escolas,

uma parceria da REN com a SPF, que envolveu já, desde a sua formação, 73 escolas, 82 professores e 153 alunos.

O projecto MEDEA visa a obtenção e análise de resultados de medição de campos eléctricos e magnéticos no ambiente doméstico e na vizinhança das linhas de transporte de energia, e a investigação de efeitos na saúde humana.

Para a entrega dos prémios temos o gosto de poder contar com a presença do Engenheiro Francisco Parada como representante da REN, responsável do Departamento de Ambiente da REN Serviços, onde define planos de acção na área da sustentabilidade e melhoria do desempenho ambiental. O Engenheiro Francisco Parada vai dirigir aos premiados algumas palavras, e em conjunto com a coordenadora do projecto pela SPF, Maria José Gomes, vai entregar os prémios.

Acabo realçando que uma das equipas de alunos premiadas mostra enorme talento já para a divulgação científica, pois escolheu «The magnetic team» para designação do grupo. É um excelente exemplo dos mais novos para darmos início a este encontro.

Teresa Peña

Setembro de 2012

PROGRAMA

QUINTA-FEIRA 06 SET.

		18.º CONFERÊNCIA NACIONAL DE FÍSICA	22.º ENC. IBÉRICO PARA O ENSINO DA FÍSICA	
9:00	9:30	Abertura (Auditório Reitoria)		
9:30	10:00			
10:00	10:30	“Porquê Comunicar Ciência? Como comunicar Ciência?” , Carlos Fiolhais (Auditório da Reitoria)		
10:30	11:00			
11:00	11:30	Cofee break		
11:30	12:00	Física para não físicos (Anf.23.1.5 Complexo Pedagógico)	Casa das Ciências (Anf.23.1.6 Complexo Pedagógico)	
12:00	12:30			
12:30	13:00	Almoço		
13:00	13:30			
13:30	14:00	Posters (espaços Complexo)		
14:00	14:30			
14:30	15:00	Workshop: Comunicações Científicas (Anf.23.1.5 Complexo Pedagógico)	Partilha Experiências, Sessões A, B e C (Anf.23.1.6, 23.1.7 Sala 23.3.4 Complexo Pedagógico)	
15:00	15:30			
15:30	16:00			
16:00	16:30		Cursos (salas / labs Complexo)	
16:30	17:00			
17:00	17:30			
17:30	18:00			
18:00	18:30	Lançamento livro (Anf.23.1.5 Complexo Pedagógico)	Palestra Pública: “Fim do Mundo”, Rui Agostinho (Centro Congressos)	
18:30	19:00			
19:00	19:30			
19:30	20:00			
20:00	20:30			
20:30	21:00			
21:00	21:30			
21:30	22:00			
22:00	22:30			

SEXTA-FEIRA 07 SET.

		18.ª CONFERÊNCIA NACIONAL DE FÍSICA	22.º ENC. IBÉRICO PARA O ENSINO DA FÍSICA
9:00	9:30	Museus de Ciência (Auditório Reitoria)	
9:30	10:00		
10:00	10:30	Cofee break	
10:30	11:00	Workshop: Comunicações Científicas (Anf.23.1.5 Complexo Pedagógico)	Cursos (salas / labs Complexo)
11:00	11:30		
11:30	12:00	Seminário: “Ciência, Os Media e Orgãos de Soberania” (Anf.23.1.5 Complexo Pedagógico)	Cursos (salas / labs Complexo)
12:00	12:30		
12:30	13:00	Almoço	
13:00	13:30		
13:30	14:00		
14:00	14:30	Fukushima (Auditório Reitoria)	
14:30	15:00		
15:00	15:30	Passeio (Barco na Ria e Património de Aveiro)	
15:30	16:00		
16:00	16:30		
16:30	17:00		
17:00	17:30		
17:30	18:00		
18:00	18:30		
18:30	19:00	“Física da Música”, Rui Vilão (Auditório Reitoria)	
19:00	19:30		
19:30	20:00	Concerto Classe Guitarra, Paulo Vaz de Carvalho (Auditório Reitoria)	
20:00	20:30		
20:30	21:00	Jantar da Conferência	
21:00	21:30		
21:30	22:00		

SÁBADO 08 SET.

		18.º CONFERÊNCIA NACIONAL DE FÍSICA	22.º ENC. IBÉRICO PARA O ENSINO DA FÍSICA
9:00	9:30	“Física no LHC”, João Varela (Auditório Reitoria)	
9:30	10:00		
10:00	10:30	Biomedicina e Física (Anf.23.1.5 Complexo Pedag.)	Cursos (salas / labs Complexo)
10:30	11:00		
11:00	11:30	Cofee break	
11:30	12:00	Empreendedorismo e Física (Anf.23.1.5 Complexo Pedagógico)	Cursos (salas / labs Complexo)
12:00	12:30		
12:30	13:00	Almoço	
13:00	13:30		
13:30	14:00		
14:00	14:30	Workshop: Comunicações Científicas (Anf.23.1.5 Complexo Pedagógico)	Cursos (salas / labs Complexo)
14:30	15:00		
15:00	15:30		
15:30	16:00		
16:00	16:30		
16:30	17:00		
17:00	17:30		
17:30	18:00		

FÍSICA 2012 COMUNICAÇÃO E INFORMAÇÃO EM CIÊNCIA**18.ª CONFERÊNCIA NACIONAL
DE FÍSICA****COMISSÃO ORGANIZADORA**

João Gil (UC, DRC-SPF) – Presidente
António Luís Ferreira (UA)
Carlos Herdeiro (UA)
Carlos Portela (ESJC)
Florinda Costa (UA)
José Marques (IST-UTL)
Manuel Valente (UA)
Ricardo Guimarães Dias (UA)
Teresa Peña (IST-UTL)
Vitor Amaral (UA)

COMISSÃO CIENTÍFICA

Alfredo Rocha (UA)
António Luís Ferreira (UA)
Carlos Fiolhais (UC)
Constança Providência (UC)
João Gil (UC, DRC-SPF)
Gonçalo Figueira (IST-UTL)
João de Lemos Pinto (UA)
João Lopes dos Santos (UP)
Joaquim Agostinho Moreira (UP)
José António Paixão (UC)
Luís Dias Carlos (UA)
Maria Celeste Carmo (UA)
Rosália Vargas (Ciência Viva)
Rui Agostinho (UL)
Sushil Mendiratta (UA)
Teresa Firmino (Jornal Público)

**22.º ENCONTRO IBÉRICO
PARA O ENSINO DA FÍSICA****COMISSÃO ORGANIZADORA**

Carlos Portela (ESJC, DE-SPF) – Presidente
António Barbero (RSEF)
António Luís Ferreira (UA)
Isabel Malaquias (UA)
João Gil (UC, DRC-SPF)
Joaquim Morgado (ESJGZ)
Manuel Valente (UA)
Paloma Varela (RSEF)
Pedro Pombo (UA)

COMISSÃO CIENTÍFICA

Bernardino Lopes (CIDTFF,UTAD)
Carlos Fiolhais (UC)
Fátima Paixão (CIDTFF, IPCB)
Horácio Fernandes (IST-UTL)
Jorge Valadares
José António Paixão (UC)
Manuel Yuste (UNED)
Nilza Costa (UA)
Paulo Simeão de Carvalho(UP)
Verónica Tricio (RSEF)

ÍNDICE DE ATAS

XXII ENCONTRO IBÉRICO PARA O ENSINO DA FÍSICA

ATAS METODOLOGIAS DE ENSINO DA FÍSICA

#346

LITERACIA CIENTÍFICA E PRÁTICAS DE SALA DE AULA. ENCONTRANDO LIGAÇÕES

21

Carlos Pires, J. Paulo Cravino, J. Bernardino Lopes

#414

LIVROS DIDÁTICOS DE FÍSICA: A ELABORAÇÃO DE INSTRUMENTOS PARA SUA AVALIAÇÃO E ESCOLHA

26

Dilcelia Cristina Bruch Trebien, Nilson Marcos Dias Garcia

#415

O ENADE PARA OS CURSOS DE LICENCIATURA EM FÍSICA (EDIÇÕES 2005 E 2008): QUE CONHECIMENTOS AVALIAM?

Ivanilda Higa, Cristiane Lyznik, Neiva Samara Mendes Cavalcante, Nilson Marcos Dias Garcia

#281

FALAR CIÊNCIAS COM CRIANÇAS DOS 4 AOS 6 ANOS: A TEMÁTICA DA ÁGUA EM CONTEXTO PRÉ-ESCOLAR

36

Ana Peixoto, Janete Sousa

#282

COMUNICAR CIÊNCIAS NA EDUCAÇÃO PRÉ-ESCOLAR: EXPLORAÇÃO DE ATIVIDADES POER NO FENÓMENO DE FLUTUAR E AFUNDAR

42

Ana Peixoto

#293

OLHANDO PARA A SOMBRA: UMA EXPERIÊNCIA NO JARDIM DO PAÇO DE CASTELO BRANCO

47

M. F. Paixão, F. R. Jorge, M. H. Martins

#303

PAPEL DA MEDIAÇÃO DO PROFESSOR NA PROMOÇÃO DO TRABALHO EPISTÊMICO DOS ALUNOS DURANTE O USO DE SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS

51

Elisa Saraiva, Ana Edite Cunha, Carla A. Santos, J. Bernardino Lopes, J. Paulo Cravino

#321

UM CONTRIBUTO DAS TEORIAS DA COMPLEXIDADE NA AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM – APLICAÇÃO A CONCEITOS DE TERMODINÂMICA

59

P. Sarreira, M. Ramos

#344

DISTINÇÃO ENTRE OS CONCEITOS DE PESO E MASSA – UM ESTUDO COM ALUNOS DO 1.º CICLO.

64

S. Costa, M. Ramos, P. Sarreira

#365

FORMAÇÃO ACADÉMICA DE PROFESSORES DE FÍSICA NA GUINÉ-BISSAU: UM ESTUDO EXPLORATÓRIO

69

Ana Peixoto, Duarte Neto, Élio Santos

#395

PROPUESTA DE MATERIALES DE SOSTENIBILIDAD PARA ENSEÑANZA SECUNDARIA

74

V. Tricio, E. Hernando

#396

LA WEB, ¿HERRAMIENTA FACILITADORA EN EL APRENDIZAJE DE ENERGÍAS RENOVABLES DEL MAR?

79

V. Tricio, V. Alonso

#480

A LÂMPADA DE INCANDESCÊNCIA POR FORA E POR DENTRO

84

Fátima Paixão

ATAS RECURSOS DIDÁTICOS PARA ENSINO DA FÍSICA

#314

EFEITO ONDULATÓRIO NO MOVIMENTO DE UM CONJUNTO DE PÊNDULOS

90

J. J. Teixeira, A. A. Soares, L. Caramelo

#327

MODELAÇÃO DO ENCHIMENTO DE RECIPIENTES COM O MODELLUS

94

A. A. Soares, L. Caramelo, J. J. Teixeira

#333

FÍSICA NOS JOGOS TRADICIONAIS E OUTROS QUE TAIS

98

D. Ferreira

#355

EXPERIÊNCIA E-LAB: CONSERVAÇÃO DO MOMENTO ANGULAR E MEDIÇÃO DO MOMENTO DE INÉRCIA USANDO UM DISCO RÍGIDO

103

R. Marques, H. Fernandes

#354

CONSTRUÇÃO DE INSTRUMENTOS METEOROLÓGICOS SIMPLES COMO ESTRATÉGIA DE ENSINO DA METEOROLOGIA

107

A. Godinho, L. Pombo, M. Talaia

#359

RECURSOS INOVADORES NAS EXPERIÊNCIAS DE FÍSICA/TECNOLOGIA TI-NSPIRE, LAB CRADLE E DATAQUEST

112

Armando P. Severino, J. Rogério Nogueira

#388

EXPLORAÇÃO DE LABORATÓRIOS REMOTOS (E-LAB) NA DISCIPLINA DE ELETROMAGNETISMO E ÓTICA

117

R. B. Henriques, H. Fernandes, C. Cruz, C. Bastos, J. Fortunato

393

FERRAMENTAS DE APOIO A LABORATÓRIOS REMOTOS: O PORTAL E-LAB

124

R. Figueiredo

#394

PRINCIPIO DE ARQUÍMEDES: UNA EXPERIENCIA DE LABORATORIO EN TRES NIVELES DE APRENDIZAJE

128

C. Caballero, V. Tricio

#397

MOVIMIENTO ONDULATORIO PARA ESO A PARTIR DE MODELIZACIONES DE SITUACIONES REALES

134

L. Ruiz, I. M. Greca, V. Tricio

#443

DINÂMICA DA QUEDA DE UMA ESFERA NUM FLUÍDO VISCOSO

139

A. A. Soares, L. Caramelo, M. A. P. M. Andrade

#445

USO DE SERIES INFINITAS NO CALCULO DO CENTRO DE MASSA DE PLACAS TRIANGULARES

144

A. A. Soares, L. Caramelo

ATAS DIVULGAÇÃO E COMUNICAÇÃO DE FÍSICA

#325

IMPACTO DOS CENTROS INTERATIVOS DE CIÊNCIA SEGUNDO O GÊNERO DO VISITANTE

149

M. Martinho, V. Gil & R. Vargas

18ª CONFERÊNCIA NACIONAL DE FÍSICA

ATAS ASTRONOMIA, ASTROFÍSICA E FÍSICA DAS ALTAS ENERGIAS

#421

METALLOGRAPHIC STUDY OF AN IRON METEORITE

157

B. Alves, M. Coto, J. Teixeira, T. Seixas, M. Silva, B. Costa e E. Alves

#422

LIGAÇÕES ENTRE METEORITOS E ASTEROIDES ATRAVÉS DA ESPETROSCOPIA DE REFLETÂNCIA

163

R. Albuquerque, M. Silva, T. Seixas e E. Alves

#423

MINERALOGY OF V-TYPE NEAR EARTH OBJECTS

168

S. Batista, T. Seixas, M. Silva e E. Alves

ATAS FÍSICA APLICADA E ENGENHARIA FÍSICA

#426

PERFORMANCE MEASUREMENTS OF WI-FI WPA IEEE 802.11 B,G PTP LINKS

174

J. A. R. Pacheco de Carvalho, C. F. F. P. Ribeiro Pacheco, A. D. Reis

#475

SISTEMAS DE CLIMATIZAÇÃO E AQS NA CERTIFICAÇÃO ENERGÉTICA DE EDIFÍCIOS
NO ÂMBITO DO RCCTE

176

C. F. F. P. Ribeiro Pacheco

#444

ESTUDO NUMÉRICO DA HIDRODINÂMICA NUMA MEMBRANA DE DESSALINIZAÇÃO

178

P. C. Sousa, A. A. Soares, Abel Rouboa

ATAS FÍSICA MÉDICA E BIOFÍSICA

#357

HEMODINÂMICA DA ARTÉRIA ABDOMINAL COM E SEM ANEURISMA

184

R. A. Martins, T. A. Martins, A. A. Soares, Abel Rouboa

#358

ESTUDO NUMÉRICO DA HEMODINÂMICA NA VEIA PORTA

189

C. G. Correia, A. A. Soares, T. A. Martins, Abel Rouboa

#392

SIMULADOR ÓPTICO DINÂMICO DO OLHO HUMANO

194

A. Baião, J. Coelho, P. Vieira

ATAS FÍSICA NUCLEAR

#391

SURFACE ANALYSIS OF MATERIALS BY COMPUTER SIMULATION AND ELASTIC SCATTERING OF
LIGHT MEV ION BEAMS

200

J. A. R. Pacheco de Carvalho, C. F. F. P. Ribeiro Pacheco, A. D. Reis

ATAS HISTÓRIA E FILOSOFIA DA FÍSICA

#386

AS LEIS DA FÍSICA – MODELOS DE PREVISÃO DO TEMPO E DO CLIMA

203

P. J. Silva, H. C. Vasconcelos, M. G. Meirelles

ATAS ÓTICA E LASERS

#387

O ÁTOMO ÓTICO: EXPERIÊNCIAS COM MICRO-RESSONADORES ÓTICOS

209

P. J. Silva, M. G. Meirelles, H. C. Vasconcelos

22º ENCONTRO IBERICO PARA O ENSINO DA FÍSICA

ATAS

METODOLOGIAS DE ENSINO DA FÍSICA

#346

LITERACIA CIENTÍFICA E PRÁTICAS DE SALA DE AULA. ENCONTRANDO LIGAÇÕES

Carlos Pires^{1,3}, J. Paulo Cravino^{1,2}, J. Bernardino Lopes^{1,2}

¹ Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Escola de Ciências e Tecnologia, Vila Real, Portugal

² CIDTFF – Centro de Investigação Didática e Tecnologia na Formação de Formadores, Aveiro, Portugal

³ Agrupamento Vertical de Escolas de Carrazeda de Ansiães, Carrazeda de Ansiães, Portugal

E-mail: carlosmtpires@gmail.com; jcravino@utad.pt bloses@utad.pt;

RESUMO

Analisaram-se Narrações Multimodais de aulas de Física, para identificar aspetos de Literacia Científica (LC), apesar de estas aulas não terem sido lecionadas com o objetivo explícito de desenvolver a LC.

Nestas aulas, os alunos usaram Simulações Computacionais (SC).

O uso de SC em aulas de Física tem a possibilidade de mobilizar conhecimento científico, mas também de se trabalhar outras dimensões da aprendizagem de Ciência, e.g: a aprendizagem por investigação e as relações da Ciência e Tecnologia com a Sociedade. Verificou-se que o trabalho com SC permite identificar elementos que, quando trabalhados, potenciam o desenvolvimento da LC nas dimensões referidas.

1. Introdução

O tema da literacia científica não é pacífico, tanto na sua definição, como pela sua utilidade[1], no entanto é possível encontrar alguma convergência quanto à sua essência.

Laugksch[1] sintetiza as três dimensões fundamentais da Literacia Científica: compreensão das normas e métodos de ciência (natureza da ciência); compreensão das condições científicas fundamentais e conceitos (conteúdo do conhecimento científico); compreensão e consciência do impacto da ciência e tecnologia na sociedade.

A Royal Society[2, 3] em sintonia com organizações similares, refere estes três aspetos fundamentais (dimensões) denominando-os: *Science content*; *Scientific inquiry* e *Social enterprise*.

A necessidade de diversificar métodos de ensino para contrariar o insucesso escolar ajudou ao uso crescente do computador no ensino da Física[4].

Usadas adequadamente, as simulações computacionais podem envolver os alunos, através da aprendizagem por investigação (*Inquiry*), em investigações científicas autênticas, podendo, também, oferecer outras vantagens, como flexibilidade, segurança e eficiência[5].

Constitui um objetivo central desta investigação responder às seguintes questões: “Que dimensões da Literacia Científica estão presentes nas práticas de ensino de Física?” e “De que forma o uso de simulações computacionais contribui para a melhoria das práticas de ensino de Física, segundo as dimensões da literacia científica?”.

2. Dados e análise

Foram analisadas duas aulas de Física, numa turma do 12º ano, lecionadas em períodos diferentes do mesmo ano letivo, pelo mesmo professor, abordando conteúdos distintos (Movimento de projéteis e Flutuabilidade, respetivamente).

A turma é composta por 12 alunos, com motivações diversas e poucos hábitos de trabalho e estudo. A média de idades é de 17,4 anos.

Os dados obtidos foram extraídos das duas narrações multimodais, efetuadas pelo professor da disciplina. A narração multimodal é um relato multimodal feito pelo professor que lecionou a aula, descrevendo o que acontece na sala de aula, a partir de dados independentes (áudio, documentos...)[6].

As simulações usadas foram: “Movimento de Projéteis” (Aula 1) e “Flutuabilidade” (Aula 2), ambas do PhET[7].

Com base na análise feita a essas duas narrações, foram identificadas evidências nas práticas de ensino referentes a cada dimensão da literacia científica (*Science content*; *Scientific inquiry* e *Social enterprise*).

Para cada dimensão da literacia científica referida, foram consideradas sub-dimensões associadas.

Assim para o *Science Content* foram tomadas em conta a linguagem da ciência e o uso do conhecimento científico. No caso do *Scientific Inquiry* consideraram-se a solicitação/efetuação de previsões, identificação de problemas, discussão, representação, teste de ideias e comunicação de resultados. Para a dimensão *Social Enterprise* consideraram-se o valor social do conhecimento e a resolução de problemas. Para cada aula foi construída uma tabela onde se cruzam os registos das evidências por categorias de cada dimensão.

3. Resultados e discussão

Tabela 1. Narração Multimodal de aula sobre Movimento oblíquo de projéteis (03/11/2011)

Dimensão	Categorias	Professor	Aluno
<i>science content</i>	Linguagem da ciência	4 + 2*	6 + 1*
	Uso do conhecimento científico	4 + 2*	7 + 1*
<i>scientific inquiry</i>	Solicita/Efetua (aluno) previsões	4 + 2*	6 + 7*
	Identifica problemas	1	
	Comunicação	1	3 + 1*
	Testar ideias.		7*
	Discussão		4
	Representação		3
<i>social enterprise</i>	Valor social do conhecimento	2	
	Resolução de problemas		1*

* Significa que foi usada a simulação.

Problema

Relacionando, a **altura máxima** e o **alcance** atingido pelos dois corpos com:

- As massas dos objectos;
- A velocidade inicial;
- O ângulo de lançamento;
- A altura do pedestal;
- A resistência do ar.

Será possível prever qual dos objectos tem maior alcance e atinge maior altura?

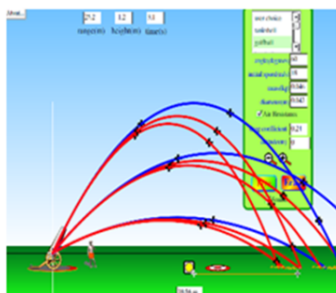


Figura 1 – Identificação do Problema e solicitação de previsão (Professor)

Figura 2 – Previsão e teste de ideias (Aluno)

Figura 3 – uso do conhecimento e linguagem científica, comunicação de resultados (Aluno)

Sem resistência do ar o alcance e altura máxima atingidos pelos objectos (bola de golfe) é igual.

Com resistência do ar o alcance e altura máxima da bola de golfe são maior do que a abóbora.

Tabela 2. Narração Multimodal de aula sobre Flutuabilidade (8;12/03/2012)

Dimensão	Categorias	Professor	Aluno
<i>science content</i>	Linguagem da ciência	13 + 1*	3 + 2*
	Uso do conhecimento científico	16 + 1*	4 + 4*
<i>scientific inquiry</i>	Solicita/Efetua (aluno) previsões	4	4 + 12*
	Comunicação de resultados	2	2 + 2*
	Teste de ideias.		2 + 14*
	Identificação de problemas	1	1
	Discussão		1
	Representação		1
<i>social enterprise</i>	Valor social do conhecimento	3	1
	Resolução de problemas	1	1

* Significa que foi usada a simulação.

A 13 de janeiro de 2012, o navio de cruzeiro Costa Concordia, navegando junto à costa da ilha Giglio, região da Toscana, abalroou rochas sub-aquáticas, devido ao seu calado. O acidente causou pelo menos 16 mortos e 15 desaparecidos.

Problema:

Sabe-se que o acidente originou-se devido à abertura de um rasgo pelo qual entrou água do mar. A consequência foi o navio inclinar-se para um dos lados ficando aproximadamente 2/3 dentro de água. Quais as condições físicas que alteraram a flutuabilidade do navio?

Figura 4 - identificação Problema, uso do conhecimento e linguagem científica, valor social do conhecimento (Professor)

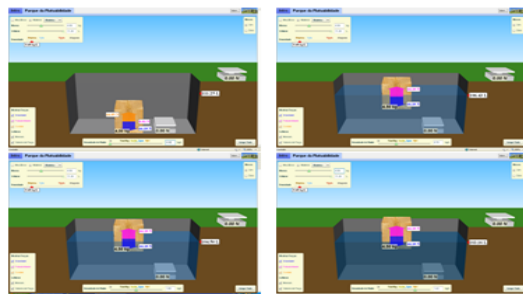


Figura 5 – Previsão e Teste de ideias (Aluno)

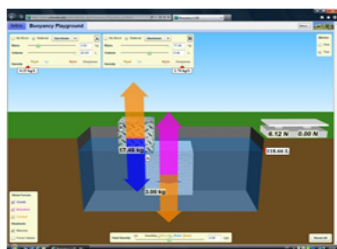


Figura 6 – Previsão e teste da ideia que permite resolver o problema.

O recurso a simulações computacionais para o ensino de Física mobiliza as três dimensões referenciadas da literacia científica.

As dimensões da literacia científica que predominam são *Science Content* e *Scientific Inquiry*. As ações efetuadas ou solicitadas pelo professor têm como referência as simulações, mas não as usa.

As ações realizadas pelo aluno nas duas dimensões, *Science Content* e *Scientific Inquiry*, tem claramente como base o uso das simulações.

4. Conclusões

- O recurso a simulações computacionais para o ensino de Física mobiliza as três dimensões referenciadas da literacia científica.
- A simulação computacional está presente no trabalho dos alunos, quer no *Science Content*, quer no processo para a construção e compreensão do conhecimento científico (*Scientific Inquiry*).
- As simulações computacionais parecem ser relevantes para o desenvolvimento da literacia científica, nomeadamente do *Science Content* e *Scientific Inquiry*.

Referências

- [1] Laugksch R., Scientific Literacy: A Conceptual Overview *Science Education*, 84, 71-94, 2000.
- [2] Driver, R., Young people's images of science, *Open University Press* (Buckingham and Bristol, PA) 1996.
- [3] Lopes J.B., Pinto J., Silva, A. Situação formativa: um instrumento de gestão do currículo capaz de promover literacia científica. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, pp. 1624-1629 2009.
- [4] Fiolhais Carlos ; Trindade Jorge, Física no Computador: o Computador como uma Ferramenta no Ensino e na Aprendizagem das Ciências Físicas, *Revista Brasileira de Ensino de Física*, vol. 25, no. 3, Setembro, 2003
- [5] Smetana L. K. , Bell R. L.: Computer Simulations to Support Science Instruction and Learning: A critical review of the literature, *International Journal of Science Education*, 1–34, I First Article 2011
- [6] Lopes J.B., Silva A.A., Cravino J.P., Viegas C., Cunha A.E., Saraiva E., Branco M.J., Pinto A., Silva A., Santos C.A. *Investigação sobre a Mediação de Professores de Ciências Físicas em sala de Aula*, Vila Real – UTAD 2010
- [7] PhET: <http://phet.colorado.edu/pt/>

#414

LIVROS DIDÁTICOS DE FÍSICA: A ELABORAÇÃO DE INSTRUMENTOS PARA SUA AVALIAÇÃO E ESCOLHA

Dilcelia Cristina Bruch Trebien¹, Nilson Marcos Dias Garcia²

¹ UTFPR – DAFIS - Brasil (bolsista de iniciação científica CNPq)

² UTFPR - DAFIS e PPGTE; UFPR - PPGE – Brasil (com apoio parcial do CNPq)

dc.trebien@advir.com, nilson@utfpr.edu.br

Resumo

Apresenta investigação que teve como objetivo elaborar um instrumento orientador da seleção de livros didáticos de Física que auxiliasse na avaliação mais criteriosa e crítica dos livros didáticos de Física pelos professores. As questões do instrumento foram elaboradas a partir da identificação de como elas têm sido tratadas na produção acadêmica (teses, dissertações, artigos) no campo da pesquisa em ensino de Física na sua relação com os livros didáticos. O instrumento verifica como os livros se apresentam em relação a diversos aspectos, além de analisar o manual do professor e as sugestões de avaliação do conteúdo.

1. A necessidade de instrumentos de análise de livros didáticos

Considerando que a análise dos materiais curriculares que irão utilizar em sua prática pedagógica é uma das atribuições das atividades docentes, Aran (1996) [1] pondera que essa análise deve ser realizada de maneira formal e sistemática, destacando que há a “necessidade de dispor de modelos de análise de materiais curriculares, numa perspectiva de aprendizagem significativa e funcional, dirigidos ao professor, para que este possa realizar uma avaliação formal e sistemática que o ajude a selecionar e a estabelecer critérios de uso dos materiais analisados” (p. 79).

Ao realizar a análise de um livro didático se faz necessária a análise de seu conteúdo, exigindo-se, para tanto, atenção e preparação para a realização dessa tarefa. Tratando disso, Franco (2003) [2], baseando-se em Bardin, ressalta a importância dessa análise, pois, a partir dela se torna possível interpretar o significado das palavras. A análise de conteúdo, ainda de acordo com essa autora, por permitir estabelecer inferências, possibilita atribuir significado ao conteúdo, algo muito mais significativo do que a sua mera descrição.

Por ser o livro didático uma ferramenta fundamental na atividade dos professores e a eles cabendo a responsabilidade da análise e escolha daqueles que utilizará, é justificada a elaboração de instrumentos que os auxiliem na tarefa de seleção daquele livro didático que melhor possa colaborar com sua prática pedagógica.

1.1. O Programa Nacional do Livro Didático e os Documentos Normativos da Educação

O Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) foi criado em 1985 e, consolidando políticas públicas anteriores, teve como objetivo a distribuição de livros para o ensino fundamental da rede pública, contribuindo para mudar um quadro anterior no qual poucos brasileiros tinham acesso ao livro didático, por ser caro e pouco difundido. Em 2004 o PNLD foi estendido ao Ensino Médio, através do Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLD EM).

Sendo uma política pública nacional, o PNLD atende ao disposto nos documentos normativos da educação brasileira, principalmente em sua Lei de Diretrizes e Base da Educação de 1996 (LDB 9394/96) [3] e naqueles que dela decorrem, como por exemplo as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM) [4], os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) [5] e as Orientações Curriculares para o Ensino Médio [6].

A seleção de livros didáticos através desse programa é normatizada por editais que estabelecem os critérios segundo os quais os livros deverão ser produzidos e avaliados. Aqueles que, após serem avaliados por uma equipe de especialistas atenderem satisfatoriamente às exigências desses editais, comporão um Catálogo ao qual os professores das escolas terão acesso para, dentre os livros aprovados, indicarem aqueles com os quais pretendem trabalhar com seus alunos.

Dadas as dimensões continentais do Brasil e pelo fato do PNLD ser um programa de abrangência nacional, é necessária uma avaliação criteriosa por parte dos professores para que eles possam escolher, dentre os livros aprovados, aqueles que melhor dialogam com a realidade local e com a proposta pedagógica de sua escola.

1.2. A elaboração do instrumento

Ao ser aplicado a livros didáticos nacionais, o modelo de análise de materiais curriculares proposto por Aran (1996) [1] para análise de materiais espanhóis, mostrou-se, sob alguns aspectos, inadequado à realidade dos materiais brasileiros, razão pela qual passou-se a verificar os condicionantes nacionais que deveriam ser levados em conta para a elaboração de um instrumento que melhor se adaptasse à nossa realidade.

Nesse sentido, foram analisados os documentos normativos, identificando elementos considerados importantes de serem incorporados nos processos educativos e que, por isso, estavam também presentes nos editais do PNLD EM. Resultado dessa pesquisa

inicial, foi identificada a presença de temáticas consideradas fundamentais para o desenvolvimento de um Ensino Médio que atendesse aos pressupostos presentes na atual proposta educacional, a saber: interdisciplinaridade, contextualização, modelagem, resolução de problemas, experimentação, textos, tecnologias de informação e avaliação. Além desses, foram também levados em conta a necessidade de serem avaliados aspectos textuais e gráfico-editoriais e a organização do manual de orientações para o trabalho do professor.

Após essa primeira etapa, buscou-se, na produção acadêmica brasileira da área de Ensino de Física, trabalhos que abordassem esses elementos e que indicassem como eles poderiam ou deveriam ser incorporados às atividades dos docentes da escola de Ensino Médio.

A elaboração das questões constituintes do instrumento se apoiou em textos acadêmicos produzidos no âmbito do campo de investigação em Ensino de Física - dissertações, teses e artigos - que tratassem daquelas temáticas.

Os textos acadêmicos utilizados foram: “Interdisciplinaridade: fatos a considerar” (CARDOSO et. al., 2008) [8] para a temática Interdisciplinaridade; “Uma análise da história e filosofia da ciência presente em livros didáticos de física para o ensino médio” (Dissertação de mestrado de Pagliarini, 2007) [9] para a temática Contextualização; “A modelagem científica de fenômenos físicos e o ensino de física” (Brandão, Araújo e Veit, 2008) [10] para a Modelagem; “Habilidades Técnicas Versus Habilidades Estruturantes: Resolução de Problemas e o Papel da Matemática como Estruturante do Pensamento Físico” (Karam e Pietrocola, 2009) [11], “A Experimentação no Ensino de Ciências” (Pacheco, 1997) [12] e “Atividades Práticas: Possibilidades de modificações no Ensino de Física” (Fernandes, 2008) [13] para a Resolução de problemas; “Divulgação Científica e Ensino de Física: Intenções, Funções e Vertentes” (Ribeiro e Kawamura, 2006) [14] para a Textos; “Ciência, Tecnologia e Sociedade: A relevância do enfoque CTS para o Contexto do Ensino Médio” (Pinheiro, Silveira e Bazzo, 2007) [15] e “Educação em Física: Discutindo Ciência, Tecnologia e Sociedade” (Angotti, Bastos e Mion, 2001) [16] para a temática Tecnologias da Informação; “Uma comparação entre avaliação tradicional e alternativa no ensino médio de Física” (Vidotto, Laburú e Barros, 2002) [17] e “Concepções e Métodos de Avaliação da Física utilizados em Escolas de Segundo Grau de Belo Horizonte” (Talim e Oliveira, 2002) [18] para a Avaliação. Para os Aspectos textuais e gráfico-editoriais e Manual do professor, serviram como referência Aran (1996) [1] e o edital do PNLD EM [7].

1.3. O instrumento

O instrumento elaborado consiste numa ficha organizada por blocos, onde cada bloco corresponde a uma temática, com exceção dos Aspectos textuais e gráfico-editoriais, que foram divididos em dois blocos, para melhor sistematização.

As questões, propostas sempre de forma afirmativa, foram elaboradas a partir da leitura dos textos acadêmicos e buscam aprofundar os temas delimitados pelas temáticas, pretendendo que a análise seja realizada de forma qualitativa, para uma melhor análise dos aspectos contemplados pelo material. Para cada questão deve ser considerada a frequência com que ela aparece no desenvolvimento do livro, o que permite estabelecer uma verificação tendencial da questão.

Além de haver um espaço reservado para observações, para cada item avaliado deve ser indicada a sua frequência de presença, de acordo com os seguintes critérios: (N) Nunca, (A) Às vezes, (Q) Quase sempre e (S) Sempre. A cada um desses critérios está associado um valor numérico que permite inferir a tendência de presença, no livro analisado, da temática em questão.

As questões do instrumento foram validadas através de sua aplicação a um livro didático, processo esse que resultou na reelaboração e aperfeiçoamento de algumas questões, exclusões de outras, divisões de questões que podiam ser subdivididas por se apresentarem com mais do que uma possível afirmação. A etapa atual é a de validação do instrumento, contando com professores do Ensino Médio que, ao concordarem em participar da pesquisa, aplicarão o instrumento aos livros didáticos que utilizam em sua prática docente.

2. Considerações Finais

A pesquisa permitiu identificar, tanto na normatização sobre educação, quanto em Programas específicos sobre livros didáticos e na produção acadêmica nacional sobre Ensino de Física, uma série de elementos que podem contribuir, de forma convergente, para a organização de instrumentos que auxiliem os docentes na avaliação sistematizada e criteriosa de livros didáticos. É preciso, entretanto, que a apropriação dessas orientações pelos professores seja incentivada e estimulada assim como os instrumentos a partir deles elaborados sejam colocados à disposição dos docentes, expectativa com a qual esse trabalho pretendeu contribuir.

Referências

- [1] ARAN, A. P. *Materiales curriculares Cómo elaborarlos, seleccionarlos y usarlos*. 1ª Edição. Barcelona: Graó. 1996. ES. Cap. 6 e 7. Pág. 79-124.
- [2] FRANCO, M. L. P. B. *Análise de Conteúdo*. Brasília: Plano Editora, 2003. 71p.
- [3] BRASIL. Ministério da Educação. LDB : *Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional*, lei no 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. – 5. ed. – Brasília : Câmara dos Deputados, Coordenação Edições Câmara, 2010.
- [4] CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO. *Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio*. Resolução CBE nº 3, de 26 de Junho de 1998.

- [5] BRASIL. Ministério da Educação. *Parâmetros Curriculares Nacionais – Ensino Médio*. Brasília: Ministério da Educação, 1999.
- [6] BRASIL. Ministério da Educação. *Orientações Curriculares Nacionais – Ensino Médio*. Brasília: Ministério da Educação, 1999.
- [7] BRASIL. Ministério da Educação. *Edital de convocação para inscrição no processo de avaliação e seleção de obras didáticas para o PNLD 2012 – Ensino Médio*. Ministério da Educação: 2010.
- [8] CARDOSO, F. S.; THIENGO, A. M. A.; GONÇALVES, M. H. D.; SILVA, N. R.; NÓBREGA, A. L.; RODRIGUES, C. R.; CASTRO, H. C. Interdisciplinaridade: fatos a considerar. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, vol 1, núm 1, pág. 22-37, Jan./abr. 2008. Disponível em: <http://www.pg.utfpr.edu.br/depog/periodicos/index.php/rbect/article/viewFile/222/195> Acesso em: 03/05/2011
- [9] PLAGLIARINI, R. P. *Uma análise da história e filosofia da ciência presente em livros didáticos de física para o ensino médio*. 2007. 115f. Dis.Mestrado em Ciências) – IF São Carlos US, São Carlos 2007.
- [10] BRANDÃO, R. V.; ARAÚJO, I. S.; VEIT, E. A. A modelagem científica de fenômenos físicos e o ensino de física. *Física na Escola*, vol 9, núm 1, pág. 10-14, 2008. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol9/Num1/modelagem.pdf> Acesso em: 05/05/2011
- [11] KARAM, R. A. S.; PIETROCOLA, M. Habilidades Técnicas Versus Habilidades estruturantes: Resolução de Problemas e o Papel da Matemática como Estruturante do Pensamento Físico. *ALEXANDRIA Revista de Educação e Tecnologia*, vol 2, núm 2, pág. 181-205, jul. 2009. Disponível em: http://www.ppgect.ufsc.br/alexandriarevis ta/numero_2_2009/ricardo.pdf Acesso em: 05/05/2011
- [12] PACHECO, D. A Experimentação no Ensino de Ciências. *Ciência e Ensino*, núm 2, pág. 10, jun 1997. Disponível em: http://www.ige.unicamp.br/ojs/index.php/cienciae_ensino/article/viewFile/12/18 Acesso em: 06/05/2011
- [13] FERNANDES, R. J. Atividades Práticas: Possibilidades de modificações no Ensino de Física. *Perquirere*, ed. 5, ano 5, jun 2008. Disponível em: http://www.unipam.edu.br/perquirere/file/file/2008_ce/artigo_renato.pdf Acesso em: 06/05/2011
- [14] RIBEIRO, R. A.; KAWAMURA, M. R. D. *Divulgação Científica e Ensino de Física: Intenções, Funções e Vertentes*. Londrina, PR: 2006. Trabalho apresentado ao X EPEF – EPEF. Londrina, 2006.
- [15] PINHEIRO, N. A. M.; SILVEIRA, R. M. C. F.; BAZZO, W. A. Ciência, Tecnologia e Sociedade: A relevância do enfoque CTS para o Contexto do Ensino Médio. *Ciência e Educação*, vol 13, núm 1, pág. 71-84, 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v13n1/v13n1a05.pdf> Acesso em: 09/05/2011
- [16] ANGOTTI, A. P. J.; BASTOS, F. P.; MION, R. A. Educação em Física: Discutindo Ciência, Tecnologia e Sociedade. *Ciência e Educação*, vol 7, núm 2, pág. 183-197, 2001. Disponível em: <http://ufpa.br/ensinofts/artigo4/ctsfisica.pdf> Acesso em: 09/05/2011
- [17] VIDOTTO, L. C.; LABURÚ, C. A.; BARROS, M. A. Uma Comparação entre Avaliação Tradicional e Alternativa no Ensino Médio de Física. *CBEF*, Florianópolis, SC, v. 19, n. 3, 2002. Disponível em: <http://nutes2.nutes.ufrj.br/coordenacao/textosapoio/Vidotto1.pdf> Acesso em: 10/05/2011
- [18] TALIM, S. L.; OLIVEIRA, J. *Concepções e Métodos de Avaliação da Aprendizagem da Física utilizados em Escolas de Segundo Grau de Belo Horizonte*. VIII EPEF Águas de Lindóia, 2002.

#415

O ENADE PARA OS CURSOS DE LICENCIATURA EM FÍSICA (EDIÇÕES 2005 E 2008): QUE CONHECIMENTOS AVALIAM?¹

Ivanilda Higa¹, Cristiane Lyznik², Neiva Samara Mendes Cavalcante³, Nilson Marcos Dias Garcia⁴

¹ Universidade Federal do Paraná – UFPR/DTPEN; ² Universidade Federal do Paraná – UFPR (Graduanda); ³ Col. Est. Profª Edimar Wright / Almirante Tamandaré-PR; ⁴ Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR/DAFIS e UFPR/PPGE. Email de contacto: ivanilda@ufpr.br

Resumo

O objetivo do trabalho é analisar concepções de formação docente, especificamente de Física, através de um estudo das provas do ENADE (Exame Nacional de Desempenho do Estudante), um exame aplicado no Brasil aos alunos dos cursos de Ensino Superior. Para nosso trabalho, foram analisadas as provas aplicadas em 2005 e 2008, buscando ressaltar que conhecimentos os graduandos deveriam mobilizar para responder cada questão. Para a análise, as questões foram classificadas em categorias inspiradas no conhecimento base de Shulman [1]. A análise evidenciou uma valorização do conhecimento do conteúdo de Física, em detrimento do conhecimento pedagógico do conteúdo.

1. Introdução

No âmbito brasileiro, após a aprovação da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) 9394/1996, outras legislações e normatizações vieram à luz e, visando completar o ciclo de concepção e execução de uma determinada legislação, também foram estabelecidos mecanismos de avaliação institucional.

Atualmente estes mecanismos de avaliação no Ensino Superior estão unidos no SINAES (Sistema Nacional de Avaliação do Ensino Superior), coordenado pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), órgão vinculado ao Ministério da Educação (MEC). Um dos seus instrumentos complementares é o ENADE (Exame Nacional de Avaliação de Desempenho), aplicado nos vários cursos de ensino superior, tendo por objetivo analisar o rendimento dos estudantes de graduação em relação aos conteúdos, às habilidades e competências.

¹ Apoio INEP/CAPES/Observatório da Educação - EDITAL nº 001/2006. Projeto: “Articulação entre a avaliação do desempenho acadêmico (ENADE) e as licenciaturas da UFPR: enfoque em Ciências Biológicas, Educação Física, Física e Matemática”.

O objetivo desta pesquisa é de uma forma geral, desenvolver estudos sobre um dos instrumentos avaliativos, o ENADE, para os cursos de Licenciatura em Física, discutindo os resultados da análise das questões das provas aplicadas nos anos 2005 [2] e 2008 [3]. Procura-se compreender quais conhecimentos são valorizados nesses exames e quais concepções de formação de professores são subjacentes a essas avaliações. Ressaltamos a importância de se realizar este estudo, na medida em que as avaliações podem estar influenciando a configuração dos cursos de formação de professores de Física existentes no país, já que do SINAES depende o credenciamento, reconhecimento e renovação de reconhecimento dos cursos de graduação pelo MEC.

2. Caracterização do ENADE e referencial teórico para sua análise

O SINAES, regido pela Lei Nº 10,861, de 14 de Abril de 2004, é formado por três componentes principais: a avaliação das instituições, dos cursos e do desempenho dos estudantes. Um de seus instrumentos complementares é o ENADE, que tem como objetivo acompanhar o desempenho acadêmico e o processo de aprendizagem dos estudantes de cursos superiores em relação aos conteúdos previstos pelas diretrizes curriculares de cada curso de graduação, bem como suas habilidades e competências na compreensão de temas específicos a sua profissão e de âmbito geral. A avaliação abrange estudantes iniciantes e concluintes nos cursos de graduação, por amostragem. Foram organizadas algumas categorias, à luz das categorias do Conhecimento Base de Shulman [1], segundo o qual, se os conhecimentos dos professores fossem organizados em uma enciclopédia, as categorias principais deveriam, no mínimo, incluir o Conhecimento do conteúdo; o Conhecimento pedagógico geral; o Conhecimento curricular; o Conhecimento pedagógico do conteúdo; o Conhecimento sobre os aprendizes e suas características; Conhecimento de contextos educacionais enfim, o Conhecimento dos fins, objetivos, valores e fundamentos históricos e filosóficos educacionais. Para Shulman [1], o Conhecimento pedagógico do conteúdo é de particular interesse porque ele identifica o corpo distinto de conhecimento para o ensino, e representa uma composição de conteúdo e pedagogia em uma compreensão acerca de como determinados tópicos, problemas ou temas são organizados, representados e adaptados para os diversos interesses e habilidades dos aprendizes, e apresentados para o ensino. Para o presente estudo, o Conhecimento sobre os aprendizes e suas características e o Conhecimento curricular serão considerados como formas de Conhecimento pedagógico do conteúdo. Foram analisadas, de cada prova, 20 questões do Componente Específico - Núcleo Comum e 10 do Componente Específico - Licenciatura, ou seja, 30 questões que os estudantes da Licenciatura em Física deveriam responder. No total, foram analisadas 59 questões (uma questão foi anulada). Na análise buscou-se compreender quais conhecimentos eram foco de avaliação em cada questão, e que necessitariam ser mobilizados pelos licenciandos para respondê-las.

3. Resultados

O Quadro I mostra os resultados obtidos com as análises das duas provas, identificando o número de cada questão dentro da sua respectiva categoria.

Prova	Componente analisado	Categorias e Subcategorias			
		Conhec. do Conteúdo/Física	Conhec. Pedagógico do Conteúdo		
			Documentos Curriculares	Estratégia Didática	Conhec. Prévio dos Aprendizizes
2005	Comp. Específ.- Núcleo Comum (20)	04, 05, 06, 08, 09, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24	-	-	-
	Comp. Específ. – Licenciatura (10)	08, 25, 26, 27, 29, 30, 31	32	28 - ativ. experiment. 07 - exercícios/ Problemas	-
2008	Comp. Específ. - Núcleo Comum (20)	11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30	-	-	-
	Comp. Específ. – Licenciatura (09*)	41, 42, 45, 47, 50	44, 48 [02]	43 – ativ. experiment. 49, 50 – CTS	50 [01]
Totais	59	52	03	05	01

Quadro I: Número de questões em cada categoria, por Componente Específico (Núcleo Comum e Licenciatura), das Edições 2005 e 2008. (*) Uma questão nesse componente foi anulada, não tendo sido, portanto, analisada.

É apresentada a análise de uma questão, a de número 50 da prova de 2008, que faz parte do Componente Específico – Licenciatura. Esta foi a única, dentre todas as analisadas, que abordava conhecimentos de diferentes naturezas e por essa razão foi considerada em duas Categorias: *Conhecimento do Conteúdo* e *Conhecimento Pedagógico do Conteúdo*, sendo que nesta última, ainda pôde ser classificada em duas subcategorias: *Estratégia Didática* e *Conhecimento prévio dos aprendizizes*.

50. Nos circuitos das Figuras 1 e 2 abaixo, as pilhas e as lâmpadas são idênticas. Ao prever o brilho da lâmpada L1 em relação aos brilhos das lâmpadas L2 e L3, nos dois circuitos, é muito comum que alunos do Ensino Médio apresentem concepções alternativas às concepções científicas.

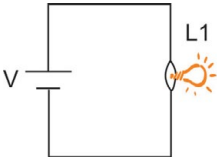


Figura 1

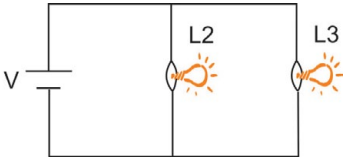


Figura 2

- a) A esse respeito, apresente uma concepção científica e uma possível concepção alternativa, com a justificativa que os alunos poderiam apresentar.
- b) Descreva uma estratégia de ensino contextualizada para que os alunos avancem em direção ao conhecimento científico, realizando aprendizagem significativa dos conceitos de corrente elétrica, resistência elétrica, resistência equivalente e diferença de potencial. Indique nessa estratégia como o mundo vivencial dos alunos e as relações de Ciência, Tecnologia e Sociedade (CT&S) podem ser considerados e os recursos metodológicos a serem utilizados. (ENADE – FÍSICA, 2008, p. 26).

No item (a) é necessário não só conhecer o princípio de funcionamento dos dois circuitos, prevendo o “comportamento” das lâmpadas no que se refere ao seu brilho nos diferentes circuitos (Conhecimento do Conteúdo), como também as possíveis concepções alternativas dos estudantes nesse conteúdo (Conhecimento Pedagógico do Conteúdo, mais especificamente Conhecimento sobre os aprendizes e suas características, na denominação de Shulman [1]), elemento esse largamente documentado nas pesquisas em ensino de física.

O item (b) por sua vez, traz vários elementos a serem analisados: O estudante deve projetar uma situação de ensino específica para conteúdos físicos (corrente, resistência, resistência equivalente e diferença de potencial), enfocando assim o domínio do Conhecimento do conteúdo. Nesse mesmo item, ainda é necessário que o futuro professor contextualize a estratégia de ensino proposta com o mundo vivencial do aluno, especificamente dentro do enfoque das relações Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), aqui considerado como estratégia didática.

4. Análises e Reflexões

Percebeu-se um forte predomínio de questões que avaliam o Conhecimento do Conteúdo, em detrimento de questões para avaliar o Conhecimento Pedagógico do Conteúdo. A organização da prova em si já privilegia o conhecimento do conteúdo quando propõe 20 questões do Núcleo Comum, frente a 10 questões específicas da Licenciatura, e essa tendência ainda fica mais reforçada com a ênfase observada nestas últimas 10 questões. Em relação às 20 questões que compunham o Componente Específico – Núcleo Comum, já esperávamos que tal ênfase seria encontrada, uma vez que estas se tratam de questões a serem respondidas por todos os alunos dos cursos de Física, independente da modalidade (Licenciatura ou Bacharelado). Entretanto, não se esperava que essa tendência continuasse a predominar no conjunto das questões que compunham o Componente Específico – Licenciatura. Focalizando o olhar apenas sobre as questões deste grupo, na prova de 2005 percebe-se que, de um total de 10 questões, 7 tomavam como centro da avaliação o Conhecimento do Conteúdo, e apenas 3 avaliavam o Conhecimento Pedagógico do Conteúdo. Destas 3, uma referia-se aos documentos curriculares, e outras duas às estratégias de ensino, mais especificamente às atividades experimentais e aos exercícios / problemas nas aulas de Física.

Já na prova de 2008, dentro deste mesmo Componente Específico – Licenciatura, há um equilíbrio entre o número de questões em cada uma dessas 2 principais categorias. Apesar do equilíbrio, é importante ressaltar que, das 9 questões (1 foi anulada), 4 dentro deste grupo avaliavam exclusivamente o Conhecimento do Conteúdo. Das 5 que pretendiam avaliar o Conhecimento Pedagógico do Conteúdo, 2 eram referentes aos Documentos Curriculares e 3 referiam-se às Estratégias de Ensino, mais especificamente às atividades experimentais (repetindo a estratégia referida em 2005) e ao enfoque CTS (aqui sendo considerado como estratégia de ensino).

Percebe-se ainda que praticamente todas as questões abordam de forma isolada os conhecimentos, pois do total analisado, apenas a questão número 50 de 2008 aborda de maneira articulada os conhecimentos do conteúdo e pedagógico do conteúdo.

É importante esclarecer que não se está considerando que as questões que compõem a prova, analisadas de forma isolada, são inadequadas. O que está sendo aqui criticada é a prova analisada em seu conjunto.

Os resultados permitem perceber que a concepção de formação docente subjacente à prova aplicada aos estudantes da Licenciatura em Física privilegia o Conhecimento do Conteúdo, em detrimento do Conhecimento Pedagógico do Conteúdo.

O ENADE pode ser tomado como um indicador para a melhoria dos cursos de graduação, através da análise do domínio de conhecimentos relativos ao exercício da profissão.

Assim, ainda seja apenas um dentre os diversos instrumentos do SINAES, tal prova pode vir a ser tomada como base para melhoria e reestruturação de cursos de Licenciatura em Física, já que do SINAES dependem o credenciamento, reconhecimento e renovação de reconhecimento dos cursos de graduação pelo MEC.

Avaliações externas, práticas formativas no Ensino Superior e o conhecimento produzido e acumulado sobre formação docente devem se influenciar mutuamente; mas o conhecimento já produzido sobre formação docente não parece estar sendo contemplado no ENADE aqui analisado.

5. Referências

- [1] SHULMAN, L.S. Knowledge and teaching: foundations of a new reform. *Harvard Educational Review*, v.57, n.1, p.1-22, 1987.
- [2] BRASIL. Ministério da Educação. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais. SINAES-ENADE. *Prova para os cursos de Física, 2005*. Disponível em: <http://download.inep.gov.br/download/enade/2005/provas/FISICA.pdf>. Acesso em 14/03/2012.
- [3] BRASIL. Ministério da Educação. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais. SINAES-ENADE. *Prova para os cursos de Física, 2008*. Disponível em: http://download.inep.gov.br/download/Enade2008_RNP/FISICA.pdf. Acesso em 14/03/2012.

#281

FALAR CIÊNCIAS COM CRIANÇAS DOS 4 AOS 6 ANOS: A TEMÁTICA DA ÁGUA EM CONTEXTO PRÉ-ESCOLAR

Ana Peixoto¹, Janete Sousa²

¹Instituto Politécnico de Viana do Castelo, Escola Superior de Educação

²Instituto Politécnico de Viana do castelo, Escola Superior de Educação

¹anapeixoto@ese.ipvc.pt

²netsousa_88@hotmail.com

RESUMO

No pré-escolar o significado que a criança atribui aos lexemas que vai verbalizando reflete a ligação entre aprendizagem e pensamento. O estudo desenvolveu-se num Jardim-de-infância. Recorreu à investigação-ação e envolveu 19 crianças dos quatro aos seis anos e pretendeu analisar as aprendizagens de conceitos científicos ligados à temática da água. Na recolha de dados optou-se por diários, grelhas naturalistas e registos audiovisuais. Os resultados apontam para a apropriação e correta verbalização, pela maioria das crianças, de estado líquido, sólido e temperatura em detrimento do estado gasoso. Fusão e evaporação foram os conceitos mais apropriados em detrimento da condensação e solidificação.

1. INTRODUÇÃO

Nos primeiros anos de vida, a criança deve envolver-se e ser envolvida em atividades de ciências. É nesta idade que a criança sente a necessidade de saber o porquê das coisas e se questiona acerca de tudo o que a envolve. Como nos refere Magalhães [1] a capacidade da criança em aprender novos termos em relação às outras idades é maior na faixa etária dos três aos cinco anos. Também Peixoto [2] alerta para a capacidade que a criança apresenta de atribuir significados físicos aos lexemas e à sua verbalização corretamente aplicada aos contextos em análise.

Segundo Reis [3], a ciência no pré-escolar constitui uma forma racional de descobrir o mundo, envolvendo o desenvolvimento da vontade da criança e da sua capacidade de usar vivências e construir de forma sistemática conceitos que a ajudam a entender as vivências do seu dia-a-dia. Refere ainda, a importância de integrar a abordagem das ciências com as outras áreas de saber contempladas no pré-escolar e que devem ser abordadas, com a criança, de uma forma investigativa.

Concomitantemente, e segundo Peixoto [2], estes primeiros anos são muito importantes no desenvolvimento de atitudes na criança relativamente às ciências, e devem assim também promover a análise e a discussão de estereótipos sobre a ciência, bem como estimular nas crianças a confiança e as suas capacidades para se envolverem em atividades de ciências. Neste processo, e segundo Reis [3], “as crianças necessitam de ser confrontadas com situações educativas que lhes permitam aprender a formular e a investigar problemas, a obter dados e a representá-los, organizá-los e analisá-los” (p. 16), para assim estimular nas crianças a construção e fundamentação do seu saber, ampliando simultaneamente, a sua argumentação. Neste sentido, as crianças são possuidoras de um grande desejo de querer saber, são “cientistas activos” [3, p. 16]. O mesmo autor refere, neste contexto, que ao estarem diretamente envolvidas nas atividades, tentam procurar satisfazer a sua curiosidade sobre o mundo que as rodeia.

