

FÍSICA 2006

TRAÇANDO O FUTURO

FÍSICA 2006

TRAÇANDO EL FUTURO

Coordenação:
Isabel Malaquias
Vítor Amaral

4.5.6.7 - Setembro - 2006

Ficha Técnica

Título: Física 2006 - Traçando o Futuro


Coordenação: Isabel Malaquias e Vítor Amaral

Formatação: Isabel Malaquias

ISBN: 978-972-95677-4-2

Editor: Sociedade Portuguesa de Física
Av. da República, 47 - 4º
Lisboa

Publicação: Fevereiro de 2009



16º Encontro Ibérico para o Ensino da Física

Introdução

O presente livro regista as contribuições enviadas pelos participantes do 16º Encontro Ibérico para o Ensino da Física, realizado na Universidade de Aveiro de 4 a 7 de Setembro de 2006. Nem todos puderam ou quiseram enviar os textos finais relativos às apresentações orais ou em poster. A todos os que o fizeram fica o agradecimento pelo seu contributo que se deseja seja importante para o Ensino da Física.

Estes textos são da responsabilidade dos seus autores e não expressam necessariamente a posição dos coordenadores destas Actas. Adicionalmente, respeitou-se a diversidade das línguas Ibéricas e Ibero-Americanas usadas pelos autores dos textos.

Aveiro, Fevereiro de 2009

Os Coordenadores

Isabel Malaquias & Vítor Amaral

Índice

Introdução

COMUNICAÇÕES

Rómulo de Carvalho e António Gedeão: Cumplicidades

- Regina Gouveia

Dificuldades na interpretação de gráficos e implementação de estratégias de mudança conceptual no 9º ano do Ensino Básico

- Isabel Roque, M.A. Valente, Isabel Malaquias

E2
13

A Astronomia no Ensino da Física

- Máximo Ferreira

De que falamos, quando falamos em peso?

- P.S. Carvalho, A.S. Sousa

Enseñanza de la Física y Cambios derivados de la convergencia al EEES, desde la perspectiva de las calificaciones de los alumnos

- Verónica Tricio Gomez

E5
19

Desenvolvimento de Capacidades de Raciocínio através da Resolução de Problemas - Helena Caldeira, Carla Machado, Doris Barradas

Condensador: A Pilha do Futuro?

- P.S. Carvalho, A.S. Sousa, V. Santos

Dificuldades conceptuais na aprendizagem de tópicos de relatividade

- Jorge Dinis, Helena Caldeira

Ensino laboratorial em Biomecânica e Hemodinâmica

- Valentina VAssilenko, Mário Secca, Pedro Vieira e José L. Ferreira

O ensino experimental da Física a partir das ideias dos estudantes

- A.M. Ribeirinho, S. Lanceros-Mendez

E10
25

A utilização de mapas conceptuais progressivos, em ambiente construtivista, no ensino da acústica

- Maria Teresa Soares, Jorge Valadares

A água e a sua qualidade numa dinâmica CTS: Contribuição para uma cidadania responsável

- Fátima Tavares, Mário Talaia e Luís Marques

E12
31

O princípio da ação e reação e o trabalho no espaço

- Norma Terezinha de Oliveira Reis, Nilson Marcos Dias Garcia

E13
35

Experimentação em Física no 3º Ciclo do Ensino Básico: O Mito e a Realidade

- M.C. Abreu, A.C. Rodrigues, M. Quinteiro, A.P. Pinho, P. Nunes, J.L. Figueiredo

A Astronomia enquanto actividade interdisciplinar e interescolar - dois projectos experimentais