Muitas das “competências científicas” [3, p. 17], como a formulação, o planeamento e a execução de investigações podem ser utilizadas, levando ao desenvolvimento do pensamento crítico e da capacidade de resolver problemas, tanto em contexto escolar como no dia-a-dia. O mesmo autor salienta, que as ciências sempre que estimuladas constituem um grande passo para a assimilação e adaptação das crianças ao mundo em que vivem. Deste modo, o pré-escolar constitui um tempo e um espaço para que as crianças contactem e experimentem uma grande diversidade de situações e fenómenos. Atendendo a tudo o que foi anteriormente explicitado, pretende-se no presente estudo, analisar até que ponto uma estimulação adequada da comunicação verbal das crianças relacionada com termos próprios das ciências, focados em fenómenos físicos relacionados com a água, propicia a aprendizagem de crianças, dos 4 aos 6 anos de idade e a correta aplicação desses conceitos a novas situações, numa temática alargada e enquadrada no “Falar ciências com crianças dos 4 aos 6 anos de idade”, focada na questão de investigação: Será que as atividades desenvolvidas no âmbito das ciências influenciam a apropriação que as crianças fazem dos termos científicos utilizados?

2. METODOLOGIA ADOTADA

Este estudo, de natureza qualitativa, apoiado num desenho de investigação-ação, teve como objetivos: a) Desenvolver atividades de ciências com crianças na temática dos estados físicos da água e das mudanças de estado físico; b) Promover a linguagem científica usada pelas crianças nas atividades de ciências implementadas; c) Analisar a evolução/adequação da linguagem científica às outras atividades de ciências implementadas que envolvam os mesmos conceitos. Integrado na Prática de Ensino Supervisionada II no Mestrado em Educação Pré-escolar da ESE de Viana do Castelo, este estudo desenvolveu-se numa sala de um jardim-de-infância do Agrupamento de Escolas do Monte da Ola, envolvendo um grupo de 19 crianças em contexto pré-escolar. Este grupo era maioritariamente masculino (74%), estando o género feminino apenas

representado por 26% dos participantes. Em relação à idade, este grupo distribuía-se pela faixa etária dos quatro (2 crianças), cinco anos (14 crianças) e seis anos (3 crianças), sendo que a idade dominante era os cinco anos, tratando-se portanto de um grupo heterogéneo. Uma das crianças com 6 anos foi sinalizada Necessidades Educativas Especiais (NEE), apresentando um espectro do autismo. No estudo todas as crianças foram codificadas atribuindo-se uma letra a cada criança, ou duas caso fosse verificada a existência da primeira letra. Também participaram neste estudo, mas de forma indireta, o par pedagógico e a educadora cooperante. O par pedagógico desempenhou um papel muito importante aquando da recolha de dados resultantes das narrativas, usando o diário do investigador e as grelhas de observação como instrumentos de recolha de dados. A estes instrumentos acrescesse os registos áudio, vídeo e fotográficos e os desenhos das crianças. A todos estes instrumentos foi aplicada uma análise de conteúdo a partir de categorias emergentes de análise. A tabela 1 apresenta as tarefas que foram planificação.

Tabela 1

Tarefas planificadas

Atividade	Dia da realização	Duração
1ª - “Estados físicos da água”	31 de Março de 2011	40 minutos
2ª - “Identificar os estados físicos em situações reais”	7 de Abril de 2011	30 minutos
3ª - “Construção do ciclo da água”	28 de Abril de 2011	40 minutos
4ª - “Temperatura e os estados físicos”	2 de Maio de 20011	20 minutos
5ª - “Mapa conceptual do ciclo da água”	26 de Maio de 2011	45 minutos
6ª - “Construção da história”	8 de Junho de 2011	40 minutos

3. ALGUNS RESULTADOS

Relativamente à primeira e segunda atividades (tabela 1) quando as crianças foram questionadas acerca de “Onde podemos encontrar água?” pôde-se constatar que nem todas as crianças responderam à questão colocada (35%) e que algumas delas associaram mais do que um local onde poderia existir água. Dentro dos locais referidos pelas crianças salienta-se o copo e o mar, ambos com uma percentagem de 14%, seguindo-se as torneiras e as mangueiras, com uma percentagem de 11% das respostas, e as garrafas com uma percentagem de 7%. Com percentagem igual a 4% (1 resposta) encontram-se os rios, a lama, a chuva, as nuvens e em todo o lado. De referir que em todas as respostas está subjacente que as crianças se referem a água no estado líquido. Apenas a criança R e a

criança MJ fazem referência a água em outros estados físicos, pois referem que podemos encontrar água nas “nuvens” e “em todo lado”. Dado o elevado número de não respostas, optou-se por formular duas novas questões: “Mas o gelo não é água? Qual é a diferença?”. A estas questões as crianças responderam de forma diferenciada. Pela análise das respostas verificou-se que 45% das crianças não responderam às questões. Neste grupo estão presentes cinco crianças que também não responderam à questão anterior (L; D; RO; SA; MAR). Neste grupo encontra-se a criança RO que como já foi referido é uma criança sinalizada com NEE. Pode-se constatar que um grupo de crianças tem a noção clara de que o gelo corresponde a água no estado sólido, verificando-se nas narrativas das crianças MA, SL, AN, SR, DPA e SB, enquanto outro grupo de crianças considera que o gelo é diferente de água, referindo as narrativas das crianças G, R e DPE. As respostas referidas como “não, derrete e faz água” e “só serve para feridas” apresentam a mesma percentagem de 18%, seguindo-se, com a mesma percentagem, a resposta das crianças MA e SL que afirmam que gelo “é água só se deixarmos um tempo na arca”. Com uma percentagem de 9% apresentam-se as respostas “é”, “não vive debaixo de água”, “é, se colocado num sítio e espera-se fazendo gelo” e por último a criança SB respondeu “pôr água no congelador e fica cubos de gelo”. As últimas duas respostas evidenciam que as crianças já referem que gelo é água noutro estado físico embora não o refiram com esta linguagem. Após esta exploração surgiu a seguinte questão: “Qual é a diferença entre água no estado líquido e água no estado sólido?” A esta questão 53% das crianças não se pronunciaram, continuam a não responder à questão as crianças L; RO; SA; e MAR. A criança D que não respondeu às questões anteriores, refere agora que “estão muito frias”. Constata-se que as crianças que responderam associam a água no estado líquido a água normal e água mole. A água no estado sólido é associada a água dura, e água a temperatura baixa, ou seja, na linguagem das crianças “água fria”. Após tocarem na água no estado sólido e líquido poucas crianças se pronunciaram relativamente à diferença da água nos dois estados físicos. A maioria das crianças que se pronunciam (27%) afirmou que a água no estado sólido é fria (R, AN, C, MA, SB, AD MJ) e a água no estado líquido é normal (C, MA, SB, AD). Assim, com uma percentagem de 5% resultaram as evidências “um é duro outro é mole”, “um é normal e o outro tem que se pôr na arca fria”, “uma está mais fria do que a outra” e “estão muito frias”. Como associado às respostas das crianças surgiu o conceito de temperatura optou-se por formular uma questão que evidenciasse a noção das crianças acerca deste conceito. Assim, foi colocada a questão “Será que posso medir a temperatura da água no estado líquido e a água no estado sólido?”. Após elas verificarem que a água no estado sólido estava a passar para o estado líquido, surgiram as questões para o estado gasoso.

Consequentemente, às reações das crianças em relação a este estado físico após ser observado, foi abordada a questão de que o que aconteceria à água no estado líquido se a aquecermos? Com percentagem igual de 5% obtiveram-se as respostas “fica fria”, “fica

líquido” e “vai fazer bolinhas”. A criança que pronunciou “líquido” aplicou um conceito científico, mas não associou a outro estado físico. Foi em contexto das respostas anteriores que se formulou a próxima questão “para onde ia a água que estava a ferver, se o recipiente estivesse destapado?”. As crianças que responderam foram as mesmas que se pronunciaram na questão anterior. Verificamos que 68% das crianças não se pronunciaram. Podemos constatar que 16% responderam que a água “sobe”, com 11% pronunciaram que “sai vapor, sentindo água” e com percentagem igual de 5% responderam que “desaparece” e que “aquece muito para fazer bolinhas”.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Todas as atividades realizadas com as crianças mostraram-se adequadas ao seu grau de desenvolvimento e entendimento, tendo-se constatado alguns dos aspetos identificados pelos autores referidos na literatura como Veiga [4], Veja [5], Peixoto [2], quando salientavam aspetos relacionados com a motivação das crianças na realização de atividades de ciências, bem como, a importância da abordagem das ciências, nestas idades sendo fundamental para compreenderem e incentivarem as crianças à aprendizagem das ciências. Verificou-se, ainda, que as atividades de maior proximidade com as crianças, foram, por exemplo: a confeção de gelados, a construção do ciclo da água e a participação na história do ciclo da água. Nestas atividades envolveram-se um maior número de crianças chegando a atingir a totalidade das crianças. A primeira atividade foi a que mostrou menor envolvimento por parte das crianças, talvez devido ao facto de ser a primeira abordagem das ciências com estas crianças, levando-as a serem receosas face às respostas pretendidas. Nesta atividade poderia ter sido favorável a representação gráfica das atividades por parte das crianças no sentido de identificar os seus níveis de compreensão dado não verbalizarem os seus pensamentos. Como o estudo se centrava no falar ciências essa opção foi conscienciosa. O intervalo de tempo decorrido entre as atividades também não se mostrou o mais adequado. Este fator foi alheio ao investigador. Considera-se que uma abordagem mais sistemática poderia ter resultado em aprendizagens mais concisas. Em relação ao segundo objetivo do estudo: Promover a linguagem científica usada pelas crianças nas atividades de ciências implementadas”, os resultados apontam para, numa fase inicial, um terço das crianças apenas identificava água no estado líquido, considerando que a água nos outros estados físicos não era água. Esta constatação verificava-se também, numa fase inicial para o estado sólido, onde apenas um terço das crianças identificava o gelo como sendo água no estado sólido; verifica-se que as crianças manifestam diferentes tempos de reflexão optando muitas vezes por não verbalizar o seu pensamento. No entanto, manifestam-no noutro tipo de registos como por exemplo os desenhos. Quanto às mudanças de estado físico envolvidas no ciclo da água constata-se que o conceito científico de fusão foi apropriado por cerca de metade das crianças envolvidas neste estudo. O conceito de evaporação foi o que

manifestou um maior número de respostas favoráveis correspondendo à quase totalidade das crianças (apenas não respondeu RO). Quanto ao conceito de condensação apenas cerca de um terço das crianças manifestou apropriação deste conceito. O conceito de solidificação foi entendido por muitas crianças embora só tenha sido, corretamente verbalizado pela criança AN. Durante a realização das atividades implementadas foi utilizada linguagem científica, de modo a que as crianças verbalizassem os conceitos abordados nas atividades de forma correta.

5. REFERÊNCIAS

- [1] Magalhães, L., Canonicidade, paisagem da acção e paisagem da consciência: compreensão e produção de histórias por crianças pré-escolares. Tese de Doutoramento (não publicada). Braga: Universidade do Minho (2000).
- [2] Peixoto, A., A criança e o conhecimento do mundo: actividades laboratoriais em ciências físicas. Novembro (2008).
- [3] Reis, P., Investigar e descobrir: actividades para a educação de infância em Ciências nas primeiras idades. Edições Cosmos (2008)
- [4] Veiga, L. (Coord.), Formar para a Educação em Ciências na Educação pré-escolar e no 1º ciclo do ensino básico. Inovar para crescer - Instituto Politécnico de Coimbra (2003).
- [5] Vega, S., Ciencia 0-3: Laboratorios de ciencias en la escuela infantil. Editorial Graó (2006).

#282

COMUNICAR CIÊNCIAS NA EDUCAÇÃO PRÉ-ESCOLAR: EXPLORAÇÃO DE ATIVIDADES POER NO FENÓMENO DE FLUTUAR E AFUNDAR¹

Ana Peixoto^{1,2}

¹ CIEd Centro de Investigação em Educação – Universidade do Minho

² Instituto Politécnico de Viana do Castelo, Escola Superior de Educação

anapeixoto@ese.ipv.pt

RESUMO

As crianças aprendem ciências nas suas primeiras interações, na forma como tocam e exploram os objetos. Estes primeiros contactos são o trampolim para futuras investigações. Neste estudo, desenvolvido com 43 crianças (dos 3 aos 5 anos), procurou-se entender como as crianças comunicam o fenómeno de flutuar e afundar, recorrendo a atividades prevê-observa-explica-reflete. Os resultados mostraram que, numa primeira fase, as crianças atribuem ao material, à forma, ao tamanho dos objetos a propriedade de flutuar e/ou afundar. Numa segunda fase, quando confrontadas com as diferentes forças envolvidas no fenómeno apresentam níveis justificação mais complexos que se afastam das suas primeiras justificações.

1. INTRODUÇÃO

A criança aprende ciências através das interações com o mundo físico, apoiada na observação detalhada dos objetos, na forma como os examina, transforma e altera as suas posições [1]. Quando a criança interage com o mundo físico atribui significado a todas as suas ações e a partir daí constrói as suas primeiras teorias. Esse significado pode estar ancorado em experiências anteriores ou na construção de um novo significado que a criança está a construir. A narrativa extraída de uma atividade que decorreu num Jardim-de-infância com crianças com 4 anos de idade é um exemplo ilustrativo dessa forma de aprender:

Numa atividade de identificação de objetos que flutuam e que afundam uma Educadora de Infância (EI) recorreu a várias bolas que ia colocando num recipiente com água. À medida que os colocava questionava as crianças acerca do que elas achavam que iria acontecer quando ela os colocasse na água. Começou por uma bola de pingue-pongue. As crianças responderam em coro: – Flutua! E flutuou. Depois passou para uma bola de futebol e todas as crianças acharam que iria flutuar. Colocou um berlinde e as crianças acharam que

iria afundar. E afundou. Depois colocou outro berlinde e novamente as crianças acharam que iria afundar. Mas não é que flutuou. O António (4 anos) ficou a olhar para o berlinde e disse: – Esse berlinde está estragado. EI– Por que é que dizes isso? António: – Eu já fiz essa experiência em minha casa e afundou. O berlinde está estragado. EI: – Então chega aqui. Pega no 1.º berlinde e agora pega neste. Achas que são iguais. António: Não! EI: Porquê?”. No contexto da narrativa anterior o que significa observar para a criança? Contrariamente a simples ver ou olhar sem sentido, observar significa estar envolvido com aquilo que olha (observa), dar-lhe sentido e a partir daí envolver-se numa exploração ativa, com base nas suas teorias construídas. Assim a criança examina o objeto mas já condicionada pelos seus referenciais, as suas ideias, apoiadas naquilo que acredita. Transforma com base naquilo que examinou e depois altera o que considera relevante [2]. Quando a atividade, proposta pelo EI se encontra estruturada com o objetivo de reconstruir o conhecimento concetual da criança a forma de evidenciar o seu conhecimento pode ser mais facilitada, tendo neste contexto as atividades laboratoriais do tipo POER um papel fundamental [3]. Tal como afirma Peixoto [4] “parece, portanto pertinente repensar as práticas dos EI de forma a estimular as crianças para uma formulação de níveis de conceptualização cada vez mais complexo de modo a aproximar esses níveis de conhecimento ao cientificamente correcto.” (p. 1165)

2. METODOLOGIA ADOTADA

Este estudo, de natureza qualitativa e apoiado num desenho de investigação-ação, teve como objetivos: (1) Identificar as teorias das crianças relativas ao fenómeno de flutuar e afundar; (2) Promover atividades que fomentem nas crianças ideias mais complexas acerca dos fenómenos de flutuar e afundar; (3) Sustentar as teorias das crianças sobre flutuar e afundar em princípios físicos. Nele estiveram envolvidas 43 crianças com idades compreendidas entre os 3 e os 5 anos subdivididas em dois grupos ($n_1=19$; $n_2=24$), pertencentes a duas salas de Jardim-de-Infância da rede pública (concelhos de Viana do Castelo) de dois Agrupamentos de Escolas. Envolveu, ainda, duas Educadoras de Infância e duas educadoras de infância/estagiárias.

Tendo como ponto de partida a realização de atividades laboratoriais POER [4], seguiu-se uma estratégia que permitia às crianças apresentarem, individualmente, as suas previsões, fundamentando-as (P). A partir dessas narrativas as educadoras de infância/estagiárias identificavam as teorias das crianças que justificavam as suas previsões, partindo sempre de objetos familiares às crianças (laranja, bola de pingue-pongue, bola de matraquilhos, bola de ténis, bola de esferovite, bola de golf, bola de bilhar, berlinde de diferentes cores, tamanhos e materiais, bola de futebol, balões cheios com ar, água no estado líquido e água no estado sólido). Identificadas essas teorias partiam à observação e realização individual de cada uma das atividades (O) e à explicação por parte das crianças das razões do comportamento do objeto e do fenómeno observado,

comparando ou contrapondo com as previsões com a observação (E). Posteriormente, através de debate, procediam a uma reflexão acerca das previsões efetuadas, do observado e da sua explicação formulando novos níveis de explicação apoiadas em princípios físicos, dando a possibilidade de cada criança apresentar e realizar atividades complementares para justificar a sua reflexão. Cada atividade apresentada era escolhida com base na fundamentação das crianças de modo a apoiar, ou contrariar, as suas explicação consoante se aproximavam, ou não, da justificação física correta. Todas as fases destas atividades foram registadas em vídeo e efetuado uma análise de conteúdo com posterior formulação de categorias emergentes de análise das respostas das crianças com determinação da frequência absoluta e relativa. Esta opção permitia o registo das narrativas das crianças. Para garantir o anonimato dos dados optou-se por codificar as crianças atribuindo a inicial do primeiro nome e, em alguns casos, uma segunda inicial quando se verificava a existência da primeira inicial.

3. ALGUNS RESULTADOS

Constatou-se que no grupo n_1 as crianças já apresentavam experiências formais anteriores relativamente ao fenómeno de flutuar e afundar abordado por professoras de ciências do 2º ciclo do ensino básico. Neste grupo constatou-se que as crianças apresentavam apenas as suas previsões quando eram confrontadas com objetos conhecidos do seu quotidiano (laranja, bola de pingue-pongue) estabelecendo uma previsão adequada ao que observaram em contexto. O mesmo não se verificou com as crianças do grupo n_2 que, face à inexistência dessa abordagem estruturada, respondiam inadequadamente para o caso da bola de pingue-pongue (afunda, 83,3%) mas adequadamente para a bola de esferovite e para a laranja (flutua, 83,3%). Nas suas fundamentações umas crianças alegavam que os objetos afundavam porque eram pequenos (46,7%), enquanto outras argumentavam que eles afundavam porque eram grandes (10%), ou ainda, porque eram pesados (30%) e flutuavam porque eram leves (50%), atribuindo assim, isoladamente, ao tamanho e ao peso as razões pelo flutuar e afundar. No grupo n_1 mesmo quando constataavam que objetos mais pesados flutuavam e mais leves afundavam (caso da laranja e do berlimde de vidro) argumentavam que a laranja flutuava porque era um fruto. Esta argumentação era dada também para a maçã encontrando-se uma relação nas respostas das crianças entre o conjunto a que pertence determinado objeto e as propriedades de flutuar e afundar com base na argumentação de que todos os frutos flutuam. Quando confrontados com berlindes do mesmo tamanho feitos de materiais diferentes e apresentando a mesma cor (fig. 1) argumentavam que uns eram mais pesados do que outros. Como se pode verificar as crianças isolam os fatores que interferem no fenómeno não os relacionando. Este tipo de relação entre a formação de conjuntos e a propriedade de flutuar e afundar foi também verificada para outros objetos – todas as bolas flutuam, todas as pedras afundam. Relativamente ao grupo n_2 , sem experiência anterior, as crianças respondiam às previsões,

por vezes adequadamente, por vezes fazendo previsões não correspondente com o observado, no entanto respondiam na totalidade as todas os pedidos de previsão. Nesta fase detetou-se uma maior adequação das previsões nos objetos mais familiares às crianças e uma adequação das previsões com o observado anteriormente – se a bola de pingue-pongue flutua a de matraquinhos também flutua (100%).

Esta constatação levou as EI a desafiar as crianças a sentirem a força que a água faz, tentando imergir um balão no interior de um recipiente com água (fig. 2 e fig.3).



Fig. 1. Berlindes colocados em água que manifestam comportamentos diferentes.



Fig. 2. Sentir a força de impulsão da água.



Fig. 3. Desenho sobre a impulsão.

Após a realização da tarefa com o balão as crianças evidenciaram a compreensão da existência das duas forças. A narrativa seguinte espelha uma das afirmações das crianças: “a água tem mais força e o balão tem pouca força”

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados deste estudo permitem constatar que as crianças não apresentam as suas previsões de forma não fundamentada. Quando questionadas acerca do que pensam que irá acontecer fundamentam as suas previsões nas suas experiências pessoais. Essas fundamentações vão variando consoante as experiências das crianças são mais estruturadas verificando-se, neste último caso, níveis de previsão com fundamentação diferentes, a maioria apoiada em similaridades dos materiais. A criança opta por estabelecer uma relação entre comportamento do objeto apoiado ou na forma, ou no peso, ou no material de que é feito o objeto não estabelecendo uma relação conjunta entre esses fatores. A noção quanto à inexistência da força de impulsão foi manifestada por parte de todas as crianças que quando submetidas a tarefas nas quais sentiam a força de impulsão demonstraram ter compreendido a relação entre as forças. Constata-se que as crianças que passaram anteriormente por tarefas mais formais de exploração do fenómeno argumentavam com base no peso recorrendo aos lexemas leve e pesado. Mais uma vez as atividades laboratoriais do tipo POER manifestaram-se muito adequadas para estas idades indo ao encontro de resultados de outros estudos [2]. Os resultados deste estudo apontam para o facto de a reflexão contemplada nas atividades laboratoriais do tipo POER

se apresentar um grau de dificuldade principalmente para crianças com 3 e 4 anos. As crianças com 5 anos manifestaram menos dificuldades. Constatou-se ainda que muitas crianças quando verificavam que o que observavam não correspondia ao que tinham previsto optavam por não responder. Tal como em outros estudos como por exemplo [1] verifica-se que as crianças manifestam diferentes tempos de reflexão optando muitas vezes por não verbalizar o seu pensamento. No entanto manifestam-no noutro tipo de registos como por exemplo os desenhos.

4. REFERÊNCIAS

- [1] Peixoto, A., A criança e o conhecimento do mundo: actividades laboratoriais em ciências físicas, 122-149. Novembro (2008).
- [2] Peixoto, A., Actividades do tipo POER na Educação Pré-Escolar: um tema das ciências físicas, Revista Ibero-Americana da Educação, 53, 5 (2010)
- [3] Leite, L., As actividades laboratoriais e o desenvolvimento conceptual e metodológico dos alunos, Boletim das Ciencias, 51, 83-98 (2002)
- [4] Peixoto, A., Níveis de conceptualização de fenómenos sonoros em crianças dos três aos seis anos, In Actas do XIII Encontro Nacional de Educação em Ciências, Paixão & Jorge (Coord.), 1158-1167, Escola Superior de Educação de Castelo Branco (2009)

#293

OLHANDO PARA A SOMBRA: UMA EXPERIÊNCIA NO JARDIM DO PAÇO DE CASTELO BRANCO

F. Paixão¹, F. R. Jorge², M. H. Martins³

¹ Escola Superior de Educação, Instituto Politécnico de Castelo Branco

& Centro de Investigação Didática e Tecnologia na Formação de Formadores, Universidade de Aveiro, Aveiro
mfpaixao@ipcb.pt

² Escola Superior de Educação, Instituto Politécnico de Castelo Branco

& Centro de Investigação Didática e Tecnologia na Formação de Formadores, Universidade de Aveiro, Aveiro
frjorge@ipcb.pt

³ Jardim de Infância da Santa Casa da Misericórdia de Castelo Branco

hellenmartins04@hotmail.com

RESUMO

Tendo como objetivo avaliar o contributo da interação entre dois contextos (sala de aula e Jardim do Paço de Castelo Branco), desenvolveu-se um estudo com alunos de 4º ano do 1º Ciclo do Ensino Básico (1º CEB). Construíram-se recursos didáticos integrando situações que proporcionaram a observação e a compreensão da interseção da luz pelos objetos opacos – formação da sombra. Apresentam-se os resultados obtidos, no que respeita às representações dos alunos e analisam-se as suas dificuldades. Salienta-se a necessidade de uma exploração mais profunda do tema e a consequente necessidade de maior formação em física dos professores do 1º CEB.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente é consensual o reconhecimento da importância da educação para uma cultura científica e tecnológica, na formação de cidadãos conscientes, numa perspetiva de desenvolvimento individual e social [1]. Ao mesmo tempo, as orientações internacionais sobre o ensino das ciências para os primeiros anos de escolaridade, tal como os documentos curriculares portugueses, salientam a importância do conhecimento científico proporcionado aos alunos através de experiências de aprendizagem decorrentes de situações quotidianas, numa dimensão integradora. Neste sentido, incentiva-se a diversificação das práticas e dos contextos utilizados para promover a aprendizagem, estabelecendo a complementaridade entre espaços formais, tradicionalmente associados à escola, e espaços não formais, pelo crescente potencial educativo destes [2-3-4-5].

Das considerações feitas, entendemos que o Jardim do Paço Episcopal de Castelo Branco, construído no século XVIII, apresenta potencialidades educativas que permitem o desenvolvimento de atividades com alunos do 1º Ciclo do Ensino Básico (1º CEB), explorando as suas vertentes histórica, social e cultural, numa perspetiva interdisciplinar com as ciências.

Sendo a sombra um fenómeno que intriga e fascina as crianças, mas que suscita algumas questões, nem sempre compreendidas de forma clara, a possibilidade de exploração de fatores que influenciam a sombra de um objeto, através da observação e registo da própria sombra, poderá contribuir para a aprendizagem de conteúdos científicos [6]. Numa perspetiva histórica, a sombra, nomeadamente a variação da medida do seu comprimento e a variação da sua orientação, ao longo do dia, foi utilizada como forma de medição do tempo, através da conceção e utilização de relógios de sol. Existe, no Jardim do Paço de Castelo Branco, um belo exemplar de um Relógio de Sol (Figs. 1 e 2).



Figuras 1 e 2. Relógio de Sol no Jardim do Paço

2. PROBLEMÁTICA E OBJETIVO DO ESTUDO

Tomando como problemática de investigação compreender em que medida a realização de atividades práticas/experimentais no Jardim do Paço se repercute nas aprendizagens de Ciências, desenvolveu-se um estudo, numa metodologia de Investigação-Ação, envolvendo uma turma de 24 alunos de 4º ano do 1º CEB. Reconhecendo a importância da exploração de situações que proporcionam a observação e a compreensão da interseção da luz pelos objetos opacos – formação da sombra, definimos como objetivo conceber, validar e implementar recursos didáticos, articulando os dois contextos educativos.

3. DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE

Na visita de estudo ao Jardim do Paço foi desenvolvido um conjunto de quatro atividades, relacionadas com elementos do Jardim. A que aqui apresentamos foi induzida pela presença do Relógio de Sol e conduziu à exploração da sombra pelos alunos. Cada aluno devia fazer os registos no seu Guião (Fig. 3).

OLHANDO PARA A SOMBRA ...

Dirige-te ao ponto I.

1-Questão-problema:

- Qual a relação da medida da altura de cada elemento do grupo com a medida do comprimento das suas sombras?

Eu penso ... e vou registar:

2-Vamos medir ...

- A altura, em cm, de todos os elementos do grupo;
- O comprimento, em cm, da sombra de cada um.

NOME	ALTURA (cm cm)	COMPRIMENTO DA SOMBRA (em cm)

O que verificaste?

3-Imagina que fazes uma viagem no tempo. Estás no século XVIII, passeias neste Jardim e queres saber as horas.


- Consegues descobrir um relógio que só funciona em dias de sol?
- Identifica-o com um S na planta do Jardim.
- Completa a legenda do teu mapa.
- Regista as horas que ele marca.

Regista as horas que o teu relógio marca.


Verificas alguma diferença? Qual?

4-Para o teu grupo se proteger do calor do sol, qual a situação em que a árvore pode proporcionar a maior sombra possível, a A ou a B?

Tenta representar a sombra de cada uma das árvores.



A



B

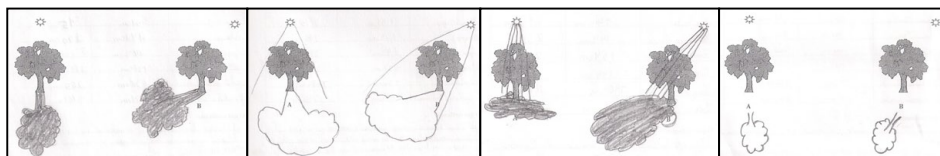
Figura 3. Guião do aluno relativo à atividade “OLHANDO PARA A SOMBRA”

A atividade começava por confrontar os alunos com uma questão-problema, relativamente à qual indicava que registassem as suas previsões e, em seguida, medissem a altura de cada elemento do grupo e o comprimento da sua sombra, averiguando qual a relação entre as duas medidas, naquele momento do dia, com sol descoberto. Em seguida, o Guião sugeria aos alunos a observação atenta do Relógio de Sol existente no Jardim, para compreender o seu funcionamento, relacionando-o com a variação da sombra produzida pelo gnómon, ao longo do dia, comparando, depois, as horas marcadas com as dos relógios atuais. Para terminar a tarefa, os alunos deviam representar a sombra de duas árvores, atendendo à posição do sol.

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

No que diz respeito à questão-problema colocada aos alunos, acerca da relação da medida da altura de cada elemento do grupo com a medida do comprimento da sua sombra, naquele momento do dia, as previsões foram distintas: i) *Eu acho que a sombra é maior do que a [minha] altura*; ii) *Eu penso que a sombra é igual à nossa altura*. Os alunos registaram, também, as conclusões retiradas da comparação entre a medida da altura de cada elemento do grupo e a medida do comprimento da sua sombra: i) *Medimos o comprimento da nossa sombra e comparámos com a nossa altura. A sombra é mais alta*; ii) *Ao medir a sombra chegámos à conclusão que quanto maior é a pessoa maior é a sombra*. Sobre as conclusões dos alunos, registámos, em notas de campo, a necessidade de desenvolver, posteriormente, esta atividade de modo a permitir-lhes compreender que as suas conclusões não eram válidas ao longo de todo o dia. Também o Relógio de Sol

estimulou a curiosidade dos alunos, levando uma aluna a questionar-se e avançar uma possível solução para o seu problema, mesmo que afastada da lógica do funcionamento do Relógio de Sol que exige que este mantenha uma orientação fixa: - *Hoje gostei muito de ver o Relógio de Sol porque é a partir da sombra que se veem as horas. Quando não havia sol como é que funcionava o relógio? Se calhar utilizavam o fogo para fazer luz e conseguiam ver as horas?* A proposta final do Guião sugeria a observação de uma figura com duas árvores idênticas e, atendendo à posição do sol, a representação das suas sombras, referindo em qual das situações poderia ser proporcionada a maior sombra possível, tendo sido assinalada, em todos os casos, a situação B (lado direito) (Figs. 4 a 7).



Figuras 4 a 7. Exemplos de representação da sombra das árvores

As figuras 4, 5 e 6, contrariamente à figura 7, têm em conta que a sombra não pode estar afastada da base da árvore pois é provocada pelo fato de esta ser um objeto opaco, ligado ao solo. Contudo, apenas a figura 5 delimita a dimensão das sombras através da representação dos raios solares, considerando que na figura 4 a posição do sol não é sobre a árvore, mas atrás (não havia indicação explícita no Guião). Na figura 6, apesar de o aluno representar alguns raios solares, estes apenas o orientam na decisão sobre a direção da mancha de sombra, parecendo, até, que os raios luminosos atravessam a árvore, terminando na zona de sombra.

Em sala de aula, um dos alunos registou, em desenho (Fig. 8), a atividade “Olhando para a sombra”. Também nesta representação, uma observação atenta permite-nos identificar dificuldades quanto à formação e à natureza da sombra: i) a orientação da sombra, relativamente à fonte de luz deveria, no caso apresentado, aparecer no lado oposto àquele em que é desenhada; ii) sendo a criança um corpo opaco, a representação da sua sombra não pode evidenciar o rosto de modo mais claro; e iii) a localização da sombra, relativamente ao objeto que a produz, surge, no desenho, afastada e desligada do objeto. Contudo, é de salientar que, no desenho, os dois alunos representados a efetuar a medição da sombra, o fazem tomando como ponto inicial os pés do colega.

#303

PAPEL DA MEDIAÇÃO DO PROFESSOR NA PROMOÇÃO DO TRABALHO EPISTÊMICO DOS ALUNOS DURANTE O USO DE SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS

Elisa Saraiva, Ana Edite Cunha, Carla A. Santos, J. Bernardino Lopes, J. Paulo Cravino

Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, Portugal

Escola de Ciências e Tecnologia

E-mail: elisasaraiva@hotmail.com; anaedite1@sapo.pt; carla.manuela.santos@gmail.com; bloopes@utad.pt, jcravino@utad.pt

RESUMO

Nesta comunicação pretende-se identificar e descrever as ações da mediação do professor, durante o uso de simulações computacionais em aulas de ciências físicas (ensino secundário), que têm influência na promoção de trabalho epistémico dos alunos. As simulações computacionais são importantes ferramentas ao dispor dos professores, cuja influência positiva no desenvolvimento de competências dos alunos tem sido amplamente abordada na literatura. Descreve-se as características da mediação do professor que ajuda os alunos a desenvolver competências de utilização do conhecimento científico em contexto real, e a fazer a ponte entre o mundo observável e a teoria.

1. INTRODUÇÃO

Este estudo tem como objetivo identificar e descrever as ações da mediação dos professores [1-2], durante o uso de simulações computacionais em aulas de ciências físicas do ensino secundário, e sua influência na promoção de trabalho epistémico dos alunos. Em particular, descrever as características da mediação do professor que ajudam os alunos a desenvolver competências de utilização do conhecimento científico em contexto real, e a fazer a ponte entre o mundo dos objetos e eventos (mundo observável) e o mundo da teoria e dos modelos [3-4].

As simulações computacionais são um importante recurso, cada vez mais ao dispor dos professores e dos alunos, que permitem a exploração de novas estratégias de ensino e aprendizagem [5]. Têm um potencial de criação de ambientes facilitadores da aprendizagem, que vai muito além do facultado por outros recursos tradicionalmente utilizados [6], na medida em que as simulações têm um impacto significativo sobre os

padrões de interação estabelecidos em sala de aula [5]. Permitem recriar na sala de aula problemas do mundo real, tornando o currículo mais interessante para o aluno [6], e possibilitando uma melhoria das suas aprendizagens.

No entanto, a utilização de simulações computacionais em sala de aula requer, por parte dos professores, o desenvolvimento de conhecimento profissional que lhes permita, não só saber usá-las de forma adequada, mas também saber como e quando prestar aos alunos o devido suporte epistêmico [7] através das ações da sua mediação [1-2], para que estes trabalhem de forma autónoma, mas sustentada, e se envolvam em atividades que lhes permitam desenvolver atitudes positivas em relação à ciência (e à forma como esta se faz), construindo significados associados ao trabalho prático [8] e desenvolvendo competências [9]. O desenvolvimento de competências epistémicas na sala de aula de ciências Físicas deverá ocorrer através da realização de práticas epistémicas, isto é, o aluno deve envolver-se em práticas para a construção do seu conhecimento, que têm como referência as práticas de construção de conhecimento no contexto da produção científica [10-12]. As práticas epistémicas podem emergir das atividades dos alunos [13], quando estes resolvem com autonomia um problema ou desafio.

2. METODOLOGIA DA INVESTIGAÇÃO

Este trabalho consiste num estudo multi-casos [14], envolvendo três professoras do ensino secundário, a lecionar as disciplinas de Física e Química A (10º ano) e de Química (12º ano) em três escolas públicas do norte de Portugal. As principais características e informações relativas aos três estudos de caso são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1: Principais características dos três estudos de caso

	Professor A	Professor B	Professor C
Género	Feminino	Feminino	Feminino
Formação académica	Doutoranda em Didática das Ciências Físicas	Doutoranda em Didática das Ciências Físicas	Doutoranda em Didática das Ciências Físicas
Experiência na docência	15 anos	23 anos	22 anos
Nível de ensino e tópico lecionado	Química 12º ano Células eletroquímicas	Química 10º ano Efeito fotoelétrico	Química 10º ano Efeito fotoelétrico
Simulação computacional usada	voltaicCellEMF (Disponível na Web)	PhET (Disponível na Web)	PhET (Disponível na Web)
Organização do trabalho	Alunos distribuídos em 3 grupos. Total 17 alunos	Alunos distribuídos em 3 grupos. Total 13 alunos	Alunos distribuídos em 4 grupos. Total 8 alunos
Tempo de duração da aula	90 min	135 min	135 min

Tarefas	1 Tarefa Com recurso à simulação os alunos tinham de identificar as condições de funcionamento de uma pilha e estabelecer a relação entre a concentração da solução de eletrólito e a diferença de potencial da pilha.	19 Tarefas Usar a simulação computacional para compreender o efeito da variação das diferentes grandezas (comprimento de onda da radiação, intensidade, diferença de potencial, natureza do material, intensidade da corrente elétrica). Seguem-se algumas questões sobre as várias observações na simulação.	2 Tarefas Com recurso à simulação: (a) encontrar o fator com maior impacto na ejeção de eletrões, assim como o impacto de cada um dos restantes fatores; (b) Identificar o valor mínimo necessário para a d.d.p. necessária para obter corrente elétrica, assim como os fatores que a afetam.
Episódios analisados	3 episódios (um para cada grupo de trabalho).	20 episódios (8 para a turma completa; 7 para o grupo III; 2 para o grupo II; 3 para o grupo I).	9 episódios (1 para toda a turma e 2 para cada grupo)

2.1. Recolha de Dados

O foco deste trabalho é o estudo das ações da mediação do professor durante o uso de simulações computacionais em aulas de ciências físicas, que têm influência na promoção de trabalho epistémico dos alunos. Para tal, usamos as narrações multimodais [2], um instrumento que cumpre o requisito de descrever o que acontece na sala de aula e preservar a natureza complexa e holística das práticas letivas. Uma narração multimodal corresponde ao ato de narrar pela perspetiva do professor, o mais descritivamente possível, episódios relevantes da prática de ensino, com base em gravação de áudio da aula, vários documentos (e.g., fotocópias dos cadernos dos alunos, documentos do professor) e os elementos multimodais tais como: esquemas de organização espacial da sala de aula, os registos feitos pelo professor e/ou alunos no quadro, a reações dos alunos, as intenções do professor e as suas decisões, fotografias, indicação de silêncios e gestos, entre outros. As narrações multimodais têm todas a mesma estrutura, e foco o que permite a sua comparabilidade. Têm uma primeira parte com uma descrição geral da aula e dos seus elementos contextuais e uma segunda, que corresponde à descrição detalhada do que acontece no decurso de cada episódio, que começa com a apresentação da tarefa aos alunos e termina quando estes a concluem [2].

Para o presente trabalho, analisamos três narrações multimodais elaboradas pelas próprias professoras e têm todas como foco a forma como as simulações são introduzidas e usadas no contexto das tarefas propostas e aquilo que é feito (por professores e alunos) no decurso de cada uma dessas tarefas.

2.2. Análise de Dados

A análise de dados foi feita por etapas, com base na análise de conteúdo [15, 16] das narrações multimodais e usando as capacidades de codificação do NVivo 8^o. Numa primeira fase, orientada pelos dados, foram identificadas e codificadas as partes das narrações multimodais que continham evidências sobre as práticas epistémicas dos alunos que ocorreram, relacionadas ou não com o uso das simulações computacionais. O critério usado para reconhecer a sua ocorrência foi a identificação das atividades investigativas desenvolvidas pelos alunos na tentativa de resolução de um problema ou para responder a uma questão [17]. Foram também identificadas e codificadas todas as partes das narrações que continham evidências relativamente às ações e linguagens adotadas pelo professor para promover, desenvolver, estender ou mesmo inibir a ocorrência dessas mesmas práticas epistémicas dos alunos.

A segunda etapa do processo de análise, orientada pelo foco desta investigação, permitiu identificar as ações da mediação do professor que têm grande influência no trabalho epistémico dos alunos. Para tal, selecionaram-se unidades de análise adotando uma escala temporal [18], correspondente a um episódio. Isto é, refere-se à unidade de análise selecionada de cada narração multimodal que inclui todas as ações do professor e as práticas epistémicas dos alunos que ocorreram desde que uma tarefa é proposta até à sua conclusão.

Os dados recolhidos na análise de primeira ordem, foram usados para construir uma matriz relativa aos três casos em estudo. As variáveis adotadas foram todas as ações da mediação do professor e as práticas epistémicas dos alunos, relacionadas ou não com o uso da simulação computacional. Para todas as variáveis foi considerada a presença da categoria considerada (marcada com o valor “1, 2, ...” de acordo com o número de vezes que ocorre) ou a sua ausência (marcada com o valor “0”). A matriz construída foi depois submetida a análise de cluster [16] com recurso ao software *Statistica*. Os resultados foram apresentados num dendograma (Figura 1).

3. RESULTADOS

Na análise ao conteúdo das narrações multimodais foram identificadas as práticas epistémicas dos alunos (Tabela 2) que tiveram lugar, associadas ou não ao uso da simulação computacional.

Tabela 2: PE dos alunos emergentes da análise das narrações multimodais

PE dos alunos	
Argumentar	Questionar factualmente (questionar relacionando com termos ou aspetos do funcionamento da simulação computacional)
Descrever sistemas e/ou processos	Interpretar (imagens, diagramas, objetos, dados parciais)

Apresentar ideia mobilizadora (mobilizar conhecimento prévio para tentar estrutura um percurso possível)	Questionar conceitualmente (formular questão ou problema baseado no conhecimento)
Identificar condições empíricas (explicitar condições em que ocorre o fenómeno em estudo)	Mudar de formato de representação (mudar de uma representação simbólica para outra)
Relacionar (dados, variáveis e/ou conceitos em diferentes situações)	Conceptualizar (representar simbolicamente um fenómeno)
Transformar linguagem observacional em linguagem conceptual	Avaliar criticamente (analisar criticamente hipóteses, recursos, ideias, resultados)
Manusear factualmente a simulação computacional (seguindo instruções do professor ou sem conhecimento prévio que oriente o trabalho)	Formalizar o modelo (explicitar o modelo de um sistema)
Manusear epistemicamente a simulação computacional (manusear orientado pelo conhecimento)	Modelizar (desenvolver um percurso de conceptualização)

Foram identificadas as ações da mediação do professor que promovem ou inibem as oportunidades para os alunos desenvolvam trabalho epistémico na sala de aula (Tabela 3). Ações como apresentar tarefa desafio, sintetizar, solicitar trabalho adicional, estender, valorizar e explicitar epistemicamente têm impacto positivo no trabalho epistémico dos alunos à escala da resolução da tarefa. Ações como apresentar uma tarefa inadequada ou curto-circuitar o trabalho do aluno inibem o desenvolvimento do trabalho epistémico na mesma escala.

Tabela 3: Ações da mediação do professor

Ações que inibem ou promovem as PE dos alunos	Definição
Curto-circuito do trabalho do aluno (SC)	O professor propõe uma tarefa com potencial para que o aluno desenvolva trabalho epistémico. Contudo, o professor não permite que o aluno cumpra autonomamente a tarefa. Muitas vezes o professor solicita ao aluno apenas os aspetos mecânicos da tarefa.
Tarefa ausente ou inadequada para PE (AIT)	Há uma tarefa implícita (por exemplo, quando se pede aos alunos que prestem atenção para um dado aspeto) ou há uma solicitação explícita de algum tipo de atividade que não requer trabalho epistémico.
Apresenta tarefa desafio (TC)	O professor propõe uma tarefa como desafio aos alunos.
Sintetiza (S)	O professor retoma a prática epistémica dos alunos para reforçar a compreensão do fenómeno em causa.
Solicita trabalho adicional (RAA)	O professor solicita trabalho adicional aos alunos para clarificar as suas práticas epistémicas.
Estende (E)	O professor solicita aspetos adicionais aos alunos para estender as suas ideias ou levá-los a ter em conta outras perspetivas.
Valoriza epistemicamente (VE)	O professor usa ideias, esquemas ou ações dos alunos, reconhecendo-

	lhes valor epistêmico (por exemplo, hipóteses, previsões, etc).
Explícita do ponto de vista epistêmico (EE)	O professor torna explícito o estatuto epistêmico do trabalho realizado pelo aluno.

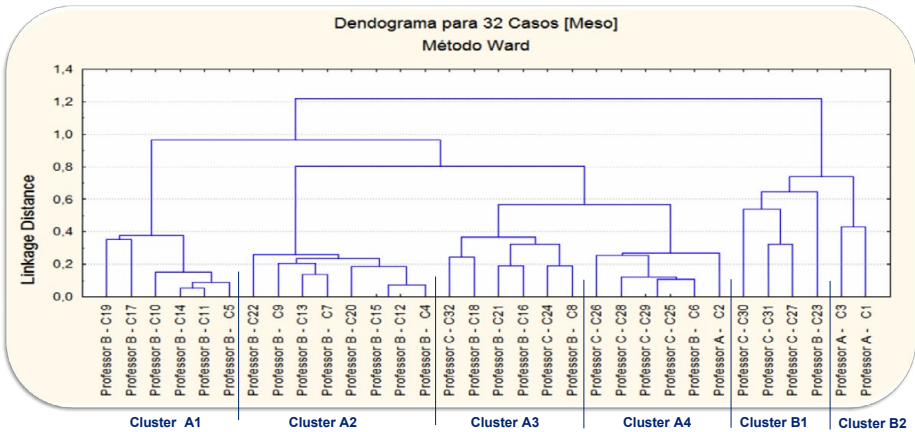


Figura 1: Dendrograma para os episódios relativos a todos os casos

A análise de clusters (Figura 1), agrupar os casos similares, o que permite identificar os padrões mais frequentes (Tabela 4) para a mediação dos professores durante o uso das simulações computacionais à escala da resolução da tarefa (episódio).

Tabela 4: Padrões da mediação dos professores durante o uso de simulações computacionais

	Ações da mediação do professor mais frequentes	Práticas Epistêmicas (PE) durante o uso da simulação computacional (SC)
Grupo A1 (Prof. B)	O professor apresenta tarefa como desafio, relacionada com a SC.	- PE relacionadas com o uso da SC: argumentar; descrever sistemas ou processos, interpretar, relacionar, transformar linguagem observacional em conceptual.
Grupo A2 (Prof. B)	Ausência de tarefa ou tarefa inadequada para o desenvolvimento de PE, relacionada com a SC.	- Os alunos usam a SC.
Grupo A3 (Prof. B e C)	O professor apresenta tarefa como desafio (relacionada com a SC) e solicita trabalho adicional aos alunos.	- Os alunos usam a SC. - PE relacionadas com o uso da SC: conceptualizar; identificar condições empíricas.
Grupo A4 (Prof. A, B e C)	O professor apresenta tarefa como desafio (relacionada com a SC) e dá autonomia aos alunos.	- Os alunos usam a SC.
Grupo B1	O professor apresenta tarefa como desafio, sintetiza, solicita trabalho	- Os alunos usam a SC. - PE dos alunos: argumentar, descrever sistemas ou

(Prof. B e C)	adicional, dá autonomia aos alunos ou curto-circuita o seu trabalho (ações relacionadas com o uso da SC).	processos, manusear conceptualmente a SC, identificar condições empíricas, interpretar, modelizar, questionar conceptualmente, relacionar, transformar linguagem observacional em conceptual.
Grupo B2 (Prof. A)	O professor apresenta tarefa como desafio: sintetiza, dá autonomia aos alunos (ações relacionadas com o uso da SC).	- Os alunos usam a SC. - PE dos alunos: conceptualizar, avaliar criticamente, formalizar o modelo, manusear factualmente as SC, identificar condições empíricas, interpretar, modelizar, questionar factualmente.

4. CONCLUSÕES

Apresentar uma tarefa como desafio é a ação mais determinante da mediação do professor na promoção de trabalho epistémico à escala da resolução da tarefa (ver situação do mesmo professor apresentar tarefa como desafio ou não, grupos A1 e A2 respetivamente). No entanto, formular um grande número de tarefas não facilita a emergência de trabalho epistémico, principalmente se estas forem inadequadas.

A apresentação de tarefas desafio pode dar origem a dois tipos de dinâmicas de trabalho:

(a) quando o professor dá total autonomia de trabalho aos alunos, não são observáveis práticas epistémicas dos alunos (grupo A4); (b) quando apresentação da tarefa, se o professor tiver certo tipo de ações como solicitar aspetos adicionais, ou sintetizar, as práticas epistémicas dos alunos aumentam em número em variedade (grupos B1 e B2) ao trabalho dos alunos, de modo a envolver toda a turma e criar ritmo de trabalho.

O uso de simulações computacionais permite que os alunos trabalhem colaborativamente e com um elevado grau de autonomia em relação ao professor.

Projeto de investigação PTDC/CPE-CED/112303/2009 financiado pela FCT

REFERÊNCIAS

- [1] Lopes, J. B., Cravino, J. P., Branco, M., Saraiva, E., Silva, A. A., Problems of Education in the 21st Century, 9(9), 42-52(2008).
- [2] Lopes, J. B., Silva, A. A., Cravino, J. P., Viegas, C., Cunha, A. E., Saraiva, E., Branco, M. J., Pinto, A., Santos, C. Investigação sobre a mediação de professores de Ciências Físicas em sala de aula, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (2010).
- [3] Tiberghien, A., Learning and Instruction, 4, 71-87 (1994).
- [4] Pinto, A., Barbot, A., Viegas, C., Silva, A.A., Santos, C. A., Lopes, J.B., In: Proceedings of the 10th International Conference on Computer Based Learning in Science (CBLIS 2012): Learning Science in the Society of Computers (R. Pintó, V. López, C. Simarro (Eds.)), pp 28-35, CRECIM (2012).
- [5] Ribeiro, A. A., Greca, I. M., Química Nova, 26 (4), 542-549 (2003).
- [6] Esquembre, F., Computer Physics Communications, 156(2), 199-204 (2004).
- [7] Sandoval, W. A., Reiser, B. J. Science Education, 88(3), 345-372 (2004).
- [8] Jiménez-Aleixandre, M. P., Reigosa, C., Science Education, 90, 707-733 (2006).
- [9] Lopes, J. B., Branco, J., Jiménez-Aleixandre, M. P., Research in Science Education, 41, 787-809 (2011).
- [10] Crawford, T., Kelly, G. J., Brown, C., Journal of Research in Science Teaching, 37(3), 237-258 (2000).
- [11] Kelly, G. J., Chen, C., Journal of Research in Science Teaching, 36(8), 883-915 (1999).
- [12] Reveles, J., Cordova, R., Kelly, G., Journal of Research in Science Teaching, 41(10), 1111-1144 (2004).

- [13] Sandoval, W. A., Millwood, K. A., *Cognition and Instruction*, 23(1), 23-55 (2005).
- [14] Cohen, L., Manion, L., Morrison, K., *Research methods in education* (5th ed.), Routledge (2000).
- [15] Bardin, L., *L'analyse de contenu*, PUF (1977).
- [16] Krippendorff, K., *Content analysis: an introduction to its methodology*, SAGE Publications (2004).
- [17] Sandoval, W. A., *Science Education*, 89, 634-656 (2005).
- [18] Tiberghien, A., Buty, C., In: *Contributions from Science Education Research* (R. Pintó and D. Couso (Eds.)), pp 59-75, Springer (2007).

#321

UM CONTRIBUTO DAS TEORIAS DA COMPLEXIDADE NA AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM – APLICAÇÃO A CONCEITOS DE TERMODINÂMICA

P. Sarreira, M. Ramos

Departamento de Educação em Matemática, Ciências e Tecnologia, Escola Superior de Educação, Instituto Politécnico de Lisboa; Centro Interdisciplinar de Estudos Educacionais
pedros@eselx.ipl.pt

RESUMO

Apresentamos um modelo matemático num estudo sobre a aprendizagem de conceitos de termodinâmica, com alunos do ensino superior. Considerando que a aprendizagem segue uma dinâmica não linear, com recurso à dinâmica simbólica, determinamos a entropia topológica associada ao conhecimento aprendido e usamos o valor obtido como uma medida do conhecimento aprendido.

1. INTRODUÇÃO

A teoria dos sistemas dinâmicos não lineares (SDNL) tem sido cada vez mais utilizada em estudos na área das ciências sociais e humanas. Na psicologia, por exemplo, vários autores defendem a ideia do desenvolvimento humano e da cognição como sistemas dinâmicos não lineares [1-4]. No campo da aprendizagem, alguns estudos também apontam no sentido de que a aprendizagem segue uma dinâmica não linear [5-8], com avanços e recuos, hesitações e saltos bruscos. Será que esta constatação pode constituir uma mais valia no sentido de promover uma aprendizagem mais eficaz? Dado que a teoria dos SDNL permite explicar esse tipo de comportamento, então, se encontradas as técnicas e as ferramentas mais adequadas, poderá contribuir para identificar métodos mais eficazes de ensino e de avaliação das aprendizagens.

Assim, no sentido de utilizar a teoria dos SDNL, consideramos que o conhecimento do aluno resultante do ensino escolar é um sistema dinâmico que evolui no tempo sujeito, globalmente, a dois parâmetros com ações contrárias: a ação devida ao ensino, que atua no sentido da aquisição do conhecimento científico, e a ação do meio, que dificulta essa aquisição. A utilização da teoria dos SDNL torna possível explicar, qualitativamente, resultados da investigação educacional como: a existência de conceções alternativas, a

dificuldade em ultrapassá-las, a ocorrência de retrocessos, etc, decorrendo estes resultados, naturalmente, do jogo entre os parâmetros referidos.

O trabalho que se apresenta resultou de investigações realizadas no âmbito da aprendizagem de conceitos de termodinâmica, com alunos do ensino superior, aplicando um modelo matemático recorrendo à teoria dos SDNL e à dinâmica simbólica [5, 8]. Com o recurso a este tipo de modelos pretendemos contribuir para uma nova perspectiva da didática das ciências.

2. O PÊNDULO FORÇADO COM ATRITO – MODELO DE REFERÊNCIA

A procura de um modelo, usando a teoria dos SDNL, que se pudesse aplicar ao estudo da aprendizagem levou a um estudo prévio de um sistema físico simples, que tivesse um comportamento não linear, para servir de modelo de referência. O sistema escolhido foi o pêndulo forçado com atrito (ou pêndulo caótico) dado ser um sistema físico bem estudado em que se conhecem as equações que descrevem o comportamento do sistema. Escolheu-se um forçamento sinusoidal do tipo $b \cdot \cos(\omega_f t)$, sendo b a amplitude e ω_f a frequência do forçamento. Considerou-se uma força de atrito proporcional à velocidade angular. A equação simplificada do sistema pode escrever-se:

$$\frac{d^2\theta}{dt^2} + \sin\theta + a \frac{d\theta}{dt} = b \cos(\omega_f t)$$

sendo θ o ângulo, $a = \mu/l$ o coeficiente de amortecimento, l o comprimento do pêndulo e μ o coeficiente de atrito. Fazendo uma mudança de variáveis, $z = \omega_f t$ e $\omega = d\theta/dt$, obtemos o sistema dinâmico que descreve o comportamento do pêndulo:

$$\begin{cases} \frac{d\theta}{dt} = \omega \\ \frac{d\omega}{dt} = -\sin\theta - a\omega + b \cos z \\ \frac{dz}{dt} = \omega_f \end{cases}$$

Fixando dois parâmetros, por exemplo a frequência do forçamento, ω_f , e o amortecimento, a , e variando a amplitude do forçamento, b , podemos estudar a dinâmica do pêndulo. À medida que b aumenta, o pêndulo passa de uma trajetória com período 1 para período 2, depois 4, 8, 16, 32, ... até período infinito (corresponde a comportamento caótico). Exemplo: fixemos o valor de $\omega_f = 0,6667$ e $a = 0,5$ e variemos b . À medida que b aumenta o atrator passa de um ciclo limite para um atrator de período 2, depois para período 4, etc, continuando a duplicação do período até infinito. Para $b = 1,15$ o comportamento do pêndulo torna-se caótico e o atrator é um atrator estranho (Figura 1).