- A. Ramos, E. Ramos, V. Bonifácio

E15
39

Assuntos escolares de Física e processo produtivo industrial	E16
- Nilson M.D. Garcia	44
Promoção da qualidade das práticas dos professores de Física	E17
- Ana Edite Cunha, J. Bernardino Lopes	48
O significado de “uma boa aula” na perspectiva de futuros professores de Física	E18
- Ivanilda Higa, Nilson Marcos Dias Garcia, Tânia Maria F. Braga Garcia	52
O Ensino da Física e da Química: Novas Perspectivas	
- Miquelina Mendes, Décio R. Martins	
Ensino-Aprendizagem do tema “Mudança Global”: uma abordagem interdisciplinar no 3º ciclo	E20
- Vera Sardo, Mário Talaia e Nilza Costa	56
Contribuições para o estudo da auto-eficácia e atitudes CTS na formação inicial e continuada de professores	
- Rolando Soares, Alexandre Pinto, J. Bernardino Lopes, António Alberto Silva	
Experimentar, Fotografar y Medir en la Enseñanza de la Física	E22
- R. Valdés, V. Tricio	60
Sobre o cálculo da variação de entropia na condução de calor	
- Joaquim Anacleto	
O papel do sistema termodinâmico na definição de calor e de trabalho	
- Joaquim Anacleto, Alcinda Anacleto	
A Termodinâmica nos Manuais do 10º Ano de Escolaridade	
- Marisa Ferreira, Joaquim Anacleto	
Concepção, Implementação e Avaliação de uma Proposta de Currículo no Tema: “Propriedades e Aplicações da Luz”	E26
- Maria Júlia Madeira Pires Branco, J. Bernardino Lopes	64
A Área de Projecto e o Ensino da Astronomia	E27
- P. Oliveira, Lucília M.T.P. Santos	69
Instrumentos Didácticos Antigos das Escolas Secundárias no Ensino e Divulgação da Física	
- Isabel Malaquias, Décio Martins, M.A. Valente, M. Emília Gomes, Joaquim Almeida, Carlos Saraiva, Marília F. Thomaz, João Oliveira, Ermelinda R. Antunes	
Trabalho experimental em Física: Protocolos Abertos e Protocolos Fechados	
- S. Magalhães, J.P. Cravino	
TIC-EC-AEF: Uma Ferramenta de Simulação para Apoio à Experimentação em Física	E30
- J. Eduardo Seixas, J. Boaventura Cunha, J. Bernardino Lopes	74
Avaliação de Competências em Física no Ensino Secundário	
- A. Borges, J.P. Cravino	

Uma Abordagem CTS da Radiação Electromagnética no Ensino Secundário Usando a Internet	E32
- Sandra Maria Almeida Neves, Manuel Almeida Valente	78
O Ensino-Aprendizagem do Som no 3º Ciclo do Ensino Básico	E33
- Cacilda Macedo, Isabel Malaquias	82
Conversão Fotovoltaica - Um Projecto no 3º Ciclo do Ensino Básico	E34
- António Alves, Isabel Malaquias, António Cunha	87

OFICINAS PEDAGÓGICAS DO ENCONTRO IBÉRICO

Avaliação em Actividades de Compreensão de Textos Científicos
- Helena Caldeira

Ensino da Física e Competências Linguísticas
- Ana Maria Freire

Brinquedos no Ensino Secundário
- Julio Guemez, Carlos Fiolhais, Manuel Fiolhais

Atmosfera: Um Laboratório de Ensino
- Mário Talaia, Maria Dolores Manso

FISREDE - Física Interactiva para a NET
- Ana Nunes, Filipe Nogueira, Isabel Malaquias, José Rodrigues, Pedro Pombo, Vítor Torres

Máquinas Térmicas no Ensino Secundário
- Julio Guemez, Carlos Fiolhais, Manuel Fiolhais

ÍNDICE DE AUTORES

91

E2

DIFICULDADES NA INTERPRETAÇÃO DE GRÁFICOS E IMPLEMENTAÇÃO DE ESTRATÉGIAS DE MUDANÇA CONCEPTUAL NO 9º ANO DO ENSINO BÁSICO

Maria Isabel Rodrigues Teixeira Roque¹, M. A. Valente², Isabel Malaquias²

1Escola 2-3 B/Sec João Garcia Bacelar, Tocha

2Departamento de Física – Universidade de Aveiro, 3810-19 Aveiro

tunderbolt.gero@iol.pt, mav@ua.pt, imalaquias@ua.pt

RESUMO

O ensino-aprendizagem da unidade Movimentos e Forças no 3º ciclo do ensino básico envolve a interpretação de gráficos, nomeadamente de posição/tempo e de velocidade / tempo. O desenvolvimento de um projecto de investigação -acção, neste contexto, levou à identificação de dificuldades na construção e interpretação dos mesmos e à implementação de estratégias experimentais propiciadoras de mudança conceptual.

Far-se-á uma apresentação e análise de alguns resultados entretanto obtidos.

1- Introdução

As dificuldades e problemas que afectam o sistema de ensino em geral e particularmente o ensino de Física não são recentes e têm sido diagnosticadas desde há muitos anos, levando diferentes grupos de estudiosos e pesquisadores a reflectirem sobre as suas causas e consequências [1].