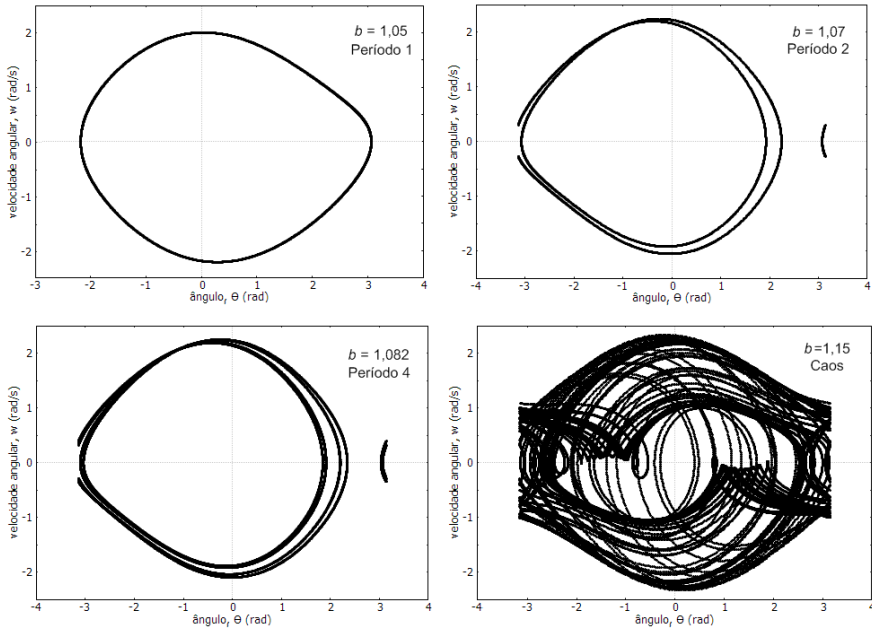


Figura 1: Projeção da trajetória limite no plano (θ, ω) , com $\omega_f = 0,6667$, $a = 0,5$.

Uma análise mais exaustiva da dinâmica do pêndulo mostra que existem várias combinações de valores dos parâmetros para os quais há caos, enquanto para outras a dinâmica é regular. Fixando ω_f verifica-se que o aumento de b (intensidade do forçamento) produz um aumento da complexidade do sistema e um aumento de a (amortecimento) produz uma diminuição da complexidade do sistema.

Ao estudar o problema dos 3 corpos, Poincaré mostrou que é possível passar de um sistema contínuo no espaço tridimensional para um sistema discreto no plano (espaço bidimensional), captando a complexidade da dinâmica, através da interseção da trajetória do sistema com um plano adequado. A interseção da trajetória do sistema com o plano permite obter um conjunto de pontos de interseção (a secção de Poincaré) e, a aplicação que nos leva de um ponto no plano ao seguinte (aplicação de Poincaré) dá informação sobre a sequência temporal (figura 2).

A aplicação do plano de Poincaré é importante pois permite estudar a complexidade de um sistema dinâmico sem conhecer a trajetória do sistema no espaço de fases.

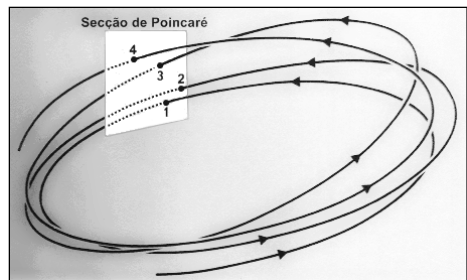


Figura 2: Secção de Poincaré: Interseção da órbita de um SDNL com o plano de Poincaré.

3. O MODELO UTILIZADO – APLICAÇÃO DA DINÂMICA SIMBÓLICA

O modelo utilizado foi desenvolvido por Ramos [5], num estudo com alunos do ensino superior na aquisição de conceitos de termodinâmica. Pretende-se estudar a evolução do conhecimento de cada aluno ao longo das aulas e captar a sua complexidade. Recorreu-se à dinâmica simbólica, dado não ser possível conhecer as equações que regem o sistema conhecimento do aluno. Assim como a secção de Poincaré capta a complexidade da dinâmica do pêndulo também uma sequência simbólica adequada poderá captar a complexidade do sistema conhecimento num determinado campo do saber.

Este modelo parte de um conjunto de pressupostos: (i) o conhecimento ao evoluir dá origem a novos estados de conhecimento com maior grau de complexidade; (ii) a evolução do conhecimento em indivíduos diferentes pode divergir substancialmente a curto prazo, no entanto, submetidos às mesmas condições escolares, a longo prazo, evoluirão para um mesmo padrão de conhecimento; (iii) o conhecimento de cada aluno, numa dada área, pode ser estudado utilizando a dinâmica simbólica. Por analogia com o pêndulo, o conhecimento do aluno resultante do ensino escolar é um sistema dinâmico que evolui no tempo sujeito, no essencial, a dois parâmetros com ações contrárias: a ação devida ao ensino, que atua no sentido da aquisição do conhecimento científico (análoga à intensidade do forçamento), e a ação do meio, que dificulta essa aquisição (análoga ao amortecimento).

Desenvolveu-se uma sequência de aprendizagem que incluía um conjunto de questões sobre o tema em estudo. Ao longo das aulas as questões foram aplicadas sucessivamente – corresponde a obter a secção de Poincaré para o sistema. As respostas foram codificadas, utilizando o alfabeto $A = \{LMNPR\}$, sendo a ordem lexicográfica $R > P > N > M > L$: R – resposta completamente certa; P – resposta globalmente certa; N – resposta parcialmente certa; M – contém alguma ideia certa; L – resposta errada ou não respondida. A sequência de símbolos atribuídos às respostas constitui a sequência simbólica associada ao conhecimento do aluno. Para cada aluno obtém-se uma sequência simbólica (do tipo RPRRLNM). Para cada sequência simbólica, obtém-se a *sequência maximal*, que é a sequência de maior valor lexicográfico de todas as *sequências rodadas*. Para obter as sequências rodadas aplica-se a operação *shift*.

A partir da sequência maximal é possível calcular a entropia topológica associada, usando as técnicas da dinâmica simbólica [5, 9]. A entropia topológica dá-nos uma medida da complexidade do conhecimento aprendido. Quanto maior for o valor obtido da entropia topológica, maior será a complexidade do conhecimento aprendido e maior o conhecimento do aluno sobre os tópicos em estudo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No estudo realizado verificou-se que: o valor da entropia é mais elevado para a sequência de respostas que tenha um maior número de respostas certas (Rs) seguidas na sequência

maximal; para sequências com igual número de Rs seguidos na sequência maximal, a entropia é máxima para a sequência que tiver, a seguir ao bloco de Rs, a letra com maior valor lexicográfico ($R > P > N > M > L$). Assim, para obter um valor elevado de entropia, é mais determinante o número de respostas certas seguidas (na sequência maximal) do que o número de respostas certas total (caso sejam alternadas).

Se a entropia mede a complexidade da dinâmica de um sistema, então, para um aluno que apresente um valor elevado para a entropia topológica associada ao conhecimento aprendido, este deverá ter uma grande complexidade. Se um conhecimento aprendido é complexo, ele será representado por um atrator estranho (a dinâmica entrou num regime caótico) no espaço de fase (espaço do conhecimento). A trajetória passará, então, por todos os estados possíveis, mesmo que próximos, sem se repetir. Se a trajetória passa por todos os estados possíveis, então o conhecimento adquirido poder-se-á aplicar a um grande número de situações diversas, isto é, será estável e robusto.

Cabe à escola responder ao desafio de organizar as sequências de aprendizagem que permitam que o conhecimento adquirido seja de natureza complexa. O valor da entropia topológica poderá ser uma medida a considerar como um indicador da complexidade do conhecimento atingida.

REFERÊNCIAS

- [1] P. V. van Geert, *Dynamic Systems of Development*, Harvester Wheatsheaf (1994).
- [2] L. B. Smith & E. Thelen, *Development as a dynamic system*, *Trends in Cogn. Sciences*, 7, 343-348 (2003).
- [3] Linda B. Smith, *Cognition as a dynamic system: Principles from embodiment*, *Developmental Review*, 25, 278-298 (2005).
- [4] Lawrence W. Barsalou, Cynthia Breazeal & Linda B. Smith, *Cognition as coordinated non-cognition*, *Cogn Process*, 8, 79-91 (2007).
- [5] M. M. Ramos, *A Entropia como medida da complexidade e da estabilidade do conhecimento em contextos de ensino e aprendizagem*. Dissertação de doutoramento. Universidade de Lisboa (2001).
- [6] J. G. Sharp & P. Kuerbis, *Children's Ideas About the Solar System and the Chaos in Learning Science*. *Science Education*, 90, 124-147 (2006).
- [7] M. M. Ramos & P. Sarreira, *Chaotic discrete learning systems*. In: S. Elaydi et al. (Eds), *Proc. of the Int. Conf. on Difference Equations, Spec. Funct. and Orth. Polynomials* (pp. 547-556), World Scientific (2007).
- [8] M. M. Ramos, *Teoria do caos: Potencialidades na modelização da aprendizagem de conceitos científicos*. Colibri/Instituto Politécnico de Lisboa (2009).
- [9] J. Lampreia & J. Sousa Ramos, *Symbolic Dynamics of Bimodal Maps*, *Portugalia Math.*, 54, 1-18 (1997).

#344

DISTINÇÃO ENTRE OS CONCEITOS DE PESO E MASSA – UM ESTUDO COM ALUNOS DO 1.º CICLO

S. Costa¹, M. Ramos², P. Sarreira²

¹ Externato S. José

² Departamento de Educação em Matemática Ciências e Tecnologia, Escola Superior de Educação de Lisboa, IPL; Centro Interdisciplinar de Estudos Educacionais.

sandra_e_costa@hotmail.com

RESUMO

A aquisição de conceitos assume relevância na aprendizagem de ciência. A investigação tem mostrado que os alunos revelam dificuldade na sua aquisição e, muitos, no ensino superior ainda diferenciam mal conceitos como peso e massa. Nos programas do 1.º ciclo, no de Matemática atual a massa aparece explicitamente, no anterior aparecia o peso; no de Estudo do Meio, são necessários para explicar situações do dia-a-dia. A aquisição precoce, feita de forma adequada pode ser uma via para a aquisição e diferenciação eficazes de conceitos. Apresentamos um estudo realizado com alunos do 4.º ano relativo à diferenciação entre peso e massa.

1. INTRODUÇÃO

O ensino das ciências no 1.º ciclo é importante por diferentes razões entre elas: a) o direito das crianças de aprender ciências; b) o dever social da escola, de distribuir conhecimentos científicos ao conjunto da população e c) o valor social do conhecimento científico [1]. Como tal, os conceitos de ciência devem ser apreendidos de uma forma coerente e cientificamente correta.

Tal como diz Harlen [2] *“a informação precisa de ser organizada para ser útil, assim, a compreensão dos princípios e o desenvolvimento de conceitos são questões chave”* para que a aprendizagem dos mesmos seja significativa. *“O papel do professor é providenciar oportunidades de novas experiências de forma a que as crianças liguem ideias existentes com novas para as ajudar a fazer conexões.”*

Os conceitos de peso e massa são difíceis de diferenciar. No quotidiano usa-se a palavra quilograma para referir o peso de um corpo, quando do que se trata é da massa do corpo. Os alunos têm muita dificuldade em distinguir os dois conceitos chegando ao ensino

superior sem os diferenciar. O conceito de peso não pode ser compreendido sem que, primeiro, os alunos adquiram o conceito de força.

O conceito de massa e as unidades de medidas aparecem explicitamente no programa de matemática no tópico “Medida – comprimento, massa, capacidade e área” do 1º ao 4º ano, no entanto, é ensinado sem que se distinga o conceito do peso, permanecendo indiferenciados.

Estes conceitos são necessários para compreender e explicar situações do dia-a-dia e são a base para a aquisição de outros conceitos.

Com esta investigação pretendeu-se compreender se o ensino dos conceitos de peso e massa, no início da aprendizagem dos mesmos, isto é, no 1º ciclo, facilitaria a sua diferenciação.

2. O ESTUDO

O estudo foi realizado no ano letivo 2011/2012 num colégio particular de Lisboa numa turma de 25 alunos do 4º ano de escolaridade.

A investigação é de natureza empírica, utilizando um modelo de investigação-ação com um pré-teste, intervenção e um pós-teste. Aplicou-se um questionário inicial para identificar as concepções iniciais dos alunos. Conceberam-se e aplicaram-se 6 atividades para a aquisição do conceito de força e força gravítica, 3 atividades com vista à aquisição e diferenciação dos conceitos de peso e massa, e uma atividade que permite identificar e corrigir erros de natureza conceptual. Aplicou-se um pós-teste.

3. RESULTADOS

Os resultados mostram que, comparando o pré-teste com o pós-teste, as respostas dos alunos à questão “Qual das bolas chega primeiro ao chão”, verifica-se que mais alunos responderam que chegava a bola de metal no questionário final, no entanto diminuiu o número de respostas dos alunos que responderam a bola de madeira e aumentou o número de respostas dos alunos que assinalaram as duas ao mesmo tempo.



Fig.1

Na questão número 2 comparando os resultados do questionário inicial com os do questionário final verifica-se que mais de 50% dos alunos não tinha a conceção de que

para mover um corpo se aplica uma força uma vez que respondem que só se exerce uma força na figura 2 ou na figura 1 do questionário. No questionário final 84% dos alunos refere que se exerce uma força nas duas figuras. A maioria dos alunos reconhece que quando se põe um objeto em movimento se exerce uma força.

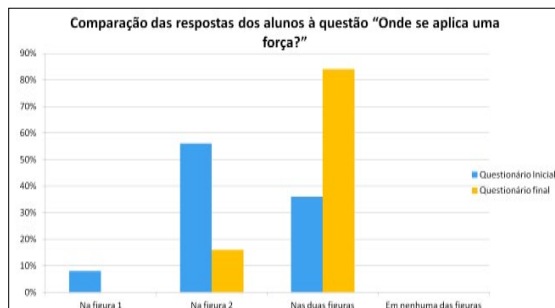
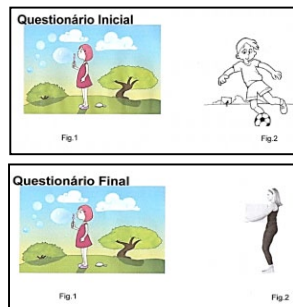


Fig.2



Nas questões da transformação da bola de plasticina os resultados mostram que no questionário inicial os alunos apresentavam grande confusão entre o conceito de peso e massa, 72% dos alunos assinala que o peso da pasta de modelagem se mantém igual. Em relação à massa da pasta de modelagem a percentagem de alunos que refere que a massa aumentou, 44%, e a percentagem de alunos que refere que a massa da pasta de modelagem se manteve igual, 48%, é muito próxima, evidenciado que os alunos não têm noção do conceito de massa. No questionário final os resultados mostram que a grande maioria dos alunos assinala que a massa da pasta de modelagem se manteve igual, 76%, tal como, a maioria dos alunos, 72%, refere que o peso da pasta de modelagem se manteve igual. Os resultados evidenciam que a globalidade dos alunos apreenderam que o peso e massa da pasta de modelagem se mantém inalterado quando apenas a forma da plasticina varia.

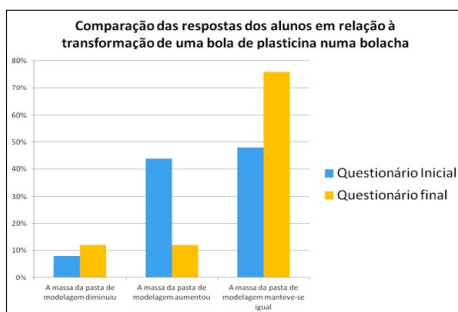
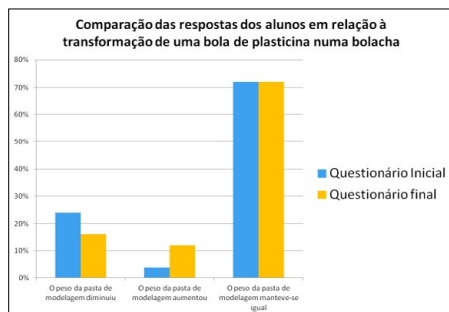


Fig.3

Na questão “O que acontece ao peso e à massa do João quando viaja para a Lua?”, no questionário inicial, os resultados mostram que os alunos confundem o conceito o conceito de peso e massa pois cerca de 40% respondem que o peso e a massa diminuem. No questionário final, na questão “O que acontece ao peso e à massa das bananas quando viajam para a Lua” mais de 90% dos alunos responde que a massa se mantém e o peso diminui.

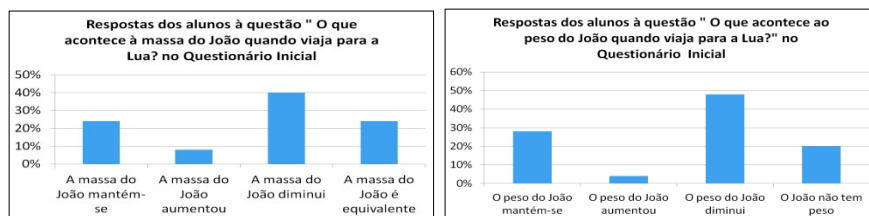


Fig.4

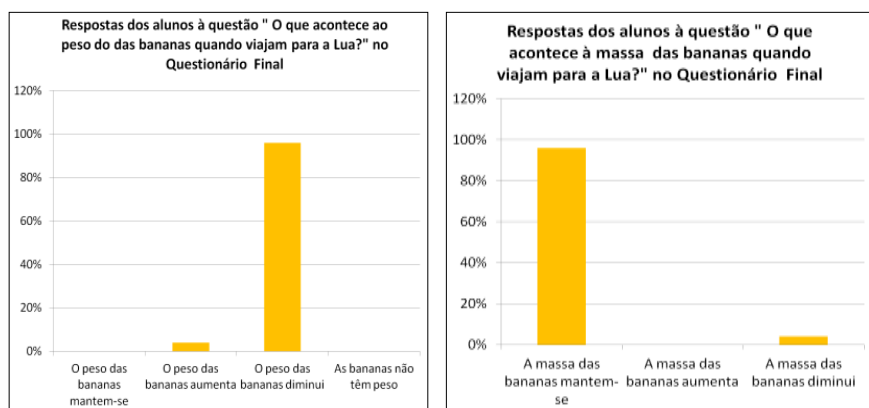


Fig.5

4. CONCLUSÕES

As respostas obtidas através dos instrumentos finais permitem-nos afirmar que para a quase totalidade dos alunos houve aquisição dos conceitos de peso e massa bem como das unidades e dos instrumentos de medida respetivos (ex: “A massa é medida em balanças e a unidade de medida é o kg. A massa é a quantidade de matéria de um corpo.” “O peso é a força exercida por um corpo, mede-se com o dinamómetro e a sua medida é newton (N)”). Utilizaram os conceitos para interpretar situações (ex: “Na Lua os objetos pesam menos.”; “O corpo transportado para a Lua mantém a mesma massa”). Identificaram os erros de natureza conceptual e corrigiram-nos, (ex: Situação apresentada: “A caixa de laranjas apresentada na figura (caixa de laranjas em cima de um prato de uma balança de pratos) pesa 25Kg. Quanto pesam 10 caixas iguais?”. Correção de um aluno “A caixa de laranjas apresentada na figura

tem de massa 25Kg. Quanto têm de massa 10 caixas iguais?”). Adquiriram o conceito de força e definem-no (ex: “A força é uma ação que aplicamos ou exercemos num corpo para o mover ou parar. Esta mede-se num dinamómetro e mede-se em newtons”). Podemos concluir que o ensino dos conceitos de peso e massa no 1ºciclo facilita a sua aquisição e diferenciação.

REFERÊNCIAS

- [1] L. Fumagalli, O ensino das ciências naturais no nível fundamental da educação formal: Argumentos a favor, In: H. Weissmann (Orgs.), Didáctica das Ciências Naturais (p. 13-29), ArtMed (1998).
- [2] W. Harlen, Teaching, learning and assessing science 5-12 (4ª ed), Sage (2010).

#365

FORMAÇÃO ACADÉMICA DE PROFESSORES DE FÍSICA NA GUINÉ-BISSAU: UM ESTUDO EXPLORATÓRIO

Ana Peixoto¹, Duarte Neto², Élio Santos³

¹ Instituto Politécnico de Viana do Castelo, Escola Superior de Educação, anapeixoto@ese.ipvc.pt

² Programa de Apoio ao Sistema Educativo da Guiné-Bissau (IPAD) – Liceu Nacional Kwame N’Krumah, duarte.v.neto@gmail.com

³ Escola E.B.2/3 D. Francisco Manuel de Melo, eliofilipesantos@hotmail.com

RESUMO

Este estudo exploratório caracteriza pessoal e profissionalmente professores de Física da Guiné-Bissau a exercer funções em escolas públicas. Envolve 125 professores do 3º CEB e secundário das regiões do Sector Autónomo de Bissau (SAB), Biombo, Oio, Bafatá e Gabú. No SAB e Gabú a maioria são efetivos, em Bafatá e Oio a maioria são contratados. As habilitações académicas da maioria dos professores de Biombo, Gabú e SAB é o Bacharelato. No SAB, a maioria tem formação na área de Física e Matemática. Em Bafatá e Oio, a maioria tem a 11.ª Classe. Dois participantes têm licenciatura em Química Industrial e Finanças.

1. INTRODUÇÃO

A Cooperação Portuguesa, através do IPAD (Instituto Português de Apoio ao Desenvolvimento) e com a supervisão científica e metodológica da Escola Superior de Educação de Viana do Castelo, tem promovido e organizado projetos que apostem na formação contínua dos professores guineenses, no entanto, tendo em conta o contexto da Guiné-Bissau, mais poderia ser feito para melhorar a qualidade do ensino da Física e de outras áreas da Ciência. Por um lado, estes projetos têm fundamentalmente a sua ação em Bissau, sendo raras as iniciativas promovidas e dinamizadas no interior deste país, por outro lado os recursos humanos disponibilizados são insuficientes para um universo de formandos que apresenta várias dificuldades e necessidades. Sendo uma das poucas entidades a cooperar no Setor da Educação na Guiné-Bissau a cooperação Portuguesa tem um papel importante na construção e desenvolvimento deste país, daí ser importante desenvolver e apoiar a área das Ciências na Guiné-Bissau de uma forma mais sustentada, pois é a base do desenvolvimento para todos os ramos da sociedade quer intelectual, quer profissional.

No ano letivo 2010/2011, ocorreu uma reforma no sistema educativo da Guiné-Bissau que não foi, todavia, acompanhada por uma reformulação dos programas e por outras necessidades urgentes. A reforma consistiu em alterar os períodos da escolaridade obrigatória, colocando mais um nível de ensino (12º ano) e alterando a nomenclatura do sistema educativo, passando o ensino básico a ser dividido em 3 partes: 1º ciclo (do primeiro ao quarto ano); 2º ciclo (cinto e sexto ano); e 3º ciclo do ensino básico (do sétimo ao nono ano – onde a Física é uma disciplina obrigatória) e o ensino secundário que passou a ser do 10º ao 12º ano. Uma das fragilidades desta reforma educativa continua a ser a falta de preparação dos professores para lecionar o 12º ano. Se já eram muitas as dificuldades e a falta de formação dos professores, com esta reforma o ensino da Física tornou-se ainda mais frágil e carenciado. A comunidade internacional pode ajudar e trabalhar no sentido da evolução deste processo, no entanto deve fazê-lo de uma forma mais adequada.

2. METODOLOGIA

O trabalho apresentado encontra-se integrado num estudo exploratório que pretende analisar vários aspetos relacionados com a formação na atualidade de professores de Física da Guiné-Bissau. Numa primeira fase pretende-se caracterizar pessoal e profissionalmente os professores de Física da Guiné-Bissau que lecionam em escolas públicas. Para a concretização deste estudo exploratório foram aplicados questionários a professores que lecionam a disciplina de Física em liceus públicos das regiões da Guiné-Bissau.

2.1. Participantes

Participam neste estudo 125 professores que lecionam em escolas públicas do 3º ciclo do ensino básico e ensino secundário, sendo 65 da região do Setor Autónomo de Bissau (SAB), 15 da região de Biombo (Quinhamel; Háfia; Plak I e II), 17 da região de Oio (Farim; Mansoa; Mansabá), 14 da região de Bafatá (Bafatá; Babadinca) e 14 da região de Gabú (Gabú; Sanaco). No SAB, a idade dos professores de Física é variável, embora quase um terço – 19 (29%) – se situe entre os 31 e os 35 anos. No que respeita à situação profissional, 36 (55%) destes professores são efetivos. Na região de Biombo, 13 (87%) dos professores têm idades compreendidas entre os 25 e 35 anos, no entanto, a grande maioria é contratada ou novo ingresso, apenas 2 (13%) são efetivos. Na região de Oio, dois terços dos professores tem idades compreendidas entre os 25 e os 35 anos, embora a maioria seja contratada 11 (65%). Na região de Bafatá, quase dois terços têm idades compreendidas entre os 25 e os 40 anos, embora a maioria seja contratada 8 (57%). Na região de Gabú, mais de um terço dos professores têm idades compreendidas entre os 36 e os 40 anos, sendo a maioria deles efetivos 10 (71%). Todos os participantes são do género

masculino constatando-se a ausência de professores do género feminino a lecionar Física na Guiné-Bissau à data da recolha de dados.

Destaca-se ainda o facto de, nas regiões de Bissau e Gabú, existir uma baixa percentagem de professores de Física naturais destas regiões: 7 (11%) e 1 (7%) respetivamente. A fixação dos professores naturais de outras zonas nestas regiões relaciona-se com desenvolvimento comercial e com outras condições do domínio público ou privado, oferecendo as zonas preferidas uma melhor qualidade de vida, seja para viver ou trabalhar.

2.2. Habilitações Académicas, Formação e Profissionalização

As habilitações académicas da maioria dos professores guineenses participantes de Física são o bacharelato, sendo este facto evidenciado essencialmente nas regiões do SAB 51 (78%), Biombo 8 (58%) e Gabú 9 (64%). São também vários os professores que lecionam apenas com a 11ª classe, sendo maioritário o seu número nas regiões de Oio 11 (65%) e Bafatá 7 (50%). Embora um elevado número de professores possua o bacharelato em várias regiões da Guiné-Bissau, na realidade poucos são os que têm habilitações académicas para lecionar Física, devido ao facto da sua formação inicial não ser vocacionada para o ensino da Física, mas antes para outras áreas do conhecimento (a região do SAB é exceção, uma vez que 50 (77%) dos professores possui efetivamente habilitações académicas para ensinar esta área científica, enquanto noutras regiões este número fica abaixo dos 30%, correspondendo a 4 docentes em cada região). A exceção da região do SAB prende-se principalmente com o facto da maioria dos professores terem estudado na escola Tchico-Té em Bissau (onde frequentaram o curso de ensino de Física e Matemática), enquanto nas outras regiões, ou a maioria dos professores tirou formações em instituições que não os habilita a lecionar Física, ou não tiveram formação relacionada com a área. Quando questionados acerca dos motivos que levam os professores, sem habilitação adequada para o ensino da Física, a lecionar esta área, a opção mais referida em todas as regiões foi que se sentiam aptos e gostavam de ensinar Física. Nas regiões de Oio, Bafatá e Gabú muitos professores também referiram que lecionavam porque existia uma elevada falta de professores de Física no país e assim tinham mais garantias de trabalho. Nas regiões de Biombo, Bafatá e Gabú alguns referiram que pretendiam contribuir para o desenvolvimento do ensino e do país em geral. Na região do SAB, alguns dados levam-nos a deduzir que existem duas gerações maioritárias de professores de Física, no que se refere à sua experiência profissional: mais de um terço dos professores tem entre 6 e 10 anos de exercício em funções letivas e um quarto destes tem mais de 20 anos a lecionar (existe também um número algo significativo que leciona há menos de 5 anos, que corresponde a um quinto dos professores desta região). Na região de Gabú os professores também variam muito no número de anos de experiência, sendo que o mais significativo, que representa cerca de um terço dos professores desta região, é entre os 6 e

os 10 anos. Nas regiões de Biombo e Oio, a grande maioria dos professores tem no máximo 10 anos de experiência a lecionar, enquanto na região de Bafatá existem também alguns professores que já possuem entre 11 a 15 anos de experiência letiva (para além dos que também têm no máximo 10 anos de experiência). Quando questionados sobre a necessidade de formação contínua, todos os professores das várias regiões indicaram a importância e utilidade da mesma na sua atividade profissional, justificando com os seguintes objetivos: permitir-lhes atualizar e reforçar os conhecimentos científicos, aperfeiçoar a formação académica e até a superar algumas dificuldades e lacunas presentes em alguns domínios. Muitos destes professores já frequentaram formações de natureza essencialmente pedagógica, ou a nível da informática, no entanto nas regiões do SAB, Bafatá e Gabú o número de professores que já recebeu formação é substancialmente superior em comparação com as outras regiões, correspondendo a 51 (78%), 10 (71%) e 11 (79%) respetivamente. Destaca-se, ainda, uma percentagem muito significativa de professores que estão a lecionar e nunca receberam formação após estarem a lecionar: na região de Biombo são 11 (73%) enquanto na região de Oio são 12 (71%) dos participantes. Quando questionados se já receberam cursos de formação enquanto professores, os resultados foram surpreendentes, principalmente na zona de Biombo e Oio pois, 11 (73%) e 12 (71%) participantes, respetivamente, referiram nunca receberem nenhum curso de formação após iniciarem as suas atividades no ensino. Já no SAB, Bafatá e Gabú, 14 (22%), 4 (29%) e 3 (21%) participantes, respetivamente, referiram nunca terem recebido formação. No que diz respeito ao teor das formações recebidas, no SAB, Biombo, Bafatá e Gabú apenas 20, 2, 4 e 4 participantes, respetivamente, referiram ser de carácter científica. Nenhum participante da região de Oio referiu ter recebido formação de carácter científica. No que diz respeito às entidades promotoras e responsáveis pela formação, destaca-se a Cooperação Portuguesa com o PASEG – Programa de Apoio ao Sistema Educativo da Guiné-Bissau que foi referido por 30 participantes em Bissau e por 2 na região de Gabú (em cursos de Língua Portuguesa e Informática) e a FEC – Fundação Fé e Cooperação referida em Bafatá por 6 participantes e no SAB e Biombo por 1 participante cada. Destaca-se ainda o extinto projecto CiMa – Ciências e Matemática, financiado pela União Europeia e apoio da Organização internacional VSHO tendo sido referenciado por 26, 2, 5, 5 e 4 participantes respetivamente no SAB, Biombo, Oio, Bafatá e Gabú. Sendo o PASEG e o CiMa os únicos projetos associados ao ensino da Física, de um modo geral.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES

Da análise dos dados constata-se que a maioria dos participantes do SAB e da região de Gabú são efectivos, sendo a região de Bafatá e de Oio as que apresentam maior número de professores contratados a leccionar Física. No que diz respeito à formação profissional, a maioria dos professores das zonas de Biombo, Gabú e do SAB apresentam habilitações académicas de Bacharelato, enquanto a maioria dos participantes das regiões de Bafatá e

Oio têm apenas a 11^a Classe. No entanto, é de salientar que apenas no SAB cerca de três quartos dos professores tem a sua formação na área de Física e Matemática; a especialização na área de Física e Matemática dos participantes da região de Biombo é de apenas pouco mais de um quarto; dos participantes da região de Gabú é de menos de um quarto; de cerca de um quarto na região de Oio; e de cerca de dois sétimos na região de Bafatá. Apenas dois participantes referiram ter habilitações superiores à de Bacharelato: um na zona de Gabú, com uma Licenciatura em Química Industrial e o outro participante lecciona no SAB, sendo a sua Licenciatura na área das Finanças. Os dados obtidos indicam que os participantes necessitam de formação praticamente em todas as matérias de Física dos programas em vigor na Guiné-Bissau, no entanto constata-se ser prioritária formar nas zonas do interior, principalmente na região de Oio. Esta região é a que apresenta um maior número de professores a leccionar sem habilitações, nunca nenhum docente recebeu formação na parte científica, possui um maior número de docentes jovens, em proporção às suas necessidades, com um futuro a leccionar Física muito incerto, isto é, estão com perspectivas de abandonar o ensino da Física assim que possível caso não tenham formação adequada. No que diz respeito ao teor das formações deve existir uma preocupação de se incorporar uma forte percentagem de conteúdos científicos, para ajudar a colmatar a falta ou frágil formação inicial. Face à informação recolhida, considera-se que deveriam ser aplicadas algumas medidas e sugestões a seguir no futuro, nomeadamente obter apoios da comunidade internacional em particular os países da lusofonia CPLP, UNICEF, UNESCO.

4. BIBLIOGRAFIA

Programas da disciplina de Física do 7º ao 12º ano, em vigor, na Guiné-Bissau.

#395

PROPUESTA DE MATERIALES DE SOSTENIBILIDAD PARA ENSEÑANZA SECUNDARIA

V. Tricio¹, E. Hernando²

¹ Departamento de Física de la Universidad de Burgos, España

² Alumna del Master de Profesorado, Universidad de Burgos

vtricio@ubu.es

RESUMEN

La Década por una Educación para la Sostenibilidad y la idea de que la ciencia escolar debe funcionar como puente entre el conocimiento cotidiano y el científico, han motivado la investigación de este trabajo realizado en el Master de Profesorado de la Universidad de Burgos. Se han diseñado, preparado y desarrollado unos materiales didácticos sobre la temática en sostenibilidad, para su aplicación docente en la asignatura Ciencias para el Mundo Contemporáneo de primero de bachillerato. A partir de un índice y una motivación, cada una de las actividades que se proponen se estructura mediante Fichas bajo enfoque CTSA.

1. Introducción

La implicación de la ciencia y la tecnología en la vida cotidiana y la cultura en general, es enorme y crece cada día. En los dos últimos siglos la humanidad ha adquirido más conocimientos científicos y tecnológicos que en toda su historia anterior y los ciudadanos del s.XXI que integran la llamada “sociedad del conocimiento” tienen el derecho y el deber de alcanzar una cultura científica que les permita actuar como ciudadanos autónomos, críticos y responsables. En nuestra actividad docente [1] [2] es preciso prestar atención a estas cuestiones y se hace necesario reflexionar acerca de cómo han surgido y se han instalado en nuestras vidas los medios y aparatos que hoy modelan la sociedad, conocer las consecuencias ambientales que se derivan de ello y preparar a los estudiantes hacia una concienciación y formación en sostenibilidad.

En relación a la formación de estudiantes, destacamos la que se puede ofrecer desde dos niveles de estudio con tópicos formativos bajo las indicaciones descritas anteriormente: en el nivel universitario, con la asignatura “Las Ciencias en la Sociedad del Siglo XXI” (CSSXXI) y en el nivel de bachillerato, con la asignatura “Ciencias para el Mundo Contemporáneo” (CMC). CSSXXI figura como obligatoria en el plan de estudios del reciente Máster de Profesorado en Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas que desde el curso 2010/11 oferta la Universidad de Burgos [3]. CMC se imparte en

los estudios de secundaria en España [4] y es una materia a través de la cual se pretenden desarrollar capacidades cognitivas, conductuales, afectivas e instrumentales en los alumnos que cursan 1º de bachillerato. Los contenidos de CMC son muy diversos y analizan temáticas de polémica y debate social que pueden ser tratados desde perspectivas distintas. Si bien la Educación para la Sostenibilidad comenzó a tomar impulso a principios de los noventa poco después de la 1ª Conferencia de Río, actualmente este concepto ha evolucionado, y engloba un conjunto de grupos de individuos y organizaciones cuyo objetivo común es poder vivir en un mundo sostenible. Esta evolución según Saura Calixto [5] se traduce en una nueva forma de entender el desarrollo sostenible en el que se implican no solamente la ecología, sino también los diferentes ámbitos de interacción entre individuos, entre éstos y la sociedad y todo el conjunto de sistemas bióticos y abióticos que integran el medio. Desde la perspectiva de la educación, en este trabajo se parte de que la ciencia escolar es puente entre la comprensión cotidiana y el conocimiento científico y de que compartimos los valores de la Década por la Educación por la Sostenibilidad [6] declarada desde el 1 de enero de 2005. Por ello, uno de nuestros objetivos es llevar al aula los planteamientos de la década, además del de disponer de actividades apropiadas para los adolescentes a los que van dirigidas. Para el desarrollo de la propuesta y, previa revisión de distintas metodologías didácticas, se ha optado por utilizar principalmente el enfoque CTSA y se han diseñado, preparado y desarrollado materiales didácticos innovadores centrados en sostenibilidad. Se presentan aquí algunos de estos materiales elaborados, que son fácilmente aplicables en la enseñanza de estas temáticas en la asignatura Ciencias para el Mundo Contemporáneo.

2. MATERIALES DIDÁCTICOS Y ACTIVIDADES

Los medios de enseñanza, según Area Moreira [7], son instrumentos de expresión de nuestras ideas y sentimientos, que nos permiten el intercambio de información independientemente del tiempo y del espacio. Su clasificación varía en función del criterio utilizado para su categorización (el agente educativo al que se destina, la materia o asignatura, el nivel o ámbito educativo,...), así por ejemplo, los tipos de materiales en función del soporte físico pueden ser: textuales o impresos, manipulativos, audiovisuales...A su vez, el enfoque CTSA ayuda al estudiante a comprender la relación entre la ciencia con la tecnología y su contexto socio-ambiental [8]. Atendiendo a las consideraciones anteriores, hemos orientado este trabajo hacia el diseño de un conjunto de materiales variados y a la preparación de actividades innovadoras que puedan favorecer el trabajo colectivo como herramienta de ayuda a la adquisición de actitudes y comportamientos favorables para el tratamiento de la sostenibilidad.

Los materiales se han previsto para ser desarrollados mediante actividades que podrán realizar en los siguientes seis Bloques que establece el RD [4]: B1: Contenidos comunes. B2: Nuestro lugar en el universo. B3: Vivir más vivir mejor. B4: Hacia una gestión sostenible del planeta. B5: Nuevas necesidades, nuevos materiales. B6: La aldea global.

TÍTULO /BLOQUE	PRESENCIA /TIEMPO	MEDIOS DIDÁCTICOS
Universalización de los derechos humanos/B1	Semi /2 horas	Medios de imagen fija como proyector de diapositivas. Medios informativos como el ordenador. Medios textuales impresos.
Disminuyamos nuestra huella de Carbono/B2	Semi /3 horas	Medios de imagen fija como proyector de diapositivas. Medios informativos como el ordenador o el CD.
Cultivamos nuestro huerto ecológico en el instituto/B3	Presencial /2º y 3º trimestre	Medios de imagen fija como proyector de diapositivas. Medios manipulativos como objetos y recursos reales como materiales del entorno.
Elaboramos nuestro cuaderno de papel reciclado/B5	Presencial /3 horas	Medios de imagen fija como proyector de diapositivas. Medios informativos como el ordenador. Medios manipulativos como objetos y recursos reales como material de desecho o materiales del entorno y laboratorio.
Ayudemos a disminuir la contaminación acústica/B5	Semi /3 horas	Medios de imagen fija como proyector de diapositivas. Medios informativos como el ordenador o el CD.
Recuperemos la biodiversidad/B4	Presencial /3 horas	Medios de imagen fija como proyector de diapositivas. Medios informativos como el ordenador.

Tabla 1

La Tabla 1 muestra algunas características de seis de los materiales que se han preparado: además del título y de los medios didácticos previstos para cada actividad, también muestra el tiempo previsto de duración y si se trata desarrollarse mediante actividades semipresenciales o presenciales.

3. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Se han elaborado materiales como material didáctico para los alumnos si bien, alguno de ellos puede ser utilizado también por el profesor. Se presentan en un formato similar y con una estructura común a todos que se compone de los cinco apartados siguientes: Introducción; Objetivos; Índice; Fichas para el profesor y/o para el alumno; Bibliografía para saber más. Es en el apartado “Fichas” donde están incorporadas las actividades concretas a realizar, éstas se explican ampliamente y después de una breve introducción se detalla en que consiste cada actividad y el procedimiento a seguir para desarrollarla. La documentación que se ha generado de cada material es muy extensa. Presentamos a continuación una brevísimas descripción de estos materiales, sus objetivos o su finalidad, las Fichas asociadas y el número de actividades que se han preparado. Universalización de los derechos humanos. Tiene por objetivos comprender la

vinculación existente entre los derechos humanos y la sostenibilidad y tomar ideas de cómo fomentar una asociación mundial para el desarrollo. Consta de dos Fichas (¿Qué son los derechos humanos?, Derecho a un desarrollo sostenible) y en cada una se propone desarrollar una actividad.

Disminuyamos nuestra huella de Carbono. Se trata de conocer que es la huella de carbono, de tomar conciencia de cuántas emisiones es responsable cada alumno y de cómo puede disminuir sus emisiones. Se han preparado tres Fichas (La huella de carbono, Situación actual del CO₂ atmosférico, ¿Cómo disminuir mi huella de carbono?) y un total de cinco actividades.²

Cultivamos nuestro huerto ecológico en el instituto. La finalidad es aprender formas y métodos a través de los cuales podemos obtener nuestros propios alimentos y se pretende que los jóvenes entiendan que no es necesario el uso masivo de fertilizantes y que sepan racionar el recurso natural agua. Se trata de aprender formas y métodos de la agricultura ecológica a través de los cuales pueden obtenerse nuestros propios alimentos. Tiene la particularidad de poder trabajar las actividades en colaboración con los departamentos de biología y física y química. Son seis las actividades que se proponen realizar en grupo y están repartidas en las cinco Fichas en las que se ha estructurado este material (¿Qué es la agricultura ecológica?, Planificamos nuestro trabajo en el huerto, Uso responsable del agua, Manos a la obra en nuestro huerto, Conclusiones a partir de los resultados)

Elaboramos nuestro cuaderno de papel reciclado. Se tiene como objetivos desarrollar la capacidad de reutilizar objetos que se utilizan a diario, y se ha elegido como ejemplo el cuaderno de papel reciclado. También se dará a conocer la técnica de análisis a la llama como técnica analítica de laboratorio. Dos Fichas (El papel, Proceso de fabricación del papel reciclado) y cuatro actividades (Regla de las 3R, Responde razonadamente, Fabricamos nuestro propio cuaderno de papel reciclado, Analizamos el agua obtenida) se han preparado para el desarrollo en el aula de este material.

Ayudemos a disminuir la contaminación acústica. Se ha realizado una amplia descripción de la metodología y de los documentos que se utilizarán por parte de los alumnos y por el profesor. Se ha estructurado en cinco Fichas (Sabemos qué es el sonido, Percepción humana de las ondas sonoras, La física del sonido, El ruido, Combatamos el ruido) y nueve actividades, centradas fundamentalmente en la Ficha denominada El ruido.

Recuperemos la biodiversidad. Aprender a valorar la biodiversidad, a saber en que consiste la evolución de las especies y a reconocer que la actividad humana es responsable de que esta diversidad biológica del planeta se esté reduciendo a una gran velocidad, son tres de los objetivos a alcanzar en las cuatro actividades que se propone desarrollar tanto en el aula

como fuera del aula. En su conjunto los materiales se han estructurado mediante tres Fichas (La biodiversidad, ¿Cómo aparecen las nuevas especies?, El valor de la biodiversidad y su conservación).

A la vista de los resultados, podemos destacar que el material didáctico que se ha elaborado es innovador y de fácil aplicación en el aula, además de haber logrado producir actividades dinámicas mediante un acercamiento al enfoque CTSA. Con este material y las treinta actividades relacionadas se hace posible llevar al aula los planteamientos de la Década por una Educación para la Sostenibilidad y las ideas de que la ciencia escolar debe funcionar como puente entre el conocimiento cotidiano y el científico. Los resultados alcanzados nos hacen confiar en que los educadores que los apliquen harán partícipes a los alumnos en la necesidad de lograr la sostenibilidad medioambiental y de actuar frente a la actual situación de emergencia planetaria.

Esa necesaria educación en sostenibilidad ayudará a que los estudiantes no sólo asuman una sensibilización como ciudadanos sino que además tengan formación científica que apoye cambios de comportamiento individual y de grupo.

REFERENCIAS

- [1] M. F. Bógalo, V. Tricio, R. Vitoria y L.R. Rodríguez Propuesta docente de “Física de medio Ambiente” para Ingeniería Técnica Agrícola, III Taller Iberoamericano de Enseñanza de la Física Universitaria. Tema 5: Educación ambiental, Servicio Publicaciones Universidad de Córdoba, 305-311 (2005)
- [2] Verónica Tricio, Hacia una Gestión Sostenible del Planeta en el nuevo Master de Profesorado, Capítulo: Resúmenes y Ponencias, Simposio 1: Década de la educación para el desarrollo sostenible: importancia de la educación científica para la cultura energética y medioambiental, Monografía del VI Congreso Internacional Didáctica de las Ciencias, Ed. Educación Cubana, UNESCO, IPLAC, 1-22 (2010)
- [3] <http://www.ubu.es/titulaciones/es/master-secundaria> [acceso 2/VII/2012]
- [4] REAL DECRETO 1467/2007. <http://www.boe.es/boe/dias/2007/11/06/pdfs/A45381-45477.pdf>. [acceso 20/VII/2012]
- [5] P. Saura Calixto, M.A. Hernández Prados, Teor. Educ., 20, 179 – 204, (2008)
- [6] www.oei.es. [acceso 10/IV/2011]
- [7] Area Moreira, M. Los medios y materiales de enseñanza. Fundamentos conceptuales. Islas Canarias: 2002. En www.tecnoedu.net/lecturas/materiales/manual_area/indice.htm [acceso 08/03/2012].
- [8] Década de la educación por un futuro sostenible: ¿Cómo lograr la implicación generalizada de los educadores? Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación CTS+I, 2006.

#396

LA WEB, ¿HERRAMIENTA FACILITADORA EN EL APRENDIZAJE DE ENERGÍAS RENOVABLES DEL MAR?

V. Tricio¹, V. Alonso²

¹ Departamento de Física de la Universidad de Burgos, España

² Alumna de Química en la Facultad de Ciencias, Universidad de Burgos.

vtricio@ubu.es

RESUMO

Es manifiesto el interés de incorporar contenidos tanto científicos, como de actualidad y de relevancia socio-ambiental en muchas materias universitarias. Así sucede en los descriptores de Energías Renovables, una asignatura de la titulación de química. Para valorar las posibilidades de aprendizaje que ofrece la Web en el descriptor: energías renovables marítimas, se han seleccionado los recursos electrónicos en español disponibles de información. Se ha hecho una revisión sistemática en función del tipo de búsqueda y la facilidad de acceso a la misma por el estudiante. A partir de una guía de indicadores se han analizado las distintas informaciones publicadas.

1. INTRODUCCIÓN

Las Energías Renovables se han transformado en un objeto de estudio actual e importante debido a, entre otros motivos, la posibilidad de extinción de los recursos energéticos fósiles y la gran inversión que se está realizando en ellas para ponerlas en funcionamiento; en la universidad española, además de impartirse en las carreras de ciencias asignaturas relacionadas con ellas [1] se han creado diferentes másteres dedicados a este tipo de energías. En algunas de estas energías, como puedan ser la solar y la eólica, las técnicas de captación energética han alcanzado ya un grado de desarrollo tal que se han convertido, en algunos casos en económicamente rentables. En otras, como puedan ser la energía obtenida del mar, no se da casi nunca esa favorable situación y, a pesar de que la tecnología para captar la energía oceánica existe, las dificultades que implican las operaciones en el mar hacen que su extracción no resulte tarea fácil. Es en estas energías, tales como la energía mareomotriz, la undimotriz o la mareomotérmica, en las cuales se centra este proyecto. A la hora de su estudio cabe diferenciar varios tópicos importantes para su comprensión y aprendizaje que se describen en las monografías más utilizadas.

El avance en la investigación didáctica y el desarrollo de materiales educativos en las últimas décadas ha dado lugar a bases de datos de grandes dimensiones y de fácil manejo, permitiendo así, el acceso público a todo material informativo, educativo y de opinión

imaginable para el estudio y el aprendizaje de cualquier contenido de diferentes materias. Este avance ha sido impulsado por la difusión de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC's) e Internet. En particular la world wide web (www) es para algunos autores (Marquès, 1998, Martínez et al., 2001) un instrumento necesario en la enseñanza y aprendizaje de cualquier campo científico [2] [3].

La gran potencialidad de la www es que influye y plantea desafíos en la relaciones y los roles tradicionales desempeñados por los diferentes temas, herramientas y contenidos que intervienen en el proceso de enseñanza y aprendizaje [4].

Los cambios derivados del espacio europeo de educación superior también han motivado incorporar nuevos enfoques de la búsqueda de información [5]. En este trabajo se han estudiado los resultados que ofrece la web al estudiante en el aprendizaje de contenidos de una asignatura concreta. En particular se ha seleccionado la temática de las Energías del mar, dentro de la asignatura Energías Renovables que se imparte en la Universidad de Burgos en las titulaciones de licenciatura en Química y en los actuales grados de Química y de Ingenierías. El presente trabajo, que forma parte de un proyecto más amplio que se está llevando a cabo en la temática energías renovables del mar, trata de agrupar, indicar y valorar las posibilidades didácticas que se pueden encontrar a través www a la hora de buscar información útil, en español, a nivel universitario, acerca de dicho tipo de energía para el desarrollo de cualquiera de las tareas de aprendizaje no presencial que el estudiante debe realizar enmarcado en el actual espacio europeo de educación superior.

2. METODOLOGÍA

El trabajo de búsqueda de información se ha desarrollado en varias etapas y siguiendo los siguientes criterios: buscando en español, usando un número reducido de palabras clave, seleccionado sólo búsqueda de páginas web, en función del tipo de recurso de búsqueda, y la facilidad de acceso al mismo que tiene un estudiante medio. En la medida de lo posible, se ha procurado utilizar las mismas o similares palabras clave en todas las etapas.

La primera etapa se ha basado en una búsqueda generalizada con un motor de búsqueda de contenido en internet accesible para cualquier persona sea o no estudiante. En una segunda etapa, se ha seguido un método más concreto y menos conocido para algunos estudiantes debido sobre todo al desconocimiento de esta posibilidad ofrecida por los buscadores: en esos mismos motores de búsqueda se ha realizado una búsqueda avanzada para especializar el tipo de recursos electrónicos encontrados. Para la tercera etapa se han utilizado los recursos electrónicos disponibles en la página web de la Universidad de Burgos (Base de Datos UBUcat), que permite una búsqueda a la que sólo se puede tener acceso siendo miembro de la UBU. La búsqueda termina con una cuarta etapa, utilizando Otras Bases de Datos: se ha accedido a diversas bases de datos de recursos electrónicos, algunas de ellas accesibles desde un enlace en la página web de la biblioteca de la UBU, otras de acceso directo desde la propia página web de la base de datos. Ésta es la etapa de búsqueda más especializada siendo más utilizada a nivel de investigación, por lo que los estudiantes de los primeros cursos no suelen utilizarla.

La Tabla 1 muestra las etapas seguidas, sus características y resultados obtenidos en ellas.

Tabla 1		
<i>ETAPA DE BÚSQUEDA</i>	<i>BÚSQUEDA POR PALABRAS CLAVE</i>	<i>RESULTADOS</i>
Motor de Búsqueda Automático	Motores de búsqueda de contenido en internet accesible al público en general.	Documentos, artículos y páginas web diferentes. Se detecta modificación de los enlaces.
Búsqueda Avanzada	En esos mismos motores de búsqueda se ha realizado una búsqueda avanzada para especializar el tipo de recursos electrónicos encontrados.	Artículos de diferentes publicaciones, libros electrónicos, tesis doctorales y todo tipo de material más completo acerca del tema de interés.
Base de Datos UBUCat	Se utilizan los recursos electrónicos disponibles en la página web de la UBU.	Tan amplios como sea el Catálogo de la universidad.
Otras Bases de Datos	Enlace en la página web de la biblioteca de la UBU, o acceso directo desde la propia página web de la base de datos.	Acceso directo limitado por el idioma, la localización del recurso o acceso sólo de resúmenes.

Para realizar una evaluación de los recursos encontrados, hemos seleccionado las rúbricas como una herramienta de puntuación muy adecuada, porque permiten estandarizar la evaluación de acuerdo a criterios específicos, haciendo la calificación más simple, objetiva y consistente. En nuestro estudio, hemos usado una rúbrica de elaboración propia para analizar la calidad, en cuanto a su utilidad para el aprendizaje acerca de la energía del mar, de los recursos electrónicos encontrados. Para la construcción de dicha rúbrica se han definido tres atributos o criterios de los recursos electrónicos que se desean valorar: Carácter de la información, Tecnología y Desarrollo de proyectos; estos atributos han sido seleccionados tomando en consideración los tópicos principales que se describen en las monografías más usuales de Energías Renovables. Empleando diferentes indicadores (ítems) de aquella información que se considera debe tener un recurso electrónico para el fin que se persigue que es el del aprendizaje del estudiante, finalmente se completa la rúbrica cuando, para cada uno de los indicadores se establece una gradación con los niveles de la calidad de los recursos (cuatro en nuestro caso). En la Tabla 2 se indican los indicadores asociados a cada atributo.

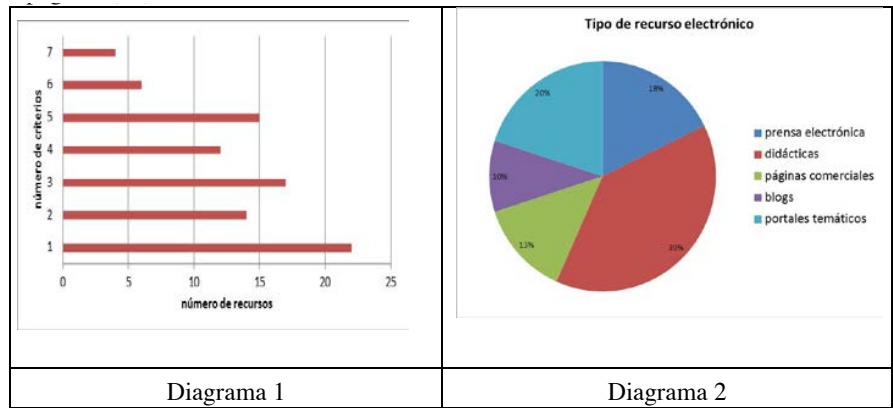
Tabla 2	
<i>ATRIBUTO</i>	<i>INDICADOR</i>
Carácter de la información	Contenido descriptivo (C.D)
	Contenido físico (C.F)
	Contenido matemático (C.M)
	Ventajas y desventajas (VyD)
Tecnología	Equipo y materiales (E-M)
Desarrollo de Proyectos	Proyectos existentes (PE)
	Proyectos futuros (PF)

3. RESULTADOS

En una primera búsqueda inicial se obtuvieron más de 200 páginas web pero a partir de los criterios de búsqueda anteriormente citados se han seleccionado un total de 92 recursos electrónicos. De estos se ha encontrado que en una segunda consulta (Julio 2012) dos ya no están disponibles ya sea porque han desaparecido o porque han cambiado de URL. Se exponen a continuación algunos de los resultados de las diferentes clasificaciones que se han obtenido para los recursos encontrados.

Así, por ejemplo, se ha obtenido el número de páginas que se han encontrado de dos grandes grupos (sí/no) según la presencia o no de los siguientes criterios: Información descriptiva, (ID). Información física / matemática, (IF-IM). Equipo y materiales, (EM). Proyectos existentes, (PE). Proyectos futuros, (PF). Ventajas y desventajas, (VD). Enlaces de interés, (EI). Los resultados indican que el 50% de las páginas incorporan información EM, sin embargo sólo el 19% de ellas incorporan información física o información matemática y sólo ese mismo porcentaje no tienen información descriptiva (ID); también hay pocas páginas 22% con enlaces de interés, mientras que aproximadamente la mitad de las páginas encontradas incorporan proyectos o bien existentes (53%) o bien futuros (40%).

Se ha de tener en cuenta que el hecho de que uno de los recursos contenga uno de los tipos de información no implica que contenga los demás; en el Diagrama 1 se puede observar el número de páginas con el número de criterios que contienen. La mayoría de las páginas (22) sólo contiene uno de los criterios.



Otra clasificación se ha realizado catalogando el tipo de recursos, este tipo de clasificación nos facilita una idea más general del tipo de información encontrada en las páginas web. Para ello se han elegido las siguientes posibilidades: Prensa electrónica; Didácticas; Comerciales; Blogs personales; Portales temáticos. En el diagrama 2 se indican los resultados y se observa que mientras los recursos dedicados a la didáctica de este concepto (energías del mar) son más numerosas que los otros tipos de recursos, los artículos de

revista tiene prácticamente el mismo porcentaje que los portales temáticos que son creados normalmente por científicos o ingenieros interesados en el tema.

4. CONCLUSIONES

Una de las principales conclusiones que podemos extraer a la vista de los resultados es que la gran cantidad de información disponible en internet puede confundir al estudiante novel si bien puede resultar de utilidad para el estudiante preparado. La diferente calidad didáctica entre los múltiples recursos electrónicos encontrados el estudiante debe aprender a distinguirla, porque de entre todas esas páginas web hay un alto porcentaje con contenidos conceptuales puntuales y específicos en blog personales o páginas temáticas.

Se ha observado que las páginas con contenidos científicos son más fáciles de localizar cuando se emplea la búsqueda avanzada del motor de búsqueda ya que de ese modo los blogs personales y las páginas comerciales no aparecen. Sin embargo, las revistas y los portales temáticos, aunque aparecen en los tres tipos de búsqueda, contienen la información más completa cuando se encuentran al usar el catálogo de la universidad y las bases de datos de recursos electrónicos, de modo que para un Universitario con acceso a ellos sería el método de búsqueda óptimo. Del análisis de resultados se deduce que no existen recursos que sean excelentes si los comparamos con los libros de texto convencionales: el número de páginas con contenidos científicamente correctos en amplio, pero un alto porcentaje de éstas posee sólo contenidos conceptuales puntuales y específicos sobre algunos aspectos parciales. Finalmente somos de la opinión de aconsejar a los estudiantes que su uso para el aprendizaje sea una herramienta de apoyo y no el único elemento usado.