As propostas que têm sido formuladas para o encaminhamento de possíveis soluções orientam para se desenvolver uma educação voltada para a participação plena dos indivíduos, que devem estar capacitados a compreender os avanços tecnológicos actuais e a actuar de modo fundamentado, consciente e responsável perante as possibilidades de interferência de grupos sociais em que convivem[2]. Nessa direcção, a compreensão da natureza da Ciência de um modo geral e da Física em especial constitui um elemento importante à formação da cidadania. Segundo a mesma linha de pensamento, nesse âmbito de preocupações, o uso de actividades experimentais como estratégia de ensino de Física tem sido referido por professores e alunos como uma das maneiras mais frutíferas minimizar as dificuldades de aprender e de ensinar Física de um modo significativo e consistente. Nesse sentido, no campo da investigação nessa área, muitos investigadores têm apontado em literatura nacional a importância das actividades experimentais [3].

No entendimento de conceitos de cinemática, uma ferramenta poderosa é o uso de gráficos. Porém, essa linguagem não é dominada de forma apropriada por muitos estudantes. Estes confundem o gráfico de posição em função do tempo com a sua trajectória, ou não distinguem os gráficos de posição e velocidade em função do tempo, bem como apresentam dificuldades na sua construção e análise [4] e [5].

Uma forma de superar esta dificuldade é fazer com que o aluno possa reconhecer o significado dos diversos gráficos, a partir da recolha de dados e da sua construção [6], segundo Vagner B. Barbeto & Issao Yamamoto (2002).

É neste contexto de reconhecimento da relevância do tema e da dificuldade dos alunos na sua compreensão, bem como da possibilidade do professor influenciar positivamente a aprendizagem dos alunos através da utilização da estratégia adequada que surge o presente trabalho. Tentou delinear-se uma estratégia de ensino/aprendizagem sobre construção e interpretação de gráficos de posição e velocidade em função do tempo no 9º ano de escolaridade que pudesse contribuir para melhorar a aprendizagem dos alunos, tomando em consideração as orientações pedagógicas de estudos anteriores.

Pretende-se assim investigar se uma estratégia baseada em actividades experimentais desenhadas para provocar conflitos conceptuais, pode promover o desenvolvimento conceptual dos alunos sobre a construção e interpretação de gráficos posição/tempo e velocidade/tempo e se é possível identificar as evidências experimentais que são importantes para promover esse desenvolvimento conceptual. A identificação dessas evidências experimentais pode ser de grande importância para os professores.

2- Metodologia

2.1- Objectivos

O presente estudo tem como objectivos:

- identificar as dificuldades dos alunos na interpretação de gráficos de posição/tempo e velocidade /tempo usando um questionário;
- promover a aprendizagem de conceitos referentes ao tema Movimentos e Forças (construção e interpretação de gráficos posição/tempo e velocidade/tempo) no 9º ano de escolaridade usando uma estratégia que dê relevância ao trabalho experimental;
- avaliar o conjunto de actividades experimentais propostas, identificando evidências experimentais relevantes para o desenvolvimento conceptual dos alunos.

2.2 - Desenho do estudo

O estudo desenvolveu-se em quatro partes:

- 1- Identificação das dificuldades prévias dos alunos sobre o tema em questão;
- 2- Concepção da estratégia destinada à identificação das dificuldades na interpretação de gráficos posição/tempo e velocidade/tempo com a elaboração e aplicação de um questionário;
- 3-Implementação estratégia de ensino-aprendizagem com elaboração e aplicação de actividades experimentais;
- 4- Avaliação do trabalho desenvolvido com aplicação do mesmo questionário

Como instrumentos de investigação, procedeu-se à concepção de um questionário (constituído por 13 questões, em que parte I eram 9 questões sobre gráficos posição/tempo e parte II, 5 questões sobre gráficos velocidade/tempo.) destinado à identificação das dificuldades na interpretação desses mesmos gráficos.

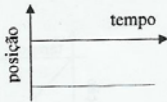
O questionário foi aplicado a 43 alunos do nono ano de escolaridade, depois de ter sido validado por um grupo de professores de Física e Química que leccionam no 3º Ciclo e no Secundário.