REFERENCIAS

- [1] Luis R. Rodríguez Cano, Verónica Tricio Gómez, Recursos Energéticos y Energías Renovables en estudios de ingeniería. Energías renovables y desarrollo sostenible, Editores: A. López, E. López, F. Casares, R. López. Universidad de Córdoba, 1288-1294 (2002).
- [2] Marquès, P. Usos educativos de Internet: ¿La revolución de la Enseñanza?, Comunicación y pedagogía, 154, 37-44, (1998).
- [3] Martínez, F.J., Luna, P., Fernández, R. y Salmerón, J.L. Internet para investigadores. Hacia la e-ciencia, Huelva: Universidad de Huelva. (2001).
- [4] Luis Mampel Laboira y Ángel Luis Cortés Gracia, Los motores de búsqueda de información en Internet como herramienta de aprendizaje: análisis de contenidos sobre el concepto "dinosaurio", Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias Vol.8 N°3 171-192 (2009).
- [4] Verónica Tricio Gómez, Enseñanza de la Física y cambios derivados de la convergencia al EEES, desde la perspectiva de las calificaciones de los alumnos, Física 2006-Traçando o Futuro, Coordinación: Isabel Malaquias e Vitor Amaral, Sociedades Portuguesa de Física, 19-24 (2009)

#480

A LÂMPADA DE INCANDESCÊNCIA POR FORA E POR DENTRO

Fátima Paixão

Instituto Politécnico de Castelo Branco

& Centro de Investigação Didática e Tecnologia na Formação de Formadores, Universidade de Aveiro

mfpaixao@ipcb.pt

RESUMO

Dado o relevo para a compreensão de muitos fenómenos quotidianos, são vários os temas da Física integrados explicitamente nos programas curriculares desde o 1º Ciclo do Ensino Básico, como é o caso da eletricidade.

Tendo sido evidenciada uma grande dificuldade dos futuros professores de 1º CEB na conceção da montagem de um circuito simples com pilha, fios condutores e lâmpada, compreendeu-se que o problema residia no desconhecimento do interior da rosca da lâmpada de incandescência pelo que se lhes pediu que desenhassem uma, em corte. O conhecimento das ideias reveladas nos esquemas foram o ponto de partida para atividades específicas sobre o tema.

1. FUNDAMENTAÇÃO E OBJETIVOS

A Educação em Ciências, nas orientações da investigação atual, guia-se por princípios da perspectiva de ensino por pesquisa ou por questionamento assumindo a responsabilidade de inserir as crianças e os jovens na cultura do seu tempo que é de forte cariz científico e técnico [1-4]. Assim sendo, durante toda a educação básica o ensino das ciências não se dirige para a formação de cientistas e técnicos mas para a consolidação das bases que devem assegurar uma cultura científica de todos os cidadãos ao mesmo tempo que sustenta as bases daqueles que pretendem seguir carreiras profissionais de base científica [5].

Os conceitos nunca estão a mais no ensino das ciências; são indispensáveis para construir e usar o saber científico. Também o trabalho prático e experimental assume uma dimensão formativa apreciável pelo contributo para construir conhecimento conceptual em simultâneo com o desenvolvimento de capacidades de previsão, observação, descrição e inferência, com a consolidação de atitudes de autonomia e de afetividade e apreço pela ciência [6].

A eletricidade é um tema socialmente relevante nos Programas do ensino básico. Logo no 1º Ciclo do Ensino Básico (1º CEB) é explicitada a “realização de atividades experimentais simples sobre eletricidade e magnetismo”, nomeadamente, “realizar experiências simples

com pilhas, lâmpadas, fios e outros materiais condutores e não condutores” e “Construir circuitos elétricos simples (alimentados por pilhas)” [7].

Um dos objetivos mais relevantes, a este nível, é o de compreender o funcionamento de um circuito elétrico, na ideia de que a vida hodierna se centra na utilização da eletricidade...

Vários autores apontam que as crianças pensam que a eletricidade entra numa lâmpada e é absorvida, porque é de sua natureza produzir luz, e tendem a interpretar que nos circuitos elétricos há “algo” que parte de uma fonte e que vai sendo consumido à medida que “entra” nos diferentes elementos, não considerando a conservação da intensidade da corrente elétrica num circuito fechado [8-9].

É muito comum a situação em que se propõe fazer acender uma pequena lâmpada (de aproximadamente 3 V) dispondo da lâmpada (quase sempre montada num suporte), fios condutores e uma pilha de 4,5 V. Com o suporte, não há propriamente desafio aos alunos uma vez que estes simplesmente ligam os fios nos polos da pilha e, dada a não existência de polaridade definida na lâmpada, encaixam cada extremidade num dos lados do suporte fechando o circuito e vendo a lâmpada acender. Contudo, quando não há suporte, os alunos, em geral, têm mais dificuldade a estabelecer um circuito fechado, o que se deve ao facto de não compreenderem o que se passa dentro da lâmpada, ou seja, como é que aí se continua o circuito que, externamente, se materializa na pilha e na lâmpada ligadas pelos fios condutores que evidenciam um “caminho” linear e fechado para a eletricidade.

Frequentemente, os professores de 1º CEB têm dificuldades conceptuais semelhantes às dos seus alunos e fraca formação em ciências uma vez que, na sua maioria, provêm da área de humanidades e não se interessaram muito pelas ciências, os cursos de formação inicial oferecem uma formação generalista que não permite aprofundamentos em qualquer das áreas e com fraca componente prática e experimental e, ao nível da formação contínua, só recentemente em Portugal foi organizado e temporariamente implementado um Programa de Formação em Ensino Experimental das Ciências com materiais relevantes postos à disposição dos professores em formação, nomeadamente para a temática da eletricidade [9].

Da reflexão sobre o que atrás se referiu, realizou-se um estudo com o objetivo de compreender as dificuldades dos futuros professores de 1º CEB na resolução da questão de como acender uma lâmpada de incandescência sem suporte dispondo de fios condutores e de uma pilha. Com base nas dificuldades evidenciadas pelos futuros professores, foi-lhes solicitado que desenhassem uma lâmpada em corte, de modo a evidenciar o circuito elétrico no interior da rosca.

O estudo foi realizado com 31 estudantes do ensino superior, futuros professores de 1º CEB.

2. DESENVOLVIMENTO E RESULTADOS

Para se montar um circuito simples, mais importante do que dar às crianças o material necessário que vai ser utilizado para “tentar e errar até acertar” é desafiá-las a pensar

sobre como se poderá acender uma lâmpada partindo de uma pilha que produz eletricidade. Tal, significa fazer previsões e planejar a situação experimental. De igual modo, depois dos procedimentos experimentais, a conclusão retirada dos dados obtidos por observação deve ser analisada, pois de outra forma as crianças não consolidarão as aprendizagens relativas ao funcionamento de um circuito elétrico, que é um dos objetivos apontados pelo Programa.

Assim, é indispensável compreender que a pilha tem dois polos diferentes assinalados por um sinal mais (+) e por um sinal menos (-) que indicam que há uma diferença (diferença de potencial) que permite usar a pilha como fonte de energia elétrica (eletricidade). No caso das pilhas comerciais de 4,5 V, os terminais externos dos dois polos têm tamanhos diferentes, pelo que as crianças devem observar essa diferença externa da pilha e associá-la à sua característica de fonte de energia. Já a lâmpada, exteriormente, permite observar a rosca, que termina em ponta arredondada de um metal diferente do lateral, separados por um anel de um material não metálico, e um bulbo de vidro que, sendo transparente, permite ver um filamento enrolado em espiral e apoiado, em cada um dos lados, num fino suporte de fio metálico cujas pontas deixam de ser visíveis sob o rosca.

Após a dificuldade que os futuros professores de 1º CEB manifestaram na conceção de um circuito elétrico em que a lâmpada acenda e principalmente explicar o esquema proposto, foi-lhes perguntado como é uma lâmpada por dentro, ou seja, sob o rosca. A resposta deveria ser apresentada, de modo individual, através de um desenho de uma lâmpada, em corte, de modo a evidenciar o seu interior.

Obtivemos, assim, 31 esquemas do interior da lâmpada de incandescência “imaginado” por futuros professores. Os desenhos obtidos justificaram a dificuldade que os futuros professores apresentaram na conceção de um circuito simples, principalmente através da incapacidade de explicar como é que se continua o circuito no interior da lâmpada. Foi possível categorizar as ideias, de acordo com algumas regularidades evidenciadas nos esquemas:

- (i) Um dos fios dirige-se para a zona terminal da rosca e o outro enrola-se à volta deste, havendo a perceção de que existem duas zonas distintas mas não a ideia de que a zona lateral da rosca, sendo de metal, forma uma zona indistinta e que o fio pode terminar apenas num ponto. É apenas um esquema e o que melhor representa o interior da rosca da lâmpada.
- (ii) Omitem o interior da rosca - não desenhando, sequer, o interior, como se os fios condutores terminassem no bordo superior da rosca, ou desenhando a parte interior da rosca como a exterior.
- (iii) Indicam polaridade na lâmpada – em vários esquemas são indicados sinais mais e menos, em lados opostos, enquanto noutros é feita legenda explicitando um polo positivo e um polo negativo. Contudo, nunca essa separação correspondeu a locais diferenciados no rosca, apontando para o fundo e para a zona lateral. Num dos

esquemas foi desenhada uma pilha, ao lado, a evidenciar a semelhança de polaridade, ou talvez a justificação para a polaridade apontada na lâmpada. Noutro esquema, o filamento enrolado termina num único fio que desce até ao bordo superior da rosca e aí vai encontrar um fio circular que de um lado evidencia um polo positivo e do lado oposto, um polo negativo e em que, supostamente, a corrente circula de modo a convergir num ponto do fio que ascende para o filamento. Numa situação, foi bem evidenciado um ponto de encontro dos dois fios, no início da rosca, que depois se voltam a separar pela sua polaridade, e descem para o fundo da rosca.

- (iv) Os fios que suportam o filamento terminam na ponta arredondada inferior, de diversas formas. Retos e paralelos; enrolados um no outro (é a situação mais frequente); formando um feixe na zona interior da rosca.
- (v) Um único fio que junta as pontas dos fios condutores que suportam o filamento e desce até ao fundo da rosca.
- (vi) Não há contacto dos fios condutores do interior da lâmpada com o rosca
- (vii) Dentro da lâmpada, emergindo da rosca, há uma outra menor que é a que emite a luz, a par de um esquema em que dentro do bolbo de vidro há um outro menor, como se fosse uma segunda lâmpada ou uma vela que corresponde à situação da lâmpada acesa.
- (viii) Existência de um fio ou de um feixe de fios, supostamente condutores, que de diferentes formas, se dirigem para vários pontos da rosca.
- (ix) Outras situações em que deixam o filamento incompleto, o que, provavelmente, corresponde à não compreensão da instrução que foi dada para o desenho.

3. CONCLUSÕES

Da análise dos esquemas produzidos, concluímos que os futuros professores não tinham a percepção de que há necessidade de cada um dos fios de suporte do filamento terminar num local diferente e separado, da rosca, para dar sequência ao circuito elétrico, não podendo, assim, compreender esta ideia.

Com poucas exceções, os futuros professores só valorizam a parte final da rosca, aí ligando os fios de suporte do filamento, supostamente pela sua posição e pela evidência da separação desta parte relativamente ao restante rosca. Entenderão que a parte lateral da rosca, pelos sulcos, tem exclusivamente a função de enroscar a lâmpada no seu suporte. Mesmo nas situações em que são evidenciados dois polos, estes tendem a ser colocados nas extremidades do filamento ou antes de os fios ficarem sob o rosca (e essa representação de dois polos não conduz à necessidade de os dois lados do filamento ligarem em pontos da rosca separados).

Mesmo que não se desmonte uma lâmpada, de modo a visionar o interior da rosca, há necessidade de fazer previsões de como a acender e de as materializar num esquema, após a observação atenta dos vários elementos que integram um circuito. Ao mesmo tempo, a

atividade de conceber um circuito elétrico que inclua discussão sobre o assunto inicia os alunos na compreensão da ideia de modelo científico, imaginando o que não é acessível à observação direta através dos efeitos expectáveis.

Só assim se justifica que o Programa de 1º CEB contemple o objetivo de compreender o funcionamento de um circuito elétrico.

Se a formação inicial se mostra insuficiente para ultrapassar as deficiências, nestes e noutros conceitos, a formação contínua não pode ignorar essas deficiências que impedem a consecução de objetivos centrais da educação em ciência, em particular no que diz respeito aos conceitos da Física.

4. REFERÊNCIAS

- [1] Cachapuz, A.; Praia, J.; Jorge, M. *Ciência, educação em ciência e ensino das ciências*. ME-IIIIE 2002.
- [2] Aikenhead, G.S. *Educação Científica para todos*. Pedago 2009.
- [3] Osborne, J.; Dillon, J. *Science Education in Europe: Critical reflexions*. Nuffield Foundation 2011.
- [4] Martins, I.P.; Paixão, F. In: *CTS e Educação Científica Desafios, tendências e resultados de pesquisa*. W. Pereira dos Santos; D. Auler (Eds.). 135-160, UnB 2011.
- [5] Acevedo-Díaz, J. A. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*. 1, 3-16 (2004).
- [6] Paixão, F.; Jorge, F.R.; Martins, H. *Indagatio Didactica*, 4, 203-225, 2012.
- [7] Ministério da Educação. *Programas: Ensino Básico - 1º Ciclo (4ª ed, revista)* 2004.
- [8] Osborne, R.J., Freyberg (Eds). *Learning in Science: the implications of children's science*. Heinemann 1985.
- [9] Santos, M.E.M. *Mudança conceptual na sala de aula*. Livros Horizonte 1991.
- [10] Martins, I. et al. *Explorando a electricidade... lâmpadas, pilhas e circuitos* ME-DGIDQ 2008.

ATAS

RECURSOS DIDÁTICOS PARA O ENSINO DA FÍSICA

#314

EFEITO ONDULATÓRIO NO MOVIMENTO DE UM CONJUNTO DE PÊNDULOS

J. J. Teixeira¹, A. A. Soares^{2,3}, L. Caramelo^{2,3}

¹Escola Secundária c/ 3.º CEB Fernão de Magalhães, 5400-285 Chaves, Portugal

²Departamento Física - Escola de Ciências e Tecnologias, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Apartado 1013, 5001-801 Vila Real, Portugal

³CITAB/UTAD, Quinta de Prados, Apartado 1013, 5001-801, Vila Real, Portugal

E-mail de contacto: jjsteixeira@gmail.com; asoares@utad.pt; lcaramel@utad.pt

RESUMO

Este trabalho tem como finalidade a exploração do movimento periódico de um conjunto de pêndulos simples, com diferentes comprimentos, observado num vídeo (<http://www.youtube.com/watch?v=yVkdFJ9PkRQ>) e apresentado por um aluno no Clube do Ensino Experimental das Ciências, na Escola Secundária Fernão de Magalhães. Para estudarmos o movimento ondulatório descrito pelos pêndulos foi usado o *software Modellus* para modelar e simular o movimento observado, permitindo, assim, um melhor entendimento da física envolvida. A física e o modelo matemático estão ao alcance dos alunos dos 11.º e 12.º anos e podem ser explorados em espaços de educação não-formal como, por exemplo, os clubes.

1. INTRODUÇÃO

A ideia deste trabalho surgiu dum vídeo apresentado por um aluno, no Clube do Ensino Experimental das Ciências, que se encontra publicado no *YouTube* (figura 1) e tem por objetivo a exploração do movimento periódico num aparelho de ondas pendulares. Para um melhor entendimento da física envolvida no referido movimento usou-se o *software Modellus 4.01*. A física, bem como, alguns modelos matemáticos muito simples estão ao alcance dos alunos dos 11.º e 12.º anos podendo ser produzidos por estes em



Figura 1: Aparelho de ondas pendulares mostrado no vídeo.

ambientes de educação não-formal como, por exemplo, os clubes.

Os clubes constituem uma oportunidade para melhorar as competências dos alunos ao nível do saber-fazer, permitem reforçar o gosto pelas Ciências e são do seu agrado, já que apresentam atividades não meramente académicas e formais [1].

Em paralelo foi projetado e construído, no clube, um aparelho semelhante ao apresentado no vídeo.

2. APARELHO DE ONDAS PENDULARES

Constituído por 15 pêndulos simples desacoplados de comprimentos monotonicamente crescentes que oscilam perpendicularmente a uma barra rígida que serve de suporte. À medida que os pêndulos se movem, o sistema apresenta ondas progressivas, ondas estacionárias, períodos de movimento aleatório e ondas progressivas movendo-se no sentido contrário às ondas progressivas iniciais, até que todos os pêndulos voltam à fase inicial, no final de um ciclo completo da dança [2].

O período de um ciclo completo é de 60 segundos. O comprimento do pêndulo maior foi ajustado de modo a que execute 51 oscilações num ciclo completo. O comprimento de cada pêndulo sucessivamente mais curto foi cuidadosamente ajustado de modo a que eles executem uma oscilação adicional nesse período. Assim, o pêndulo 15 (mais curto) sofre 65 oscilações. Quando os pêndulos são largados simultaneamente, rapidamente caem fora de sincronia e as suas fases relativas mudam continuamente devido aos diferentes períodos de oscilação de cada pêndulo. No entanto, após 60 segundos, todos eles realizaram um número inteiro de oscilações e estão de novo em sincronia.

O material utilizado na construção do nosso aparelho foi: uma tábua de madeira, ripas de madeira, cola de madeira, 16 parafusos de ponta direita, pregos, fio resistente, 15 cilindros de latão furados, 15 cliques, 15 pioneses e verniz.

A figura 2 mostra a versão final do aparelho no processo de calibração e a figura 3 apresenta os 15 pêndulos, calibrados, na sua dança a formarem um padrão de meio comprimento de onda.



Figura 2: Versão final do aparelho em calibração.



Figura 3: Os pêndulos na sua dança.

A principal dificuldade sentida na construção do instrumento prendeu-se com a calibração dos períodos dos pêndulos, dado que têm de executar num minuto o número de oscilações correto. Para o efeito usámos, em cada pêndulo, um fio em forma de V com dois pontos de fixação ao suporte. No primeiro ponto, o fio é fixo através de um parafuso e no segundo o fio é preso por um pionés, permitindo pequenas alterações do seu comprimento no processo de calibração. O processo de calibração foi realizado com o auxílio de uma *fotogate*.

3. MODELO MATEMÁTICO

Para estudarmos o movimento ondulatório descrito pela matriz dos 15 pêndulos criámos um modelo matemático no programa *Modellus*. A escolha deste programa é justificada pelo facto dos alunos do Clube já estarem familiarizados com ele no ensino formal.

Assim, o vídeo, o modelo matemático e o próprio instrumento funcionaram como três vetores no entendimento da física envolvida. A figura 4 compara, para quatro instantes de um ciclo da dança dos pêndulos, a imagem criada pelo modelo matemático no *Modellus* e a imagem obtida através do vídeo.

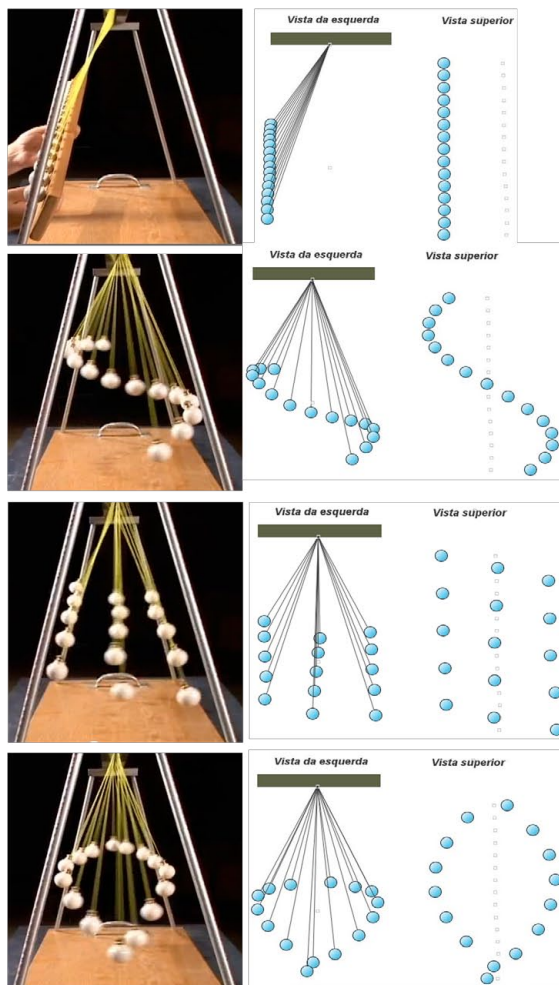


Figura 4: Comparação do modelo matemático com as imagens obtidas no vídeo.

A componente do modelo criada para obter as imagens da vista superior está ao alcance dos alunos dos 11.º e 12.º anos, o que não acontece com a componente que cria as imagens da vista da esquerda.

A figura 5 mostra a vista superior de cada um dos pêndulos e o modelo matemático criado pelos alunos de 11.º ano durante a atividade.

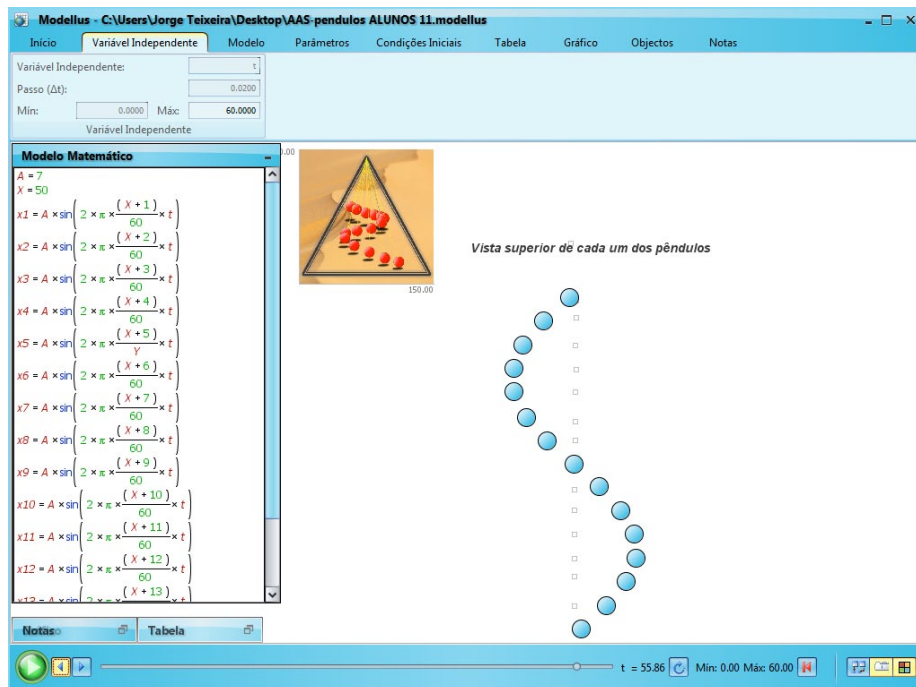


Figura 5: Modelo matemático criado pelos alunos do 11.º ano, no Clube do Ensino Experimental das Ciências.

4. CONCLUSÕES

A exploração do aparelho no Clube do Ensino Experimental das Ciências permitiu aos alunos projetar e calibrar o instrumento melhorando as competências destes ao nível processual, conceptual, social e atitudinal; verificar que a computação, bem como a teoria e a experimentação caminham lado a lado, constituindo o tripé de sustentação do desenvolvimento das Ciências na atualidade e desmitificar a imagem da Física como uma disciplina difícil, onde o mais importante é decorar e usar fórmulas.

REFERÊNCIAS

- [1] Maria Silva, *Clubes de Ciências e o Percorso Escolar dos Alunos*, Dissertação de Mestrado (não publicada). Universidade de Aveiro (2009)
- [2] Richard Berg, *American Journal of Physics*, 59 (2), 186-187 (1991)

#327

MODELAÇÃO DO ENCHIMENTO DE RECIPIENTES COM O MODELLUS

A. A. Soares^{1,2}, L.Caramelo^{1,2}, J. J. Teixeira³

¹Departamento Física-Escola de Ciências e Tecnologias, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Apartado 1013, 5001-801 Vila Real, Portugal

²CITAB/UTAD, Quinta de Prados, Apartado 1013, 5001-801, Vila Real, Portugal

³Escola Secundária c/ 3.º CEB Fernão de Magalhães, 5400-285 Chaves, Portugal

E-mail de contacto: asoares@utad.pt; lcaramel@utad.pt; jjsteixeira@gmail.com

RESUMO

A modelação do enchimento de recipientes com diferentes formas é um problema bastante interessante do ponto de vista físico, que pode ser explorado tanto em espaços de educação formal como não-formal. A identificação da correspondência dos recipientes aos gráficos de altura do nível de água em função do tempo é uma tarefa que apresenta algumas dificuldades a alunos do ensino secundário. Neste trabalho, apresentamos alguns modelos para o enchimento de diferentes recipientes, desenvolvidos no software *Modellus*, que permitem um melhor entendimento da física envolvida através da visualização em ambiente computacional da variação das variáveis estudadas com o tempo.

1. INTRODUÇÃO

O objetivo deste trabalho é modelar e simular o enchimento de recipientes recorrendo ao software *Modellus* 4.01, uma vez que este permite aos alunos a visualização do enchimento de recipientes com diferentes formas e em diferentes situações. As visualizações dos enchimentos facilitam a compreensão dos conceitos envolvidos, tais como a conservação de massa, a velocidade e a aceleração. Através da visualização do gráfico, que representa a variação da altura do líquido dentro do recipiente com o tempo, pode-se relacionar a forma/volume do recipiente com o modelo matemático do enchimento, etc.

2. MODELAÇÃO COM O MODELLUS

A modelação do enchimento de recipientes tem como objetivo principal “dar vida” aos gráficos, que traduzem situações da vida real, uma vez que na prática letiva verificámos que os alunos têm dificuldades na interpretação de gráficos e, em particular, fazer associações entre uma situação real e o esboço gráfico representativo da situação em questão.

Prisma retangular

Considerou-se a base do prisma com área $A = 1 \text{ dm}^2$ e o tempo em segundos. V é o volume de líquido no recipiente em litros. A imagem 3D representa o enchimento para o caso do caudal $Q = 1 \text{ L/s}$. O gráfico mostra a variação linear da altura, h , do nível de água no prisma, para os casos $Q = 1, 2, 3$ e 4 L/s .

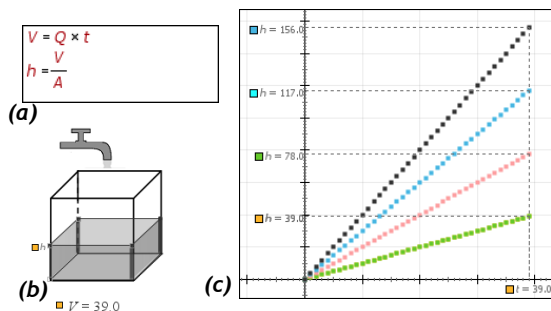


Figura 1. Prisma retangular: (a) Modelo matemático (b) Imagem 3D do enchimento e (c) gráficos $h = h(t)$.

Associação de dois prismas retangulares

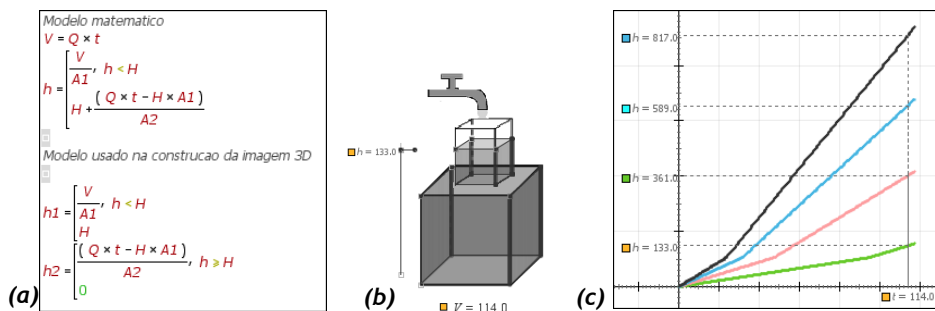


Figura 2. Associação de dois prismas retangulares. (a) Modelo matemático, (b) Imagem 3D do enchimento e (c) gráficos $h = h(t)$.

No modelo matemático $A1$ e $A2$ são as áreas das bases de cada um dos prismas e H a altura do prisma maior. A análise do gráfico permite identificar os instantes em que se inicia o enchimento do prisma pequeno para cada um dos caudais. As velocidades de enchimento de cada prisma obtidas dos gráficos podem ser confirmadas pelas expressões dos caudais em qualquer instante e/ou relacionando os caudais com as áreas das bases dos prismas.

Prisma triangular

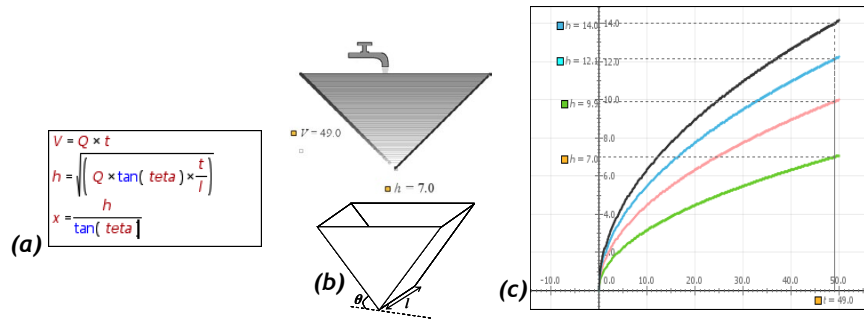


Figura 3. Prisma triangular: (a) Modelo matemático, (b) Imagem do enchimento e (c) gráficos $h = h(t)$.

O modelo matemático é obtido relacionando a área da superfície livre da água com a velocidade de enchimento, em cada instante. Assim, obtém-se uma equação de 2º grau em h , cuja solução dá a altura em cada instante.

Recipiente semicilíndrico

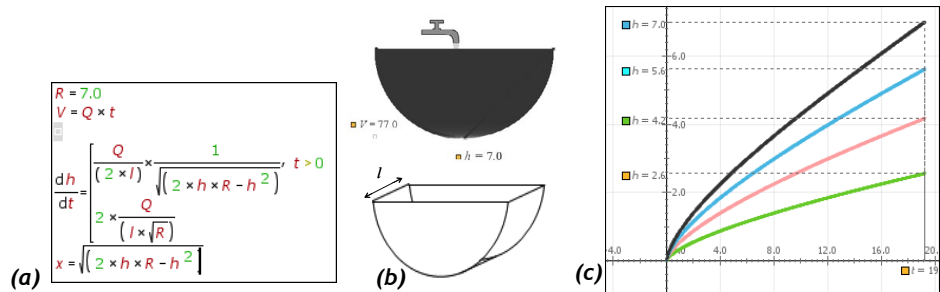


Figura 4. Semicilindro: (a) Modelo matemático, (b) Imagem do enchimento e (c) gráficos $h = h(t)$.

A equação diferencial relaciona a velocidade de enchimento com a área da superfície livre da água. Os resultados foram validados por comparação com o enchimento do semicilindro na vertical nas mesmas condições. Nesta situação o modelo matemático é idêntico ao usado para o prisma retangular.

Recipiente esférico

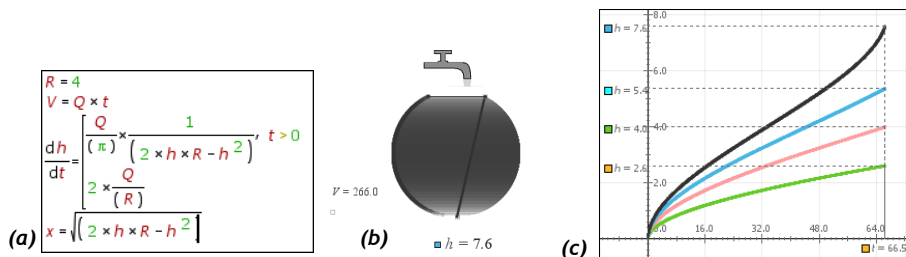


Figura 5. Esfera: (a) Modelo matemático, (b) Imagem do enchimento e (c) gráficos $h = h(t)$.

As imagens dos enchimentos para os recipientes semicilíndrico e esférico correspondem ao caso do $Q = 4$ L/s. Nos gráficos as linhas com os maiores valores de h correspondem à situação das imagens de enchimento.

4. CONCLUSÕES

As modelações podem servir de material exploratório por parte dos docentes para lecionar determinados conteúdos no ensino, pois a visualização do assunto em estudo pode ajudar à sua compreensão;

A construção dos modelos matemáticos permite a consolidação dos conteúdos estudados, bem como testar os conhecimentos matemáticos dos alunos;

O envolvimento dos alunos em atividades de modelação e simulação, em geral, são um fator de motivação.

REFERÊNCIAS

Teodoro, V. (2002). *Modellus: Learning Physics With Mathematical Modelling*. Lisboa: Universidade Nova de Lisboa

#333

FÍSICA NOS JOGOS TRADICIONAIS E OUTROS QUE TAIS

D. Ferreira

Escola Secundária Dr. João Carlos Celestino Gomes, Ílhavo
dulce.ferreira@ua.pt

RESUMO

Apresentam-se, aqui, dinâmicas concretizadas no ensino de Física, no âmbito de um Curso de Educação e Formação. Constituindo um desafio para as escolas e seus professores, atendendo às características dos respectivos alunos, sentimos necessidade de adequar as práticas, em função dos conteúdos a leccionar. Para atingir os fins propostos, desenvolvemos estratégias e actividades motivadoras, envolventes e fundamentalmente práticas, de entre as quais apresentamos duas situações com o recurso ao jogo.

1. INTRODUÇÃO

Garantindo a concretização de respostas educativas e formativas adequadas para alunos que não se integram no currículo de ensino regular, e que por isso se desmotivam e desistem de investir na sua carreira académica, surgiram os Cursos de Educação e Formação. A respectiva estrutura curricular, em vigor, em particular do curso de Serralheiro Mecânico, nível 2 – tipologia 2 (equivalência ao 3º ciclo do ensino básico), visa a aquisição de competências no âmbito de diferentes ciências, nomeadamente da Física. Atingir os fins propostos torna imperioso desenvolver estratégias e actividades motivadoras, envolventes e fundamentalmente práticas.

Nesse sentido, procurámos utilizar dinâmicas diversificadas que permitissem o sucesso educativo dos alunos, através do seu envolvimento nas actividades, partindo, sempre que possível dos seus conhecimentos, interesses e motivações. A necessidade de diversificar as modalidades do trabalho escolar e as formas de comunicação, implicou variar os materiais, as técnicas e processos de desenvolvimento de conteúdos. Ao mesmo tempo, procurou-se, sempre, estimular curiosidade dos alunos, desafiando-os e impulsionando-os.

A preparação e organização das actividades lectivas atendeu, primeiramente às características da turma (nível de desenvolvimento, faixa etária, comportamento, necessidades detectadas, potencialidades) e à natureza dos conteúdos, visando implicar activamente os alunos no processo.

De entre a diversidade de dinâmicas, realçamos, aqui, actividades construídas partindo e/ou incluindo jogos. Esta opção, sendo promotora do desenvolvimento de diversas

competências, prende-se, também, com o seu carácter prazeroso e lúdico [1]: jogos tradicionais e *pedipaper*.

As duas propostas foram concretizadas após a leccionação dos conteúdos envolvidos.

2. JOGOS TRADICIONAIS

O recurso aos jogos tradicionais prendeu-se, essencialmente, com o facto de ser uma realidade próxima dos alunos, permitindo promover aprendizagens contextualizadas e que fossem [2]:

- activas, proporcionando a oportunidade de viver situações estimulantes, incluindo a actividade física e a manipulação de objectos e meios didácticos;
- significativas, relacionadas com vivências fora ou dentro da escola;
- socializadoras, potenciando a formação moral e crítica.

A introdução da dinâmica implicou o envolvimento dos alunos do Curso de Serralheiro Mecânico, em diversos momentos:

- 1º identificação dos jogos a realizar;
- 2º recolha das regras e condições de funcionamento de cada jogo;
- 3º recolha dos materiais necessário à sua concretização.

A exploração dos jogos, do ponto de vista da Física, preparada pelo professor, acontece em formato de crucigrama, havendo itens diferentes para cada um. A construção destes procurou que fossem claros e de resposta fechada, atendendo a conteúdos associados, que tinham sido leccionados no módulo “Movimentos e Forças”. Para além dos itens propostos poder-se-iam elaborar outros, de acordo a natureza dos jogos seleccionados e atendendo às orientações programáticas: movimento e repouso; grandezas características do movimento unidimensional; as forças e os movimentos.

A pontuação final corresponde ao somatório dos parciais obtidos nos três jogos tradicionais e no crucigrama, registados em tabela construída para o efeito.

Esta actividade aconteceu no final do ano lectivo, integrada na programação da “Semana da Escola”, no recinto exterior da Escola.

2.1. Jogo da malha

A. Material: malhas com diâmetro 10,7 cm e massa 330 g; 2 pinos com uma altura de 20 cm, colocados a 10 metros de distância.

B. Regras

- 1 – Os jogadores adversários lançam alternadamente as malhas, procurando derrubar o pino da outra cabeceira e deixar a malha o mais próximo possível.
- 2 – Sempre que o pino é derrubado são contados 3 pontos.
- 3 – Depois de todas as malhas jogadas, a que ficar mais próximo do pino ganha 1 ponto.

4 – Quando, ao lançar a malha, o jogador pisar o risco de lançamento, é considerado lançamento nulo e não é repetido.

C. Itens de exploração

- As malhas param o seu movimento devido à força que se opõe ao movimento, a força de... (1)
- A grandeza física que indica a quantidade de matéria de uma malha chama-se... (2)

2.2. Jogo de tracção à corda

A. Material: corda com cerca de 10 metros, com uma marca no meio.

B. Regras

- 1 – As equipas, com o mesmo número de elementos cada, colocam-se em coluna uma frente da outra, segurando a corda.
- 2 – Quando a corda for esticada pelos jogadores, a marca deve ficar sobre uma linha assinalada do chão.
- 3 – Vence a equipa que obrigar o primeiro jogador da outra a pisar a marca do chão.

C. Itens de exploração

A equipa que perde está sujeita a uma força ... não nula. (3)

As duas equipas exercem forças na mesma... (4)

As duas equipas exercem forças de ... contrário. (5)

2.3. Bola na lata

A. Material: 10 latas; 3 bolas de meia.

B. Regras

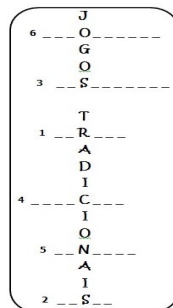
- 1 – Colocar as latas numa bancada, empilhando-as: 4 latas como base na 1ª fila; 3 latas na 2ª fila; 2 latas na 3ª fila.
- 2 – Cada jogador tem três tentativas de acertar nas latas (uma bola de cada vez). Só pontuam as latas que caírem na bancada: 8 a 10 latas – 3 pontos; 5 a 7 latas – 2 pontos; 2 a 4 latas – 1 ponto.

C. Itens de exploração

Para a mesma distância, considerando que a trajectória da bola é rectilínea, aquela que se desloca em menos tempo tem maior... (6)

2.4. Crucigrama

O crucigrama é preenchido com as palavras que completam as frases dos diferentes itens correspondentes aos três jogos. Cada resposta certa equivale a 0,5 pontos.



3. PEDIPAPER

Entendendo que uma visita de estudo só se torna uma verdadeira experiência de aprendizagem se houver uma preparação prévia [3], o *pedipaper* que aqui se apresenta, aconteceu como forma de exploração de uma valência “Mãos na Massa”, da Fábrica Centro Ciência Viva de Aveiro. O *pedipaper* foi elaborado por nós, durante a fase de preparação da visita de estudo, com o objectivo de explorar os módulos da exposição relacionados com o módulo do programa “Luz e Som”.

A realização do *pedipaper* acontece em equipas de 2 alunos, procurando garantir que ambos tenham uma intervenção activa ao longo do tempo, cerca de 50 minutos. Para tal devem seguir as indicações que estão no documento fornecido, intitulado “*Pedipaper* Mãos na Massa” e registar as respostas aos catorze desafios colocados. Seguidamente apresentamos um exemplo incluído no *pedipaper*, onde foi explorado o módulo designado por “Ilha de luz”.

3.1 O módulo “Ilha de luz”

Este módulo (Figura 1.) consiste num conjunto de actividades baseadas na óptica geométrica. É possível experimentar diferentes componentes ópticos e analisar variados fenómenos luminosos, tais como: reflexão, refacção e dispersão da luz [4].

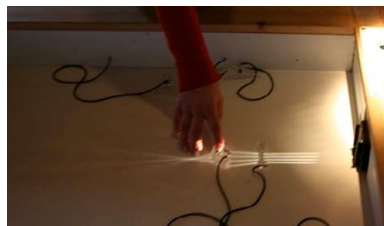
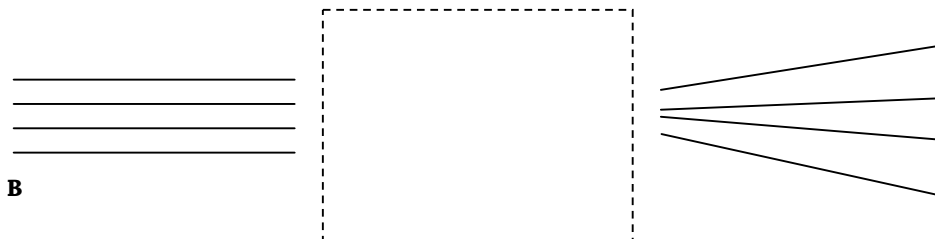


Figura 1. Módulo Ilha de luz

3.2 A exploração no *pedipaper*

a) Desenhar a lente que produz o seguinte efeito:



B

b) Neste caso houve refacção da luz porque _____.

c) Indica: raios incidentes – _____; raios refractados – _____.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A implicação dos alunos na construção do seu conhecimento proporcionou a concretização dos objectivos de aprendizagem definidos para os alunos, observado no aumento de interesse e participação nas actividades lectivas (em contexto formal e não formal). É exemplo disto a actividade dinamizada pelos próprios alunos, “A Física nos Jogos Tradicionais”, em que se envolveram na preparação e organização da mesma, para outros alunos da escola, dando sugestões e participando na tomada de decisões inerentes. Avaliando as dinâmicas apresentadas, podemos referir que os alunos envolvidos:

- mostraram interesse e empenho na concretização das actividades;
- houve um envolvimento efectivo;
- completaram correctamente o crucigrama de exploração dos jogos tradicionais;
- completaram adequadamente todos os desafios do pedipaper.

Em suma, podemos afirmar que as dinâmicas implementadas se revelaram eficientes, cativantes e adequadas para nível de ensino dos alunos envolvidos (equivalente ao 9º ano de escolaridade do ensino básico).

Parece-nos ainda pertinente referir que estas actividades podem ser realizadas noutros momentos do percurso de aprendizagem, o que permite explorar algumas das variáveis implícitas à concretização das mesmas.

REFERÊNCIAS

- [1] Ribeiro, M. L. S. (2001). O jogo na organização curricular para deficientes mentais. In Kishimoto, T. M. (org.), Jogo, brinquedo, brincadeira e a educação (pp. 133-141). São Paulo: Cortez Editora.
- [2] Ministério da Educação (2004). Organização curricular e programas – Ensino Básico. Lisboa: Departamento de Educação Básica, Ministério da Educação.
- [3] Rodrigues, A. A. V. (2005). Ambientes de ensino não formal de ciências: impacte nas práticas de professores do 1º CEB (Dissertação de mestrado não publicada). Universidade de Aveiro, Aveiro.
- [4] Mendes. I. M. G. (2010). Como construir e dinamizar uma exposição interactiva de ciência (Dissertação de mestrado não publicada). Universidade de Aveiro, Aveiro.

#355

EXPERIÊNCIA E-LAB CONSERVAÇÃO DO MOMENTO ANGULAR E MEDIÇÃO DO MOMENTO DE INÉRCIA USANDO UM DISCO RÍGIDO

R. Marques¹, H. Fernandes²¹ Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, 1049-001 Lisboa² Instituto de Plasmas e Fusão Nuclear, Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, 1049-001 Lisboa

RESUMO

As experiências disponíveis sobre o estudo do momento angular normalmente só permitem verificar a sua conservação. O aparato proposto neste artigo inova na medida em que permite inferir a perda de energia dos discos durante uma travagem regenerativa electromagnética, cuja energia é dissipada em resistências permitindo medir com precisão o seu valor. Pela potência de frenagem em função da desaceleração angular e descontado o atrito mecânico, pode-se inferir o momento de inércia dos discos. Esta experiência é completamente automatizada através de um microcontrolador responsável pelo controlo e aquisição de dados e integrada na plataforma e-lab permitindo o acesso pela internet.

1 Descrição da experiência

Esta sala de controlo permite confirmar a conservação do momento angular colidindo um disco a rodar com outro inicialmente em repouso. É também possível inferir o momento de inércia através de princípios de conservação de energia.

O aparato experimental consiste num motor de disco rígido de computador e respetivo disco. Um segundo disco é suspenso acima dele e pode ser largado por um servo-motor.

O motor do aparato pode ser usado como um gerador estando equipado com um conjunto de 3 resistências usado como travão eletromagnético comandado por um microcontrolador. A característica de corrente&voltagem de travagem é medida permitindo um cálculo rigoroso da dissipação de energia.

2 Conservação do Momento Angular

Um disco com 115g no total é acelerado pelo motor do disco rígido até uma velocidade angular seleccionada. Neste instante a alimentação do motor é desligada, os discos ficam a rodar livremente e a sua velocidade de rotação vai sendo adquirida. Quando for atingida uma velocidade escolhida previamente o servo deixa cair sobre o disco em rotação um disco com 69g no total inicialmente em repouso. Os resultados da experiência são fornecidos e plotados com a velocidade dos discos em função do tempo. A **Figura 1** é um gráfico criado no Microsoft Excel a partir da tabela de resultados de uma experiência em que o servo deixa o disco suspenso cair quando o disco abaixo atinge 1000 rpm. Fazendo uma re-

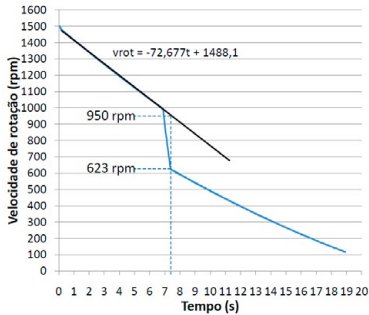


Figura 1: Velocidade de rotação dos discos

gressão linear entre o início da desaceleração e a queda dos discos, é possível determinar a velocidade prevista dos discos em rotação no instante em que os discos que caem deixam de deslizar sobre os que estavam em rotação.

Usando as seguintes quantidades:

L - momento angular

I - momento de inércia

ω ; - velocidade angular

m - massa em rotação.

Tem-se para a conservação do momento angular:

$$L_i = L_f$$

$$I_i \omega_i = I_f \omega_f$$

$$\frac{I_i}{I_f} = \frac{\omega_f}{\omega_i}$$

$$\frac{m_i \left(\frac{r_1^2 + r_2^2}{2} \right)}{m_f \left(\frac{r_1^2 + r_2^2}{2} \right)} = \frac{\omega_f}{\omega_i}$$

$$\frac{m_i}{m_f} = \frac{\omega_f}{\omega_i}$$

Obtém-se experimentalmente

$$\frac{\omega_f}{\omega_i} = \frac{623}{950} = 0,656$$

enquanto que pela razão das massas

$$\frac{m_i}{m_f} = \frac{115}{115+69} = 0,625$$

Fazendo um desvio à exatidão

$$\frac{|0,656 - 0,625|}{|0,625|} \times 100 = 4,9\%$$

Conclui-se que a razão das velocidades (experimental) difere **4,9%** da razão das massas (teórica), que está de acordo com a conservação do momento angular.

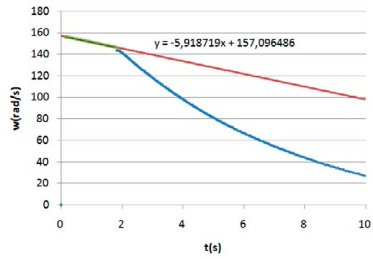


Figura 2: Velocidade de rotação dos discos

3 Medição do Momento de Inércia

Um disco com 115g no total é acelerado pelo motor do disco rígido até uma velocidade angular selecionada. Neste instante a alimentação do motor é desligada, os discos ficam a rodar livremente sendo a sua velocidade e a tensão entre duas fases do motor adquiridas. Quando for atingida uma velocidade escolhida previamente, um relé coloca cada enrolamento do motor em paralelo com uma resistência com uma impedância igual à impedância do enrolamento (**Figura 3**). Estas resistências vão dissipar energia actuando como um travão electromagnético. Tensão e velocidade em função do tempo são fornecidas numa tabela no final da sessão.

As **Figura 2** e **4** são gráficos criados no Microsoft Excel a partir da tabela de resultados de uma experiência em que o relé liga quando os discos atingem 1400 rpm.

Fazendo um ajuste aos primeiros dados da **Figura 2** gerados antes de o relé ligar, obtém-se uma reta que nos dá a evolução da velocidade do motor se o relé não tivesse sido ligado.

Usando os dados da velocidade dos discos faz-se um balanço da energia dos discos entre cada aquisição. A perda de energia mecânica dos discos terá que ser igual à soma das perdas por atrito mecânico e por dissipação de energia nas resistências.

$$\Delta E_{mec} = \Delta E_{atrito} + \Delta E_{ele}$$

A energia de um corpo em rotação é $E_{rot} = \frac{I\omega^2}{2}$ em que I é o momento de inércia, logo, a variação de energia mecânica entre cada aquisição será:

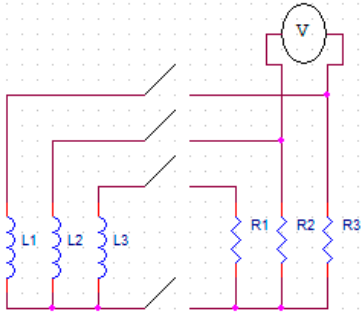


Figura 3: Medição da tensão entre duas fases

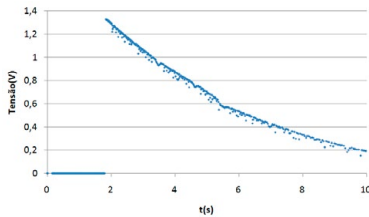


Figura 4: Tensão entre duas fases

$$\Delta E_{mec} = \frac{I(w_{2exp}^2 - w_{1exp}^2)}{2}$$

em que w_{2exp} e w_{1exp} correspondem à velocidade angular experimental do disco no instante da aquisição e no instante anterior respectivamente.

A energia perdida por atrito será

$$\Delta E_{atrito} = I w_{exp} (w_{2s/atr} - w_{1s/atr})$$

em que w_{exp} é a velocidade angular experimental do disco no instante da aquisição e $w_{2s/atr}$ e $w_{1s/atr}$ são a velocidade extrapolada do disco numa situação sem atrito no instante da aquisição e no instante anterior respectivamente.

A potência dissipada corresponde a

$$P = VI = \frac{V^2}{R}$$

A tensão rms aos terminais de um enrolamento corresponde a

$$V_{rms} = \frac{V_{medida}}{\sqrt{3}\sqrt{2}}$$

Na montagem usada a energia dissipa-se em 3 ramos o que leva a multiplicar por 3. Tanto o enrolamento como a resistência têm uma impedância de $4,7\Omega$ e por estarem em paralelo a impedância será metade, o que equivale a deixar $R = 4,7\Omega$ e

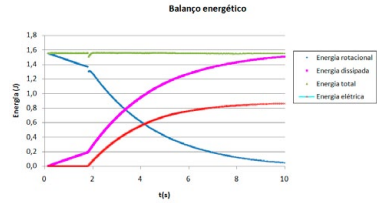


Figura 5: Balanço energético

multiplicar por 2 a potência.

$$P = 3 \times 2 \times \frac{V_{rms}^2}{R} = 3 \times 2 \times \left(\frac{V_{medida}}{\sqrt{3}\sqrt{2}} \right)^2 \frac{1}{R}$$

$$P = \frac{V^2}{R}$$

A energia dissipada será:

$$\Delta E_{ele} = P \cdot \Delta t$$

Em que Δt é o tempo entre aquisições.

O balanço da energia é feito para cada par de aquisições consecutivas e no final somado:

$$Balanço = \Delta E_{mec} - \Delta E_{atrito} - \Delta E_{ele}$$

Finalmente usa-se a função goal-seek do Microsoft Excel para colocar o somatório dos balanços a 0 (zero) alterando o valor de I .

Usando este método, conseguiu-se inferir um valor experimental de $1,274 \times 10^{-4} \text{ kg m}^2$ para o momento de inércia.

A **Figura 5** ilustra a energia dos discos ao longo do tempo, a energia perdida por atrito e por travagem eletromagnética e a soma de todas as energias que permite verificar a conservação de energia ao longo de toda a experiência.

Ora, os discos desta experiência são na verdade coroa circular de raios interior 13mm e exterior 47mm. O seu momento de inércia teórico corresponde então a:

$$I = \frac{m(r_1^2 + r_2^2)}{2} = \frac{0,115(0,013^2 + 0,047^2)}{2}$$

$$I = 1,367 \times 10^{-4} \text{ kg m}^2$$

Fazendo um desvio à exactidão:

$$\frac{|1,274 \times 10^{-4} - 1,367 \times 10^{-4}|}{|1,367 \times 10^{-4}|} \times 100 = 6,8\%$$

Conclui-se que esta experiência produziu resultados que se desviam dos calculados teoricamente por **6,8%**.

4 Conclusão

Esta experiência permitiu comprovar a conservação de momento angular a menos de uma diferença de 4,9% entre o rácio experimental e teórico e avaliar o momento de inércia de dois discos rígidos com um desvio de apenas 6,8% do experimental

para o teórico.

Pode-se ainda concluir que é possível realizar boas experiências sobre momento angular e momento de inércia reciclando um disco rígido de um PC e uma placa de microcontrolador de baixo custo.

#354

CONSTRUÇÃO DE INSTRUMENTOS METEOROLÓGICOS SIMPLES COMO ESTRATÉGIA DE ENSINO DA METEOROLOGIA

A. Godinho¹, L. Pombo², M. Talaia³

¹ Departamento de Educação da Universidade de Aveiro, ana.godinho@ua.pt

² Departamento de Educação da Universidade de Aveiro, lpombo@ua.pt

³ Departamento de Física da Universidade de Aveiro, mart@ua.pt

RESUMO

O ensino da meteorologia não tem tido muita atenção por parte dos professores nas suas práticas educativas. Neste trabalho é apresentada uma proposta de construção, validação e avaliação de instrumentos meteorológicos como estratégia de ensino, com o objetivo de contribuir para uma aprendizagem baseada na construção do conhecimento. Trata-se de um estudo de caso, baseado numa investigação empírica, envolvendo alunos do primeiro ano da Licenciatura em Educação Básica da Universidade de Aveiro. Os resultados apontam a estratégia de ensino como propícia ao desenvolvimento de competências no aluno, ao nível do conhecimento, capacidades científicas e atitudes.

1. INTRODUÇÃO

É importante garantir que o aluno adquira conhecimento científico e cultural e que desenvolva um conjunto de capacidades, entre elas, a capacidade de interpretação da realidade para que, como cidadão de uma sociedade em constante mudança, possa viver e agir em harmonia [3]. Para tal, cabe ao professor de Ciências considerar na sua prática pedagógica uma estratégia de ensino que permita ao aluno vivenciar e alcançar saberes. No entanto, o professor depara-se com conteúdos relativamente complexos, tanto a nível de interpretação e compreensão de conceitos como de fenómenos, nomeadamente no que respeita ao tema Meteorologia, no qual não se sente seguro nessa abordagem. Trata-se de conteúdos específicos de grande importância para identificar e interpretar situações do dia-a-dia que influenciam a vida na Terra. É por isso que o Ensino das Ciências é importante na formação do cidadão, para que este possa intervir de forma consciente no mundo que o rodeia.

Com este estudo, pretende-se valorizar o Ensino das Ciências, assim como as atividades experimentais, recorrendo a instrumentos meteorológicos simples e didáticos que possam proporcionar ao aluno o desenvolvimento de capacidades de compreensão e comunicação da Ciência. De igual modo, e como alguns destes alunos serão futuros professores,

pretende-se também fornecer bases de apoio consistentes na abordagem do tema Meteorologia. Note-se que a abordagem de conteúdos de meteorologia está presente no Currículo Nacional, mais concretamente, no capítulo Mudança Global abordado no 8º ano de escolaridade [3]. Assim, este estudo, baseado numa investigação empírica, tem como principal finalidade, em sentido lato, contribuir para uma melhor qualidade do ensino e da aprendizagem das Ciências.

2. OBJETIVO DO ESTUDO

Com este estudo procurou-se avaliar o impacto de uma abordagem didática que envolve a construção, validação e avaliação de instrumentos meteorológicos no desenvolvimento de competências específicas dos alunos ao nível do conhecimento, capacidades científicas e atitudes. Para tal, formularam-se duas hipóteses de investigação: o uso de instrumentos simples e didáticos potencia a construção do conhecimento e, existem dificuldades na aquisição de saberes sobre o tema associado ao percurso de formação/académico antes dos alunos ingressarem no Ensino Superior.

Segue-se uma breve fundamentação teórica que susteve este estudo e que corroborou com as hipóteses formuladas.

3. METODOLOGIA

Em termos metodológicos, optou-se por um estudo de caso [1], onde se procedeu a uma análise sustentada dos dados recolhidos através da aplicação de inquéritos por questionário e observação em contexto educativo numa turma de Licenciatura em Educação Básica da Universidade de Aveiro. Aplicou-se uma metodologia de cariz qualitativo, centrada na medição e análise de variáveis. A Imagem 1 mostra a participação dos alunos numa saída de campo, onde tiveram a oportunidade de manusear e testar os instrumentos meteorológicos por si construídos, assim como fazer leituras, análise e interpretação das observações efetuadas in loco.

3.1. Amostra

A amostra é constituída por 79 alunos universitários, a frequentar o 1º ano da



Imagem 1. Visita de estudo realizada entre a Ria de Aveiro e o mar.



Imagem 2. Contexto Educativo.

Licenciatura em Educação Básica, da Universidade de Aveiro em 2011/2012, na Unidade Curricular de Ciências Integradas da Natureza I (Imagem 2).

3.2. Técnicas e instrumentos de recolha de dados

Recorre-se à aplicação de inquérito por questionário e observação de aulas para recolha de dados. O questionário foi estruturado em três partes: a primeira parte tinha como objetivo a obtenção de alguns dados e opiniões pessoais dos alunos; a segunda parte visou a obtenção de informações relativas ao percurso escolar e a terceira parte, permitiu averiguar os conhecimentos que os alunos possuem sobre meteorologia. Procedeu-se, numa primeira fase, antes de se iniciarem as atividades letivas, à aplicação do questionário, designado por pré-teste, que permitiu, para além de obter outras informações, diagnosticar o nível de conhecimentos que os alunos possuíam sobre meteorologia. Numa segunda fase, após a abordagem dos conteúdos de meteorologia, procedeu-se à construção, sob orientação do docente, e apresentação, em grupo à turma, do instrumento construído. Logo após, foi aplicado um pós-teste para avaliação de conhecimentos adquiridos com recurso a esta estratégia de ensino. É importante referir que os questionários foram respondidos em situação de anonimato. Também, para além da aplicação dos questionários, foram realizadas várias observações de tempos letivos e da visita de estudo realizada, como extensão à sala de aula, como forma de triangulação de dados.

3.3. Análise dos dados

Recorreu-se à análise estatística para tratamento da informação obtida nos itens de resposta fechada e à análise de conteúdo para os itens de resposta aberta. Da análise quantitativa, procedeu-se à descrição e interpretação dos dados que se apresenta de seguida.

4. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

A tabela seguinte (Tabela 1) apresenta, em termos globais, os valores da média, máximo e mínimo dos resultados obtidos aos itens de resposta fechada do inquérito por questionário relacionados com os conhecimentos sobre meteorologia:

		Avaliação (pré-teste)	Avaliação (pós-teste)
N	Válidos	79	79
	Ausentes	0	0
Classificação Média obtida		36,86	57,93
Classificação mínima		5,88	35,29
Classificação máxima		76,47	88,24

Tabela 1. Tratamento estatístico dos dados.

Como se pode verificar, a classificação média obtida no pré-teste foi de cerca de 37% e a do pós-teste foi de cerca de 58%. No que se refere às classificações mínimas obtidas foram, no pré-teste cerca de 6% e no pós-teste cerca de 35%. No que respeita às classificações máximas obtidas foram, no pré-teste, cerca de 76% e no pós-teste de 88%. Deste modo, pode-se constatar que foi visível a aquisição de conhecimentos sobre o tema meteorologia.

Apresentam-se de seguida, algumas imagens, colhidas através de fotografias, das observações de aulas e, essencialmente, da apresentação dos instrumentos construídos à turma. A Imagem 3 mostra um higrómetro de fio de cabelo construído para medir a humidade relativa do ar.

A Imagem 4 mostra um psicrómetro. Trata-se de outro exemplo de instrumento construído pelos alunos para medir a humidade relativa do ar.

Por fim, a Imagem 5 mostra um anemómetro e catavento, também construído pelos alunos. O anemómetro serve para medir a intensidade do vento e o catavento para registar a sua direção e sentido.



Imagem 3. Higrómetro de um fio de cabelo e comparação de leituras entre o higrómetro construído e um digital.



Imagem 4. Psicrómetro construído pelos alunos.



Imagem 5. Anemómetro e catavento construído pelos alunos.

Como se pode constatar, os alunos construíram instrumentos simples, facilmente reproduzíveis em sala de aula, com recurso a materiais económicos e, ainda, puderam comparar valores registados pelos seus instrumentos com os registados por aparelhos digitais ou via internet (como por exemplo, a pressão atmosférica, a humidade relativa do ar...). Acresce a informação de que a escala de medida para cada instrumento construído teve em consideração os dados registados pelo próprio instrumento por ajuste aos lidos através do instrumento digital ou consulta na internet, tendo sido, deste modo, calibrados os instrumentos dos alunos.

5. DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

Apesar dos resultados obtidos não poderem ser generalizados, indicam que a simples construção e manipulação de instrumentos didáticos parece melhorar a aprendizagem de conhecimentos em Meteorologia [2]. Valadares (2000) [3] afirma que o conhecimento

científico parte de uma construção humana resultante de interações complexas envolvendo sujeitos e objetos, de igual modo [4]. Isto significa que os alunos se sentem mais motivados quando estão mais envolvidos no processo de aprendizagem e tal só é possível quando os contextos educativos proporcionam ao aluno a apresentação de um problema e incentivam a resolução do mesmo. Assim, pensa-se ter contribuído para a melhoria do Ensino de Meteorologia e, em sentido lato, para a formação de um cidadão mais interveniente, esclarecido e crítico perante o mundo atual e em mudança [4].

REFERÊNCIAS

- [1] Coutinho, C. P.. Metodologias de Investigação em Ciências Sociais e Humanas: Teoria e Prática. Coimbra: Almedina (2011).
- [2] Godinho, A. L. P.. Avaliação do uso de instrumentos didáticos no Ensino da Meteorologia. Dissertação de Mestrado em Ciências de Educação. Universidade de Aveiro, Aveiro (2012).
- [3] Valadares, J.. Estratégias construtivistas e investigativas no ensino das ciências. Lisboa: Universidade Aberta (2000). (Acedido a 13/05/12, em <http://eec.dgicd.min-edu.pt/publicacoes.htm>)
- [4] Ministério da Educação (ME) – Desenvolvimento Geral de Inovação e de Desenvolvimento Curricular (DGICD) (2010). (Acedido a 17/09/12, em <http://www.metasdeaprendizagem.min-edu.pt/ensino-basico/apresentacao/>)

#359

RECURSOS INOVADORES NAS EXPERIÊNCIAS DE FÍSICA/TECNOLOGIA TI-NSPIRE, LAB CRADLE E DATAQUEST

J. Rogério P. Nogueira¹, Armando P. Severino²

¹ Escola sec. Eng. Acácio Calazans Duarte

² Escola sec. Eng. Acácio Calazans Duarte

rogerio.nucis@mail.telepac.pt; apireseverino@sapo.pt

RESUMO

A evolução tecnológica permite uma significativa melhoria na precisão dos dados obtidos na componente experimental em física, na sua reflexão e discussão, na aprendizagem e compreensão dos conceitos, possibilitando a interação e partilha dos dados entre os alunos, facilitando também a elaboração dos relatórios das atividades experimentais, tudo com uma maximização do tempo disponível.

Com a nova tecnologia TI-Nspire para as ciências, o interface de aquisição Lab Cradle e a aplicação Dataquest, quer em unidades portáteis ou no computador, testou-se o potencial didático-pedagógico destes recursos em turmas do 10.º, 11.º e 12.º de Física e verificou-se o significativo alcance daqueles objetivos com os resultados que se apresentam.

1. TECNOLOGIA TI-NSPIRE NO ENSINO EXPERIMENTAL: INTRODUÇÃO

Existe hoje um leque multivariado de tecnologias que permitem a abordagem experimental do ensino da física. Mas convém desde já clarificar que entendemos essa abordagem como o processo de preparação de um dispositivo experimental, a aquisição dos dados que lhe são inerentes, o seu tratamento, a análise e a reflexão que permita a compreensão de relações e de conceitos.

Também nos parece que o ensino experimental para ter eficácia, para além de requerer precisão nos dados obtidos, atualmente, mais do que antes, tem outros requisitos a que está obrigado, dos quais desatacamos a interatividade e a rapidez de todo o processo.

Com a nova tecnologia *TI-Nspire*, o interface de aquisição *Lab Cradle* e a aplicação *Dataquest*, integrada no sistema operativo das unidades portáteis *TI-Nspire* ou no software do computador, testámos e comprovámos a eficácia da abordagem experimental nas atividades laboratoriais da componente de Física, dos 10.º, 11.º e 12.º anos.

1.1. Recolha de dados

O sistema de recolha de dados baseia-se no interface de aquisição *Lab Cradle*, ao qual pode ser acoplada a máquina *TI-Nspire* ou diretamente o computador, que tem três portas analógicas e duas digitais para se ligarem os sensores.

Uma das facilidades que o sistema proporciona é a deteção e a calibração automática dos sensores. Assim, basta ligar as fichas e o sistema fica pronto para recolher dados, de acordo com a predefinição. Mas, como nem sempre a predefinição de recolha é a que melhor interessa, é conveniente, após uma breve reflexão, efetuar uma definição de recolha adequada aos fins pretendidos.

A definição e recolha efetua-se de forma simples, bastando a seleção dos menus, com o uso da tecla *Menu*, e a escolha da opção *Configuração de recolha* com o preenchimento dos campos disponíveis.

Da mesma forma, usando a tecla *Menu*, se pode iniciar a recolha de dados os quais, após decorrido o tempo de recolha, são registados numa tabela.



Figura 1. *Lab Cradle* com *TI-Nspire* incorporada

1.2. Tratamento de dados e análise integrada

O *software*, para além de registar os dados em tabelas, simultaneamente executa um tratamento gráfico. Também, de uma forma integrada, de imediato, após a recolha dos dados, é possível realizar um tratamento estatístico.

À tabela criada, com os dados recolhidos, é ainda possível adicionar colunas e expressões, funcionando o sistema com uma folha de cálculo integrada, permitindo relacionar quantitativamente os dados, selecionar domínios e a realização de tratamentos gráficos. Possibilita assim uma rápida análise das possíveis relações entre os dados e outras grandezas físicas. A rapidez de execução no tratamento de dados é mesmo uma das suas características.

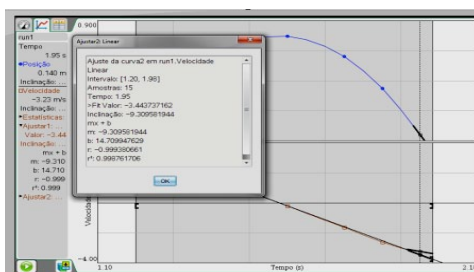


Figura 2. Resultado de um tratamento estatístico.

1.3. Interatividade e portabilidade

O *Lab Cradle* pode ligar-se diretamente ao computador e, nesta funcionalidade, pode realizar-se uma atividade centrada. Possibilita assim ao professor a condução de toda a atividade experimental e a exploração da análise dos dados e a reflexão sobre os

resultados. Em qualquer instante a recolha de dados pode repetir-se, com ou sem mudança de alguns parâmetros experimentais.

A rapidez com que os resultados são obtidos, o seu tratamento e análise, em conjunto com a possibilidade de se poder repetir a experiência traduz-se também numa significativa interatividade. Porém, a maior parte das utilizações é com ligação à máquina. Mas, mesmo que se opte pela ligação ao computador, é fácil transferir todos os dados para as máquinas dos alunos e entre as suas máquinas. Podem eventualmente guardar os resultados, tratá-los, refletir sobre eles, transferi-los para o computador e elaborar um relatório.

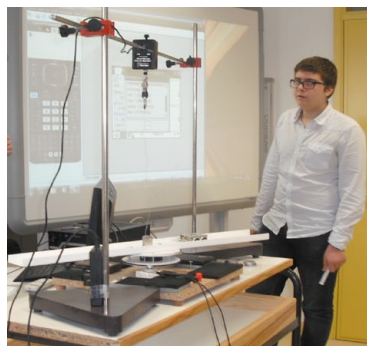
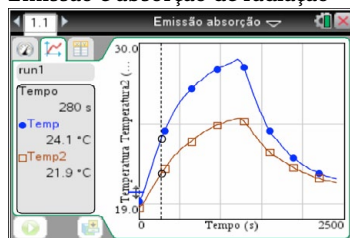


Figura 3. Realização de experiências centradas.

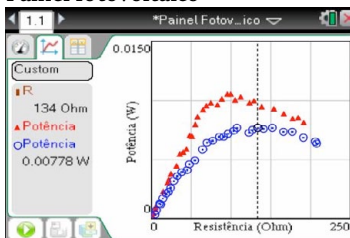
1.4. Algumas experiências de física com a tecnologia TI-Nspire

Este sistema funciona com sensores da Vernier e dos muitos que estão disponíveis destacamos para a as experiências de física os sensores: de temperatura, som-microfone, fotocélulas- photagate, luz, posição- CBR, aceleração, força, pressão e corrente elétrica. Com eles, e como os dispositivos adequados, pode realizar-se a aquisição e tratamento de dados de todas as atividades experimentais obrigatórias dos atuais programa do ensino secundário. Devido à limitação de páginas, a seguir apresentamos apenas o tratamento gráfico ou fotos da concretização de algumas das atividades experimentais.

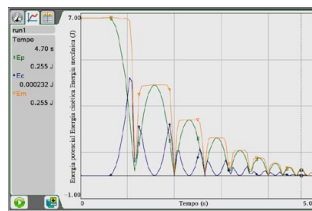
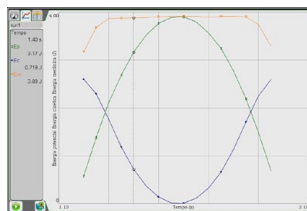
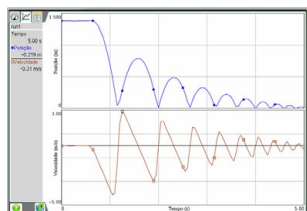
Emissão e absorção de radiação



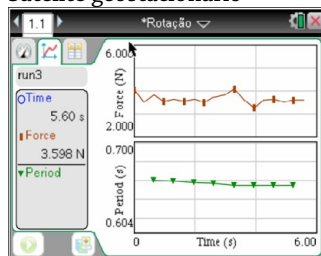
Painel fotovoltaico



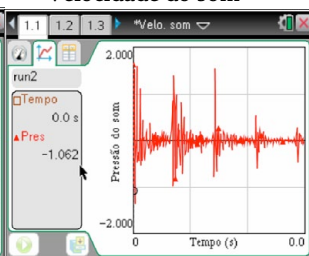
Bola saltitona



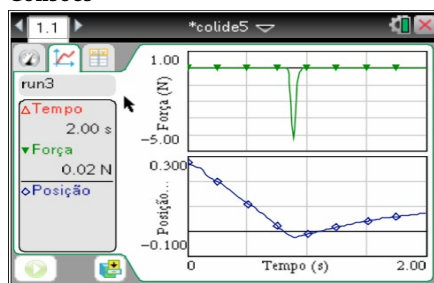
Satélite geostacionário



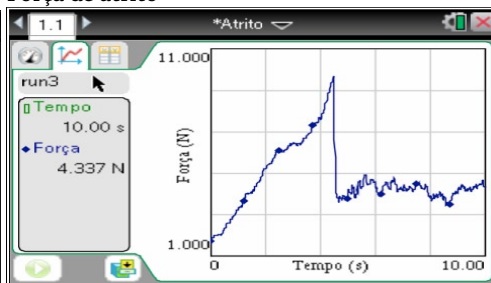
Velocidade do som



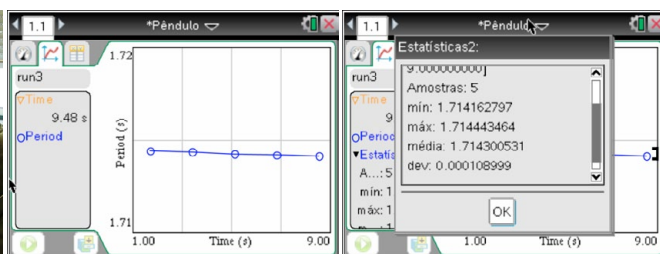
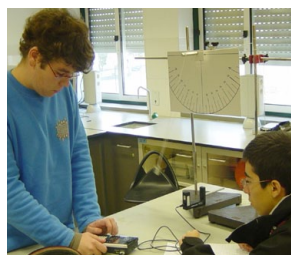
Colisões



Força de atrito

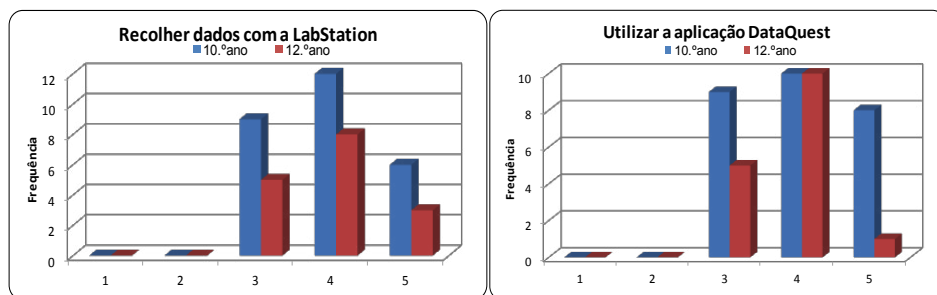


Pêndulo gravítico



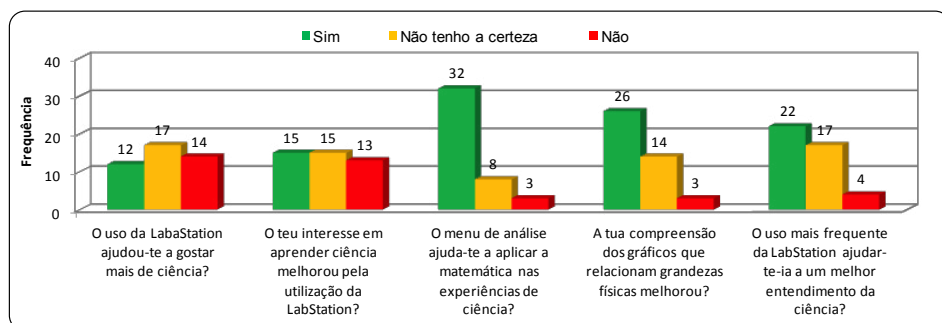
1.5. A perspectiva dos alunos

Após um período letivo, em que o sistema foi utilizado com alunos, efetuou-se um inquérito (anónimo) aos alunos de duas turmas, uma do 10.º ano, com 27 alunos, e outra do 12.º ano, com 16 alunos, com o objetivo de auscultar as suas opiniões sobre o potencial pedagógico da tecnologia no seu processo de aprendizagem conceptual e instrumental. Numa das questões pedia-se aos alunos que indicassem a sua impressão sobre a facilidade do uso desta tecnologia nas atividades experimentais, numa escala de 1 a 5, com 1 a significar *muito difícil* e o 5 como *muito fácil* . Os gráficos seguintes mostram as respostas dos alunos.



A maioria dos alunos das duas turmas, considerou ser fácil ou muito fácil recolher dados com a *LabStation* (conjunto *TI-nspire*, *Lab Cradle* e sensores) e usar a aplicação *DataQuest*. A maior facilidade mostrada pelos alunos do 10.º ano é explicada pelo facto de estes estarem mais familiarizados com a unidade portátil *TI-Nspire*, que a maioria tinha adquirido no início do ano letivo.

Sobre o processo de aprendizagem e a relevância do uso desta tecnologia na motivação para a ciência, solicitou-se aos alunos que indicassem a melhor resposta possível para um conjunto de questões. As questões e os resultados apresentam-se no gráfico a seguir.



As respostas dos alunos revelam claramente as vantagens do uso desta ferramenta na construção da sua aprendizagem, nomeadamente nos domínios da análise dos dados obtidos e no da compreensão conceptual.

2. CONCLUSÃO

A flexibilidade na aquisição de dados, a maximização do tempo disponível para a reflexão e discussão dos resultados obtidos, a melhoria na compreensão e aprendizagem dos conceitos, a partilha dos dados entre os alunos e outras plataformas (computador), a execução de praticamente todas as atividades experimentais e a elaboração dos relatórios com melhor qualidade, que não só gráfica, são atributos que vimos melhorados com a utilização deste sistema. Mas, não menos significativo, também uma maior motivação para a ciência.

#388

EXPLORAÇÃO DE LABORATÓRIOS REMOTOS (E-LAB) NA DISCIPLINA DE ELETROMAGNETISMO E ÓTICA

R. B. Henriques¹, G. W. R. Fernandes², J. Fortunato¹, H. Fernandes¹, C. Cruz³, C. Bastos⁴

¹Associação EURATOM/IST, Instituto de Plasmas e Fusão Nuclear, Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, 1049-001 Lisboa, Portugal

²Grupo de Tecnologia Educativa, Faculdade de Motricidade Humana, Universidade Técnica de Lisboa, 1499-002, Lisboa, Portugal

³Departamento de Física, Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, 1049-001 Lisboa, Portugal

⁴Instituto de Plasmas e Fusão Nuclear, Instituto Superior Técnico, Avenida Rovisco Pais 1049-001 Lisboa, Portugal
rhenriques@ipfn.ist.utl.pt

RESUMO

O e-lab [1] é um laboratório de controlo remoto que permite a realização de experiências científicas reais através da internet. Este laboratório foi utilizado para realizar duas experiências laboratoriais na disciplina de Eletromagnetismo e Ótica do MEFT/IST. Os guias permitiram aos alunos explorarem as experiências e estruturarem o relatório o mais livremente possível. Com base nos relatórios entregues e inquéritos realizados aos alunos, a exploração do e-lab diferenciou-se face aos laboratórios convencionais pelos seguintes factos: (i) grande quantidade de dados adquiridos, permitindo a realização de ajustes aos modelos teóricos com menor erro, (ii) treino na utilização de aplicações digitais para análise e tratamento de dados e (iii) motivação dos alunos pelo uso duma tecnologia inovadora.

1. INTRODUÇÃO

Este artigo apresenta (i) os resultados e tratamento dos dados de dois laboratórios (Eletrostática e Ótica) da disciplina de Eletromagnetismo e Ótica (EO) provenientes da exploração do laboratório remoto e-lab [1] e também (ii) a opinião dos alunos sobre o uso e a motivação em utilizá-lo. Este estudo foi realizado com alunos do ensino superior do curso de Mestrado Integrado em Engenharia Física Tecnológica (MEFT) no Instituto Superior Técnico (IST) da Universidade Técnica de Lisboa (UTL). A utilização do e-lab neste contexto teve como principais objectivos: (i) fornecer dados experimentais que permitam aos alunos realizarem ajustes aos modelos teóricos com reduzido erro, (ii) promover a prática do uso de aplicações digitais para análise e tratamento de dados e (iii)

motivar os alunos a realizarem experiências científicas pelo uso duma tecnologia inovadora [2-3]. Este trabalho tem o objetivo de caracterizar o laboratório remoto e-lab, as condições em que foram realizados os laboratórios remotos, as experiências e guias de laboratório e, por último, apresentar os resultados obtidos nos relatórios entregues e inquéritos realizados aos alunos.

Este artigo está estruturado da seguinte forma: (i) a descrição do laboratório remoto e-lab é feita na secção 1.1., (ii) o contexto e condições nos quais os laboratórios e experiências foram usados está descrito na secção 2 e (iii) os resultados obtidos nos relatórios e inquéritos realizados aos alunos estão descritos na secção 3. Por último são apresentadas as conclusões na secção 4.

1.1. Laboratório de controlo remoto: e-lab

O e-lab é um laboratório de controlo remoto que permite a realização de experiências científicas reais através da internet. Este laboratório encontra-se localizado no IST e é de acesso livre (24h por dia) e gratuito.

A utilização do e-lab é feita através de um computador com acesso à internet, necessitando apenas de ter uma plataforma Java instalada (Java Runtime Environment). Através do site do e-lab [1] é possível fazer o *download* da plataforma do e-lab que servirá para aceder às experiências do laboratório, configurá-las e adquirir os dados da experiência. A plataforma do e-lab permite também a visualização direta e em tempo real da montagem experimental de modo a observar o decorrer da experiência. Uma descrição com detalhes técnicos sobre a estrutura genérica das montagens experimentais no e-lab (descrição da experiência da Ótica como exemplo) e diagramas de ligações descrevendo a estrutura do laboratório encontra-se disponível na referência [4]. Para além do acesso às experiências, a plataforma permite visualizar os resultados e configurações dos restantes utilizadores e comunicar com eles através de um *chat* comum a todos. Durante a realização da experiência, os dados são apresentados na plataforma em tempo real sob forma de tabelas e/ou gráficos dinâmicos. No final da experiência, os dados podem facilmente ser exportados para um outro qualquer programa de tratamento de dados (por exemplo: folha de cálculo).

Resumindo, para um utilizador realizar uma experiência no e-lab, tem que (1) ligar-se à plataforma do e-lab, (2) escolher a experiência que pretende realizar, (3) configurar a experiência, (4) executar a experiência (no caso de haver mais do que um utilizador, terá que esperar por sua vez para ter o controlo da experiência), (5) aguardar execução da experiência e a apresentação dos resultados.

2. LABORATÓRIOS DA DISCIPLINA DE EO NO E-LAB

Os laboratórios remotos da disciplina de EO foram realizados ao longo do 2º semestre do ano letivo 2011/2012, tendo abrangido duas principais áreas da disciplina: Eletrostática e Ótica. Foram concebidos dois guias para orientar os alunos na realização da experiência,

sendo que, os guias eram de resposta relativamente aberta de modo a permitir aos alunos explorarem livremente as experiências não havendo restrições quanto à elaboração dos relatórios. Com esta abordagem pretendeu-se analisar até que ponto os alunos aprofundam a análise da experiência e a capacidade que têm em fazê-lo. Para cada laboratório, os alunos, em grupos de três elementos, tiveram pelo menos um mês para a realização e entrega dos mesmos (1 relatório por grupo). Durante este tempo foi-lhes possível realizarem as experiências inúmeras vezes sem restrição de horário. Segue-se uma breve descrição da cada experiência realizada no e-lab.

2.1. Eletrostática – experiência do “Condensador Cilíndrico”

Para a realização do laboratório sobre a Eletrostática foi utilizada a experiência do “Condensador Cilíndrico”. Esta experiência consiste num condensador cilíndrico de capacidade variável composto por duas armaduras condutoras. A variação da capacidade é obtida através da variação da área de sobreposição entre essas mesmas armaduras. Ao longo do condensador existem dois dielétricos diferentes: ar e poliestireno. A dedução teórica para o modelo deste condensador (condensador cilíndrico infinito) é efetuada previamente em aula de problemas. A análise e o tratamento dos dados para esta experiência consistem no ajuste dos dados ao modelo teórico e no cálculo dos erros. O objectivo final é determinar as constantes dieléctricas e capacidades lineares do condensador.

2.2. Ótica – experiência da “Ótica”

Para a realização do laboratório sobre a Ótica foi utilizada uma experiência que consiste no estudo do comportamento da radiação electromagnética na fronteira entre dois meios com índice de refração diferentes: ar e pexiglass (PMMA – Polimetil-metacrilato). Esta experiência é constituída por um laser, um sensor ótico de intensidade de luz, um semi-cilindro de pexiglass e um polarizador. Esta montagem experimental permite assim aos alunos realizarem quatro protocolos diferentes: (i) a ‘Lei de Snell’, (ii) a ‘Conservação de Energia’, (iii) o ‘Ângulo Crítico’ e (iv) o ‘Ângulo de Brewster’. Nesta experiência é de realçar o tratamento dos dados do primeiro protocolo que envolve a utilização de um programa de tratamento de imagem para melhor visualização dos resultados e cálculos dos ângulos.

3. RESULTADOS

Nesta secção apresentam-se alguns dos resultados da análise e tratamento dos dados presentes nos relatórios entregues pelos alunos e os resultados do inquérito realizado aos alunos no final do semestre.

3.1. Relatórios

Os dados obtidos na experiência do “Condensador Cilíndrico” (para um varrimento completo) consistem em duas rectas: uma para o dielétrico de poliestireno e outra para o

dielétrico de ar, como se pode verificar na figura nº 1 (figura retirada de um dos relatórios). A figura nº 2, igualmente retirada de um relatório, representa parte (ajuste linear à zona do dielétrico de poliestireno) do tratamento de dados presentes na maioria dos relatórios entregues pelos alunos. Ainda na figura nº 2, verifica-se que o ajuste corresponde muito bem aos dados experimentais, levando a um reduzido erro na determinação dos parâmetros de ajuste.

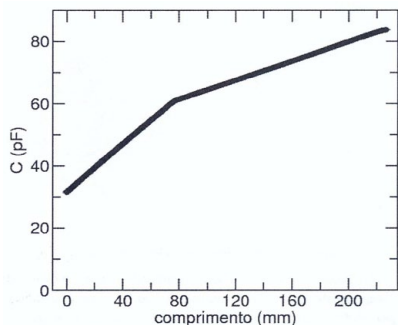


Figura nº1: Dados obtidos directamente da experiência para um varrimento completo do condensador (cerca de 650 pontos).

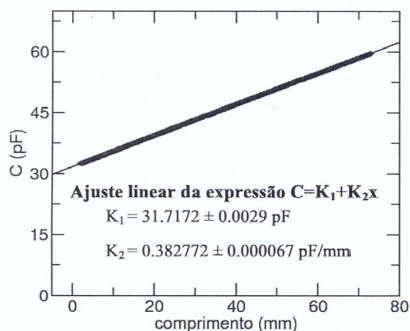


Figura nº2: Ajuste linear ao 1º troço da recta do gráfico da figura nº1 (dielétrico de poliestireno).

O elevado número de dados e resolução da experiência permitem detectar a não idealidade dos resultados experimentais na extremidade final do condensador cilíndrico. Este facto permitiu distinguir quais eram os alunos mais críticos, uma vez que poucos referiram e tentaram explicar tal fenómeno nos relatórios. A figura nº 3 apresenta um gráfico (presente em poucos relatórios) que evidencia o fenómeno da não idealidade.

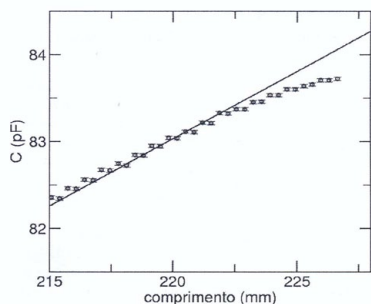


Figura nº3: Gráfico (com recta de ajuste) que evidencia a não idealidade do condensador cilíndrico.

Relativamente aos resultados para a experiência da “Ótica”, a figura nº4 mostra o resultado de um dos grupos ao utilizar um software para tratamento de imagens de modo a: realçar os traços do laser (a) e a determinar os ângulos entre os mesmos (b). No tratamento de dados desta experiência verificou-se que nem todos os alunos recorreram a

programas de tratamento de imagens (cerca de 40% não utilizaram) e dos que recorreram somente alguns é que utilizaram ferramentas digitais para cálculo dos ângulos. A imagem (a) da figura nº4 representa o tratamento de imagem típico (realce dos traços) presente nos relatórios (dos que recorreram a programas de tratamento de imagens). Na imagem (b) da figura nº4 verificou-se que os alunos puderam determinar o erro associado à espessura do feixe laser recorrendo à determinação digital dos ângulos.

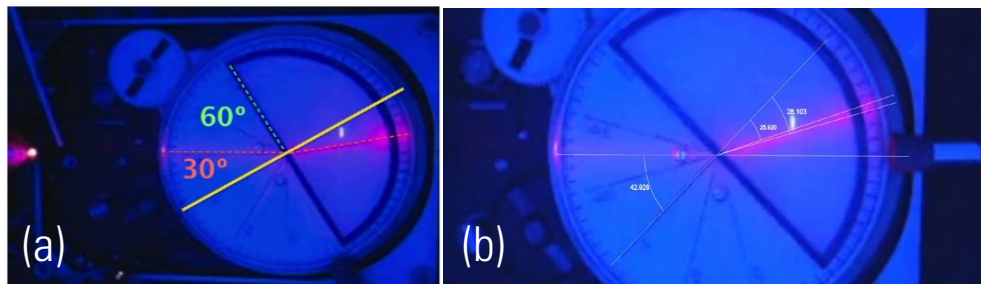


Figura nº4: Realce dos traços do laser na imagem da esquerda (a) e determinação dos ângulos entre traços na imagem da direita (b).

3.2. Inquérito

O inquérito foi realizado no final do semestre após a entrega dos relatórios (Condensador Cilíndrico e Ótica) e da realização dos testes e exames. Este tinha como objetivo averiguar as potencialidades do e-lab quanto à (i) utilização de ferramentas (programas e outros...), (ii) contextualização na disciplina de EO (dificuldade e conteúdos temáticos), (iii) comparação com o laboratório “clássico” e (iv) motivação em utilizar o e-lab. O inquérito foi realizado na internet através do sistema de gestão académica (fenix). O número de alunos da MEFT inscritos nos laboratórios de EO foi de 56 alunos, mas somente 28 alunos responderam ao inquérito.

Procurou-se verificar quais as ferramentas que os grupos utilizaram para analisar os dados (histograma da figura nº5) e verificou-se que 77% dos alunos utilizaram folha de cálculo,

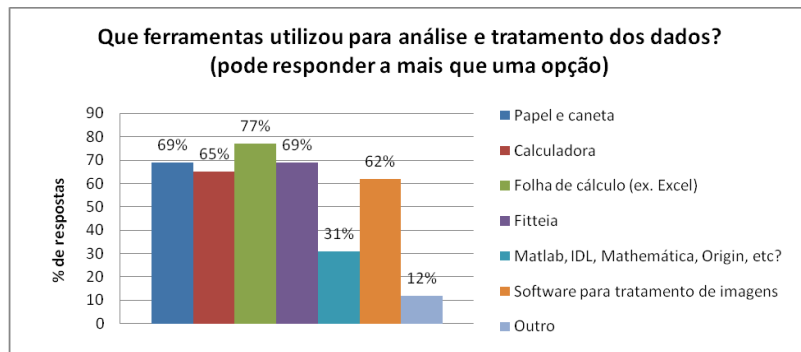


Figura nº5: Histograma relativo às ferramentas utilizadas para análise e tratamento dos dados experimentais.

69% utilizaram o “Fitteia” (aplicação Web que permite realizar ajuste teóricos a dados experimentais [5]), 31% dos alunos utilizaram programas mais avançados tais como o “Matlab”, “IDL”, “Mathematica” ou “Origin” e cerca de 60% recorreu a software de tratamento de imagens para análise dos dados experimentais da Ótica.

Relativamente à dificuldade e conteúdo temático dos laboratórios no e-lab (figura nº6), verificou-se que 75% dos inquiridos responderam: “Adequados” ao contexto da disciplina de EO. No entanto, ao classificar o grau de dificuldade dos trabalhos e-lab quando comparado aos outros laboratórios do curso verificou-se que 14% responderam “Fáceis” e 36% responderam “Difíceis”.

Ao comparar o e-lab com os laboratórios clássicos verificou-se que 43% dos inquiridos acham o e-lab inovador e mais prático. Cerca de 90% dos alunos responderam que o e-lab não permite o contacto com a experiência, o que revela que os alunos dão importância relevante ao contacto presencial com a experiência.

Para finalizar a subsecção Inquérito, apresentam-se os resultados de duas perguntas relativas à motivação na utilização do e-lab. Nos resultados da figura nº7 verifica-se que o e-lab foi um desafio inicial motivador, pois cerca de 80% dos alunos tiveram apreciação positiva. Na pergunta que procurou verificar se o uso do e-lab foi motivador no geral, 70% dos alunos tiveram uma apreciação positiva.



Figura nº7: Gráfico relativo à motivação inicial na realização de um laboratório remoto no e-lab.

4. CONCLUSÕES

Este artigo descreve o resultado da utilização do laboratório remoto e-lab por grupos de alunos para realizar dois laboratórios da disciplina de Eletromagnetismo e Ótica. O objectivo da exploração de laboratórios remotos foi providenciar aos alunos: (i) resultados experimentais de modo que a análise e tratamento de dados envolvessem ajustes aos modelos teóricos com reduzido erro, (ii) prática na utilização de aplicações digitais e (iii) motivação para realizarem o laboratório por estarem a utilizar uma tecnologia inovadora.

Com base nos resultados da análise e tratamentos de dados dos relatórios conclui-se que os alunos, na experiência do condensador cilíndrico, realizaram ajustes de grande qualidade e que o facto de haver grande quantidade de dados experimentais permitiu-lhes visualizar comportamentos não ideais da experiência. Para a experiência da Ótica, a maioria dos alunos (>60%) recorreu a aplicações digitais para tratamento de imagens para realçar os traços do laser e, em menor número, determinar os ângulos entre estes. Dos resultados dos inquéritos, concluiu-se que (i) a maioria dos alunos recorreu a aplicações digitais para análise e tratamentos dos dados e que (ii) a dificuldade e os conteúdos temáticos abordados no e-lab estiveram adequados ao contexto da disciplina. Na comparação do e-lab com os laboratórios “clássicos” verificou-se que este era inovador e mais cómodo de utilizar, mas também, que os alunos valorizam bastante o contacto com a experiência. A maioria dos alunos (70%) manifestou uma motivação adicional e positiva no e-lab para o desempenho na disciplina. Os objectivos iniciais da utilização de laboratórios remotos no e-lab foram atingidos com sucesso tendo-se verificado que os alunos dominam o uso de ferramentas digitais para análise e tratamento de dados. Deste trabalho, conclui-se ainda que os laboratórios remotos são uma contribuição forte na aprendizagem e prática do uso de ferramentas de análise e tratamento de dados.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi suportado pela Comunidade Europeia (através do contrato associação entre a EURATOM e o Instituto Superior Técnico). Foi recebido ainda financiamento dos programas da Fundação da Ciência e Tecnologia através do contrato de Laboratório Associado. As opiniões expressas pelos autores não representam necessariamente as posições da Comissão Europeia nem da FCT.

REFERÊNCIAS

- [1] <http://elab.ist.utl.pt>.
- [2] Sérgio Carreira Leal, João Paulo Leal, Horácio Fernandes, “E-lab: a valuable tool for teaching”, *Contemporary Issues in Education*, 167-174, 2010.
- [3] Siu Cheung Kong, Yau Yuen Yeung, Xian Qiu Wub, *Computers & Education* 52, 702-717, 2009.
- [4] R. B. Henriques, et al, “Generic protocol for Hardware control @ e-lab”, *proceedings of the 1st experiment@ International Conference*, Lisbon, November 2012.
- [5] Aplicação Web para realizar ajustes a dados experimentais: <http://fitteia.ist.utl.pt>.

#393

FERRAMENTAS DE APOIO A LABORATÓRIOS REMOTOS: O PORTAL E-LAB

R. Figueiredo, H. Fernandes

IST – Instituto Superior Técnico, Lisboa

RESUMO

Para poder dar o apoio necessário a uma plataforma como o e-lab é necessário um conjunto alargado de ferramentas informáticas nomeadamente (i) Java para construção de interfaces (ii) plataformas web MediaWiki e WordPress para disponibilizar os conteúdos (iii) software MathJax para a representação de equações matemáticas nas páginas web com suporte Latex e MathML, (iv) autenticação CAS para gerir os colaboradores do projecto, (v) Subversion para organizar experiências em desenvolvimento, (vi) difusão de video online, (vii) ajuste numérico de equações on-line FITEIA (viii) plataforma de video-conferencia, acrescido do facto do e-lab ser uma plataforma multi-lingua. Nesta comunicação é descrita a sua utilização e concorrência para a criação dum ambiente unificado para o utilizador no acesso aos conteúdos multimédia do e-lab.

1 Introdução e estruturas

O projecto e-lab nasceu em 1999/2000. O seu objectivo é permitir a execução remota de experiências científicas e o seu funcionamento está descrito noutro artigo [1].

Do lado do utilizador, o e-lab mostra um menu de selecção de experiências e uma interface de controlo. As interfaces, desenhadas em Java [10], não permitem escrever grandes textos, o que limita seriamente o conteúdo que pode ser disponibilizado. Por esta razão, toda uma estrutura online de recursos para ajudar o utilizador do e-lab.

Para explicar as experiências e protocolos, criou-se um repositório de conteúdos no formato wiki, desenvolvendo-se em duas línguas (português e inglês). Em paralelo com o e-lab, foi desenvolvido também o fitteia [6], um software que permite o tratamento matemático de dados experimentais.

A existência de várias ferramentas e a intenção de

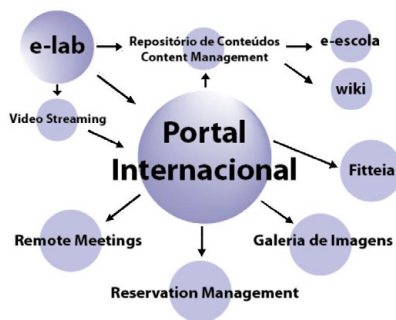


Figura 1: Esquemático com a constelação e-lab.

criar novas ditou a criação uma entrada comum: o Portal Internacional [2]. Para este portal decidiu-se o formato blog, pois permite divulgar notícias relevantes para o universo e-lab e ao mesmo tempo

juntar e organizar todos os links relevantes para o e-lab.

2 Público-alvo

O objectivo do e-lab é permitir a execução de experiências de física básica remotamente. Isto é especialmente interessante para alunos do ensino básico e secundário cujas escolas não consigam ter as condições para as realizar. Assim, todo o portal foi construído de maneira a ser acessível por estes mesmos alunos, assegurando que os artigos sobre cada uma das experiências se apoiam em conceitos teóricos pouco profundos. Para além dos próprios alunos, os professores que estejam interessados em usar o e-lab em demonstrações na sala de aula também encontrarão apoio no portal internacional.

Recentemente, o e-lab começou a ser usado por alunos de 1º e 2º ano do Instituto Superior Técnico para a realização de experiências básicas de electromagnetismo que fazem parte do currículo das cadeiras de física transversais.

3 Componentes e ferramentas

3.1 O Portal Internacional [2]

O Portal Internacional (ver figura 2) é um website que se apresenta no formato blog (desenvolvido na ferramenta Wordpress [3]) e serve com entrada para o universo e-lab. Actualmente, os seus objectivos são:

- **Descrição do e-lab;**
- **Sistematização de todas as componentes do e-lab** para que qualquer utilizador possa rapidamente familiarizar-se e usufruir ao máximo do laboratório;
- **Notícias relevantes** relacionadas com o universo e-lab;
- **Links para os patrocinadores** cujo apoio permite a existência do e-lab.



Figura 2: A página de entrada do Portal Internacional.

3.2 Repositório de Conteúdos (RC) / Content Management (CM)

Uma base de dados com documentação sobre todo o e-lab, desenvolvida na ferramenta MediaWiki [5]. Aqui podem encontrar-se:

- Procedimentos para cada uma das experiências;
- Documentação sobre cada uma das montagens;
- Tutoriais sobre vários aspectos do e-lab;
- Artigos sobre várias iniciativas relativas ao e-lab (cursos de formação, programa Athens, etc.)

Na página principal está uma lista com todos os procedimentos disponíveis e a respectiva gradação numa escala de dificuldade. Na figura 3 pode ver-se a página de entrada em português.

Parte do conteúdo está também exposto no site do e-escola [11] do Instituto Superior Técnico.

3.3 Fitting Calculator

Desenvolvida em paralelo também no IST, Fiteia é uma ferramenta que permite análise numérica e gráfica dos resultados experimentais (figura 4).

3.4 Galerias

Pequenas coleções de imagens relacionadas com o e-lab e as suas experiências. Incluem fotos de alta resolução das montagens, diagramas e esquemáticos que podem ser usados pelos utilizadores em apresentações ou outras formas de divulgação.



(a) Logo Fitteia e login

Figura 4: Imagens da ferramenta Fitteia.



Figura 3: O repositório de conteúdos.

3.5 Video feed

Uma página com a lista de todas as transmissões de vídeo em tempo real disponíveis (figura 5).

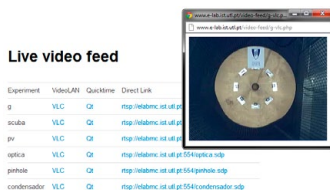


Figura 5: Video da experiência de queda livre.

3.6 Virtual Experiments

A mais recente faceta do e-lab, o objectivo será ter simulações de experiências mais complexas.

3.7 Outras Ferramentas

Reservation Management A quantidade de utilizadores que o e-lab pode servir num determinado momento é limitada, servindo esta ferramenta para que grupos grandes de utilizadores possam assegurar que o e-lab (e uma experiência específica) está disponível (não está ocupado por outros utilizadores).

Editor online de LaTeX \LaTeX [7] é uma ferramenta de typesetting que está intimamente ligada com a ciência. Por permitir a escrita de fórmulas matemáticas de uma forma clara e sem ambiguidades, toda a estrutura e-lab apoia-se nesta ferramenta.

Para quem não está familiarizado com esta linguagem, o portal e-lab em breve integrará um editor online.

Remote Meetings [14] Software open-source que permite comunicações com áudio e vídeo pela Internet.

Autenticação por L-DAP Tal como foi mencionado, o sistema de autenticação de utilizadores do RC está ligado às bases de dados de alunos e docentes. Assim, após uma autenticação inicial, qualquer utilizador autorizado pode usar as suas

credenciais do IST para aceder (leia-se, editar e adicionar conteúdos) ao repositório.

MathJax [4] é uma *script* que permite o uso de \LaTeX no código da página web, mostrando as equações matemáticas ao utilizador final.

4 Desafios

4.1 Equipa de desenvolvimento

O primeiro problema que se colocou advém do facto do e-lab ser um projecto que envolve estudantes do IST, o que significa que o “sistema” teria que estar preparado para ter uma equipa que estaria em constante evolução.

Resolveu-se esta situação usando um sistema de autenticação LDAP [12] ligado à base de dados do IST. Ambas as ferramentas usadas (Mediawiki e Wordpress) permitem uma integração transparente deste sistema com o uso do plug-in CAS [13] respectivo. Neste momento, o sistema está apenas implementado no repositório de conteúdos.

4.2 Multi-linguagem

Um dos objectivos do e-lab sempre foi a internacionalização, oferecendo conteúdos em várias línguas (actualmente português e inglês). As ferramentas de software disponíveis não apresentam uma solução directa para esta questão, por isso foi necessária uma organização específica para resolver este problema.

Não havendo uma solução “pré-fabricada”, decidiu-se criar uma organização ad-hoc que permita ter um **Repositório de Conteúdos** e um **Content Management** que coexistam.

4.3 Escrita matemática

Pela natureza do conteúdo do e-lab, é necessária a escrita matemática em páginas web de uma maneira clara (para o utilizador) e simples (para quem desenvolve o conteúdo). MathJax [4] é um *script* que requer do utilizador apenas Java (algo bastante comum nos dias de hoje).

Referências

- [1] R. B. Henriques, A. S. Duarte, H. Fernandes, T. Pereira, J. Fortunato, J. Pereira *Generic protocol for hardware control @ e-lab*
- [2] *O Portal Internacional e-lab*: <http://www.e-lab.ist.utl.pt/>
- [3] *Wordpress*: <http://wordpress.com/>
- [4] *MathJax*: <http://www.mathjax.org/>
- [5] *Mediawiki*: <http://www.mediawiki.org/>
- [6] *Fitteia*: <https://lince.ist.utl.pt/cgi-bin/login>
- [7] *LaTeX*: <http://www.latex-project.org/>
- [8] *VLC media player*: <http://www.videolan.org/>
- [9] *QuickTime*: <http://www.apple.com/quicktime/>
- [10] *Java*: <http://www.java.com/>
- [11] *e-escola*: <http://www.e-escola.pt/>
- [12] *L-DAP: Lightweight Directory Access Protocol*
- [13] *CAS: Central Authentication Service*
- [14] *Apache OpenMeetings*
<http://code.google.com/p/openmeetings/>

#394

PRINCIPIO DE ARQUÍMEDES: PROPUESTA DE EXPERIENCIAS DE LABORATORIO EN TRES NIVELES DE APRENDIZAJE

C. Caballero¹, V. Tricio²

¹ Departamento de Física de la Universidad de Burgos, España.

² Departamento de Física de la Universidad de Burgos, España.

concesa@ubu.es

vtricio@ubu.es

RESUMEN

De entre las experiencias que se realizan en los laboratorios docentes, orientadas a resolver mediciones en física de fluidos, el Principio de Arquímedes es una de las más sencillas para llevarla a la práctica docente. Son abundantes las citas bibliográficas y muchos autores han trabajado los conceptos básicos de fluidos utilizando esta experiencia. Para contribuir a la comprensión y aprendizaje de esos contenidos se han implementado actividades con estudiantes de tres niveles educativos: de los cursos primero y cuarto de la ESO y del primer curso universitario. Asumiendo la importancia del laboratorio en el aprendizaje de los alumnos, se exponen las actividades adecuadas a cada nivel educativo, apuntando algunas consecuencias que se derivan para la enseñanza.

1. INTRODUCCIÓN

La actividad experimental en el Laboratorio es, sin duda, un espacio privilegiado para facilitar la relación integradora de conocimiento conceptual y procedimental en la enseñanza de las ciencias. Desde esta visión de la actividad experimental se puede contribuir a la comprensión de los procesos de aprendizaje de conceptos científicos y a dar una visión epistemológica adecuada de la ciencia y modo de hacer de los científicos. El laboratorio es el ámbito [1] para la experiencia controlada y constituye la materialización de una concepción didáctica que permite encarar la producción de los conocimientos científicos.

Es importante la manera de concebir la actividad experimental ya que parte de las dificultades y problemas en el aprendizaje de los alumnos se deben a propuestas cerradas y rutinarias de esas actividades, con escaso significado científico, en lugar de alternativas centradas en la búsqueda de respuestas a problemas que implican el uso de contenidos científicos. Es cierto que muchas veces los alumnos saben hacer cosas, pero no entienden

lo que hacen y, por consiguiente, no logran explicarlas ni aplicarlas a nuevas situaciones. Esa evidente pérdida del sentido del conocimiento científico no sólo limita su utilidad o aplicabilidad por parte de los alumnos sino su interés o relevancia. De hecho, como consecuencia de la enseñanza recibida, los alumnos manifiestan conductas inadecuadas e incluso incompatibles con los propios fines de la ciencia [2].

La importancia del carácter experimental de la Física radica no sólo en las oportunidades que brinda para observar y experimentar sobre la realidad desarrollando habilidades experimentales; además es una ocasión excepcional para que los alumnos relacionen teorías y modelos con la experiencia y conozcan como se construye el conocimiento científico [3]. Pero la enseñanza no es fin en sí misma, sino un medio para facilitar el aprendizaje significativo que es la finalidad, entendiendo éste como el mecanismo humano por excelencia para adquirir y almacenar la vasta cantidad de ideas e informaciones representadas por cualquier campo del conocimiento [4]. Sólo hay enseñanza cuando hay aprendizaje y éste tiene que ser significativo.

Las prácticas y actividades en el laboratorio, normalmente se enfocan a la ilustración o verificación de contenidos teóricos que han sido previamente expuestos en clase. Los alumnos disponen de guías que orientan la actividad propuesta y los pasos a seguir para lograr un resultado correcto. Es evidente que en este tipo de trabajos donde los alumnos son conducidos en la búsqueda de resultados experimentales, las posibilidades para la formulación de hipótesis o decisiones alternativas, tienen un lugar limitado [5].

En este trabajo se parte de una concepción de la actividad experimental como oportunidad relevante para facilitar aprendizaje significativo, entendiendo éste como la finalidad de la enseñanza. En concreto, se presenta una secuencia didáctica de actividades experimentales, en tres niveles educativos, para construir significados científicos relacionados con fenómenos de hidrostática y, en especial, relacionados con la comprobación, experimentación y aplicación del Principio de Arquímedes.

2. DISEÑO DE EXPERIENCIAS Y ACTIVIDADES

En la Facultad de Ciencias de la Universidad de Burgos, entre las actividades promovidas por el Decanato, se oferta desde el curso 2010-2011, la posibilidad de realizar prácticas a los alumnos de Bachillerato y Educación Secundaria de los I.B de la ciudad y provincia y para ello invita a los Departamentos a que hagan sus propuestas. El Departamento de Física ha colaborado desde el inicio proponiendo prácticas dirigidas a alumnos de 4º de la ESO y 1º de Bachillerato.

En el curso 2010-2011, el Departamento aceptó la solicitud del IES Colegio Sagrado Corazón para recibir en los laboratorios a un grupo de 26 alumnos de 4º de la ESO interesados en las experiencias ofertadas. Para los fines de este trabajo se describen las actividades centradas en el Principio de Arquímedes: *Experimentar, comprobar y aplicar*. En el curso 2011-2012 se ha repetido la experiencia con alumnos del mismo nivel docente. En este mismo curso se ha tenido también la solicitud de llevar a cabo diversas experiencias con alumnos de 1º de la ESO cuyas profesoras querían motivarles hacia el conocimiento científico. En el

Departamento de Física se les presentaron varias experiencias y, entre ellas, las relacionadas con el Principio de Arquímedes: *Experimentando con fluidos en Física*. Además, entre la docencia que se imparte en el Departamento está la asignatura de Física Aplicada en el Grado de Ciencia y Tecnología de Alimentos. Dentro de las actividades prácticas de esa asignatura, se considera el Principio de Arquímedes una experiencia sencilla para resolver problemas de mediciones y adquirir competencias básicas.

De ese modo como docentes hemos tenido la posibilidad de diseñar y experimentar la enseñanza de conocimientos físicos a través del Principio de Arquímedes en tres niveles educativos: 1º y 4º de la ESO y 1º del Grado en CYTA. En este trabajo se pretende compartir la experiencia del diseño y planteamiento de la enseñanza práctica a distinto nivel educativo y exponer algunas consideraciones sobre la importancia de la actividad práctica en los procesos de aprendizaje. En los tres casos los materiales utilizados fueron: agua, NaCl saturado (sólo para 1º curso universitario) y tres cuerpos diferentes (Viales) y cada equipo disponía de un dinamómetro de 1 N, una probeta de 100 ml y un matraz Erlenmeyer de 250 ml y una balanza común para todos. A continuación se describen las actividades prácticas sobre el Principio de Arquímedes para cada nivel educativo.

2.1. Actividades experimentales. Grado CYTA

La actividad en el laboratorio se comenzó con un breve cuestionario para conocer las ideas que los alumnos tenían sobre el principio de Arquímedes y su aplicación para comprender e interpretar fenómenos sencillos. El cuestionario estaba configurado por tres preguntas:

1. ¿Qué recuerdas del Principio de Arquímedes? Trata de enunciarlo. 2. a) Nombra las fuerzas que se ejercen sobre un cuerpo sumergido en un líquido. b) Representa su diagrama de fuerzas. 3. Se presentaba una tabla con posibles factores que pueden influir en el empuje de un cuerpo sumergido y se pedía que señalaran los que consideraran que influyen en el valor del empuje y completaran la tabla con otros si fuera necesario. Las respuestas fueron individuales.

Seguidamente se propuso un trabajo experimental en equipo de tres o cuatro alumnos en el que deberían comprobar el Principio de Arquímedes y comprobar algunas hipótesis para verificar dependencia y relación entre variables utilizando dicho principio. Los objetivos y procedimientos para llevar a cabo esas experiencias se exponen a continuación.

Experiencia 1. Comprobación experimental del Principio de Arquímedes.

En esta experiencia se pretendía lograr los objetivos:

- Observar que los cuerpos experimentan una pérdida aparente de peso cuando se sumergen en agua.
- Calcular el Empuje de cuerpos sumergidos en agua.