Depois de aplicado, o questionário foi analisado, revelando as seguintes dificuldades:

- Distinguir entre trajectória e gráfico x/t (I-Q.9), principalmente quando se trata de valores de posição negativos (I-Q.4)
- Interpretar dados de posição e tempo e relacioná-los com o gráfico x/t (I-Q1 e I-Q6)
- Identificar posições negativas e respectivo gráfico x/t (I-Q.8)
- Analisar um percurso em que a orientação do eixo dos tempos surge da direita para a esquerda e associar o respectivo gráfico x/t (I-Q.6)
- Representar movimentos por linhas contínuas a partir de pontos experimentais (APL.1)
- Identificar o gráfico v/t relativo a um corpo que trava uniformemente até parar (II-Q.5)

As questões sobre gráficos posição/tempo que suscitaram maiores dificuldades aos alunos foram:

4- O seguinte gráfico refere-se à posição de um objecto com o tempo



Qual a afirmação que traduz a posição do objecto?

A- O objecto está em movimento em sentido positivo.

B- O objecto está a andar para trás.

C- O objecto está parado.

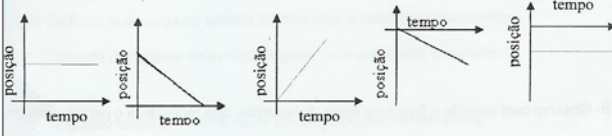
D- O objecto está a aproximar-se da origem.

E- O objecto estava em movimento e depois parou.

6- Um atleta fez o seguinte percurso:

40 m	30 m	20 m	10 m	0 m
4 s	3 s	2 s	1 s	0 s

Qual dos gráficos representa o movimento do atleta em função do tempo?

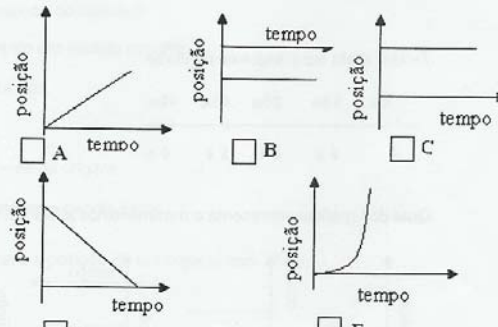


A B C D E

9- Observa com atenção a figura em baixo, à esquerda, que representa o percurso de uma bola .

tempo	posição
0s	0 m
1s	9,8 m
2s	39,2 m
3s	88,2 m
4s	156,8 m

Qual dos gráficos traduz o movimento da bola ?

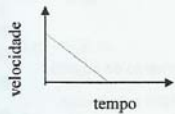


A B C

D E

Dos gráficos de velocidade/tempo as maiores dificuldades surgiram nas questões II-Q. 4 e II-Q.5

4- O gráfico representa a velocidade de um corpo em função do tempo



Das afirmações seguintes escolhe a que traduz o movimento do objecto.

A- O objecto desloca-se no sentido negativo com velocidade constante

B- O objecto desloca-se no sentido positivo com velocidade constante.

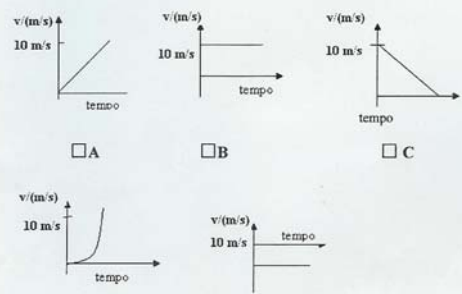
C- O objecto desloca-se no sentido negativo com a velocidade a aumentar.

D- o objecto desloca-se no sentido positivo com a velocidade a aumentar.

E- O objecto desloca-se no sentido positivo com a velocidade a diminuir .

5- Um objecto inicialmente em movimento com velocidade de 10 m/s trava até parar.

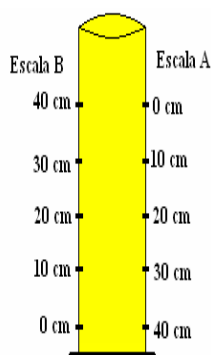
Qual dos gráficos traduz o movimento do corpo em função do tempo?



A B C

D E

Depois de identificadas as maiores dificuldades dos alunos sobre o tema em estudo desenvolveram-se estratégias, actividades experimentais que tiveram por base o baixo custo e serem fáceis de realizar. A actividade experimental 1 consistia no estudo do estado de repouso de um corpo.

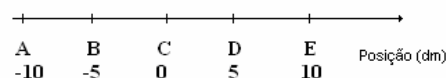


Objectivos: Efectuar medições de posições ocupadas por um corpo em função do tempo.

- Registrar posições e tempos numa tabela
- Construir gráficos de posições em função do tempo.