Se les facilitó un sencillo protocolo para el seguir el procedimiento experimental y la forma de presentar los resultados obtenidos en la experiencia. A partir de esos resultados,

cada equipo procedió a su interpretación y análisis para lo cual deberían usar conceptos relacionados con el principio de Arquímedes.

Experiencia 2. Experimentar para verificar hipótesis.

A través de esta experiencia se esperaba que los estudiantes manifestaran capacidad para formular y verificar hipótesis relacionadas con las magnitudes de las que depende el empuje de un cuerpo sumergido en un líquido y la dependencia con el tipo de líquido utilizado en la experiencia. Es decir, se les pedía:

- Calcular el empuje para el cuerpo N°1 cuando lo sumergimos en una disolución saturada de NaCl.
- Observar cómo influye en el valor del empuje el líquido en el que sumergimos los cuerpos.

Igual que en la experiencia anterior, se facilitaron las pautas para el procedimiento a seguir en la realización práctica y se propusieron unas preguntas sugestivas para ayudar en la interpretación y análisis de los resultados encontrados. Para concluir esta segunda experiencia se pretendía que fueran capaces de valorar su autoaprendizaje comparando las respuestas del análisis de esta actividad con las expresadas en el cuestionario inicial. La pregunta se formuló en los siguientes términos. ¿Qué modificarías en las respuestas iniciales que has dado sobre el principio de Arquímedes y las hipótesis sobre los factores de los que depende el empuje que experimentan los cuerpos sumergidos en un líquido? Y, por último, se valoró su capacidad para utilizar este principio en otros fenómenos y tareas, como por ejemplo, en la medida de densidades con Aerómetros. La pregunta concreta era: En la medida de densidades de líquidos con Aerómetros, ¿qué principio físico has utilizado?

2.2 Actividades experimentales. 4º ESO

El trabajo práctico para este nivel educativo se planteó de acuerdo con los siguientes objetivos:

- Comprobar experimentalmente el principio de Arquímedes.
- Reflexionar acerca de los valores del empuje en cuerpos sumergidos.
- Identificar los factores que influyen en el empuje de cuerpos sumergidos en líquidos.

En primer lugar y teniendo en cuenta la importancia del conocimiento previo en el aprendizaje de los alumnos, se solicitó a los mismos la respuesta al cuestionario previo de contenido similar al utilizado con los estudiantes de 1º curso universitario.

A continuación se propusieron a los estudiantes estas dos experiencias:

Experiencia 1. Comprobando el Principio de Arquímedes.

Con la misma se pretendía que los alumnos tuvieran la oportunidad de: a) observación de la pérdida aparente de peso de los cuerpos cuando se sumergen. b) reflexionar acerca del Empuje de cuerpos sumergidos en agua. Los alumnos trabajaron en parejas y disponían

de unas orientaciones para el procedimiento. Los resultados se presentaban mediante una tabla. La interpretación y análisis de los resultados experimentales se reflejaba en las respuestas a las cuestiones formuladas que se les pedía responder.

Experiencia 2. Experimentando para verificar hipótesis.

Se pretendía con esta experiencia que los alumnos pusieran a prueba algunas hipótesis y su comprobación, como por ejemplo, la densidad del fluido utilizado, el volumen de los cuerpos, etc. De la misma manera que se hizo en la experiencia anterior, se facilitó a los alumnos un procedimiento a seguir cuyos resultados se mostraban en una tabla, siendo a continuación objeto de análisis e interpretación. Esta experiencia les permitió además contrastar la veracidad de las hipótesis formuladas en el cuestionario previo.

2.3. Actividades experimentales. 1º ESO

Estas actividades se realizaron con un grupo de 19 alumnos del nivel educativo de 1º ESO del Colegio María Mediadora de Burgos. La secuencia de actividades se expone a continuación.

- Recordar tres propiedades físicas de los fluidos, señalando las diferencias y analogías que percibían entre sólidos y líquidos; las ideas que tenían sobre esas propiedades quedaban expresadas en la tabla que facilitó.
- Nombrar instrumentos adecuados para medir las propiedades apuntadas en el apartado anterior, especificando la propiedad más adecuada a ser medida con cada instrumento.
- Observar una interacción entre un sólido y un líquido para percibir las modificaciones que tienen lugar durante el proceso entre ellos.
- Reconocer diversos elementos presentes en el laboratorio, identificando los que eran Materiales (M), los Objetos problema (OP) y los Instrumentos de medida (IM).
- Observar una experiencia: Variación del peso de los cuerpos sumergidos o no en agua. Los alumnos anotan los resultados, realizan alguna medida y participan en la discusión e interpretación de los resultados, comprobando entre todos los grupos el Principio de Arquímedes.

Los alumnos trabajaron en grupo de dos compartiendo sus respuestas. Al final de cada actividad tenían la posibilidad de expresar las dificultades encontradas.

3. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Se ha presentado una secuencia didáctica de actividades experimentales para la enseñanza de conocimientos físicos a través del Principio de Arquímedes en tres niveles educativos: 1º y 4º de la ESO y 1º del Grado en CYTA. Para cada nivel educativo se ha intentado adecuar la metodología a seguir en el desarrollo de las experiencias, de modo que los alumnos tuvieran la oportunidad de construir significados científicos y desarrollar competencias personales que les capaciten en el quehacer científico.

Aunque para los fines de este trabajo no se presentan resultados de los alumnos relativos a

estas experiencias, creemos que esta propuesta inicial tiene potencialidad para continuar con este enfoque de la práctica docente y compartimos las convicciones manifiestas de que el laboratorio es una excelente oportunidad para promover aprendizaje significativo en los estudiantes de cualquier nivel educativo.

REFERENCIAS

- [1] Weisman, H. *Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Paidós: Buenos Aires (1997)
- [2] Pozo, J.I., Gómez Crespo, M.A. *Aprender y enseñar ciencia*. Morata: Madrid (1998)
- [3] Hodson, D. Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las ciencias*, 12(3) (1994)
- [4] Ausubel, D.P. *Adquisición y retención del conocimiento*. Una perspectiva cognitiva. Paidós: Barcelona (2002)
- [5] Jaime, E.A., Escudero, C. El trabajo experimental como posible generador de conocimientos en enseñanza de la Física. *Enseñanza de las Ciencias*, 29(3) (2011)

#397

MOVIMIENTO ONDULATORIO PARA ESO A PARTIR DE MODELIZACIONES DE SITUACIONES REALES

L. Castroviejo¹, I.M. Greca², V. Tricio³

¹ Alumna Máster de Profesorado Universidad de Burgos

² Departamento de Didácticas Específicas, Universidad de Burgos, España

³ Departamento de Física, Universidad de Burgos, España

imgreca@ubu.es

RESUMEN

Proponemos una serie de actividades para abordar el movimiento ondulatorio en la enseñanza secundaria obligatoria. Las actividades consisten en la exploración y modelización de situaciones reales mediante el software Modellus. La estrategia didáctica para el uso del programa de simulación es la POE (Predicción-Observación- Experimentación), evaluada como la más apropiada después de una amplia revisión de la literatura sobre el uso de simulaciones en la enseñanza de la Física. Consideramos que el tipo de actividades y la estrategia utilizada pueden ser un apoyo muy útil para abordar este tema, fundamental para la Física, pero muy poco explorado en la ESO.

1. INTRODUCCIÓN

La investigación en enseñanza de la física viene mostrando, desde al década del 80 que los alumnos así como los profesores mantienen concepciones erróneas o alternativas sobre conceptos que se repiten año tras año. Muchas de estas concepciones erróneas provienen del método de enseñanza que se viene utilizando, el cual prioriza el aprendizaje verbal frente al activo. Los objetos de la física, son mostrados como entes abstractos con los que los estudiantes no pueden experimentar, no alcanzándose el nivel de comprensión esperado, al tener poca claridad sobre los conceptos y escasa transferencia del conocimiento científico a situaciones concretas más realistas, y degradándose el interés en el aprendizaje de la disciplina. Según Oliveira [1], entre las distintas posibilidades de construcciones de metodologías, destaca el uso de nuevas tecnologías de la información en el aula, que asociada con un estudio pedagógico, puede ayudar en el proceso de enseñanza y aprendizaje. Una de las herramientas dentro de estas tecnologías son las simulaciones. En el caso de la Física, varios son los softwares que han sido desarrollados en los últimos 15 años. En este trabajo se utiliza el software Modellus [2], desarrollado por Víctor Teodoro Duarte, seleccionado debido a que es un software libre, de fácil uso tanto para el profesor como para

los estudiantes, ofrece un gran abanico de posibilidades y que está siendo ampliamente utilizado en varios países. Con él, hemos desarrollado varios ejercicios innovadores sobre el Movimiento Ondulatorio de la asignatura de Física y Química de 4º ESO. El tema fue escogido pues a pesar de ser un tema central dentro de la Física, su exposición en el aula a este nivel es verdaderamente escasa (tres o cuatro sesiones), lo que incentiva que los alumnos no desarrollen interés por el mismo, considerándolo como uno de los temas menos atractivos además de difícil.

2. REVISIÓN DE LA LITERATURA

Para determinar el tipo de estrategia más apropiada para el desarrollo de las actividades en clase, revisamos la literatura en busca de trabajos que presentasen resultados de aplicación en sala de aula del software Modellus en física. De una primera muestra inicial de 150 trabajos, resultaron finalmente sólo 10 que encajaban dentro de nuestro criterio de búsqueda. Puede resultar llamativo el elevado número de estudios desechados. A pesar de la gran investigación que se está realizando sobre el uso de los ordenadores en el aula, todavía es muy escasa la literatura publicada sobre los efectos de aplicación de simulaciones para la enseñanza de la física o las ciencias.

Los resultados globales de los 10 estudios permiten afirmar que las simulaciones realizadas con Modellus han motivado a los estudiantes y les han ayudado a construir su propio conocimiento de la física, a superar sus limitaciones cognitivas y las concepciones erróneas y a lograr el cambio conceptual. Las estrategias utilizadas en esos estudios son bastante variadas: método colaborativo, en el cual los estudiantes trabajan en grupos para lograr un objetivo académico común; actividades exploratorias o de creación; secuencia FEDATHI, que se propone superar la tendencia del inmediateismo en la presentación y solución de problemas por parte de los profesores mediante la argumentación y el diálogo; el método POE, que explicaremos en detalle más adelante; el modelado mental, que tiene como objetivo el desarrollo de habilidades para construir modelos de situaciones en oposición a la resolución mecánica de problemas y las actividades experimentales (laboratorio) y computacionales de forma conjunta.

3. ACTIVIDADES PROPUESTAS

Del análisis de los artículos de investigación, conjuntamente con las características del grupo de alumnos con el que se trabaja, decidimos utilizar la metodología POE, inicialmente propuesta por Champagne en 1979 [3]. ¿En qué consiste esta estrategia? El profesor debe en primer lugar plantear una cuestión a resolver. Entonces el alumno debe predecir (P) los resultados de la cuestión planteada (puede ser un experimento o una simulación) a la vez que debe justificar su predicción; después, debe observar (O) lo que sucede (lo puede realizar él mismo o el profesor para todo el aula) y registrar sus observaciones detalladamente, y, finalmente, debe explicar (E) el fenómeno observado y resolver las diferencias entre su predicción y sus observaciones.

Esta estrategia permite al profesor conocer qué cantidad comprenden los alumnos sobre un tema, es decir, le ayuda a descubrir los conocimientos previos de los estudiantes, ya que éstos se activan al tratar los estudiantes de explicar la cuestión planteada, al mismo tiempo que hacen explícito el modelo intuitivo que manejan. En el estudio de Dorneles [4], que usa el Modellus con esta estrategia, verifica que con la misma junto con actividades computacionales, se consigue auxiliar a los alumnos a superar algunas concepciones alternativas relatadas en la literatura así como a alcanzar un aprendizaje significativo de los conceptos de física trabajados.

La propuesta que aquí se hace es totalmente innovadora. Además de seguir la estrategia didáctica POE y de incorporar los dos métodos de trabajar con Modellus, las actividades se han enfocado tomando como referencia la forma en que el estudio PISA analiza la competencia científica, investigando hasta qué punto los alumnos son capaces de extrapolar los conocimientos teóricos adquiridos en las aulas a situaciones concretas y reales.

Siguiendo estos criterios se han desarrollado cuatro ejercicios, con los que se pretende que los alumnos entiendan, afiancen y amplíen los conocimientos teóricos expuestos durante las clases. Estos conocimientos, para el nivel de 4º de la ESO, son: definición de movimiento ondulatorio, onda, onda mecánica y onda electromagnética; diferencias entre ondas longitudinales y ondas transversales; pulso y tren de ondas; magnitudes que caracterizan a una onda, reflexión y refracción; sonido (definición, velocidad, espectro acústico) y luz (definición de ondas electromagnéticas, velocidad, espectro electromagnético).

El primer ejercicio propuesto, que desarrollaremos con más detalle, está basado en la onda que genera un tsunami. Para ello se detallan las características de las mismas y se reproduce un modelo matemático, al cual no pueden acceder los estudiantes, que simule dichas ondas. Cabe destacar que el fenómeno ha sido simplificado, para estudiar las olas para un tiempo determinado, dejándolo solamente en función de la distancia al foco. Los estudiantes deberán modificar variables en la simulación para obtener los resultados que se exigen. La particularidad que tienen estas olas es que las longitudes de onda son enormes (decenas de kilómetros), al igual que sus periodos (de 20 a 60 minutos). Sin embargo la amplitud de la ola en alta mar es muy pequeña, por lo que pasa desapercibido en la mayoría de los casos. Con esta actividad se aspira a que los alumnos entiendan las relaciones que existen entre los diversos parámetros que definen una onda (amplitud, elongación, longitud de onda, velocidad), y que analicen además el efecto que provoca la profundidad del mar en la ola. Se comienza fijando los valores de “T”, “d” y “x”, y se pide al alumno que calcule, para diversas amplitudes, la elongación, la longitud de onda y la velocidad. Una vez apuntados los resultados, debe de explicar qué magnitudes se ven modificadas (únicamente la elongación) y por qué unas varían y otras no. El alumno deberá entender que la elongación es proporcional a la amplitud, y que esta última no influye en ningún otro parámetro más. En el segundo punto, se realiza la misma operación pero para el periodo. Con ello, el alumno debe entender que la elongación varía sin ningún criterio aparente (todavía no conocen la función sinusoidal), y que la longitud de onda aumenta al aumentar el periodo. En el tercer

apartado se fijan los valores de “T”, “A” y “x”, se pide al alumno que calcule, para diversas profundidades del fondo marino, la elongación, la longitud de onda y la velocidad. El alumno debe de explicar que la elongación varía sin ningún criterio aparente (todavía no conocen la función sinusoidal), que la velocidad aumenta con la profundidad (esta fórmula no la conoce) y que la longitud de onda aumenta al aumentar la velocidad y permanecer constante el periodo. En un cuarto y último apartado se le insta al alumno a investigar qué valores deben de tener la amplitud, el periodo, la profundidad del mar y la velocidad para que la longitud de onda sea máxima. De esta forma debe de recapitular lo estudiado en los apartados anteriores y percatarse de que todos los factores influyen en su valor, a excepción de la amplitud, que es indiferente su valor. En todos los apartados, y como conclusión de éstos, se pide al alumno que explique cómo cambiaría el tsunami para las variaciones planteadas, y que exponga qué efectos provocarían. Al final del ejercicio, y después de hacer un recorrido por todas las variables que afectan a un tsunami, se le pregunta si sería capaz de interpretar todas esas variables para el tsunami. Con este tipo de preguntas es con las que se quiere conseguir que el estudiante transfiera el conocimiento científico que posee del tema a situaciones concretas y nuevas.

El segundo ejercicio persigue la idea de introducir en el mundo de la ingeniería a los alumnos, al explicarles brevemente en qué consiste la prospección sísmica, especialmente la sísmica superficial. Se detallan algunas de las características de las ondas provocadas y se reproduce un modelo matemático, al cual no pueden acceder los estudiantes, que simule dichas ondas. La particularidad de estas ondas es que su amplitud es muy pequeña (una amplitud de 0,001 m corresponde con un terremoto de grado 3 en la escala Richter aproximadamente).

En la tercera actividad propuesta se estudia el Principio de Superposición de ondas. A pesar de no ser temario de 4º de ESO se ha considerado adecuado adelantar a los estudiantes esta parte del currículo de Bachillerato al poseer el alumno los conocimientos necesarios para poder comprender este concepto. Las interferencias es uno de los fenómenos físicos donde interviene dicho principio. Como aplicación de la teoría explicada, se exponen dos casos en los que aparece este fenómeno: el funcionamiento de un estetoscopio y por qué un piloto de avión consigue oír lo que sucede a su alrededor a pesar del ruido de los motores. La cuarta actividad es una guía para que el alumno aprenda a modelar por sí solo un fenómeno físico, en este caso una onda de las estudiadas en otro ejercicio.

4. CONCLUSIONES

Debido al escaso tiempo disponible para la realización del estudio así como la imposibilidad de poder explicar a los alumnos el funcionamiento del programa, los ejercicios fueron planteados como actividades individuales opcionales a realizar en casa. A partir de la revisión de las actividades entregadas por los alumnos, consideramos que, a pesar de no ser significativo, los alumnos parecen comprender los conceptos trabajados en la unidad así como empiezan a familiarizarse con fenómenos realistas a los que aplicar los conceptos

teóricos. Finalmente, en la encuesta presentada a los alumnos para realizar una evaluación del presente estudio, todos manifestaron haber disfrutado de la experiencia; consideran además que Modellus es un software de fácil utilización, a pesar de no tener conocimiento anterior sobre el mismo, que les puede ayudar a realizar cálculos más rápidamente y a visualizar gráficas más fácilmente.

REFERENCIAS

- [1] Oliveira, A.B. *O software Modellus e sua possibilidade para desafiar as concepções de senso comum em óptica*. Programa de Pós-graduação Interunidades em Ensino de Ciências. Universidad de Sao Paulo, Brasil. (2009).
- [2] <http://modellus.fct.unl.pt/> (consultado el 9/VII/2012).
- [3] Hoftein, A. y Lunetta, V. N. The role of the laboratory in science teaching: neglected aspects of research. *Review of Educational Research*, 52(2), 201-217. (1982).
- [4] Dorneles, P. F. T. *Investigação de ganhos na aprendizagem de conceitos físicos envolvidos em circuitos elétricos por usuários da ferramenta computacional Modellus*. Programa de pós-graduação em física. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, Brasil. (2005). Disponible en: <http://hdl.handle.net/10183/6982> (consultado en junio del 2012).

#443

DINÂMICA DA QUEDA DE UMA ESFERA NUM FLUIDO VISCOSO

A. A. Soares^{1,2}, L. Caramelo^{1,2}, M.A.P.M. Andrade¹

¹ Departamento Física - Escola de Ciências e Tecnologias, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Apartado 1013, 5001-801 Vila Real, Portugal

² CITAB/UTAD, Quinta de Prados, Apartado 1013, 5001-801, Vila Real, Portugal

E-mail de contacto: asoares@utad.pt; lcaramel@utad.pt; maandrade@utad.pt

RESUMO

O problema clássico da queda de esferas no interior de fluidos viscosos para números de Reynolds pequenos foi estudado tendo em conta os efeitos da massa adicionada. A solução analítica do movimento da queda de uma esfera, desde o início até ao fim da queda, foi combinada com um método numérico iterativo para determinar o coeficiente de viscosidade ou o diâmetro da esfera e a velocidade terminal a partir de uma única medição da posição da esfera num dado instante [1]. A solução proposta foi validada com dados experimentais obtidos da literatura.

1. INTRODUÇÃO

O movimento de esferas em fluidos viscosos tem muitas aplicações práticas e pode ser estudado tanto do ponto de vista teórico com experimental em cursos de física e engenharia. Do ponto de vista teórico este movimento envolve conceitos como o princípio de Arquimedes, força de arrasto, segunda lei de Newton e movimento estacionário o que torna esta experiência atractiva para professores e alunos do ensino superior. O principal objetivo deste trabalho é associar um algoritmo numérico ao método convencional da queda de esferas em fluidos viscosos para medir o coeficiente de viscosidade.

2. DINÂMICA DA QUEDA DA ESFERA

Considere-se uma esfera de massa m_s e diâmetro d em queda através de um fluido de viscosidade μ . Desprezando a força de Basset temos [2]

$$m_s \frac{dv}{dt} = P - I - F_d - F_m \quad (1)$$

onde

$$F_w = m_s g, \quad I = m_f g, \quad F_m = C_A m_f \frac{dv}{dt}, \quad F_d = 3\pi\mu d v \quad (2)$$

m_f é a massa de fluido deslocada pela esfera e C_A o coeficiente de massa adicionada. F_d é a força de arrasto. F_m representa a massa de um hipotético volume de fluido acelerada pela esfera. Esta condição impõe que a massa do hipotético volume de fluido se mova com a velocidade da esfera. Na realidade, um volume muito maior de fluido move-se com velocidade muito inferior à velocidade da esfera.

Assim, a massa adicionada $C_A m_f$ é um integral pesado sobre todo o volume de massa em movimento [3].

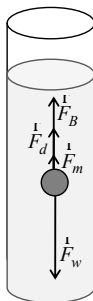


Fig. 1. Forças aplicadas na esfera em queda

Reorganizando obtemos

$$\frac{dv}{dt} + kv = g'; \quad k = \frac{18\mu}{d^2 (\rho_s + C_A \rho)}; \quad g' = \frac{g(\rho_s - \rho)}{(\rho_s + C_A \rho)} \quad (3)$$

Onde g' é a aceleração efectiva devido à gravidade.

Da equação diferencial tiramos

$$v(t) = \frac{g'}{k} (1 - e^{-kt}), \quad (4)$$

$$z(t) = \frac{g'}{k} t + \frac{g'}{k^2} (e^{-kt} - 1) \quad (5)$$

e a velocidade terminal

$$v_T = \frac{g'}{k}. \quad (6)$$

Então, podemos escrever

$$k = \frac{1}{z(t)} \left[g' t + \frac{g'}{k} (e^{-kt} - 1) \right]. \quad (7)$$

Para cada par $(z(t), t)$ medidos experimentalmente a equação anterior é uma equação transcendental com k desconhecido. Se conhecermos g' podemos determinar k

numericamente com um método iterativo. O algoritmo para terminar k é mostrado na fig. 2. O valor de k é obtido quando a diferença de k em duas iterações sucessivas for menor do que ε . Uma vez conhecido k determina-se a velocidade terminal e o coeficiente de viscosidade ou o diâmetro da esfera.

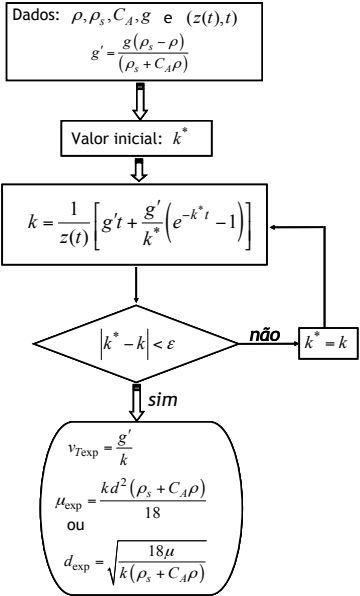


Fig 2: Algoritmo.

Para testarmos o método proposto foram utilizados os dados experimentais obtidos por [4].

Fluido	μ (Pas)	ρ (kg/m ³)	V_T (cm/s)	
			Esfera de ferro	Esfera de vidros
Glicerina	0.83	1260	3.7429	0.7910
Azeite	0.0083	920	3.9430	0.9918

Tab. 1. Viscosidade e massa volúmica dos fluidos. Velocidade terminal das esferas em glicerina ($d= 3.0$ mm) e em azeite ($d=0.3$ mm)

Os valores da velocidade terminal, coeficiente de viscosidade e do diâmetro obtidos em cada uma das dez medição de $(z(t), t)$ são apresentados nas figs 3-5.

Nas figuras as barras de erro representam o desvio entre os valores experimentais e os teóricos. Os erros relativos percentuais para a queda da esfera na glicerina foram menores do que 10.11% (coef. Viscosidade), 4.70% (velocidade terminal) e 9.18% (diâmetro) e para

a queda de esferas no azeite foram menores do que 13.49% (coef. Viscosidade), 6.13% (velocidade terminal) e 11.88% (diâmetro). Estes erros estão em linha com os erros experimentais menores do que 10% reportados por [4].

Fig. 3. Velocidade terminal das esferas de vidro e ferro em glicerina e em azeite obtidas para cada medição

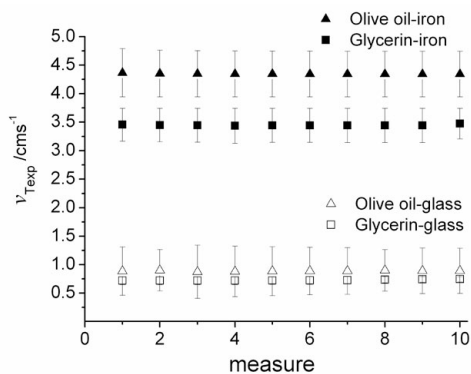


Fig. 4. Coef. de viscosidade da glicerina e do azeite obtidos com esferas de vidro e ferro para cada medição.

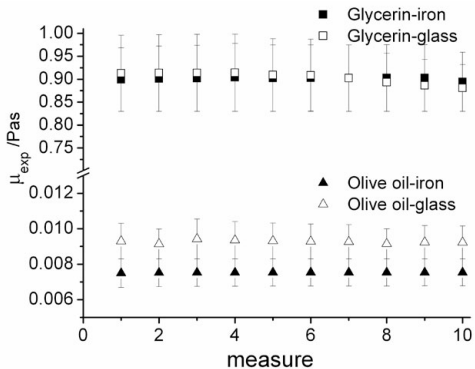
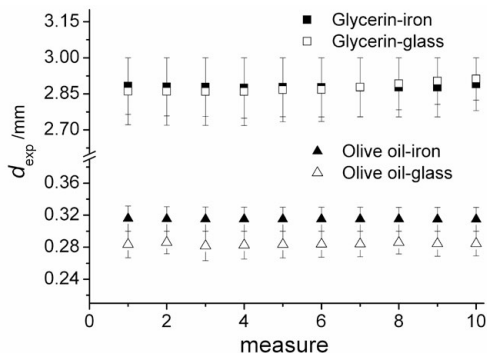


Fig. 5 Diâmetros das esferas (ferro e vidro) obtidos das quedas em glicerina e em azeite, para cada medição.



As limitações e pressupostos subjacentes ao estudo são: os efeitos devido às forças de Basset e os efeitos de parede foram desprezados. O coeficiente de arrasto é apenas válido para números de Reynolds baixos, isto é, quando as forças inércias em comparação com as forças viscosas podem ser desprezadas. Fora destes pressupostos este estudo deve ser tratado com algumas reservas.

4. CONCLUSÕES

Foi apresentado um método numérico iterativo para estudar o problema clássico da queda de esferas em fluidos viscosos a partir de uma única medição do par $(z(t), t)$ tendo em conta o efeito da massa adicionada. O que remove a necessidade de ter as esferas em regime estacionário.

O método permite estudar uma larga variedade de combinações esfera-fluido para números de Reynolds baixos e pode ser lecionado em cursos superiores de física e engenharias.

REFERÊNCIAS

- [1] Soares A A, Caramelo L, Andrade M A P M 2012 Study of the motion of a vertically falling sphere in a viscous fluid, *Eur. J. Phys.* 33 1053–62.
- [2] Chhabra R P, Soares A A, Ferreira J M 1998 A numerical study of the accelerating motion of a dense rigid sphere in non-Newtonian power law fluids, *Can. J. Che. Eng.* 76 1051-5.
- [3] Brennen C E 1982 A review of added mass and fluid inertial forces Technical report-422, CR82.010, Nav. Civ. Eng. Lab., Dep. of the Navy, Port423 Hueneme, CA.
- [4] Wadhwa A 2008 An innovative method to study Stokes' law in the laboratory, *Phys. Educ.* 43 301-4.

#445

USO DE SERIES INFINITAS NO CÁLCULO DO CENTRO DE MASSA DE PLACAS TRIANGULARES

A. A. Soares^{1,2}, L. Caramelo^{1,2}

¹ Departamento Física-Escola de Ciências e Tecnologias, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Apartado 1013, 5001-801 Vila Real, Portugal

² CITAB/UTAD, Quinta de Prados, Apartado 1013, 5001-801, Vila Real, Portugal

E-mail de contacto: asoares@utad.pt, lcaramel@utad.pt

RESUMO

Este trabalho providência um método alternativo de cálculo da posição do centro de massa de placas triangulares homogêneas com recurso ao uso dos conceitos de escala, simetria e de series geométricas infinitas. Este estudo pode ser facilmente integrado num projeto para estudantes de ciências ou de engenharia. Por exemplo, a determinação experimental do centro de massa e a derivação apresentada podem fazer parte do mesmo projeto reforçando a importância da matemática na interligação entre a teoria e a prática nas ciências físicas e na engenharia.

1. INTRODUÇÃO

Para determinarmos a posição do centro de massa de um placa triangular escalamos a placa por um fator $1/(2n)$. Este procedimento divide a placa triangular original em 2^{2n} pequenas placas idênticas à original. Por simetria a pequena placa central e a original têm o centro de massa na mesma posição. Usando series geométricas infinitas, isto é, quando n tende para infinito, determinamos analiticamente a posição do centro de massa da placa triangular original. Este método pode ser facilmente implementado em cursos de física para arquitetos tirando partido das capacidades visuais dos estudantes. Os conceitos de escala e simetria são frequentemente usados em arquitetura uma vez que preservam as relações geométricas [1,2].

2. CÁLCULO DO CENTRO DE MASSA

Cada um dos triângulos da fig. 1 representa o triângulo original escalado por um fator $1/2$. O triângulo central A'B'C' tem os vértices a meio das linhas AB, BC e CA. Desta forma podemos dividir a placa em 2^{2n} pequenas placas triangulares, onde cada uma representa a placa original escalada por um fator $1/(2n)$, onde n é um numero inteiro positivo. A fig. 2

mostra as placas centrais, $A'B'C'$, abc e $a'b'c'$ que resultam do escalamento da placa ABC pelos fatores $1/2$, $1/4$ e $1/8$, respectivamente. Este processo permite construir geometricamente uma família infinita de placas triangulares e conseqüentemente a placa central tende para um ponto CM , que é o centro de massa de todas as placas centrais. Este raciocínio pode ser entendido melhor se pensarmos que para triângulos equiláteros é possível definir três linhas de simetria e que cada uma destas linhas divide os triângulos em dois triângulos iguais. Portanto o centro de massa terá que se encontrar sobre as linhas de simetria. Por outro lado, todos os triângulos equiláteros centrais têm as linhas de simetria coincidentes, ver fig.3. Quando n tende para infinito o triângulo central é reduzido a um ponto sobre as linhas de simetria e esse ponto é o centro de massa de todas as placas triangulares centrais. Para triângulos isósceles (tem uma linha de simetria) e escalenos (não tem linhas de simetria) também pode ser feito o mesmo raciocínio notando que as medianas não são linhas de simetria, excepto uma das medianas nos triângulos isósceles, mas que cada mediana divide o triângulo em dois triângulos com áreas iguais.

Fig. 1. Placa triangular dividida em quatro triângulos idênticos

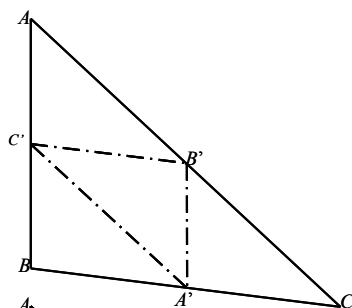


Fig. 2. Conjunto de placas triangulares centrais com o mesmo centro de massa.

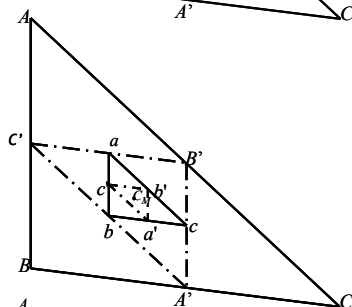
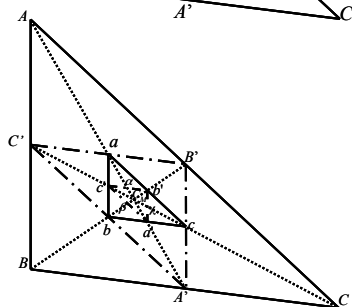


Fig. 3. Conjunto de placas triangulares centrais com as medianas coincidentes.



Da fig. 3 retira-se

$$Aa = \frac{AA'}{2}, \quad a\alpha = \frac{aa'}{2}, \quad \dots \text{e} \quad aa' = \frac{AA'}{4}, \quad \dots \quad (1)$$

O comprimento da linha de A até ao centro de massa C_M do triângulo ABC é dado pela soma infinita

$$AC_M = Aa + a\alpha + \dots \quad (2)$$

Substituindo (1) em (2), temos

$$AC_M = \frac{AA'}{2^1} + \frac{AA'}{2^3} + \frac{AA'}{2^5} + \dots \quad \text{ou} \quad AC_M = AA' \lim_{N \rightarrow \infty} \sum_{n=0}^N \frac{1}{2^{2n+1}} \quad (3)$$

Para séries geométricas sabemos que

$$\sum_{n=0}^m X^n = \frac{X^{m+1} - 1}{X - 1} \quad \text{se} \quad |X| < 1 \quad \sum_{n=0}^{\infty} X^n = \frac{1}{1 - X} \quad (4)$$

Para o nosso problema temos $X = \frac{1}{4}$ então a soma de (3) reduz-se

$$\lim_{N \rightarrow \infty} \sum_{n=0}^N \frac{1}{2 \cdot 4^n} = \frac{1}{2 \cdot \left(1 - \frac{1}{4}\right)} = \frac{2}{3} \quad \text{e} \quad AC_M = \frac{2}{3} AA' \quad (5)$$

De igual forma, escolhendo A' com referência temos que o comprimento A'C_M é dado por

$$A'C_M = \frac{AA'}{2^2} + \frac{AA'}{2^4} + \frac{AA'}{2^6} + \dots \quad \text{ou} \quad A'C_M = AA' \lim_{N \rightarrow \infty} \sum_{n=0}^N \frac{1}{2^{2n+2}} \quad (6)$$

Tendo em conta que $X = \frac{1}{4}$

$$\lim_{N \rightarrow \infty} \sum_{n=0}^N \frac{1}{4 \cdot 4^n} = \frac{1}{4 \cdot \left(1 - \frac{1}{4}\right)} = \frac{1}{3} \quad \text{e} \quad A'C_M = \frac{1}{3} AA' \quad (7)$$

Da fig. 3 podemos escrever

$$AC_M + A'C_M = AA' \quad (8)$$

Substituindo (3) e (7) em (8) obtemos

$$AA' \left(\sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{2^{2n+1}} + \sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{2^{2n+2}} \right) = AA' \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{2^n} \quad (9)$$

Simplificando

$$\sum_{n=0}^{\infty} \left(\frac{1}{2^{2n+1}} + \frac{1}{2^{2n+2}} \right) = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{2^n} = 1 \quad (10)$$

4. CONCLUSÕES

Apresenta-se um método de cálculo do centro de massa de placas triangulares com recurso a series geométricas infinitas em vez de cálculo integral. Espera-se que este trabalho possa ter interesse para professores de física e matemática. Para estudantes este método é facilmente integrado num projeto onde a determinação experimental e a derivação apresentada neste trabalho pode ser explorada juntamente com outras aproximações, *e.g.* [3,4].

REFERÊNCIAS

- [1] Yehuda S 2007 *Physics for architects* (West Conshohocken: Infinity Publishing)
- [2] Williams K 1996 *Nexus: Architecture and Mathematics* (Fucecchio: Edizioni dell'Erba)
- [3] Reidl C J 1995 Three methods of finding centre of mass *Phys. Teach.* 33 126-7
- [4] Slüsarenko V, Rojas R and Fuster G 2008 The centre of mass of a triangular plate *Eur. J. Phys.* 29

ATAS

DIVULGAÇÃO E
COMUNICAÇÃO
DE FÍSICA

#325

IMPACTO DOS CENTROS INTERATIVOS DE CIÊNCIA SEGUNDO O GÊNERO DO VISITANTE

M. Martinho¹, V. Gil² & R. Vargas³

¹ Centro de Investigação Didática e Tecnologia na Formação de Formadores (CIDTFF), Departamento de Educação, Universidade de Aveiro

² Exploratório Infante D. Henrique, Centro Ciência Viva de Coimbra

³ Ciência Viva – Agência Nacional para a Cultura Científica e Tecnológica
marianamartinho@ua.pt

RESUMO

A complexidade das aprendizagens decorrentes de visitas a centros interativos de ciência sustenta a necessidade de se desenvolverem novas investigações neste campo. Com o objectivo de conhecer o impacto das visitas a centros de ciência segundo o género (masculino/feminino) do visitante, observaram-se visitas de alunos do 3º ciclo do ensino básico, entrevistaram-se aproximadamente 60 visitantes de cada género e obtiveram-se 364 questionários preenchidos por alunas e 297 por alunos. Os alunos revelaram maior interesse, entusiasmo e persistência, manipularam mais, responderam e colocaram mais perguntas; as alunas leram mais as instruções e trocaram mais vezes ideias sobre os módulos que exploraram.

1. DIFERENÇAS DE GÊNERO IDENTIFICADAS NO DECORRER DE UMA VISITAS A MUSEUS E CENTROS INTERATIVOS DE CIÊNCIA

Museus e centros interativos de ciência excedem já os 1200 em todo o mundo e são visitados anualmente por 184 milhões de pessoas [1]. Lamentavelmente, têm sido ainda poucas as tentativas para sumariar aquilo que se sabe sobre a equidade de género nas vivências decorrentes de uma visita a um museu ou a um centro interativo de ciência [2]. Embora já tenham sido feitos alguns estudos sobre diferenças de género no comportamento de visitantes e impacto de visitas a centros interativos e museus de ciência [2-7], os resultados que têm sido publicados não são consensuais. Se por um lado há autores que referem que não há diferenças de género significativas [6], outros destacam diferenças notórias [2,4,7].

As meninas manifestam habitualmente um comportamento de cariz mais cooperativo e envolvem-se mais em conversas sobre os módulos [2,4], enquanto os rapazes exploram preferencialmente os módulos de cariz mais competitivo [4] e interagem sozinhos com os módulos mais frequentemente do que as meninas [2].

Os rapazes revelam ser mais ativos, no sentido em que têm mais tendência para iniciar imediatamente a manipulação dos objetos e são mais vezes vistos a interagir com os módulos do que as meninas [2,4,7].

No que respeita ao tempo dedicado à manipulação dos objetos os estudos publicados são contraditórios. Diamond [2] observou que os rapazes interagem com os módulos significativamente mais tempo do que as meninas, enquanto Tulley e Lucas [7] e Greenfield [4] verificaram que as meninas necessitam de mais tempo para concluir cada atividade, são mais ponderadas e revelam uma atitude mais reflexiva.

Greenfield [4] observou ainda que a preferência por determinados módulos não é independente do género da criança. Geralmente as meninas são mais atraídas por módulos sobre o corpo humano e puzzles. Por outro lado, os rapazes têm mais tendência para explorar módulos que ilustrem princípios físicos e que integrem computadores. Este aspecto não surpreende, perante o reconhecido maior interesse das meninas por tópicos das ciências da vida e biologia, enquanto os rapazes preferem física e tecnologias [8-9].

O trabalho que está na base desta comunicação pretende contribuir para um maior conhecimento sobre as diferenças entre visitantes de cada género evidenciadas nas visitas a centros interativos de ciência. Acredita-se que o aprofundamento e divulgação destas diferenças permitirá que museus e centros interativos de ciência concebam e desenvolvam módulos e exposições que atendam a estas diferenças e permitam potenciar a experiência museológica de visitantes de ambos os géneros.

2. ESTUDO EMPÍRICO - RECOLHA DE DADOS

2.1. Amostra

A amostra deste estudo consistiu em alunos do 3º ciclo do Ensino Básico em Portugal, que participaram numa visita de estudo ao Exploratório, Centro Ciência Viva de Coimbra. A maioria dos alunos frequentava escolas públicas.

2.2. Instrumentos desenvolvidos e aplicados

Para este estudo foram concebidos e aplicados quatro instrumentos de recolha de dados: (i) uma grelha de observação para a parte guiada das visitas, que teve a duração de 30 minutos e durante a qual os visitantes foram organizados em grupos de 7/8 alunos e foram acompanhados por um monitor que lhes explicou como explorar os módulos (1º ler instrução, 2º manipular, 3º ler explicação); no total foram observados 59 alunas e 57 alunos do género masculino e a observação foi pautada por uma presença discreta não invasiva da investigadora; (ii) uma grelha de observação para a parte livre das visitas, que durou cerca de 1 hora e durante a qual os visitantes exploraram autonomamente a exposição; foram observados os mesmos 59 alunas e 57 alunos do género masculino; nesta parte da visita o visitante assume um maior controlo sobre a visita, sobre o que prefere explorar, determinando o tempo que permanece em cada módulo; (iii) guião de

minientrevistas feitas no final das visitas a todos os alunos observados: 59 alunas e 57 visitantes do género masculino; e (iv) um questionário que foi enviado e preenchido nas escolas por 364 alunas e 297 rapazes, 2 meses após a visita; o professor organizador de cada visita de estudo serviu de intermediário entre investigadora e alunos.

3. RESULTADOS E BREVE DISCUSSÃO

A parte do estudo aqui apresentada refere-se apenas a dois dos quatro instrumentos de recolha de dados concebidos e aplicados, as grelhas de observação da visita guiada e as grelhas de observação da visita livre. Para sistematizar os principais resultados obtidos, subdivide-se esta secção em 2 subsecções, cada uma respeitante a uma das partes da visita. Convém salientar que tanto para a parte guiada da visita, como para a parte livre, recolheram-se dados em quatro 4 momentos, um no início da visita (Momento 1), outro alguns minutos depois (Momento 2), outro a meio da visita (Momento 3) e ainda outro no final da visita (Momento 4).

3.1. Visita guiada

- Não foram identificadas diferenças significativas quanto ao número de questões colocadas por cada género durante a visita guiada.
- Os rapazes responderam a mais questões durante a visita guiada, mas foram as alunas quem respondeu mais vezes corretamente. Poderá considerar-se que as alunas apenas respondem quando têm a certeza da correção da resposta, enquanto os rapazes respondem, mesmo quando não têm a certeza. Atribui-se esta diferença à maior autoestima dos rapazes na entrada na adolescência. A socialização diferenciada faz com que os rapazes sejam impelidos a ser competitivos, a tomar iniciativas, a ter êxito e a ser independentes, e produz nas raparigas uma perda da confiança em si mesmas, nos seus próprios critérios e na sua capacidade de assumir responsabilidades [10]. Ao atingirem a adolescência, as meninas perdem assertividade, orgulho e confiança em si próprias, subvalorizando as suas competências. Ao contrário das meninas, na entrada da adolescência os rapazes tornam-se mais confiantes [11].
- Os rapazes empenham-se mais na manipulação de módulos e revelam um maior interesse e entusiasmo do que as alunas ao longo de toda a visita guiada. Tal poderá atribuir-se ao maior número de módulos sobre conteúdos Física com que os alunos puderam interagir durante a visita ao Exploratório. Geralmente os módulos de Física são mais atrativos para rapazes, enquanto os módulos de Biologia são os preferidos das alunas [4,9].

3.2. Visita livre

- Durante a visita livre os rapazes permanecem mais tempo no mesmo módulo do que as alunas, tal como já tinha sido verificado por Tulley e Lucas [7], Diamond [2] e Greenfield

[4]. Possivelmente, tal dever-se-á também à pressão maior social depositada sobre os rapazes para serem mais competitivos, a terem êxito e a serem independentes.

- Nesta parte da visita as alunas são mais ativas na exploração dos módulos do que tinham sido durante a visita guiada, esbatendo-se as diferenças de género identificadas durante a visita guiada. As alunas chegaram mesmo a ser mais ativas do que os rapazes no Momento 3 da visita livre.
- As alunas leem mais as instruções dos módulos do que os rapazes. Contudo, os rapazes leem mais as explicações. Nota-se, ainda que as alunas mantêm a baixa frequência de leitura de explicações ao longo de toda a visita, enquanto os rapazes vão lendo cada vez mais as explicações. De qualquer forma, a percentagem de alunos de ambos os géneros que lê instruções é muito superior à percentagem de alunos que lê as explicações, o que é lamentável, visto serem justamente as explicações que mobilizam capacidades de um nível cognitivo superior.
- Os rapazes são mais persistentes do que as alunas, insistindo mais para tentar perceber o funcionamento ou explicação dos módulos.
- Os rapazes colocam e respondem a um maior número de questões do que as alunas durante a visita livre. Contabilizou-se apenas um maior número de respostas das alunas no início da visita.
- As alunas manifestam uma maior necessidade de cooperação, convidando mais vezes outras pessoas a interagir, do que os colegas rapazes, sejam outros colegas do mesmo género, do género oposto, professores ou monitores, o que corrobora o descrito na literatura a respeito do mais frequente comportamento de cariz cooperativo evidenciado por parte das alunas [2,4].

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS E LIMITAÇÕES

Admitem-se como limitações deste estudo o facto deste ter sido condicionado pelos constrangimentos temporais associados ao desenvolvimento de uma dissertação de mestrado, desenvolvido num único centro interativo de ciência, numa exposição em particular, apenas no contexto português, focado exclusivamente em visitantes de uma faixa etária específica (alunos do 3º ciclo) e em contexto de visitas de estudo. Qualquer generalização destes resultados requereria uma triangulação deste e de outros métodos e instrumentos de recolha de dados e a sua aplicação noutras exposições, noutros centros interativos de ciência, com outro tipo de visitantes, durante um período de recolha de dados mais alargado e possivelmente noutros países. Investigações futuras poderão ajudar a esclarecer até que ponto os resultados aqui apresentados poderão, ou não, ser generalizáveis.

REFERÊNCIAS

- [1] Persson, P., Community impact of science centers: is there any? Curator: The Museum Journal, 43(1), 9-17 (2000).

- [2] Diamond, J., Sex differences in science museums: a review, *Curator: The Museum Journal*, 37(1), 17-24 (1994).
- [3] Falk, J. H. e Dierking, L. D. *The Museum Experience*. Whalesback Books (1992).
- [4] Greenfield, T. A., Sex differences in science museum exhibit attraction, *Journal of Research in Science Teaching*, 32(9), 925-938 (1995).
- [5] Ramsey-Gassert, L., Same place, different experiences: exploring the influence of gender on students' science museum experiences, *International Journal of Science Education*, 18(8), 903-912 (1996).
- [6] Stevenson, J., The long-term impact of interactive exhibits. *International Journal of Science Education*, 13(5), 521-531 (1991).
- [7] Tulley, A., & Lucas, A. M., Interacting with a science museum exhibit: Vicarious and direct experience and subsequent understanding, *International Journal of Science Education*, 13, 533-542 (1991).
- [8] Baram-Tsabari, A. & Yarden, A., Girls' biology, boys' physics: evidence from free-choice science learning settings, *Research in Science & Technological Education*, 26(1), 75-92 (2008).
- [9] Baram-Tsabari, A., Sethi R. J., Bry L. & Yarden, A., Asking scientists: A decade of questions analyzed by age, gender, country and time, *Science Education*, 93(1), 131-160 (2009).
- [10] Trigueiros, T. A., Trigueiros, C. A., Martinez, R. A., Cepeda, M. J. D., Colmenares, C. G., Monge, A. G. & Álvarez, L. M. *Identidade e gênero na prática educativa*. Lisboa: Comissão para a igualdade e para os direitos das mulheres, Presidência do Conselho de Ministros (2001).
- [11] Kimmel, M. S., *The gendered society*. Oxford University Press (2001).

18.ª CONFERÊNCIA NACIONAL DE FÍSICA

ATAS

ASTRONOMIA,
ASTROFÍSICA E FÍSICA
DAS ALTAS ENERGIAS

#421

METALLOGRAPHIC STUDY OF AN IRON METEORITE

B. Alves^{1,2}, M. Côto^{1,2}, T. M. Seixas^{1,2}, M. A. Salgueiro da Silva^{1,2} and B.F.O. Costa³

¹ Departamento de Física e Astronomia da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, Rua do Campo Alegre, 687, 4169-007 Porto

² Centro de Geofísica da Universidade de Coimbra, Av. Dr. Dias da Silva, 3000-134 Coimbra

³ CEMDRX, Departamento de Física, Universidade de Coimbra, 3004-516 Coimbra, Rua Larga, 3004-516 Coimbra
tmseixas@fc.up.pt

ABSTRACT

Iron meteorites are thought to originate from impact disrupted bodies of 1000 km or more in size that accreted before chondrites, possibly at 1-2 AU, rather than in the asteroid belt, during the formation of our Solar System. Most iron meteorites exhibit Widmanstätten patterns, which develop as a two-phase intergrowth of kamacite and taenite and can provide valuable information on the cooling rate of the parent body. In this work, we present a metallographic study of an iron meteorite collected at Campo del Cielo. We identified plessite, schreibersite, kamacite matrix, and also rhabdite. Two apparently different structural elements are present: Neumann lines and an underlying Widmanstätten-like structure. This type of microstructure suggests that the studied meteorite may not fit in the groups of hexahedrites and octahedrites.

1. INTRODUCTION

The sample studied is from Campo del Cielo Fall, a region belonging to the provinces of Chaco and Santiago del Estero, Argentina. This meteorite fell in an explosive manner with a collision angle of about 9° [1]. The impact created approximately 20 craters. The carbon-14 dating has determined that the terrestrial age of the meteorite is 3950 ± 90 years [1-2]. Nyquist and colleagues [3] determined, by measuring the concentration of noble gases, that age cosmic meteorite is $(14 \pm 8) \times 10^6$ years. The measurement of ^{16}Cl activity allowed to estimate the radius and the mass of the parent body (or in the case of a heterogeneous precipitation of one of them) in approximately 3 meters and 883 000 kg, respectively. Some authors refer to the fall as absolutely constituted by octahedrites but there are other studies claiming that there are hexahedrites as well [4]. The set of fragments from Campo del Cielo Fall do not have a clear connection to a single parent body and their classification is not clear to be octahedrite, hexahedrite, or both.

2. METEORITES CLASSIFICATIONS

Prior (1920) was the first person to use chemical observations to create a classification system that still influences classification systems nowadays. Mason in 1967 followed in the footsteps of his work. The current system is based on the work of Prior and Mason which has been complemented and enhanced by the introduction of new analytical techniques to quantify the oxygen isotope, mineralogy and petrology and the consideration of new discovered meteorites. The chemistry system described is based on work by Weisberg, McCoy and Krot [5].

Chondrites are divided into carbonaceous chondrites, ordinary chondrites, enstatite chondrite, K and R. This meteorites have compositions similar to the Sun (except for highly volatile elements), come from asteroids (and comets probably) and don't experienced mergers or differentiation. They are composed of several components including chondrules, FeNi metal, refractory inclusions (Ca-Al inclusions (CAIs) and amoeboid olivine aggregates (AOAs) and fine grained material.

Nonchondrites fall into four classes: primitive, achondrites, stony-iron and iron. The texture of primitive meteorites suggests that these have undergone differentiation. However, petrologic characteristics and chemical and isotopic compositions are similar to chondritic meteorites, from which they are formed. This is a transition class between meteorites that have not undergone differentiation (chondrites) and those who suffered differentiation (achondrites, stony-iron and irons).

Meteorite classification																			
Chondrites												Nonchondrites							
Class →	Carbonaceous								Ordinary	Enstatite		Primitive				Differentiated			
Group →	CI	CM	CO	CR	CB	CH	CV	CK	H	L	LL	EH	EL	R	K	Single asteroid? Single asteroid?	Acapulcoites Lodranites Winonaites IAB silicate inclusions IIICD silicate inclusions		
Petr. type →	1	1-2	3-4	1-2	3	3	3-4	3-6	3-6			3-6	3-6	3					
Subgroup →					CB _a CB _b		CV _A CV _B CV _{red}												
												Achondrites	Stony irons		Irons				
												Angrites	Mesosiderites pallasites		IAB*				
												Aubrites			IC				
												Brachinites			IIAB				
												Ureilites			IIC				
												<i>HED</i>			IID				
												Howardites			IIE*				
												Euclrites			IIAB				
												Diogenites			IIICD*				
												<i>Martian (SNC)</i>			IIIE				
												Shergottites			IIIF				
												Nakhlites			IVA*				
												Chassignites			IVB				
												Orthopyroxenites							
												Lunar							

*irons with silicates

Achondrites are divided into angrites, aubrites, brachinites, urelites, HED, SNC and Lunar. Achondrites exhibit a differentiated igneous texture modified by impacts and / or thermal metamorphism. The iron-stony meteorites fall into pallasites and mesodrites. Iron meteorites are Fe–Ni alloys containing minor amounts of Co, P, S, and C [1]. The chemical classification of iron meteorites is based on the proportions of the elements Ga, Ge, Ir and Ni which fit iron meteorites into sub-groups corresponding to distinct parent bodies. Sub-groups are: IA, IB, IC, IVA, IVB, IIA, IIB, IIC, IID, IIE, IIF, IIG, IIAB, IIICD, IIIE, IIIF, IVA, IVB and ungrouped meteorites.

Table 1 – Structural classification of meteorites.

Structural classification		
Group	Widmanstätten pattern presence	Nickel abundance
Hexahedrites (H)	Not present	Low nickel
Ataxites (D)	Not present	Very high nickel
Octahedrites (O)	Present	Average to high nickel
	Sub-groups related to the width of the kamacite lamellae: Ogg, Og, Om, Of, Off, Opl.	

Figure 1 – Classification scheme of meteorites [6].

The structural classification (Table 1) is based on the presence or absence of a characteristic feature of iron meteorites, the Widmanstätten pattern. Subtypes Opl, Off, Of, Om, Og and Ogg of the group octahedrites are related to the width of the kamacite lamellae.

The octahedrites are the only class that displays the Widmanstätten pattern. They consist mainly of Fe–Ni alloys. Its characteristic minerals, kamacite and taenite, have great and low, respectively, abundances of Ni. The cooling process allows the parent body alloys to crystallize forming bands called lamellae. The space between the lamellae of kamacite and taenite is usually constituted by a grainy texture called plessite (mixture of kamacite and taenite). In addition to the mineral taenite and kamacite, the octahedrites also have schreibersite, cohenite, silicate inclusions, graphite and troilite [7].

The Widmanstätten pattern is found in octahedrites. The pattern consists of a fine interleaving of kamacite and taenite lamellae and develops as a two-phase intergrowth of both minerals. Since the Widmanstätten structures are formed by kamacite and teanite, Fe–Ni alloys, the conventional explanation for the formation of structures is based on the Fe–Ni binary equilibrium. However, there are other elements which control the formation

of the Widmanstätten pattern such as phosphorus, whose concentration during the cooling process affects the evolution of formation of the alloys kamacite and taenite. Ataxites, a very rare class of meteorites, don't exhibit a Widmanstätten pattern. They consist essentially of taenite but also contain plessite, troilite and kamacite microscopic slides. It is the ataxites's high concentration of nickel that prevents the formation of the Widmanstätten pattern.

The hexahedrites evidence Neumann lines which consist in fine patterns of parallel lines seen in cross-sections in kamacite phase. Neumann lines are indicative of impacts suffered by the parent body [8]. These structures were discovered by Johann G. Neumann 1848. The chemical classes that include hexahedrites are IIAB, IIA and IIG.

3. EXPERIMENTAL DETAILS

Metallography is a method used to characterize the microstructure of materials. In this work we use metallography for the study and the characterization of meteorites. To prepare the meteorite for the analysis we started by cutting the fragment of meteorite into 11 pieces. The cut of the meteorite was done intuitively in order to identify all of its constituents and respective structures. We used a precision cutting machine with diamond saw to crop the sample. The cutting process lasted for about one day. A cutted piece was then mounted on a hydraulic embedding press using a thermosetting resin. The resin was heated for 8 minutes, and then cooled in water for 4 minutes, until solidified. To remove minor imperfections and to provide a reflective surface, we polished the sample. First, the mounted piece was grinded with a 1200 sandpaper on a polishing machine. For the polishing, we used filter paper with diamond paste of 9 μm , 6 μm and 3 μm , and finally alumina for 0.05 μm .

After polishing, we performed chemical attack (etching) to reveal the microstructure of the sample when observed on a microscope. For the chemical attack, we used Nital-4 (HNO_3 4% + Ethanol 96% in volume), for about 1 minute. After etching, the sample was washed with water and alcohol and then dried.

4. RESULTS

Figs. 2-7 show metallographic images of selected regions of the meteorite sample under different observation magnifications. The identified component minerals include plessite, schreibersite, kamacite matrix, and also rhabdite. Figs. 5-7 show two apparently different structural elements: Neumann lines and an underlying Widmanstätten-like structure.



Figure 2 - Plessite (—), 20×

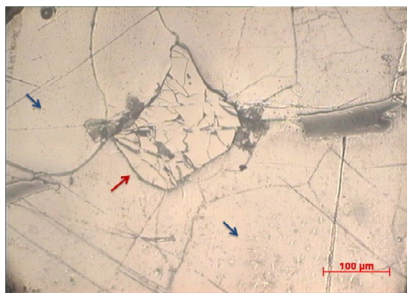


Figure 3 - Schreibersite (—), kamacite matrix (—), 20×

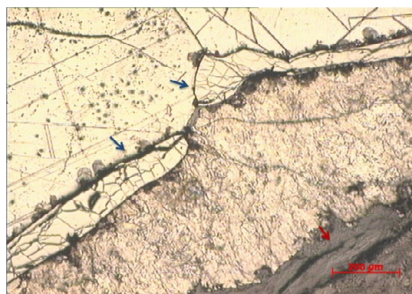


Figure 4 - Schreibersite (—), corrosion path (—), 10×



Figure 5 - Neumann line (—), rhabdite (—), 50×



Figure 6 - Neumann lines and underlying Widmanstätten-like structure (—), schreibersite (—), small amount of plessite (—), 10×

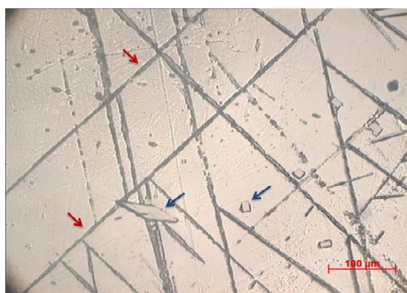


Figure 7 - Neumann lines and underlying Widmanstätten-like structure (—), rhabdite (—), 20×

5. DISCUSSION AND CONCLUSIONS

The meteorite evidences Neumann lines superposed on a Widmanstätten-like structure and several inclusions of schreibersite and rhabdite. This type of microstructure suggests that the studied meteorite may not fit in the groups of hexahedrites and octahedrites.

Further analysis by scanning electron microscopy and electron microprobe is needed for chemical composition determination, specially the Fe, Ni and P contents.

ACKNOWLEDGEMENTS

The FCT/COMPETE PEst-C/FIS/UI0036/2011 project is acknowledged by B.F.O. Costa.

REFERENCES

- [1] Cassidy W. A. and Renard M. L. (1996), *Meteoritics & Planet. Sci.*, 31, 433-448.
- [2] Romaña A. and Cassidy W. (1972) Monografías, Universidad Nacional del Nordeste, Argentina.
- [3] Nyquist, L. E., Huneke, J. C. and Signer, P., *Spallogenic rare gases in the El Taco meteorite*, 1967, Earth Planet. Sci., Letter 2, pages 241-248.
- [4] Cabanillas E. D. and Palacios T. A. (2006), *Planetary and Space Science* 54, 303-309.
- [5] Weisberg M. K., McCoy T. J. and Krot A. N. (2006). Systematics and Evaluation of Meteorite Classification. In *Meteorites and the Early Solar System II* (D. S. Lauretta and H. Y. McSween Jr. , eds.). University of Arizona Press, Tucson, 943 pp., p. 19-52.
- [6] Davies, A. M. (2005), *Meteorites, Comets and Planets*. Elsevier, p. 84.
- [7] Goldstein J. I., Scott E. R. D., and Chabot N. L. (2009) Iron meteorites: Crystallization, thermal history, parent bodies, and origin. *Chemie der Erde* 69, 293-325.
- [8] Gaffey, M.J., Cloutis, E.A., Kelley, M.S., Reed, K.L. (2002), Mineralogy of asteroids. In: Bottke, W.F., Cellino, A., Paolicchi, P., Binzel, R.P. (Eds.), *Asteroids III*. University of Arizona Press, Tucson, pp. 183-204.

#422

LIGAÇÕES ENTRE METEORITOS E ASTERÓIDES ATRAVÉS DA ESPETROSCOPIA DE REFLETÂNCIA

R. Albuquerque^{1,2}, M. A. Salgueiro da Silva^{1,2} e T. M. Seixas^{1,2}

¹ Departamento de Física e Astronomia da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, Rua do Campo Alegre, 687, 4169-007 Porto

² Centro de Geofísica da Universidade de Coimbra, Av. Dr. Dias da Silva, 3000-134 Coimbra
tmseixas@fc.up.pt

RESUMO

O estudo comparativo de espectros de refletância bidirecional de meteoritos e asteróides permite estabelecer possíveis ligações genéticas entre estes. Sendo os asteróides “fósseis” do Sistema Solar, conhecendo a mineralogia de um meteorito espectralmente ligado a um asteróide, poderá ser desvendada a composição química primordial do Sistema Solar. Neste trabalho, apresentamos diversos exemplos de elevadas correlações espectrais entre meteoritos e asteróides, analisando espectros de refletância bidirecional das bases de dados RELAB e do MIT-UH-IRTF Joint Campaign for NEO Reconnaissance. O efeito do intemperismo espacial nos espectros de alguns dos asteróides estudados é também discutido.

1. PROCEDIMENTO

O presente trabalho envolve o estudo das ligações espectrais entre acondritos **HED** (**Howardites, Eucrites e Diogenites**) e asteróides tipo-V e entre condritos ordinários (H, L e LL) e asteróides tipo-S.

Cerca de 86% das amostras recolhidas à superfície terrestre correspondem a condritos, enquanto 8% correspondem a acondritos. Os condritos são meteoritos indiferenciados que contêm pequenas esferas designadas por cóndrulos e foram sujeitos a elevadas temperaturas, não chegando a fundir. Já os acondritos são rochas diferenciadas que foram sujeitas a processos de fusão e diferenciação [1-2].

Em primeiro lugar, foram selecionadas amostras de meteoritos e minerais na base de dados RELAB (*Keck/NASA Reflectance Experiment Laboratory*, Brown University). A cada amostra selecionada corresponde um ou mais ficheiros RELAB que contêm dados de refletância em função do comprimento de onda, na gama VIS-NIR.

De seguida, foram selecionados 4 asteróides tanto para os acondritos HEDs como para os condritos ordinários. Entre eles encontram-se alguns NEO's - *Near Earth Objects* - (433

Eros, 1036 Ganymed, 3908 Nyx, 4055 Magellan e 6611 1993 VW) cujo periélio é inferior a 1.3 UA e os restantes fazem parte da cintura de asteróides entre Marte e Júpiter (3 Juno, 4 Vesta e 6 Hebe). A informação espectral dos asteróides é disponibilizada pelo *MIT-UH-IRTF Joint Campaign for NEO Reconnaissance* através de um extenso catálogo com ficheiros de asteróides analisados até à actualidade [3].

Seleccionados os dados dos meteoritos e dos asteróides, são construídos e analisados os respectivos gráficos de refletância e posteriormente são escolhidas as amostras que apresentam melhores correlações espectrais.

2. RESULTADOS

Foi possível constatar que em todos os gráficos estão presentes os picos de absorção próximos de 1 e 2 μm , correspondentes às bandas de absorção das piroxenas-olivinas [4-5]. As semelhanças espectrais entre minerais e meteoritos nos gráficos 1, 2 e 3 bem como nos gráficos 5, 6 e 7 corroboram os principais constituintes mineralógicos das amostras assinalados nos respectivos gráficos.

Relativamente aos meteoritos HEDs, é possível verificar que as diogenites são constituídas maioritariamente por piroxena e olivina; as eucrites por anortite, olivina e pigeonite e as howardites são uma mistura entre estas duas últimas. Quanto aos espectros dos asteróides de tipo-V, estes aproximam-se claramente das eucrites, diogenites e howardites. Note-se a maior proximidade espectral entre a howardite com 4 Vesta, as diogenites com 3098 Nyx e 4055 Magellan e a eucrite com 6611 1993 VW.

Foi possível observar que os condritos H são constituídos principalmente por olivinas e bronzite (ortopiroxena) e apresentam maior quantidade de ferro na sua constituição. Já os condritos LL são constituídos por hipersténio (ortopiroxena) e apresentam bandas de absorção de olivina mais vincadas comparativamente aos condritos H e L.

No gráfico 8, é possível constatar a proximidade espectral entre 1036 Ganymed e 6 Hebe com um condrito H e entre 433 Eros e 3 Juno com um condrito LL.

Note-se ainda que, nos gráficos 4 e 8, a semelhança espectral entre os asteróides do mesmo tipo poderá indicar a mesma proveniência destes relativamente a um corpo-pai. Verificou-se, ainda, que os espectros dos asteróides tendem a ser mais “avermelhados” que os espectros dos meteoritos analisados.

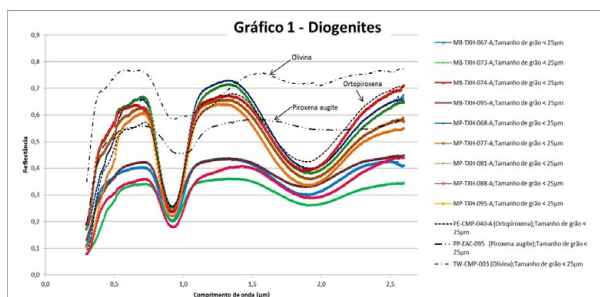


Gráfico 2 - Eucrites

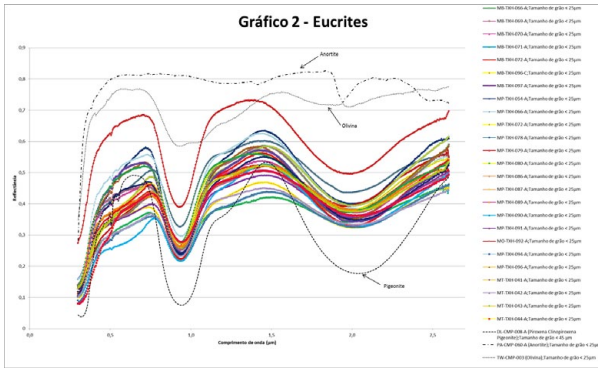


Gráfico 3 - Howardites

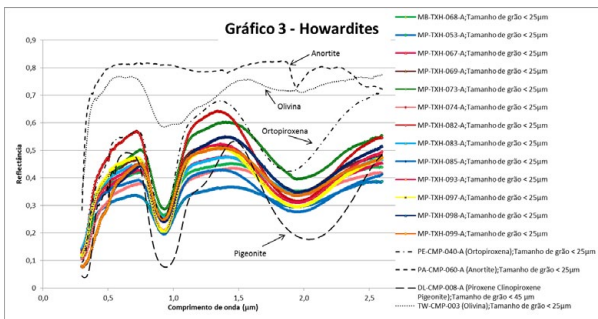


Gráfico 4 – HEDs vs. Asteróides tipo-V

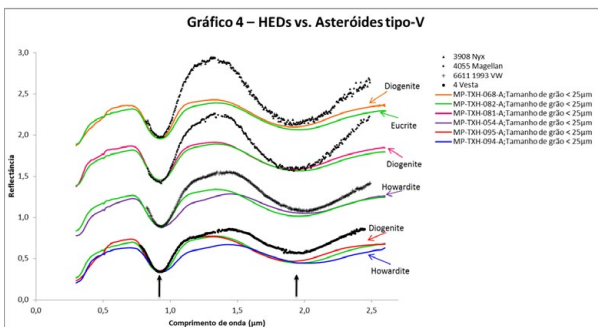
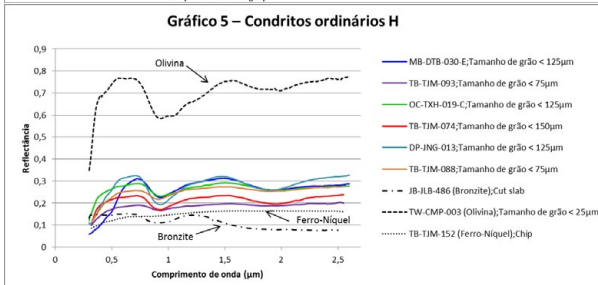
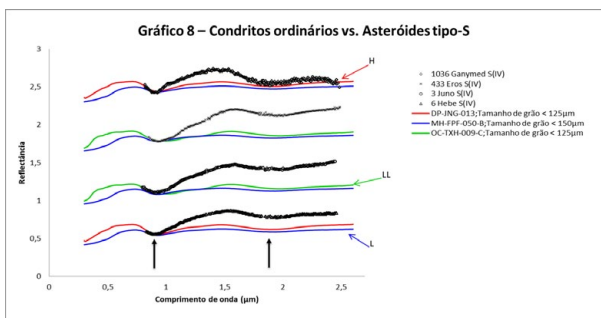
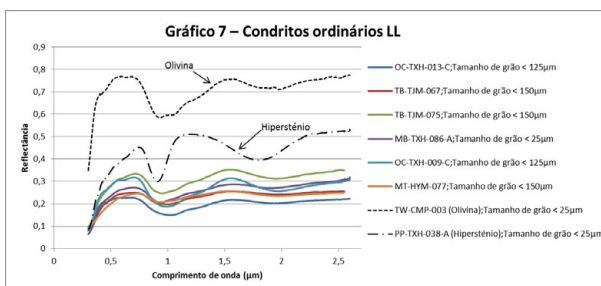
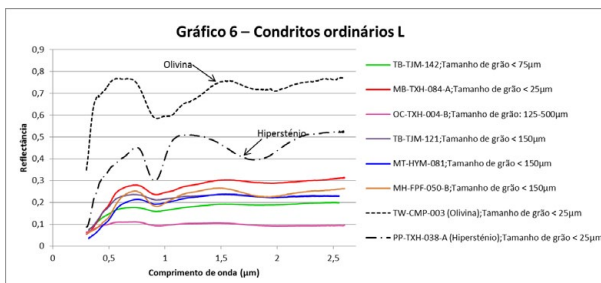


Gráfico 5 – Condritos ordinários H





3. CONCLUSÃO

De um modo geral, tanto os condritos ordinários como os acondritos HEDs apresentam bandas de absorção próximas de 1 e 2 μm correspondentes às bandas de absorção das piroxenas-olivinas, sendo as dos HEDs mais acentuadas. Espectralmente, Vesta é mais semelhante a uma howardite, sendo esta constituída por uma mistura de eucrites e diogenites que incluem minerais como: anortite, olivina, ortopiroxena e pigeonite. Esta proximidade espectral poderá indicar que as amostras seleccionadas poderão ser fragmentos de 4 Vesta e o mesmo se aplica para as restantes relações meteorito-asteróide. Verifica-se também alguma proximidade espectral entre um condrito H com 6 Hebe e 1036 Ganymed, o que poderá indicar que na superfície destes asteróides abundam minerais como olivina, bronzite e ferro-níquel metálico. Já a relação entre o condrito LL com os

asteróides 433 Eros e 3 Juno indica uma possível constituição mineralógica em hiperstênio e olivina.

Processos de alteração da superfície dos asteróides devem ser tidos em conta ao analisar o *reddening* dos seus espectros. Este “avermelhamento” poderá ser devido à temperatura na superfície, geometria visível e processos de alteração da superfície dos asteróides, que incluem impactos de micrometeoritos (o metamorfismo de choque origina vidro de impacto que poderá afetar o espectro de refletância) e o *solar wind sputtering* (a irradiação de partículas energéticas conduz à produção de depósitos de ferro que cobrem a superfície do asteróide e levam ao deslocamento do espectro para maiores comprimentos de onda) [5].

REFERÊNCIAS

- [1] Maurette, M., Classification of Meteorites and Micrometeorites. In: Micrometeorites and the Mysteries of Our Origins, Advances in Astrobiology and Biogeophysics, p.54. Springer (2006)
- [2] Weisberg, M. K., McCoy, T. J. and Krot, A. N., Systematics and Evaluation of Meteorite Classification, In: Meteorites and the Early Solar System II. (D. S. Lauretta and H. Y. McSween Jr. (Ed.)), 943, pp.19-52. University of Arizona Press (2006)
- [3] Rayner, J. T., Toomey, D. W., Onaka, P. M., Denault, A. J., Stahlberger, W. E., Vacca, W. D., Cushing, M. C., and Wang, S., SpeX: A Medium-Resolution 0.8-5.5 micron Spectrograph and Imager for the NASA Infrared Telescope Facility, pp.115, 362. (2003)
- [4] Moskovitz, Nicholas A., Willman, Mark, Burbine, Thomas H., Binzel, Richard P., Bus, Schelte J., A spectroscopic comparison of HED meteorites and V-type asteroids in the inner Main Belt. In: Icarus, Volume 208, Issue 2, pp. 773-788. (2010)
- [5] Gaffey, M.J., Cloutis, E.A., Kelley, M.S., Reed, K.L., Mineralogy of asteroids. In: Asteroids III (Bottke, W.F., Cellino, A., Paolicchi, P., Binzel, R.P. (Ed.)), pp. 183–204. University of Arizona Press (2002)

#423

MINERALOGY OF V-TYPE NEAR EARTH OBJECTS

S. Batista^{1,2}, T. M. Seixas^{1,2} and M. A. Salgueiro da Silva^{1,2}

¹ Departamento de Física e Astronomia da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, Rua do Campo Alegre, 687, 4169-007 Porto

² Centro de Geofísica da Universidade de Coimbra, Av. Dr. Dias da Silva, 3000-134 Coimbra
tmseixas@fc.up.pt

ABSTRACT

In this work, we present part of our study on the possible genetic linkage between HED meteorites and V-type asteroids through the analysis of asteroid NIR reflectance spectra taken from the publically available MIT-UH-IRTF Joint Campaign for NEO Reconnaissance and correlated spectra of HED meteorites and intimate mineral mixtures from the RELAB database. Five V-type asteroids were considered: 4 Vesta, 3908 Nyx, 4055 Magellan, (6611) 1993 VW and (5604) 1992 FE. We report on the spectral analysis performed through the Hapke radiative transfer model and the resulting estimation of asteroids surface composition, mineralogy and grain size.

1. INTRODUCTION

The relationship between asteroids and meteorites has long been cited as a powerful tool to study the early stages of the Solar System. The postulated relationship between 4 Vesta and HED meteorites is worth mentioning. As 4 Vesta is located close to a resonance, some resulting fragments of the huge collision suffered by this asteroid were scattered towards near-Earth orbits. This paper describes a technique, based on the Hapke radiative transfer model [1], to derive the mineralogical composition of HED meteorites and V-type asteroids from their bidirectional reflectance spectra.

2. MODEL DESCRIPTION AND COMPUTATION

The methodology adopted to derive the mineralogical composition of V-type asteroids and HED meteorites samples is based on the application of the Hapke radiative transfer model [1] and on a tool developed in Microsoft Excel using the Solver add-in. The Hapke model allows the conversion of bidirectional reflectance into single scattering albedo through the relation

$$r(e, i, g) = \frac{w}{4\pi} \frac{\mu_0}{\mu + \mu_0} \left[[1 + B_s(g)]p(g) + H(\mu_0)H(\mu) - 1 \right] \quad (1)$$

where, e , i and g are the emergence, incidence and phase angles, respectively. In addition, w is the particle single scattering albedo, $B_s(g)$ is the opposition effect, $p(g)$ is the particle phase function, H is the Ambartsumian-Chandrasekhar function, $\mu_0 = \cos(i)$ and $\mu = \cos(e)$. The opposition effect can be set to 0 for phase angles greater than 15° [2]. Since, in this study, the phase angles are 30° , the opposition effect can be neglected. The particle phase function is given by the second order Legendre polynomials:

$$p(g) = 1 + b \cos(g) + c(1.5\cos^2(g) - 0.5) \quad (2)$$

where, b describes the angular width of the scattering lobes and c describes the amplitude of the backscattered lobe relative to the forward scattered lobe. In this study, the following values were set for these two parameters: $b = -0.4$ and $c = 0.25$, which are the appropriate average values for forward scattering minerals [2]. The Ambartsumian-Chandrasekhar function is given by

$$H(x) = \left[1 - [1 - \gamma]x \left[r_0 + \left(1 - \frac{1}{2}r_0 - r_0x \right) \ln \left(\frac{1+x}{x} \right) \right] \right]^{-1} \quad (3)$$

where, $r_0 = (2/1 + \sqrt{1-w}) - 1$ (4).

This first step of Hapke Model was coded using Visual Basic for Applications (VBA), available in Microsoft Excel [3]. The single scattering albedo, w , is derived through an optimization process to find the radiance coefficient (r_c) which matches the spectral measurements [3]. Then, the mineralogical composition of a sample can be derived by fitting its single scattering albedo curve through the linear combination of reasonable end-members minerals and minimizing the sum of the squares of the residuals. This process was implemented using the Solver add-in, available in Microsoft Excel. In this modeling process, a third-degree polynomial was added, in order to account for the presence of optically inactive minerals in the selected samples. This originates a smooth curve that can be viewed as a spectrum background curve. So, in this case, the single scattering albedo of a mixture of minerals was modeled as follows:

$$w(\lambda) = \sum_{i=1}^{n_m} x_i w_i(\lambda) + A_0 + A_1\lambda + A_2\lambda^2 + A_3\lambda^3 \quad (5)$$

where λ is the wavelength, x_i is the i -th mineral's compositional proportion and n_m is the number of plausible end-members which may be present on the sample. Parameters A_k ($k = 0, 1, \dots, n_m$) and the compositional mineral proportions are fitted with the Solver add-in. If the particle grain sizes (d_i) and mineral densities (ρ_i) of each component mineral

are known, the corresponding mass fractions (M_i) present in HED meteorites and V-type asteroids can be derived through the following relation

$$M_i = \frac{\rho_i d_i x_i}{\sum_{k=1}^{n_m} \rho_k d_k x_k} \quad (6)$$

3. DATA AND MINERAL SELECTION

In this study, we used reflectance spectra of a set of five V-type asteroids, obtained from “The MIT-UH-IRTF Joint Campaign for NEO Spectral Reconnaissance”, available online at <http://smass.mit.edu/minus.html>. This is an ongoing joint observing program for routine measurement of Near Earth Objects (NEO) spectra, conducted by MIT, University of Hawai and the NASA Infrared Telescope Facility (IRTF). A low-to-medium resolution nIF spectrograph and imager called SpeX is used to obtain 0.8 to 2.5 microns spectra of NEO. Also, data of 10 Howardites, 10 Eucrites and 10 Diogenites were obtained from the RELAB database. Their spectra range in wavelength between 0.3 and 2.6 μm , and were obtained with a 0.005 μm sampling resolution. The RELAB instrument is designed to simulate the diverse viewing geometries in remote telescopic measurements. A 30° incident angle and a 0° emission angle (measured from the vertical) were the default parameters for the measured spectra. The details of RELAB and how the spectra were obtained are described in the RELAB user’s manual. In addition, a set of reasonable end-members minerals with appropriate grain sizes proportions were taken from the RELAB database.

4. RESULTS AND DISCUSSION

One interesting technique to analyze asteroids’s spectra is to compare them with reflectance spectra of meteorites (Fig.1). 4 Vesta appears to have a mineralogy similar to a howardite, confirming what was pointed out in the literature [4]. The near-Earth vestoids

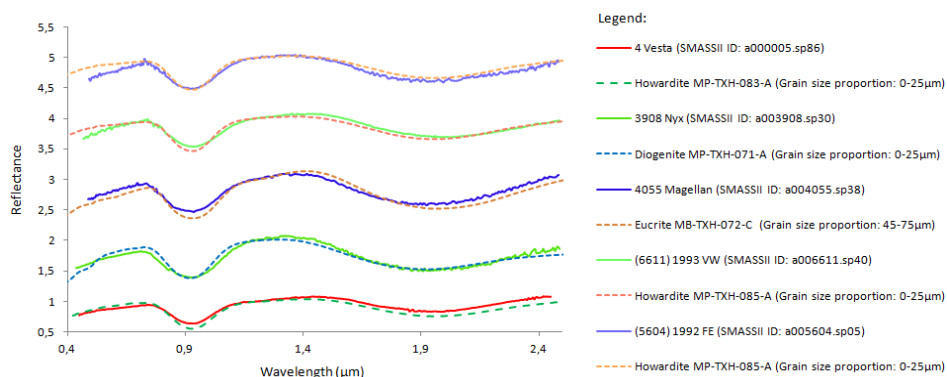


Fig.1 - Reflectance spectra of the five V-type asteroids and HEDs with the closest mineralogies. A vertical shift of 1 unit is introduced between different groups of spectra.

(6611) 1993 VW and (5604) 1992 FE seem to have a mineralogy close to howardites. 4055 Magellan seems to have a mineralogy similar to eucrites. However, 3908 Nyx seems to have a mineralogy close to a diogenite, contradicting the lack of identified vestoids with mineralogies similar to diogenites in the NEA [5].

Table 1 - Derived mass fractions of the end-members found in the selected V-type asteroids and their HED meteoritic analogs.

Asteroid/HED	Diop.	Hyp.	Anort.	Aug.	Pio.	Faya.	Chro.	Enst.	Wo	Spinel	Pio.	Enst.
4 Vesta	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,31	0,43	0,00	0,06	0,00
Howardite MP-TXH-083-A	0,00	0,00	0,00	0,04	0,17	0,00	0,00	0,45	0,35	0,00	0,00	0,00
3908 Nyx	0,00	0,53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,28	0,03	0,00	0,00	0,16	0,00
Eucrite MP-TXH-071-A	0,00	0,76	0,00	0,00	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07
4055 Magellan	0,00	0,29	0,37	0,00	0,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,00
Diogenite MB-TXH-072-C	0,00	0,09	0,00	0,00	0,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,26	0,42
6611 (1993) VW	0,30	0,00	0,00	0,00	0,16	0,07	0,14	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00
Howardite MP-TXH-085-A	0,00	0,00	0,00	0,00	0,18	0,00	0,07	0,64	0,00	0,11	0,00	0,00
5604 (1992) FE	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,57	0,00	0,00	0,32	0,00
Howardite MP-TXH-085-A	0,00	0,00	0,00	0,00	0,18	0,00	0,07	0,64	0,00	0,11	0,00	0,00

Another interesting technique to infer asteroids’s mineralogies is based on mixing models, which deconvolute their reflectance spectra. Assuming reasonable end-members, the Solver application was applied to derive the mineralogical compositions of the selected V-type asteroids and HED meteorites. In Table 1, the derived mass fractions of the selected V-type asteroids and their meteoritic analogs are listed. Here, “meteoritic analog” is referred to a certain meteorite which is identified to have the closest mineralogy to a certain asteroid (Fig.1). The silicate mineralogy inferred for the studied V-type near-Earth vestoids requires that their parent body suffered early igneous differentiation in their histories [6], producing a basaltic surface lithology. Hence, their parent body, postulated as being 4 Vesta, may be a differentiated asteroid. The presence of olivine in the near-Earth vestoid 6611 (1993) VW may be an indicator that the collision suffered by 4 Vesta reached layers close to the mantle.

5. CONCLUSION

The results of this study strengthened the link between HED meteorites and V-type asteroids. It was confirmed that 4 Vesta has a surface mineralogy consistent with howardites. 3908 Nyx was characterized as having a diogenitic mineralogy, contradicting the evidence pointed out in the literature [6]. The derived high-Ca abundances evidenced that 4 Vesta may be a differentiated asteroid.

ACKNOWLEDGEMENTS

We would like to thank all researchers of RELAB and The MIT-UH-IRTF Joint Campaign for NEO Spectral Reconnaissance.

REFERENCES

- [1] Hapke, B. (2002), Bidirectional Reflectance Spectroscopy. 5. The coherent backscatter opposition effect and anisotropic scattering. *Icarus*, 157, 523-534.
- [2] Mustard, J. F. and C. M. Pieters (1989), Photometric phase functions of common geologic materials and applications to quantitative analysis of mineral mixture reflectance spectra. *JGR*, 94, 13, 619-634.
- [3] Quinn, D. P., Gillis-Davis, J. J. and Lucey, P. G. (2010), Using Microsoft Excel for Hapke Modeling: A Technique to Simplify Calculations of Optical Constants and Reflectance Spectra. 41st Lunar and Planetary Science Conference, held March 1-5, 2010 in The Woodlands, Texas. LPI Contribution No. 1533, 2426-2427.
- [4] Hiroi, T., Binzel, R. P., Sunshine, J. M., Pieters, C. M. and Takeda H. (1995), Grain sizes and mineral compositions of surface regoliths of Vesta-like asteroids. *Icarus*, 115, 374-386.
- [5] Burbine, T. H., Buchanan, P. C., Dolkar, T. and Binzel, R. P. (2009), Pyroxene mineralogies of near-Earth vestoids, *MPS*, 44, 9, 1331-1341.
- [6] Sunshine, J. M., Bus, S. J., McCoy, T. J., Burbine, T. H., Corrigan, C. M. and Binzel, R. P. (2004), High-calcium pyroxene as an indicator of igneous differentiation in asteroids and meteorites, *MPS*, 39, 8, 1343-1357.

ATAS

FÍSICA APLICADA E
ENGENHARIA FÍSICA

#426

PERFORMANCE MEASUREMENTS OF WI-FI WPA IEEE 802.11 B,G PTP LINKS

J. A. R. Pacheco de Carvalho^{1,2}, C. F. F. P. Ribeiro Pacheco¹, A. D. Reis^{1,2}

¹ Unidade de Detecção Remota, ²Departamento de Física, Universidade da Beira Interior, 6201-001 Covilhã, Portugal, a17597@ubi.pt

ABSTRACT

The importance of wireless communications, e.g. Wi-Fi, has been increasing. Performance is a crucial issue, leading to more reliable and efficient communications. Security is equally important. Laboratory measurements are made about performance aspects of Wi-Fi (IEEE 802.11 b,g) WPA point-to-point links. Available equipments are used (DAP-1522 access points from D-Link and WPC600N adapters from Linksys). New detailed results are presented, namely at OSI levels 4 and 7, from TCP, UDP and FTP experiments: TCP throughput, jitter, percentage datagram loss and FTP transfer rate. Comparisons are made to corresponding results obtained for open links. Conclusions are drawn about the comparative performance of the links.

1. INTRODUCTION

Wi-Fi is a wireless communications technology working in the 2.4 and 5 GHz frequency bands. Nominal transfer rates are specified up to 11 (802.11b), 54 (802.11a, g) and 600 Mbps (802.11n) [1]. CSMA/CA is the medium access control method. Communications performance has been of vital importance, leading to increasing reliability and efficiency. Telematic applications have specific performance requirements, depending on application. New telematic applications are specially sensitive to performance, when compared to traditional applications [2]. Several Wi-Fi performance measurements have been made in the 2.4 and 5 GHz bands for open and WEP links [3,4]. In the present work new Wi-Fi results are obtained, through OSI levels 4 and 7.

2. RESULTS

The experimental arrangement for TCP, UDP and FTP measurements is shown in Fig.1-A. The experiments were made under far-fiel conditions using interference free communication channels. The access points were configured for WPA using power levels up to 30 mW (15 dBm), as they were close. For each standard and nominal transfer rate, an average TCP throughput was determined from several measurements. This value was

used as the bandwidth parameter for every corresponding UDP test, giving average jitter and average percentage datagram loss.

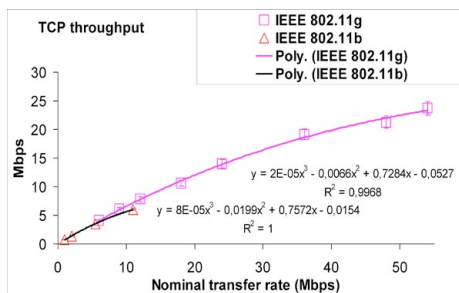
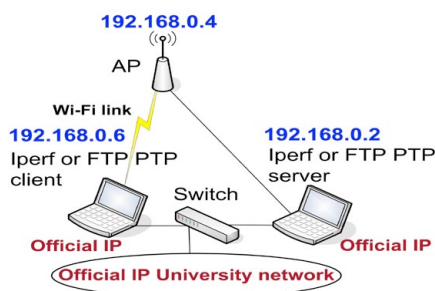


Fig.1. A- Laboratory setup scheme; B- TCP throughput versus technology and nominal transfer rate.

3. CONCLUSIONS

Generally, except for 802.11g TCP throughput, 802.11 b jitter and 802.11g percentage datagram loss, where increasing security encryption was found to degrade performances, the results measured for WPA links were found to agree, within the experimental errors, with corresponding data obtained for open links.

Further performance measurements are planned using several equipments, security settings and experimental conditions, not only in laboratory but also in outdoor environments involving, mainly, medium range links.

REFERENCES

- [1] Web site <http://standards.ieee.org>; IEEE 802.11 a, b, g, n standards.
 - [2] E. Monteiro, F. Boavida, Engineering of Informatics Networks, 4th ed., FCA-Editor of Informatics Ld., Lisbon, 2002.
 - [3] J. A. R. Pacheco de Carvalho, H. Veiga, P. A. J. Gomes, C. F. Ribeiro Pacheco, N. Marques, A. D. Reis, "Wi-Fi Point-to-Point Links- Performance Aspects of IEEE 802.11 a,b,g Laboratory Links", in Electronic Engineering and Computing Technology, Series: Lecture Notes in Electrical Engineering, Sio-long Ao, Len Gelman, Eds. Netherlands: Springer, 2010, Vol. 60, pp. 507-514.
 - [4] C. F. F. P. Ribeiro Pacheco, J. A. R. Pacheco de Carvalho, A. D. Reis, "Medições de desempenho de ligações Wi-Fi WEP ponto a ponto a 2.4 e 5 GHz", *Proc. 17ª Conferência Nacional de Física*, pp. 211-212, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, Portugal, 1-3 de Setembro de 2010.
- Project funded by FCT (Fundação para a Ciência e a Tecnologia)/PEst-OE/FIS/UI0524/2011 (Projecto Estratégico-UI524-2011-2012).

#475

SISTEMAS DE CLIMATIZAÇÃO E AQS NA CERTIFICAÇÃO ENERGÉTICA DE EDIFÍCIOS NO ÂMBITO DO RCCTE

C. F. F. P. Ribeiro Pacheco¹

¹Unidade de Detecção Remota, Universidade da Beira Interior, 6201-001 Covilhã, Portugal,
claudiaffprpacheco@gmail.com

ABSTRACT

A proposta desenvolvida no âmbito do presente artigo, assenta em procedimentos de cálculo que, tendo como base o projecto de térmica do edifício do caso de estudo, permitem a simulação de diferentes combinações de sistemas de climatização para aquecimento, arrefecimento e sistemas convencionais de produção de AQS. Conseguem-se comparar os valores obtidos em termos de emissões anuais de gases de efeito de estufa, o valor dispendido nas facturas energéticas anual e mensal para climatização e preparação de AQS, a classe energética e o custo de aquisição, instalação e manutenção dos equipamentos.

1. INTRODUÇÃO

Com a transposição da directiva 2002/91/CE, torna-se possível comparar o desempenho energético de edifícios em diferentes Estados Membros da Europa, com base em parâmetros mutuamente estabelecidos [1].

Para cumprir os requisitos energéticos, os requisitos mínimos, a qualidade do ar e a classe energética, torna-se relevante uma análise integrada das soluções tanto de arquitectura, como dos equipamentos [2].

Nos edifícios, existem diversas soluções, que conduzem a diferentes desempenhos energéticos. No entanto, não é obrigatório necessariamente que a uma factura energética baixa corresponda uma boa classificação energética [2,3].

2. RESULTADOS

Os resultados obtidos do caso de estudo, em função dos equipamentos utilizados, são explicados em detalhe e resumidos em [2].

3. CONCLUSÕES

Este artigo mostra que o impacto dos sistemas de climatização e AQS na Certificação Energética é muito significativo. Um edifício que reúne condições de isolamento

excepcionais poderá apresentar classes energéticas muito diferentes, consoante a solução de climatização adoptada, variando desde o B- ao A+. No caso de um edifício “existente”, com péssimas condições de isolamento térmico, em incumprimento dos requisitos mínimos de qualidade térmica, poderá apresentar uma classe energética elevada, unicamente disfarçada pela escolha adequada dos equipamentos. É possível conciliar uma baixa emissão anual de CO₂ com uma baixa factura energética. No entanto, um outro aspecto importante a ponderar resulta do custo de instalação do equipamento. É possível reduzir a taxa de emissão de CO₂ e, em consequência obter-se uma boa classe energética, o que não implica necessariamente uma factura energética baixa ou um custo de instalação baixo. As soluções que apresentaram a menor factura energética foram: S2) Bombas de calor para climatização e caldeira para AQS, S3) Bombas de calor para climatização e termoacumulador eléctrico para AQS, S4) Bombas de calor para climatização e AQS. A solução 3 é penalizada em termos de emissão de CO₂, pelo que as soluções 2 e 4 se apresentam como mais favoráveis. Não obstante, a solução 4 apresenta um custo de instalação superior, face à solução 2 e um maior período de retorno simples.

REFERÊNCIAS

- [1] Isolani, P., Comini, R., Clement, F., Puente, F., Orlandi, A., Oliveira, I., Lima, P. E Beirão, D. (2008). Eficiência Energética nos edifícios residenciais. Edições Deco, Lisboa
 - [2] Pacheco, Cláudia F. F. P. R. - Impacto dos Sistemas de Climatização e AQS na Certificação Energética de Edifícios no Âmbito do RCCTE: Caso de Estudo, Dissertação de Mestrado, Universidade da Beira Interior, Outubro de 2010
 - [3] Decreto-Lei n.º 80/2006 de 4 de Abril, que aprova o Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE), substitui o DL 40/1990, Diário da República n.º 67, 1 Série-A
- Projecto financiado pela FCT (Fundação para a Ciência e a Tecnologia)/PEst-OE/FIS/UI0524/2011 (Projecto Estratégico-UI524-2011-2012).

#444

ESTUDO NUMÉRICO DA HIDRODINÂMICA NUMA MEMBRANA DE DESSALINIZAÇÃO

P.C. Sousa¹, A. A. Soares^{2,3}, Abel Rouboa^{1,3}

¹Departamento de Engenharias-Escola de Ciências e Tecnologias, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Apartado 1013, 5001-801 Vila Real, Portugal

²Departamento Física-Escola de Ciências e Tecnologias, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Apartado 1013, 5001-801 Vila Real, Portugal

³CITAB/UTAD, Quinta de Prados, Apartado 1013, 5001-801, Vila Real, Portugal

E-mail de contacto: paula.sousa955@gmail.com, asoares@utad.pt, rouboa@utad.pt

RESUMO

Neste trabalho apresenta-se o estudo numérico do escoamento completamente desenvolvido no interior de uma membrana de dessalinização para números de Reynolds até 300. O principal problema inerente ao processo de separação por este tipo de membranas (nanofiltragem, osmose inversa) reside na acumulação de incrustações nas paredes da membrana com a consequente redução do fluxo permeado. O estudo apresentado mostra a influência da posição dos espaçadores na hidrodinâmica no interior dos canais da membrana. Uma escolha adequada da posição dos espaçadores pode ajudar a minimizar o desenvolvimento de incrustações.

1. INTRODUÇÃO

A escassez de recursos de água doce associada ao crescimento da industrialização têm aumentado a necessidade da produção de água potável com recurso às tecnologias de dessalinização. Os processos térmicos e de membrana são, de longe, os principais sistemas de dessalinização utilizados hoje em dia. Contudo os processos de membrana impulsionados por pressão são menos dispendiosos do que os térmicos [1]. Neste trabalho utiliza-se o programa Fluent para estudar o efeito da distância entre os espaçadores, em configuração zig zag, na hidrodinâmica do escoamento em membranas.

2. ESTUDO NUMÉRICO

A validação numérica é feita por comparação do fator de atrito obtido numericamente com os valores teóricos num canal livre, com 10 mm de comprimento e 0,7 mm de altura, para números de Reynolds entre 10 e 1000 (fig1). sp_1(2) e sp_1(4) correspondem às soluções numéricas para o canal com dois e quatro espaçadores separados por 2,25 mm.

sp_2(2) e sp_2(3) correspondem às configurações com dois e três espaçadores separados por 3,2 mm.

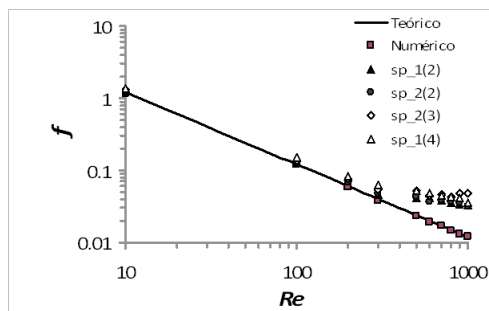


Fig. 1. Fator de atrito num canal livre, sem espaçadores. Solução analítica versus solução numérica.

O efeito da distância entre os espaçadores nas isolinhas da função corrente são mostrados na fig. 2. As distâncias estudadas não têm um efeito visível no comportamento das linhas. Os redemoinhos que aparecem para os números de Reynolds mais elevados permanecem praticamente inalterados com a variação das distâncias entre os espaçadores.

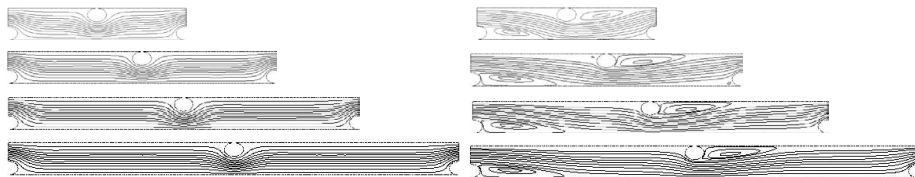


Fig. 2. Isolinhas da função corrente para $Re = 10$ e 300 . Distância entre os espaçadores 2, 3, 4 e 5 mm.

As tensões de corte na parede (TCP) superior da membrana são mostradas na fig 3. Na parede inferior da membrana as TCP têm o mesmo comportamento, o que era esperado devido à simetria da configuração dos espaçadores.

Os valores de TCP crescem com o aumento de Re . Em ambas as figuras verifica-se que a TCP é aproximadamente nula junto dos espaçadores. Na região próxima do espaçador (a montante) os valores de TCP são maiores para a configuração $d = 5$ mm do que para $d = 2$ mm. A jusante do espaçador, na região dos redemoinhos, TCP aumenta com o crescimento de redemoinhos. A diminuição de d e/ou o aumento de Re resulta no crescimento das tensões de corte nas paredes (TCP).

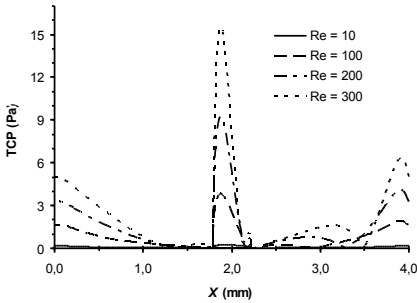


Fig. 3. Tensão de corte nas paredes da membrana para $Re = 10, 100, 200$ e 300 . Espaçadores separados por $d = 2$ mm e 5 mm

A estrutura do escoamento depende fortemente do Re e é praticamente independente da velocidade do permeável para valores industriais típicos [2]. O estudo apresentado aqui corresponde às condições para membranas impermeáveis

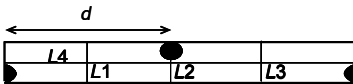


Fig. 4. Representação esquemática do canal da membrana e das linhas onde se fez o estudo das distribuições das velocidades.

Da comparação entre as distribuições da velocidade ao longo das linhas $L1$ e $L3$ (fig.4) verifica-se que as curvas são simétricas, ver fig 2, esquerda. Também se identificam as regiões dos redemoinhos para $Re = 200$ e 300 (figs 5 e 7). Estas observações estão de acordo as isolinhas da função corrente observadas na fig.2.

Para a distribuição das velocidades ao longo da linha $L2$ (linha vertical central) verifica-se que esta é maior nas proximidades do espaçador do que nas proximidades da parede da membrana (fig 6). Consequentemente o gradiente das velocidades é maior nas regiões junto do espaçador, ou seja, as taxas de deformação são maiores nesta região.

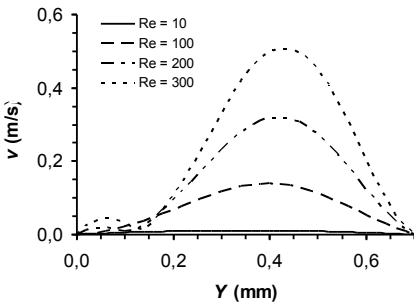


Fig. 5. Distribuição das velocidades na linha $L1$ para $d = 2$ mm.

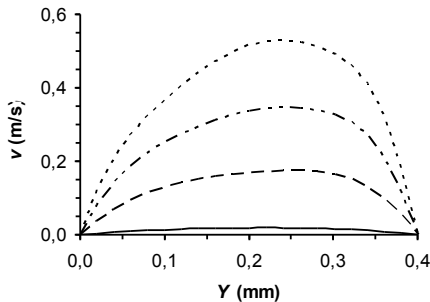


Fig. 6. Distribuição das velocidades na linha L2 para $d = 2$ mm.

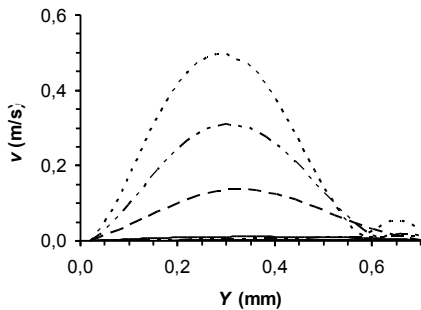


Fig. 7. Distribuição das velocidades na linha L3 para $d = 2$ mm.

Para a linha L4 (linha horizontal) é possível identificar um padrão para a distribuição das velocidades, para todos os valores de Re . Este padrão repete-se dois em dois milímetros o que corresponde à distância entre os espacadores (fig 8).

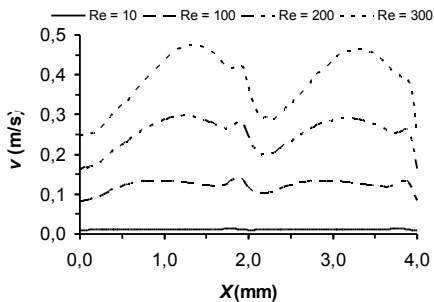


Fig. 8. Distribuição das velocidades na linha L4 para $d = 2$ mm.

A estrutura do escoamento afeta o processo de transferência de massa uma vez que influencia a taxa de crescimento da espessura da camada limite da concentração. Neste estudo são identificados dois tipos de estrutura: um sem redemoinhos para Re pequenos e outro com redemoinhos para os valores de Re mais elevados. Na presença de redemoinhos

quando há rejeição de soluto pela membrana, desenvolvem-se duas camadas limites de concentração em direcções opostas o que tenderá a concentrar o valor máximo de soluto junto dos espaçadores.

4. CONCLUSÕES

As tensões de corte nas paredes da membrana por unidade de área são mais elevadas para as membranas com menor distância entre os espaçadores.

São identificados dois tipos de estrutura para o escoamento dependentes de Re que influenciam de maneira diferente o desenvolvimento da camada limite da concentração.

REFERÊNCIAS

- [1] Sassi K M, Mujtaba I M 2010 Simulation and Optimization of Full Scale Reverse Osmosis Desalination Plant 20th European Symposium on Computer Aided Process Engineering)
- [2] Geraldés V, Semião V, Pinho M N 2002 Flow management in nanofiltration spiral wound modules with ladder-type spacers

ATAS FÍSICA MÉDICA E BIOFÍSICA

#357

HEMODINÂMICA DA ARTÉRIA ABDOMINAL COM E SEM ANEURISMA

R. A. Martins¹, T. A. Martins¹, A. A. Soares^{2,3}, Abel Rouboa^{1,3}

¹ Departamento de Engenharias-Escola de Ciências e Tecnologias, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Apartado 1013, 5001-801 Vila Real, Portugal

² Departamento Física-Escola de Ciências e Tecnologias, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Apartado 1013, 5001-801 Vila Real, Portugal

³ CITAB/UTAD, Quinta de Prados, Apartado 1013, 5001-801, Vila Real, Portugal

E-mail de contacto: rjamartins@gmail.com, taamartins@gmail.com, asoares@utad.pt, rouboa@utad.pt

RESUMO

O aparecimento de aneurismas na artéria abdominal é um problema frequente obrigando em muitos casos a intervenções cirúrgicas a fim de evitar o seu rompimento. Neste estudo foram obtidas as soluções numéricas para as equações de Navier-Stokes a partir do conhecimento dos caudais sanguíneos nas ramificações da artéria abdominal (artérias renais e ilíacas) com a finalidade de estudar a influência da localização de um aneurisma, ao longo da artéria abdominal, na distribuição da tensão de corte nas paredes da artéria, bem como a sua influência na dinâmica do escoamento sanguíneo.

1. INTRODUÇÃO

A hemodinâmica é um dos fatores responsáveis pelo aparecimento de doenças em regiões de escoamentos complexos como as artérias coronárias, carótida, abdominal e femoral. Estes escoamentos complexos ocorrem nas regiões onde as artérias apresentam bifurcações, ramificações e curvaturas. Diversos estudos apontam que o aparecimento de arteriosclerose é potenciado pelas baixas tensões de corte nas paredes das artérias [1]. Na aorta verifica-se que a arteriosclerose é mais frequente na aorta abdominal com maior incidência abaixo das artérias celíacas. Em contraste, tensões de corte mais elevadas nas paredes das artérias estão associadas a artérias desprovidas de placas [2]. Por outro lado, o aparecimento de ferramentas não invasivas de imagionologia tem levado a um crescente aumento da deteção de patologias no sistema circulatório, nas práticas clínicas. A par destas novas ferramentas de diagnóstico, a dinâmica de fluidos computacional aplicada à hemodinâmica também têm vindo a ser utilizada para uma melhor compreensão funcional dos vasos sanguíneos bem como no diagnóstico e terapias relacionadas com o escoamento sanguíneo [3].

Neste estudo utiliza-se um modelo geométrico simplificado para a artéria aorta abdominal [1] com e sem aneurisma para estudar os efeitos da hemodinâmica nas tensões de corte nas paredes das artérias ilíacas. No presente estudo considerou-se o escoamento laminar em regime estacionário.

2. ESTUDO NUMÉRICO

Da análise da fig. 1, verifica-se para os quatro modelos geométricos, que as velocidades máximas ocorrem no centro da artéria abdominal e que nas artérias renais e ilíacas as velocidades máximas são desviadas no sentido das paredes internas, devido à inércia do sangue. Os aneurismas nas posições 1 e 3 parecem não ter influência significativa na distribuição das velocidades. O mesmo já não acontece com o aneurisma localizado na posição 2 (sobre as artérias renais) que parece alterar o escoamento abaixo do aneurisma. A forma esférica dos aneurismas favorece os escoamentos com baixas velocidades no seu interior. Relativamente à figura 2, mostra as imagens 3D da distribuição das tensões de corte nas paredes (TCP) da artéria. Também mostra que, com excepção da fig. 2 (c) que influencia significativamente a distribuições da TCP nas artérias renais, a localização dos outros aneurismas parece não influenciar o comportamento da TCP. Associado a este efeito verifica-se um aumento das taxas de corte nas paredes das artéria renais.

As figs. 4-7, mostram as TCP nas paredes externas e internas das artérias ilíacas. As linhas têm origem na base dos braços das artérias (fig.3).

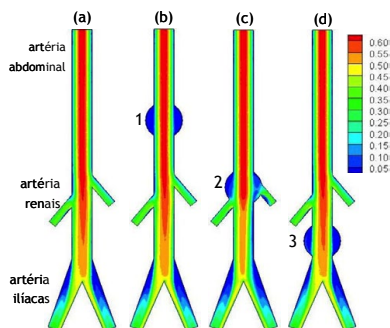


Fig. 1. Distribuição das velocidades (m/s) na artéria aorta abdominal. (a) sem aneurisma, (b), (c) e (d) com aneurisma em três posições diferentes 1, 2 e 3.

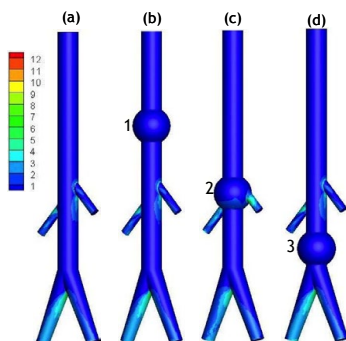


Fig. 2. Distribuição das tensões de corte (Pa) nas paredes da artéria. (a) sem aneurisma, (b), (c) e (d) com aneurisma em três posições diferentes 1, 2 e 3.

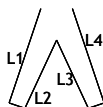


Fig. 3. Representação esquemática das linhas nas paredes das artérias ilíacas, onde foram estudadas as tensões de corte.

A fig. 4, mostra que a TCP, ao longo da linha L1, decresce no sentido da bifurcação até cerca do meio desta artéria (~5 cm) para depois crescer ligeiramente. Da comparação entre as diferentes curvas, a curva para o aneurisma 2 (vermelha) é a que apresenta o maior desvio em relação à curva da artéria sem aneurisma. Os aneurismas 1 e 3 localizados antes e depois das artérias renais afetam menos a TCP, contudo este efeito parece ser menos pronunciado para o aneurisma 3 do que para o aneurisma 2.

Fig. 5, em geral, a TCP cresce até à bifurcação, este crescimento é mais acentuado junto da bifurcação. A localização do aneurisma na posição 1 e 3 parece não afetar a TCP nesta parede o que já não acontece quando o aneurisma está localizado na posição 2. As curvas na figs. 5 e 6 (paredes internas das artérias) têm um comportamento semelhante, com exceção junto da bifurcação onde as curvas ao longo da linha L3, fig. 6, têm um pico.

Fig. 7, as curvas seguem um comportamento semelhante ao observado para a linha L1 (fig.4). Contudo, neste caso os efeitos da localização dos aneurismas 1 e 3 são menos significativos. O aneurisma 2 tem um efeito oposto, na TCP ao longo da linha L4, ao observado para a linha L1, isto é, junto da bifurcação a TCP é menor e no outro extremo é maior do que na artéria sem aneurisma.

No geral, as tensões de corte nas paredes das artérias ilíacas podem ser afetadas pela existência de um aneurisma na artéria torácica. Contudo o seu efeito depende da localização do aneurisma. A região das artérias renais parece ser mais propícia a produzir

efeitos mais significativos. A generalização destes resultados exige outros estudos para outras geometrias da artéria e do aneurisma.

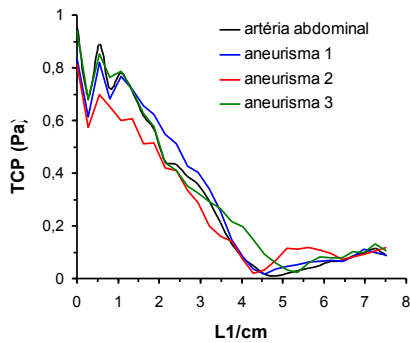


Fig. 4. Distribuição das taxas de corte ao longo da linha L1, nas artérias ilíacas.

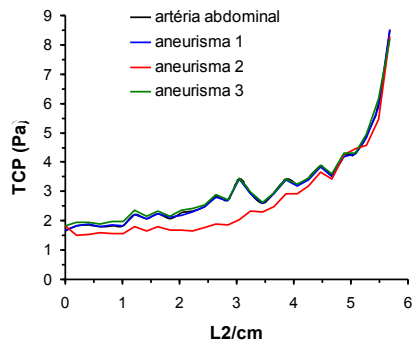


Fig. 5. Distribuição das taxas de corte ao longo da linha L2, nas artérias ilíacas.

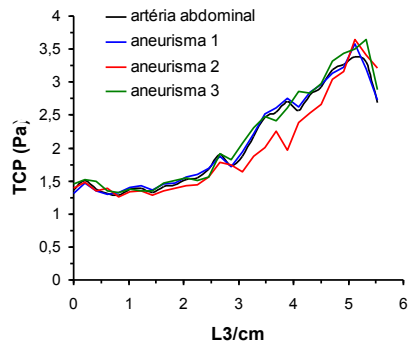


Fig. 6. Distribuição das taxas de corte ao longo da linha L3, nas artérias ilíacas.

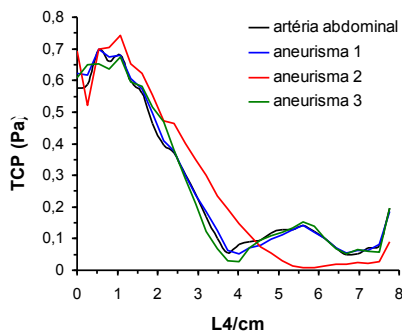


Fig. 7. Distribuição das taxas de corte ao longo da linha L4, nas artérias ilíacas.

4. CONCLUSÕES

O estudo da hemodinâmica num modelo da artéria aorta abdominal permitiu caracterizar a distribuição das velocidades e das tensões de corte nas paredes da artéria, para as condições estudadas;

A localização do aneurisma pode alterar a distribuição das tensões de corte nas paredes da artéria em regiões fora do aneurisma. A estas alterações pode estar associado o desenvolvimento de arteriosclerose ou a diminuição de placas na artéria, nas regiões mais afetadas.