Material necessário:

- mesa marcada de acordo com o esquema 1
- cronómetro



Esquema 1

Modo de proceder:

- 1º - Coloca o corpo no ponto A
- 2º - Coloca o cronómetro a zero
- 3º - Regista, na tabela 1, o valor da posição do carro de 5 em 5 s durante 25 s.
- 4º - Repete o procedimento para os pontos C e D.
- 5º - No papel milimétrico, constrói os gráficos da posição do corpo em função do tempo, identificando as três situações analisadas.

As actividades experimentais 2 e 3 – Estudo dos movimentos: rectilíneo e uniforme e rectilíneo uniformemente retardado com medição de posições (e tempos) ocupadas por uma esfera, num tubo cheio de detergente, marcado com duas escalas de sentidos opostos, construção dos gráficos x/t e v/t e sua análise.

A actividade experimental 4- Estudo do movimento rectilíneo uniformemente acelerado consistia na medição das posições e tempos de uma esfera que desce um plano inclinado, construção dos gráficos x/t e v/t e sua análise

As actividades experimentais no laboratório foram realizadas pelos alunos, utilizando como apoio um protocolo distribuído a cada um dos elementos do grupo. Durante realização da actividade os alunos trocavam impressões entre si e com o professor, no entanto o registo dos dados, a construção dos gráficos e as respostas às questões constantes do protocolo foram realizadas individualmente. Esta opção prende-se com o facto de, por vezes, no caso da resposta ser elaborada em grupo, alguns alunos prescindirem de contribuir para a elaboração da resposta por considerarem que outro colega o faz habitualmente melhor.

Tratando-se de uma estratégia de sala de aula e na sala, o autor, no seu papel de professor, acompanhou a realização das actividades e interveio junto dos grupos, quer esclarecendo dúvidas, quer colocando novas questões, quer chamando a atenção para determinadas evidências experimentais, e ainda estando atento a dificuldades sentidas pelos alunos e ajudando a resolvê-las.

Houve a preocupação constante, de registar as interpelações de sala de aula em que professor-investigador vai acompanhando o processo de aprendizagem dos alunos que com ele dialogam. Os comentários mais repetidos pelos alunos, principalmente na primeira actividade foram:

-
- "...qual o eixo para o x e para o t?"
 - "... no eixo horizontal coloco quais valores?"
 - "... como faço?... só tenho um valor de posição?"
 - "...os valores do tempo não me cabem no eixo "
 - "...professora posso fazer o gráfico num papel maior?"
 - "... professora! onde coloco os meus valores negativos do x, não me dá espaço no papel"
 - "...já marquei os pontos. E agora o que faço com eles?"
 - "... professora! Então uni os pontos e deu uma linha a subir! mas a esfera estava a descer..."

A 1ª actividade experimental revelou-se a mais difícil e demorada pela dificuldade dos alunos em: traçarem e identificarem os eixos; escolherem as escalas; perceberem a razão de poderem unir os pontos experimentais; e analisarem os gráficos construídos.

Concluídas as actividades experimentais foi novamente aplicado o questionário e analisados os seus resultados, apresentados na tabela 1

Parte I - Gráficos posição-tempo	% de respostas correctas no questionário inicial		% de respostas correctas no questionário final	
	9º A	9º B	9º A	9º B
Questão				
1	83,3	88,0	100,0	100,0
2	55,6	60,0	100,0	100,0
3	77,8	80,0	100,0	100,0
4	38,9	32,0	72,2	76,0
5	77,9	80,0	94,4	92,0
6	16,7	36,0	44,4	68,0
7	55,6	40,0	88,9	92,0
8	72,2	52,0	94,4	100,0
9	50,0	48,0	66,7	72,0
Parte II - Gráficos velocidade-tempo				
1	94,4	92,0	100,0	100,0
2	55,6	64,0	83,3	88,0
3	83,3	84,0	94,4	100,0
4	44,4	68,0	83,3	92,0
5	66,7	68,0	88,9	88,0

Tabela 1- Resultados da análise de respostas correctas do questionário inicial e questionário final

3- Conclusão

A construção de gráficos raramente é abordada em manuais ou nos currícula, e tão pouco em sala de aula, apesar de ser fulcral para entender os gráficos na cinemática, porque se um aluno não consegue construir um gráfico dificilmente o saberá analisar quando lhe é dado um gráfico. Geralmente, nas aulas, faz-se uso passivo dos gráficos que exclui a sua construção por parte dos alunos [7]. (Ainley, Nadi & Pratt, 2000).