REFERÊNCIAS

- [1] Shipkowitz T., Rodgers V.G.J., Frazin L. J., Chandran K. B. "Numerical study on the effect of steady axial flow development in the human aorta on local shear stresses in abdominal, *Journal of Biomechanics* 31 pp.995-1007 (1998);
- [2] Roberts J.C., Moses C., Wilkins R. H. "Autopsy studies in atherosclerosis: I. distribution and severity of atherosclerosis in patients dying without morphologic evidence of erosclerotic catastrophe" *Circulation* 20 pp. 511-519 (1959)
- [3] Soares, A. A., Gonzaga, S., Silva, José Silvestre, Marinho, D., Silva, A., Rouboa, Abel "Non-Newtonian blood flow in portal vein with thrombosis: A study by computational fluid dynamics" *Numerical Analysis and Applied Mathematics Icnam* 2011,1389, pp. 171-174 (2011).

#358

ESTUDO NUMÉRICO DA HEMODINÂMICA NA VEIA PORTA

C. G. Correia¹, A. A. Soares^{2,3}, T. A. Martins¹, Abel Rouboa^{1,3}

¹ Departamento de Engenharias-Escola de Ciências e Tecnologias, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Apartado 1013, 5001-801 Vila Real, Portugal

² Departamento Física-Escola de Ciências e Tecnologias, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Apartado 1013, 5001-801 Vila Real, Portugal

³ CITAB/UTAD, Quinta de Prados, Apartado 1013, 5001-801, Vila Real, Portugal

E-mail de contacto: camilo-correia@sapo.pt, asoares@utad.pt, taamartins@gmail.com, rouboa@utad.pt

RESUMO

Neste trabalho apresenta-se uma caracterização da distribuição da velocidade, pressões e tensão de corte nas paredes da veia porta. As soluções numéricas são obtidas para caudais sanguíneos característicos em indivíduos adultos, utilizando um modelo de escoamento newtoniano em regime estacionário. Da análise das tensões nas paredes da veia identificam-se as regiões com maior probabilidade de desenvolverem trombos.

1. INTRODUÇÃO

O aparecimento de ferramentas não invasivas de imagiologia tem levado a um crescente aumento da deteção de patologias na veia porta, nas práticas clínicas. A par destas novas ferramentas de diagnóstico, os estudos por simulação da hemodinâmica também têm vindo a ser utilizados para uma melhor compreensão funcional dos vasos sanguíneos bem como no diagnóstico e terapias relacionadas com o escoamento sanguíneo [1]. A quantificação do comportamento do escoamento do sangue dentro dos vasos sanguíneos pode ser uma ferramenta importante na previsão do comportamento da estrutura das veias/artérias e das patologias associadas. Para o nosso estudo foi construído o modelo geométrico a partir dos dados de uma imagem de ressonância magnética da veia porta [2]. Neste trabalho utiliza-se o modelo newtoniano para a viscosidade do sangue em regime estacionário para fazer o estudo da hemodinâmica na veia porta.

2. APARELHO DE ONDAS PENDULARES

Da análise das figs. 1 e 2 verifica-se que as velocidades máximas ocorrem antes da zona de bifurcação da veia. Os valores máximos observados são 11.9 cm/s, 23.0 cm/s e 45.3 cm/s para as figs. (a), (b), e (c), respetivamente. A fig. 1 mostra que o aumento da velocidade sanguínea de entrada na veia leva a um deslocamento, no braço esquerdo, das velocidades mais elevadas no

sentido da parede superior com o consequente aumento do gradiente das velocidades junto desta parede. A fig. 2 mostra que o aumento da velocidade sanguínea de entrada na veia leva ao aparecimento de uma região com maiores velocidades na entrada do braço esquerdo (junto da parede superior). Associado a este efeito verifica-se uma diminuição das velocidades (cor azul) junto da parte inferior da parede na entrada do sangue neste braço, o que deverá ter como consequência a diminuição das taxas de corte nas paredes desta região da veia.

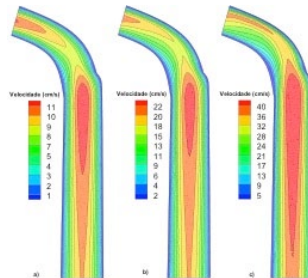


Fig. 1. Distribuição das velocidades nos braços principal e esquerdo para perfis das velocidades de entrada completamente desenvolvidos de (a) 5 cm/s, (b) 10 cm/s e (c) 20 cm/s.

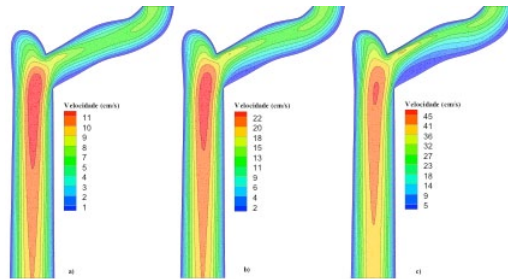


Fig. 2. Distribuição das velocidades nos braços principal e direito para perfis das velocidades de entrada completamente desenvolvidos de (a) 5 cm/s, (b) 10 cm/s e (c) 20 cm/s.

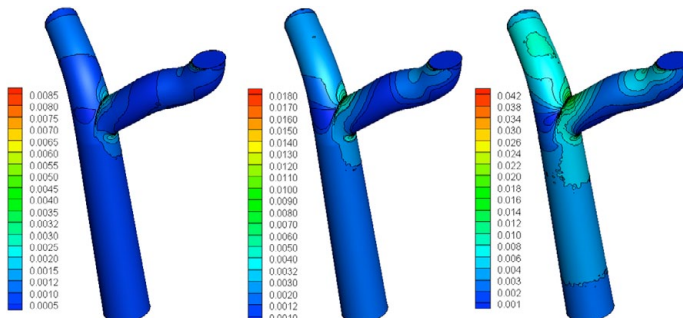


Fig. 3. Distribuição das taxas de corte (s^{-1}) nas paredes da veia Porta para perfis de entrada das velocidades completamente desenvolvidos de 5 cm/s, 10cm/s e 20 cm/s.

Da análise da distribuição de cores (fig.3) sobre a parede da veia verifica-se que as taxas de corte são mais elevadas junto da bifurcação da veia, ver parte inferior e superior da bifurcação. Assim, estas regiões deverão ser menos favoráveis à formação de trombos.

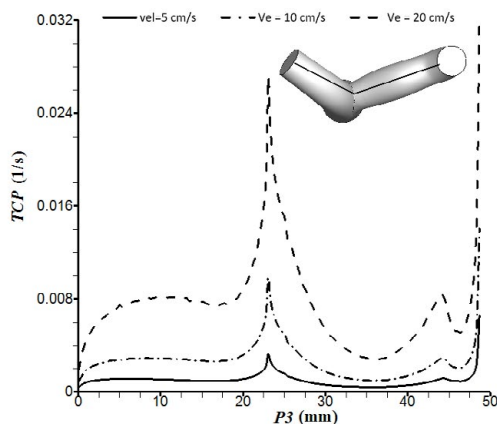


Fig. 4. Distribuição das taxas de corte ao longo da linha P3 da veia Porta para os perfis de entrada das velocidades completamente desenvolvidos de 5 cm/s, 10 cm/s e 20 cm/s.

A figura 4, mostra as taxas de corte na parede (TCP), ao longo da linha apresentada na figura. As curvas apresentam dois picos; um correspondente à parte superior da bifurcação e o outro próximo da saída do fluxo sanguíneo através do braço direito devido à curvatura da veia nesta região. O crescimento acentuado do primeiro pico pode ser explicado pela aresta existente no modelo geométrico. As TCP estão relacionadas com a dinâmica do sangue que por sua vez é fortemente influenciada pela geometria da veia pelo que a generalização de resultados só poderá ser feita para veias com geometrias semelhantes.

A fig. 5, mostra que a TCP, ao longo da linha apresentada na figura, apresenta um pico correspondente à bifurcação. A TCP cresce quase linearmente até à bifurcação, para depois ter um crescimento acentuado junto ao pico. Este pico, também, pode ser explicado em parte pelas arestas associadas ao modelo geométrico. A diminuição brusca da TCP na entrada do sangue no braço pode ser explicada qualitativamente pelo facto de as velocidades sanguíneas máximas se deslocarem, devido à inércia do sangue, no sentido do centro da veia para a parede superior com o consequente aumento do gradiente das velocidades junto da parede superior e a sua diminuição na proximidade da parede inferior.

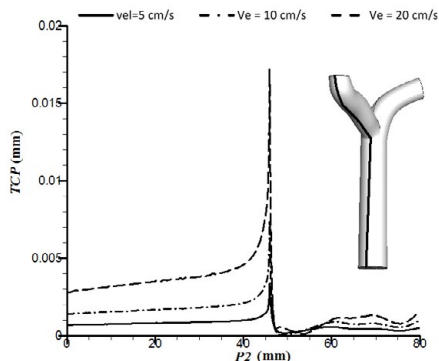


Fig. 5. Distribuição das taxas de corte ao longo da linha P2 da veia Porta para os perfis de entrada das velocidades completamente desenvolvidos de 5 cm/s, 10 cm/s e 20 cm/s.

A fig. 6, mostra a distribuição das taxas de corte na parede, ao longo da linha apresentada na figura. A TCP cresce quase linearmente até à bifurcação, sendo esse crescimento mais acentuado para o perfil da velocidade de entrada mais elevado (20 cm). Os valores mínimos são atingidos na posição ~50 mm, região de maior curvatura, voltado novamente a crescer até próximo dos valores máximos, na região final do braço da veia.

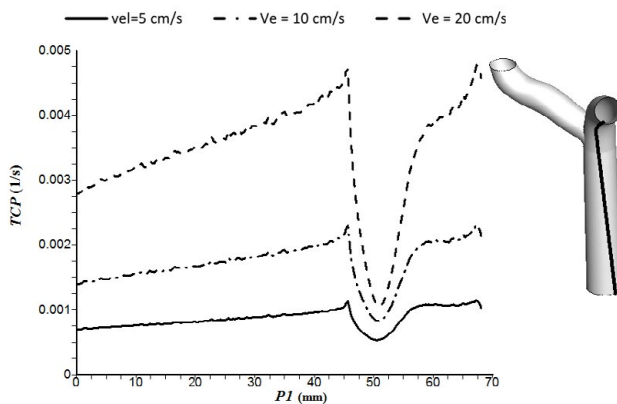


Fig. 6. Distribuição das taxas de corte ao longo da linha P1 da veia Porta para os perfis de entrada das velocidades completamente desenvolvidos de 5 cm/s, 10 cm/s e 20 cm/s.

A fig. 7, mostra a distribuição das pressões para os diferentes perfis das velocidades de entrada, ao longo das linhas L4 e L5 que percorrem o centro da veia pelo braço direito (L4) e pelo braço esquerdo (L5). As linhas apresentam comportamentos semelhantes, com a formação de um pico na entrada de cada um dos braços cuja magnitude cresce com o aumento da velocidade de entrada.

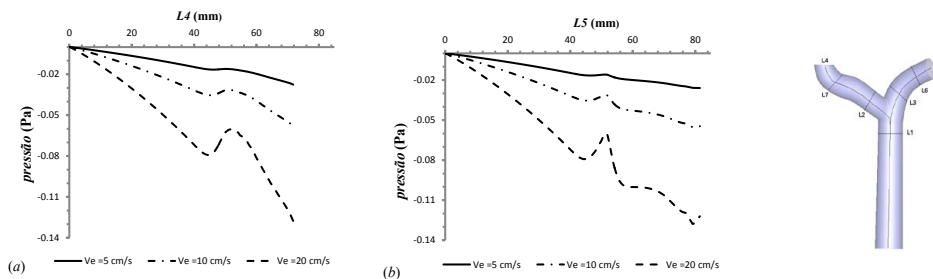


Fig. 7. Distribuição das pressões ao longo da linha L4 e L5 para os perfis de entrada das velocidades completamente desenvolvidos de 5 cm/s, 10 cm/s e 20 cm/s.

4. CONCLUSÕES

O estudo da hemodinâmica num modelo da veia porta idealizado permitiu caracterizar a distribuições das velocidades, pressões e tensões de corte nas paredes da veia; As regiões das paredes da veia com baixas tensões de corte podem ser identificadas como regiões propícias à formação de trombos. Em contraste, as regiões com tensões de corte mais elevadas são mais propícias à formação de aneurismas; A dinâmica do sangue é fortemente influenciada pela geometria da veia pelo que a generalização dos resultados só poderá ser feita com base numa identificação prévia dos tipos de geometrias características da veia porta.

REFERÊNCIAS

- [1] Botar C. C., Vasile T., Sfrangeu S, Clichici S, Agachi P. S., Badea R., Mircea P. Cristea M. V. "Validation of CFD simulation results in case of portal vein blood flow" 20th *European Symposium on Computer Aided Process Engineering- ESCAPE20* (2010).
- [2] Soares, A. A., Gonzaga, S., Silva, José Silvestre, Marinho, D., Silva, A., Rouboa, Abel "Non-Newtonian Blood Flow in Portal Vein with Thrombosis: A Study by Computational Fluid Dynamics" *Numerical Analysis And Applied Mathematics Icnam* 2011, V. 1389, pp. 171-174 (2011).

#392

SIMULADOR ÓPTICO DINÂMICO DO OLHO HUMANO

André Baião¹, João M. P. Coelho^{2,3}, Pedro Vieira¹

¹ Centro de Física Atómica, Departamento de Física, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, 2829-516 Caparica, Portugal.

² Universidade de Lisboa, Faculdade de Ciências, Laboratório de Óptica, Lasers e sistemas, Estrada do Paço do Lumiar, 22, Edifício D, 1649-038 Lisboa, Portugal.

³ Universidade de Lisboa, Faculdade de Ciências, Instituto de Biofísica e Engenharia Biomédica, Campo Grande 1749-016 Lisboa, Portugal.

E-mail de contacto: jmcoelho@fc.ul.pt

RESUMO

Neste trabalho desenvolveu-se uma ferramenta computacional que permite a simulação óptica do olho humano de uma forma dinâmica, combinando as ferramentas ZEMAX (desenho óptico) e Matlab (programação) e utilizando os estudos existentes (e fórmulas empíricas) sobre as variações dos diversos componentes com a idade e acomodação. O simulador permite que ao se introduzir no programa as características relevantes de um sujeito, o modelo óptico se altere, permitindo a análise do comportamento óptico deste.

1. INTRODUÇÃO

O estudo do olho humano na sua vertente óptica tem, desde há vários anos, sido objecto de um cuidadoso estudo fisiológico. Este estudo tem levado ao desenvolvimento de modelos que caracterizam o seu funcionamento e permitido modelar o seu comportamento. Em geral, estes modelos são empíricos, obtidos através de estudos estatísticos sobre determinadas populações.

Dos vários modelos existentes, apenas alguns constituem uma boa representação do olho "real", no que toca à performance óptica em todo o campo de visão e às características anatómicas. Os modelos ópticos propostos por Liou e Brennan [1], Atchison [2] e Navarro e Escudero-Sanz [3] são considerados modelos de referência e têm em comum o facto de representarem todos os componentes ópticos, isto é, córnea, humor aquoso, cristalino, pupila, humor vítreo e retina; apresentarem superfícies esféricas, tal como o olho humano; e modelarem a resposta aos comprimentos de onda do espectro visível. Enquanto os modelos de Liou e Brennan e Atchison apresentam um cristalino cujo índice de refração varia com a distância axial, ou seja, do tipo gradiente (GRIN), o modelo de Navarro e Escudero-Sanz utiliza um cristalino com índice de refração uniforme

equivalente. Outros estudos têm englobado o fenómeno de acomodação (desenvolvendo expressões para as alterações que o olho sofre durante este fenómeno), a caracterização dos diferentes componentes em função da idade e alterações decorrentes de alterações fisiológicas particulares.

Para o estudo do comportamento do olho do ponto de vista óptico, diversos simuladores têm sido desenvolvidos com base nos modelos existentes, muitos deles utilizando o programa de desenho óptico ZEMAX. No entanto, em geral, a sua utilização tem sido limitada à introdução dos parâmetros em questão por parte do utilizador, não existindo um ambiente de interface que permita uma automação do processo.

Entretanto, o aparecimento de um conjunto de ferramentas de ligação entre o ZEMAX e o programa MatLab abriu um novo leque de hipóteses de modelação e novas funções. Este potencial de aplicação tem estado em desenvolvimento constante e este artigo visa reportar a sua aplicação no desenvolvimento de um simulador óptico do olho, o qual permitirá uma maior facilidade no estudo não só do comportamento do olho mas também no desenvolvimento de novas técnicas de diagnóstico e tratamento.

2. MODELO ÓPTICO E ALTERAÇÕES COM A IDADE

Uma revisão da literatura mostra uma grande variedade de modelos ópticos, sendo que existem várias abordagens para a construção destes modelos. Um modelo completo deve ter em conta o número de superfícies representadas, uma vez que o olho humano é uma estrutura anatomicamente complexa, a dispersão cromática nos vários componentes, a qualidade óptica e de imagem, a distribuição do índice de refração no cristalino, a amplitude do campo de visão e deve contemplar as alterações com a acomodação e com a idade [4]. De entre os vários modelos ópticos, o modelo construído por Norrby em 2005 destaca-se por ser dependente da idade e nível de acomodação, e por ser baseado em vários estudos anatómicos levados a cabo por Dubbelman *et al.* Este modelo foi denominado por Norrby como "modelo de Dubbelman" [5].

2.1. Modelo de Dubbelman

O modelo de Dubbelman contempla a amplitude do campo visual, um cristalino com índice de refração uniforme e as seguintes alterações com a idade: diminuição da profundidade da câmara anterior; aumento da espessura central do cristalino; ligeira diminuição da profundidade da câmara vítrea; aumento das curvaturas anterior e posterior do cristalino; e diminuição do índice de refração equivalente. As alterações com a acomodação são semelhantes, à excepção do índice de refração equivalente que aumenta com o nível de acomodação. A Tabela 1 mostra os parâmetros associados ao modelo considerado e as variações com a idade e acomodação.

Componente	Índice de refração (@ 555 nm)	Parâmetros	
Córnea	1,376	Raio de curvatura anterior	7,87
		Constante cônica anterior	-0,18
		Espessura	0,574
		Raio de curvatura posterior	6,4
		Constante cônica posterior	-0,34
Câmara anterior	1,336	Profundidade	3,296-0,010A-D(0,048-0,0004A)
Cristalino	1,441- 0,00039A+0,0013D	Raio de curvatura anterior	$1/[1/(12,7-0,058A)+0,0077D]$
		Constante cônica anterior	-(5+0,5D)
		Espessura	2,93+0,0235A+D(0,058-0,0005A)
		Raio de curvatura posterior	$1/[1/(5,9-0,0015A)+0,0043D]$
		Constante cônica posterior	-4
Câmara vítrea	1,336	Profundidade	16,87-0,0135A-D(0,01-0,0001A)
Retina	-	Espessura	0,25

Tabela 1 – Espessuras e profundidades, raios de curvatura, constantes cónicas e índices de refração dos componentes do modelo de Dubbelman. Os raios de curvatura, profundidades e espessuras estão em mm, A é a idade em anos, D é o nível de acomodação do olho, definido pela vergência dióptrica associada à distância focal, ou seja, o inverso desta distância em metros.

2.2. Presbiopia e miose senil

Uma das principais alterações ocorridas com a idade é a presbiopia, definida como a perda da capacidade de acomodação do olho com idade. Um dos estudos nesta área é o de Ungerer [6], o qual obteve uma fórmula para o nível de acomodação médio (em dioptrias) em função da idade, A (em anos): $D = \exp(1,93+0,0401A-0,00119A^2)$. Outra das alterações importantes é a diminuição da amplitude do diâmetro da pupila; a esta patologia é dado o nome de miose senil. O estudo de Winn *et al.* [7] é considerado uma referência na área, tendo obtido relações lineares entre a idade e os diâmetros máximo e mínimo da pupila (em mm), dados por 8,046-0,043A e 4,07-0,015A, respectivamente.

3. SIMULADOR

Foi utilizado o modo não-sequencial do programa de desenho óptico ZEMAX. Foi utilizado o programa MatLab para construir um programa com uma interface intuitiva e fácil de utilizar, e facilmente expansível. A comunicação entre os dois programas é assegurada via DDE, facilitada por uma toolbox desenvolvida por Griffith em 2006 [8].

3.1. Desenho óptico

A córnea, humor aquoso, elementos do cristalino, humor vítreo, retina e esclera exterior são implementados usando o componente não-sequencial *standard lens* do ZEMAX. Este é um volume composto por duas superfícies cónicas separadas por uma dada espessura. A coordenada z (direção de propagação da luz) na superfície é definida pela relação: $z = c r^2 / \{1 + [1 - (1+k) c^2 r^2]^{0.5}\}^{-1}$, em que c é a curvatura (inverso do raio de curvatura), r é a coordenada radial e k é a constante cónica. Assim, uma superfície *standard* é rotacionalmente simétrica, podendo tomar uma forma plana ($c = 0$), esférica ($c \neq 0, k = 0$), asférica ($c \neq 0, k \neq 0$), hiper-hemisférica esférica ou asférica. Assim, todas as superfícies representadas são rotacionalmente simétricas. Os componentes estão alinhados em relação ao eixo óptico, à exceção da pupila. A íris/pupila apresenta um descentramento de 0,5 mm no sentido nasal e está adjacente à superfície anterior do cristalino. O cristalino está dividido em dois, cristalino anterior e posterior, de forma que se possa implementar um modelo que utilize uma distribuição do tipo gradiente, tipicamente, a forma de modelar a estrutura interna do cristalino. A rodear o cristalino posterior encontra-se o corpo ciliar definido por um volume anelar (elemento *annular volume* no ZEMAX), cuja abertura coincide com o diâmetro do cristalino (valor fixo de 9 mm). O comprimento axial é definido como a distância do vértice da superfície anterior da córnea à superfície da retina, separada por uma espessura variável da camada de fotorreceptores. A estrutura interna do olho está englobada pela esclera, que é contínua à superfície anterior da córnea.

3.2. Programa: Workflow e Interface

O programa está construído numa lógica sequencial. Numa primeira fase o utilizador deve escolher se pretende utilizar um modelo construído anteriormente ou se pretende iniciar uma nova simulação. Selecionando uma nova simulação, será solicitado ao utilizador que insira a idade, a distância a que se encontra o objeto focado e o diâmetro da pupila, dentro do intervalo permitido pelo programa, uma vez que os limites deste intervalo são determinados pela idade. Caso os dados sejam válidos, o utilizador é levado para a interface seguinte onde são mostrados os parâmetros calculados. Nesta fase, o utilizador pode alterar os parâmetros. Caso o utilizador tenha escolhido utilizar um modelo previamente construído, esta é a interface que será mostrada, permitindo-lhe igualmente

alterar os parâmetros. O utilizador submete então os parâmetros, e caso estes sejam válidos, o modelo óptico no ZEMAX, será alterado.

4. CONCLUSÕES

O simulador óptico apresentado permite alterações consoante a idade, estado de acomodação e iluminação a que está sujeito um olho humano, com base num modelo óptico previamente testado, competente no que se refere ao desempenho óptico, em todo o campo visual. O utilizador tem a capacidade de alterar os parâmetros do olho como desejar obtendo o desenho óptico correspondente num programa que permite a análise do comportamento do olho em diversas situações. A interface desenvolvida é fácil de utilizar e intuitivo, podendo o programa ser adaptado a outros modelos ópticos.

A sua aplicabilidade é muito vasta: o facto de permitir a customização de modelos oculares, faz com que seja possível o estudo de modelos personalizados. Estando construído numa plataforma para traçado de raios não-sequencial, é possível modelar a dispersão intraocular, nos vários componentes, incluindo as alterações ocorridas com a idade ou a modelação das estruturas mais relevantes da retina para investigação da reflectância do fundo. É também possível desenvolver módulos aplicativos para correcção de erros refractivos através de lentes de contacto, óculos ou lentes intraoculares, bem como, para o estudo da performance visual de várias combinações de objectos e diferentes fontes de luz.

Por todas estas razões, o simulador desenvolvido pode tornar-se numa poderosa ferramenta no estudo do olho humano para investigadores, clínicos e engenheiros.

REFERÊNCIAS

- [1] H. L. Liou e N. A. Brennan, J. Opt. Soc. Am., 14 (8), 1684-1695 (1997).
- [2] D. A. Atchison, Vision Res., 46 (14), 2236-2250 (2006).
- [3] I. Escudero-Sanz e R. Navarro, J. Opt. Soc. Am., 16 (8), 1881-1891 (1999).
- [4] R. Navarro, J Optom, 2, 3-18 (2009).
- [5] S. Norrby, Ophthal. Physiol. Opt., 25, 153-161 (2005).
- [6] J. Ungerer, The optometric management of presbyopic airline pilot, MSc Optom thesis, University of Melbourne (1986).
- [7] B. Winn, D. Whitaker, D. B. Elliot e N. J. Phillips, Invest. Ophthal. Vis. Sci., 35, 1132-1137 (1994).
- [8] D. Griffith, Online: <http://www.radiantzemax.com/kben/KnowledgebaseArticle50204.aspx> (2006).
- [9] Zemax Optical Design Program User's Guide, Zemax Development Corporation, 9 Junho 2009.

ATAS

FÍSICA NUCLEAR

#391

SURFACE ANALYSIS OF MATERIALS BY COMPUTER SIMULATION AND ELASTIC SCATTERING OF LIGHT MEV ION BEAMS

J. A. R. Pacheco de Carvalho ^{1,2}, C. F. F. P. Ribeiro Pacheco ¹, A. D. Reis ^{1,2}

¹ Unidade de Detecção Remota, ²Departamento de Física, Universidade da Beira Interior, 6201-001 Covilhã, Portugal, pacheco@ubi.pt

ABSTRACT

This article is about computer simulation for surface analysis through nuclear techniques, which are non-destructive. The energy analysis method and elastic scattering are used. Energy spectra are computer simulated and compared to experimental data, giving sample composition and concentration profiles. The method is successfully applied to samples consisting of thin films deposited on a thick substrate and thin self-supported samples, using elastic scattering of (^4He)⁺ ions.

1. INTRODUCTION

There is a wide range of surface analysis techniques which are, generally, complementary. Nuclear and non-nuclear techniques have been available. Nuclear techniques, which are non-destructive, provide for analysis over a few microns close to the surface of the sample, giving absolute values of concentrations of isotopes and elements. They have been applied in areas such as scientific, technologic, industry, arts and medicine, using MeV ion beams [1-7]. Nuclear reactions permit tracing of isotopes with high sensitivities. We use elastic scattering of light ions and the energy analysis method where, at a suitable energy of the incident ion beam, an energy spectrum is recorded of ions from elastic scattering events, coming from several depths in the target. Such spectra are computationally predicted, giving target composition and concentration profile information. A computer program has been developed in this context, mainly for flat targets [4-7]. The non-flat target situation arises as an extension. Applications of the method are given using elastic scattering of (^4He)⁺ ions.

2. RESULTS

Elastic scattering of α particles was used for analysing two main flat targets. Target T1, labelled Al/Ag/Au, consisted of two thin layers of Ag and Au deposited on a thick Al substrate. It was analysed at $E_\alpha=1.5$ MeV and 165° . The simulations included uniform

concentration profiles of 0.55 μm for Al, 0.125 μm for Ag and 0.061 μm for Au (Fig.1-A). Further target information was obtained at $E_a=2.9$ MeV. Target T2 was a self-supported target of anodic aluminium oxide obtained by aluminium anodization at 200V, giving an expected thickness of 0.2740 μm . It was analysed at $E_a=2.0$ MeV, 135°. An oxide with excellent uniformity and thickness $X_1=0.2460$ μm was found (Fig.1-B).

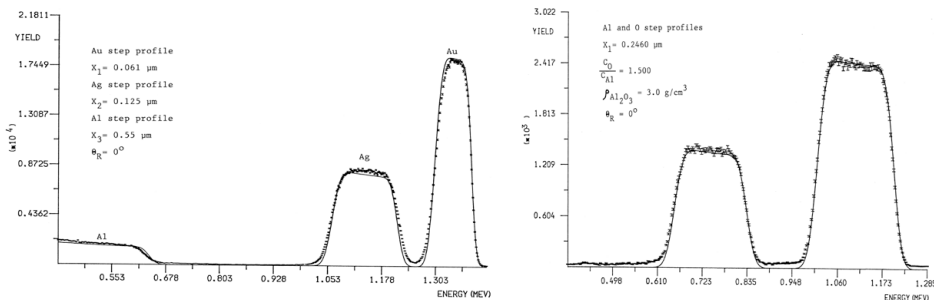


Fig.1. Computed fit to the elastic scattering spectra: A- of the Al/Ag/Au target at $E_a=1.5$ MeV, 165°; B- of the self-supported target of anodic aluminium oxide at $E_a=2.0$ MeV, 135°.

3. CONCLUSIONS

Nuclear techniques using elastic scattering have shown to be powerful non-destructive surface analysis techniques. Nuclear ion-ion reactions permit further enhancements.

REFERENCES

- [1] J. R. Tesmer, M. Nastasi (Eds.), Handbook of Modern Ion Beam Materials Analysis, Materials Research Society, Pittsburgh, PA, 1995.
- [2] G. Amsel, G. Battistig, Nucl. Instr. and Meth. B 240 (2005) 1.
- [3] J. M. Calvert, D. J. Derry, D. G. Lees, J. Phys. D: Appl. Phys. 7 (1974) 940.
- [4] J. A. R. Pacheco de Carvalho, Ph. D. Thesis, University of Manchester, England, 1984.
- [5] J. A. R. Pacheco de Carvalho, A. D. Reis, Nucl. Instr. and Meth. B 266, 10 (2008) 2263.
- [6] J. A. R. Pacheco de Carvalho, A. D. Reis, Bol. Soc. Esp. Ceram. V. 47, 4 (2008) 252.
- [7] J. A. R. Pacheco de Carvalho, C.F.F.P. Ribeiro Pacheco, A. D. Reis, Nucl. Instr. and Meth. B 269, 24 (2011) 3054.

Project funded by FCT (Fundação para a Ciência e a Tecnologia)/PEst-OE/FIS/UI0524/2011 (Projecto Estratégico-UI524-2011-2012).

ATAS

HISTÓRIA E FILOSOFIA
DA FÍSICA

#386

AS LEIS DA FÍSICA – MODELOS DE PREVISÃO DO TEMPO E DO CLIMA

P. J. Silva¹, H. C. Vasconcelos^{2,3}, M. G. Meirelles^{2,3}

¹ Universidade dos Açores, Departamento de Biologia, Campus de Ponta Delgada, PT - 9501-801 (Ponta Delgada), Açores, Portugal

² Universidade dos Açores, Departamento de Ciências Tecnológicas e Desenvolvimento, Campus de Ponta Delgada, PT - 9501-801 (Ponta Delgada), Açores, Portugal

³ CEFITEC - Centro de Física e Investigação Tecnológica, Departamento de Física da FCT/UNL, Quinta da Torre, 2829-516 Caparica, Portugal
fmfgfspm@uac.pt

RESUMO

O comportamento do sistema climático é conduzido por leis fundamentais da Física. O advento da técnica de computação digital rápida e programável gerou, uma contribuição de forma significativa para que hoje a sociedade se beneficie de projeções ou cenários de clima futuro. As décadas de 50 e de 60 foram férteis no avanço do conhecimento do sistema Terra, em particular da atmosfera e da simulação do seu comportamento por meio de modelos. Deve destacar-se a contribuição de nomes como Victor Paul Starr, Edward Norton Lorentz, Jule Charney e Norman Phillips.

1. INTRODUÇÃO

O clima da terra desde a sua formação apresenta variações significativas, normalmente de forma quase cíclica, embora, com períodos de tempo bastante longos.

O físico francês Joseph Fourier foi quem iniciou o estudo dos fatores que são responsáveis pela temperatura média global da atmosfera à superfície e de como calcular o seu valor. Este físico concluiu que a superfície da Terra emite radiação infravermelha cujo fluxo total de energia deve igualar o fluxo de energia da radiação solar absorvida pela Terra. Mas ao obter os resultados dos seus cálculos de balanço radiativo encontrou uma temperatura da atmosfera muito inferior à da fusão da água na fase sólida pelo que teve de admitir a existência na atmosfera de um mecanismo de aumento de temperatura semelhante ao observado numa estufa [1], realçando que a atmosfera deveria ser capaz de intercetar parte da radiação infravermelha emitida pela superfície evitando a sua propagação total para o espaço exterior.

Alguns anos mais tarde [2], resolveu medir em laboratório a capacidade de absorção da radiação infravermelha de alguns dos gases que constituem a atmosfera; designadamente o azoto, o oxigénio, o dióxido de carbono e o gás metano. Deste estudo Tyndall concluiu que, o vapor de água, o dióxido de carbono e o metano são opacos à radiação infravermelha, portanto absorvem-na quase completamente, resultando daí a designação de gases com efeito de estufa (GEE). Na ausência deste efeito de estufa natural, a temperatura média global seria de -18°C , ao invés dos 15°C verificados.

Já em pleno século XX na década de 50, o físico teórico [3], realizou estudos sobre radiação infravermelha, especialmente a sua absorção pelo dióxido de carbono nos vários níveis da atmosfera, tendo chegado à conclusão que, um aumento da concentração de dióxido de carbono está relacionado com um aumento de temperatura.

As décadas de 50 e de 60 foram férteis no avanço do conhecimento do sistema Terra, em particular da atmosfera e da simulação do seu comportamento por meio de modelos. Deve destacar-se a contribuição do Departamento de Meteorologia do MIT, onde nomes como Victor Paul Starr, entre outros, lançaram os fundamentos daquilo que constitui a visão atual da circulação geral da atmosfera e da previsão numérica do tempo. Jule Charney, estabeleceu a necessidade da filtragem das equações primitivas e, juntamente com John von Neumann e Ragnar Fjortoft, realizou a primeira previsão numérica do tempo com sucesso, utilizando a equação barotrópica da vorticidade. Com Edward Lorentz, um dos fundadores da teoria do caos, ficou estabelecido que existe um limite para a predictabilidade do tempo, da ordem de três a cinco dias, conclusão relacionada com a sensibilidade às condições iniciais, i. e. com o designado “efeito borboleta”. O primeiro modelo de circulação geral da atmosfera ficou a dever-se a Norman Phillips do grupo de Charney. Ao desenvolvimento dos modelos numéricos que simulam a circulação geral da atmosfera (GCM ou MCGA), estão relacionados nomes de muitos outros cientistas, como por exemplo, Joseph Smagorinsky, Syukuro Manabe e John Holloway, [4].

Ao longo das décadas de 1970 e seguintes continuaram os esforços para tornar os MCGA mais eficientes, e por conseguinte mais fiáveis. Os modelos de clima atuais representam a evolução natural dos MCGA. Os modelos globais de clima são, em geral, modelos acoplados atmosfera-oceano, de baixa resolução (AOGCM), incapazes de representar corretamente fenómenos como as interações radiativas, a física das nuvens, a turbulência, a convecção e os efeitos orográficos. De fato, estes modelos são ainda muito limitados, porque os processos ligados ao clima são muito complexos.

2. O DESENVOLVIMENTO DOS MODELOS CLIMÁTICOS

Um modelo climático consiste numa representação de subsistemas complexos e heterogêneos, de grande escala temporal que são os constituintes do Sistema Climático ou Sistema Terra. Um modelo de clima baseia-se nas propriedades físicas, químicas e biológicas da atmosfera, hidrosfera, criosfera, biosfera e litosfera, e ainda, nas interações e

processos de retroação e outras propriedades conhecidas do sistema climático. Cada um destes subsistemas do sistema climático apresenta uma escala de tempo característica. Por exemplo, quando consideramos intervalos de tempo da ordem de horas a semanas, uma boa aproximação para descrevermos o sistema climático consiste em considerar apenas o subsistema atmosfera. Para intervalos de tempo da ordem de meses e anos, é necessário considerar os subsistemas atmosfera e oceanos. Para períodos maiores como as centenas de anos é necessário incluir na lista anterior o subsistema criosfera. Quando avançamos para a escala de milhões de anos é necessário adicionar o subsistema litosfera. Portanto, o sistema climático pode ser representado por modelos de variada complexidade, ou seja, para cada componente ou combinação de componentes, pode corresponder uma hierarquia de modelos que diferem em aspetos como dimensões espaciais, a extensão onde os processos físicos, químicos e biológicos são representados ou o nível das parametrizações empíricas envolvidas [5], [6]. Na Figura 1 mostra-se a evolução temporal dos modelos do clima. Verifica-se uma evolução para modelos mais complexos que podem incluir processos químicos e biológicos.

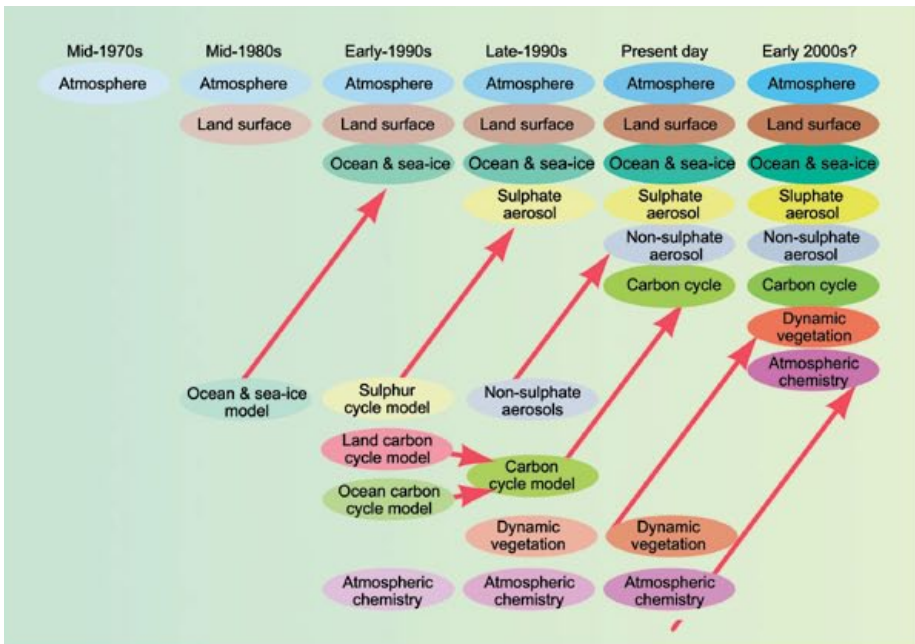


Figura 1. Evolução dos modelos climáticos ao longo dos anos. Diferentes componentes foram inicialmente desenvolvidos separadamente e mais tarde acoplados. Retirado de Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2001.

3. LEIS FÍSICAS

Os Modelos de Clima baseiam-se em leis físicas, que descrevem a dinâmica da atmosfera e do oceano sob a forma de um sistema de equações diferenciais às derivadas parciais, não lineares, acopladas, para o qual não se conhecem métodos de resolução. Assim, a previsão de tempo e projeções do clima, só podem ser levadas a cabo por aplicação de métodos numéricos.

O sistema de equações fundamentais que determinam a evolução do estado da atmosfera é constituído pela equação da conservação da massa ou equação da continuidade, pelas equações da conservação do momento linear (3 equações do movimento), pela equação de conservação da energia ou equação termodinâmica e ainda pela equação dos gases perfeitos, como aproximação para a equação de estado da atmosfera. Considera-se também, que a substância água se conserva, levando em conta as três fases para todo o sistema climático.

As equações 1 a 6 formam o conjunto de equações de prognóstico, a equação 7 é uma equação de diagnóstico para a atmosfera.

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} = -\text{div} \rho \vec{c} \quad (1)$$

$$\frac{1}{\rho} \frac{\partial \rho u}{\partial t} = -\frac{1}{\rho} \text{div} \rho u \vec{c} + \frac{\tan \varphi}{R} uv - \frac{uw}{R} + f_v - f'w - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{R \cos \varphi \partial \lambda} + F_\lambda \quad (2)$$

$$\frac{1}{\rho} \frac{\partial \rho v}{\partial t} = -\frac{1}{\rho} \text{div} \rho v \vec{c} - \frac{\tan \varphi}{R} u^2 - \frac{vw}{R} - fu - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{R \partial \varphi} + F_\varphi \quad (3)$$

$$\frac{1}{\rho} \frac{\partial \rho w}{\partial t} = -\frac{1}{\rho} \text{div} \rho w \vec{c} + \frac{u^2}{R} + \frac{v^2}{R} - f'u - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial z} - g + F_z \quad (4)$$

$$\frac{1}{\rho} \frac{\partial \rho T}{\partial t} = -\frac{1}{\rho} \text{div} \rho T \vec{c} + \frac{Q}{c_p} + \kappa \frac{T}{p} \frac{\partial p}{\partial t} \quad (5)$$

$$\frac{1}{\rho} \frac{\partial \rho q}{\partial t} = -\frac{1}{\rho} \text{div} \rho q \vec{c} + (e - c) + D \quad (6)$$

$$p = \rho RT(1 + 0.61q) \quad (7)$$

Com o conjunto de equações acima mencionado e condições fronteira apropriadas, é possível descrever a evolução da atmosfera a partir de um determinado estado inicial. As condições fronteira particularizam as interações mecânicas e térmicas entre a atmosfera e

os outros componentes do sistema climático, tais como, os oceanos, os continentes, a radiação que chega e a radiação que sai [5].

REFERÊNCIAS

- [1] Joseph Fourier, Mémoires de l'Academie Royale dès Sciences, 7, 569 (1827).
- [2] John Tyndall, Philosophical Magasine, 25, 204 (1863).
- [3] Gilbert N. Plass, Science, 306, 1986 (1956).
- [4] Smagorinsky, Joseph, Manabe, Syukuro e Holloway, J. L. Numerical results from a nine-level general circulation model of the atmosphere. *Monthly Weather Review*, 93, 727 (1965).
- [5] Peixoto, J. P., Oort, A. H. Physics of climate. American Institute of Physics, New York (1992).
- [6] Henriques, Diamantino V. *Alterações Climáticas: conceitos, teorias e factos*, Ponta Delgada, Instituto de Meteorologia, Delegação Regional dos Açores, (2006).

ATAS ÓTICA E LASERS

#387

O ÁTOMO FOTÓNICO: EXPERIÊNCIAS COM MICRO-RESSONADORES ÓTICOS

P. J. Silva¹, M. G. Meirelles^{2,3}, H. C. Vasconcelos^{2,3}

¹ Universidade dos Açores, Departamento de Biologia, Campus de Ponta Delgada, PT - 9501-801 (Ponta Delgada), Açores, Portugal

² Universidade dos Açores, Departamento de Ciências Tecnológicas e Desenvolvimento, Campus de Ponta Delgada, PT - 9501-801 (Ponta Delgada), Açores, Portugal

³ CEFITEC - Centro de Física e Investigação Tecnológica, Departamento de Física da FCT/UNL, Quinta da Torre, 2829-516 Caparica, Portugal
fmfgspm@uac.pt

RESUMO

Microesferas de vidro, excitadas por uma fonte de luz monocromática, exibem propriedades ressonantes que resultam da interação da radiação com a estrutura atômica do vidro, manifestando-se por um conjunto de ondas eletromagnéticas denominadas de modos de ressonância (*Whispering Gallery Modes*). Os modos apresentam-se como picos monocromáticos, caracterizados por um elevado fator de qualidade, $Q=l/Dl$. Qualquer perturbação que afete a morfologia das microesferas (forma, tamanho ou índice de refração) ou do meio que as rodeia, provocará um deslocamento das ressonâncias espectrais observadas. O confinamento da luz em volumes reduzidos está na base do desenvolvimento atual de biossensores óticos de altíssima precisão.

1. GALERIAS SUSSURANTES?

Os tecidos vivos guardam no interior das células informações ainda desconhecidas, mas que se fossem desvendadas, certamente permitiriam compreender melhor o funcionamento dos mesmos. Seria desejável que, através de dispositivos (*e.g.* sensores óticos) pudessemos monitorizar em tempo real os diversos eventos biológicos.

A investigação em vidros com propriedades ópticas no domínio dos sensores, permite manipular a informação por via ótica e modelar essa informação em raios de luz, transportando-a em vidros. A informação viaja no vidro à velocidade da luz. Se um processo é fotónico é porque envolve fotões (luz/radiação eletromagnética) e os fotões são transmitidos através do vidro. Não é portanto de estranhar que o confinamento da luz em volumes reduzidos (*e.g.* microesferas de vidro, MSv) esteja na base do desenvolvimento atual de biossensores óticos de altíssima precisão. O seu dimensionamento à escala microscópica permite-lhes serem facilmente incorporados no interior das células. MSv ao

serem excitadas por uma fonte de luz monocromática (e.g. laser), exibem propriedades óticas ressonantes que resultam da interação da radiação incidente com a estrutura atômica do vidro, manifestando-se por um conjunto de ondas eletromagnéticas (modos de ressonância), designadas por “*Whispering Gallery Modes*” (WGM) [1]. Ressonadores ópticos são, portanto, estruturas que têm a função de confinar a luz de maneira a que sejam estabelecidos modos estacionários com frequências bem determinadas no seu interior. A designação “*galeria de sussurros*” (*Whispering Gallery*) foi introduzida por Lord Rayleigh, em 1910, no âmbito dos seus estudos acerca do efeito acústico (modos acústicos ressonantes) verificado no interior da cúpula circular da Catedral de St. Paul, em Londres [2]. O sussurro de uma voz emitido em qualquer posição próxima à parede da cúpula pode ser ouvido no lado diametralmente oposto (Fig. 1).

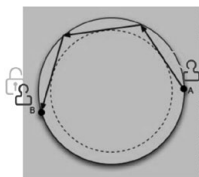


Figura 1. Ilustração do efeito acústico correspondente aos modos de ressonância (WGM).

2. CONFINAMENTO DA LUZ EM MICROESFERAS DE VIDRO

Na actualidade, os WGM ultrapassaram o domínio da acústica e encontraram uma nova aplicação no desenvolvimento de sistemas óticos inovadores; na versão actual deste efeito, a luz também ressoa no interior de Msv, embora haja algumas diferenças na abordagem desse fenómeno. Quando a luz incide numa interface, parte é refletida e a outra é transmitida. No entanto, quando a luz se propaga num determinado meio (e.g. vidro) cujo índice de refração é superior ao do meio exterior (e.g. ar), existe um ângulo de incidência (na interface vidro/ar) acima do qual a luz sofre reflexão total. Este efeito é muito útil na redução das perdas ópticas. Segundo a lei de Snell, a luz ao propagar-se ao longo de uma interface circular, é totalmente refletida a cada reflexão, propagando-se com perdas mínimas. Devido à descontinuidade do índice de refração vidro/ar, a luz fica fortemente confinada no pequeno volume da MSv, realizando milhões de voltas antes de ser absorvida, razão pela qual sofre interferência consigo mesma. Por conseguinte, apenas um conjunto de valores de comprimento de onda (λ) da luz pode ajustar-se às condições limite impostas pela cavidade circular. Esta seletividade permite a existência apenas de modos discretos (WGM), com mínimas perdas. Sempre que o raio de luz tenta escapar da microesfera, é enviado de volta ao seu caminho circular devido ao fenómeno da reflexão interna total (Fig.2-a).

O confinamento, na perspectiva da óptica geométrica, foi alargado à circulação de ondas de luz (Fig.2-b), facto que também esteve na origem da conhecida analogia entre a microesfera excitada (átomo fotónico) e o átomo de Bohr [3]: os fótons orbitam em torno do interior da esfera tal como electrões o fazem em torno do núcleo de um átomo de Bohr.

É por esta semelhança, que os WGM são muitas vezes referidos como "modos fotônicos de átomos" [4]. No átomo fotônico as funções de onda que descrevem os fótons estão sujeitas a um potencial efectivo, criado pelo limite do índice de refração de esfera e do meio circundante, analogamente ao potencial que confina um eletrão a uma órbita atômica.

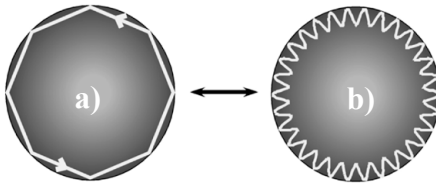


Figura 2. a) raios de luz (ótica geométrica) e b) WGM, confinados em Msv [3]

O átomo fotônico é um objeto muito estável. Perdas por espalhamento são mínimas e a absorção da luz no material de vidro transparente é muito baixa. Os fótons circulam na sua órbita várias vezes antes de finalmente saírem da microesfera devido a vários mecanismos de perdas. Na prática, um curto pulso de luz (e.g. da ordem dos picossegundos), ao ser aprisionado por um objecto esférico, poderá permanecer nele confinado durante algum tempo, e.g. ~ 1 nanosegundo. No entanto, tal não significa que a luz confinada se perca bruscamente após esse tempo, mas sim que as perdas irão decaindo exponencialmente durante este tempo. Por conseguinte, existe um parâmetro (fator de qualidade, Q) que define a qualidade de um ressonador óptico como sendo a razão entre a energia eletromagnética armazenada no seu interior e a energia perdida a cada ciclo do modo confinado. Quanto maior Q maior é o tempo de confinamento relativo ao período do ciclo de oscilação e menor é a largura de linha do modo.

O registo modal, resultante da interação das Msv com um determinado meio, revela-se extremamente sensível a todos os processos físicos que ocorram nessa vizinhança e por isso os WGM apresentam-se como picos extremamente monocromáticos, caracterizados por um elevado fator de qualidade $Q=l/Dl$, da ordem de 10^8 - 10^9 , o que implica linhas de modos muito estreitas. Q , além de depender da dissipação de energia nas paredes da Msv também depende das características óticas do meio dielétrico em que se propaga. Qualquer perturbação que afete a morfologia das Msv (forma, composição, tamanho ou índice de refração) ou do meio exterior, provocará um deslocamento das ressonâncias espectrais observadas. Essas alterações, manifestadas quer por desvios no l , como por alargamento ou estreitamento dos picos de ressonância, poderão ser correlacionadas com eventuais alterações em parâmetros físicos do meio envolvente, e.g. temperatura, pressão ou processos biológicos. A título de exemplo, refira-se o estudo realizado no âmbito dos sensores ambientais [5] e biossensores [6]. Fatores como a esfericidade perfeita, ausência de defeitos estruturais, rugosidades e flutuações no índice de refração, composição e densidade homogêneas, contribuem para a redução de perdas ópticas:

$$Q^{-1} = Q_{mat}^{-1} + Q_{surf}^{-1} + Q_{curv}^{-1} + Q_{coupl}^{-1}$$

3. EXPERIÊNCIAS COM MICROESFERAS RESSONANTES

Neste trabalho estudou-se a presença de modos ressonantes em Msv fabricadas a partir da fusão de pequenos pedaços de vidro borato (B_2O_3) dopado com iões Nd^{3+} (método de Elliot GR et al.) [7,8]. Como se pode observar na fig.3-a), quando a microesfera é excitada com um laser a 532 nm observa-se uma banda contínua correspondente à emissão do Nd^{3+} a 880 nm (${}^4F_{3/2} \rightarrow {}^4I_{9/2}$) (Fig.3-b). A série de picos intensos e estreitos, sobrepostos no espectro, são os WGM. Estes não se manifestam nas amostras de vidro de controlo que, embora exibam a mesma composição, não têm forma esférica (Fig.3-c).

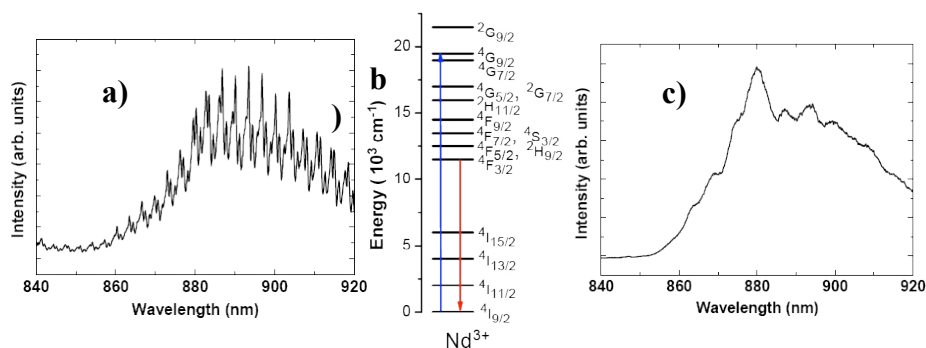


Figura 3. a) Espectro de emissão dos iões de Nd^{3+} e ressonâncias óticas numa microesfera de 30 μm de diâmetro. b) Diagrama dos níveis de energias do Nd^{3+} . c) Emissão correspondente à transição ${}^4F_{3/2} \rightarrow {}^4I_{9/2}$ dos iões Nd^{3+} , inseridos como dopantes numa amostra de vidro [1].

Contudo, devido a dificuldades experimentais várias, torna-se pouco provável produzir esferas perfeitas, sendo mais provável a obtenção de formas esferóides (desvios à esfericidade perfeita) nas quais as posições espectrais do WGM dependem do ângulo do vetor normal específico da trajetória ótica. A excitação de iões luminescentes é fortemente dependente da zona da microesfera onde se produz a excitação (bombagem). A optimização da excitação e a detecção de luz a partir de modos ressonantes é essencial no estudo destes dispositivos. Por conseguinte, a excitação e a seleção da zona de detecção pode ser realizada através da microscopia confocal. A redução da região de observação (técnicas de m-transmissão e m-fotoluminescência) permite, no estágio de detecção, colectar a luz que sai de uma região reduzida em torno de um bordo lateral da esfera, reduzindo o alargamento espectral heterogéneo dos modos devido a desvios de esfericidade perfeita. A configuração experimental utilizada está na Fig.4.

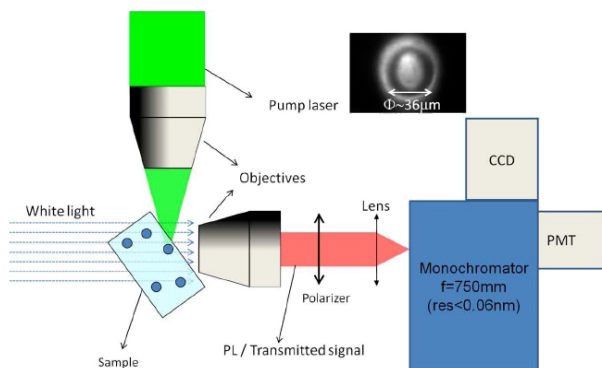


Figura 4. Montagem experimental em m-transmissão e m-fotoluminescência.

Nesta configuração, a região de detecção foi deslocada do centro para a borda da microesfera. Os WGM de amplitudes mais elevadas foram obtidos por bombagem no centro da microesfera. Os picos de ressonância com o factor Q medido mais elevado (10^3) foram detetados a partir da borda da microesfera.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Nestor Capuj da ULL todas as facilidades concedidas.

REFERÊNCIAS

- [1] www.tntconf.org/2011/Presentaciones/TNT2011_Capuj.pdf?TNT=6c3de0d1ebf40a7f21ccad2700a3106f
- [2] Lord Rayleigh, Philosophical Magazine, 20, 1001 (1910)
- [3] webmac.rowland.org/rjf/vollmer/images/vollmer.pdf
- [4] Arnold, S. "Microspheres, Photonic Atoms, and the Physics of Nothing" American Scientist 89, 214-221 (2001).
- [5] G. Adamovsky, M.V. Otugen, Journal of Aerospace Computing Information and Communication, 5, 409 (2008)
- [6] F. Vollmer, S. Arnold, Nature, 5, 595 (2008)
- [7] G. R. Elliott, D. W. Hewak, G. S. Murugan, J. S. Wilkinson, Optics Express, 15, 17542 (2007)
- [8] L. L. Martín, P. Haro-González, I. R. Martín, D. Navarro-Urrios, D. Alonso, C. Pérez-Rodríguez, D. Jaque, N. E. Capuj, Optics Letters, 36, 615 (2011)

FÍSICA 2012

COMUNICAÇÃO E INFORMAÇÃO EM CIÊNCIA

18.ª CONFERÊNCIA NACIONAL DE FÍSICA · CNF
22.º ENCONTRO IBÉRICO PARA O ENSINO DA FÍSICA · EIF

DIRECÇÃO EDITORIAL

João Gil e António Luís Ferreira
Carlos Portela e Teresa Peña

EDIÇÃO ELECTRÓNICA DA

Sociedade Portuguesa de Física

Delegação Regional Centro
Departamento de Física
Universidade de Coimbra

3004-516 Coimbra, Telefone: 239 410 600, Fax: 239 829 158
e-mail: spf@malaposta.fis.uc.pt.

APOIOS/PATROCÍNIOS

**Sociedade Portuguesa de Física | Universidade de Aveiro | Fábrica, Centro Ciência Viva, Aveiro
Município de Aveiro | Copidouro | Videq | Air Liquide | MTB**

Aveiro, Setembro, 2013