De facto, no Tema Organizador – Viver Melhor na Terra, uma das competências é construir gráficos de posição e velocidade em função do tempo, mas na realidade o professor constrói os gráficos ou considera que o aluno já adquiriu essa competência em outra disciplina, por exemplo a matemática, ou como nos manuais não se faz referência utilizam-se os gráficos já construídos.

Os resultados mostram que na delimitação de estratégias de sala de aula é importante o professor conhecer e tomar em consideração as ideias dos alunos e as suas dificuldades, nomeadamente em:

- distinguir ‘*trajectória do movimento*’ de gráfico de ‘*posição vs. tempo*’, principalmente quando se trata de valores de posição negativos, quer se trate de m.r.u ou m.r.u.r.;
- associar um percurso a um gráfico em que a marcação dos tempos é feita da direita para a esquerda, mesmo após a implementação das actividades experimentais efectuadas;
- interpretar, através da análise de um gráfico, o que significa ‘*travar constantemente até parar*’.

Em suma, as estratégias de criação de conflitos de aprendizagem ajudam a promover a mudança conceptual, muito embora essa mudança não seja atingível no mesmo grau de consecução, em simultâneo.

REFERÊNCIAS

- [1] Abib, M. Lúcia Vital e Araújo, M.S. Teixeira, “Atividades Experimentais no Ensino da Física: Diferentes Enfoques, Diferentes Finalidades”. Revista Brasileira de Ensino de Física, 25(2), 176-194, 2003.
- [2] Thomaz, M.F., “A experimentação e a formação de professores: uma reflexão”, Caderno Catarinense Ensino de Física, 17(3), 360-369, 2000.
- [3] Silva, M.A., e César, M., “Ver e Inovar: Actividades Experimentais Em Ciências Físico- Químicas”, Enseñanza de las Ciencias, Número extr,VIIcongresso, 1-6, 2005.
- [4] Mc Dermott, L.C.e Rosenquist, M.L. “Student difficulties in connecting graphs and physics: examples from kinematics”, American Journal of Physics, 55, 503,1987.
- [5] Beichner, R., “Testing student interpretation of kinematics graphs”, American Journal of Physics, 62, 750-762, 1994
- [6] Vagner, B. B. e Issao Yamanto, “Dificuldades Conceituais em Física Apresentadas por Alunos Ingressantes em um Curso de Engenharia”, Revista Brasileira de Ensino de Física, 24(3),3-23, 2002.
- [7] Ainley, J.; Nadi H. e Pratt, D., “The construction of meaning for trend in active graphing”, International Journal Computers for Mathematical Learning, 5, 85-114, 2000.

E5

ENSEÑANZA DE LA FÍSICA Y CAMBIOS DERIVADOS DE LA CONVERGENCIA AL EEES, DESDE LA PERSPECTIVA DE LAS CALIFICACIONES DE LOS ALUMNOS

Verónica Tricio Gómez

Departamento de Física, Universidad
de Burgos, España
vtricio@ubu.es

RESUMEN

Los estudiantes de primer curso de las facultades de Ciencias e Ingeniería ante la asignatura de Física presentan una problemática específica y diferenciada. Analizamos esta perspectiva concreta del proceso enseñanza-aprendizaje a través de los resultados obtenidos por los alumnos en las asignaturas de Física. Se presentan los de la Universidad de Burgos a lo largo de varios cursos académicos, seleccionando las asignaturas de Física de diversas titulaciones. Se atienden dos aspectos concretos: *calificaciones y evaluaciones de las asignaturas*, analizados en el siguiente contexto: Antes, después de cambios de planes de estudio, Parámetros medidos, Cambios necesarios para la convergencia con Europa.

1. Interés y objetivos

El estudio realizado está orientado a analizar los resultados de los estudiantes en las asignaturas de Física de primer curso universitario en las facultades de Ciencias e Ingeniería de la Universidad de Burgos. El objetivo general que se persigue es diagnosticar la formación en Física de los estudiantes de primer curso de Universidad y el objetivo específico es disponer de una orientación para el futuro de los estudios de Física ante el modelo de Bolonia. Nos hemos interesado por una perspectiva concreta del proceso enseñanza-aprendizaje, atendiendo a dos aspectos claves en el proceso antes y después de los cambios de plan de estudios. En un lapso no muy largo de tiempo serán necesarios nuevos cambios derivados del proceso de Bolonia. Debemos prepararnos para ellos.

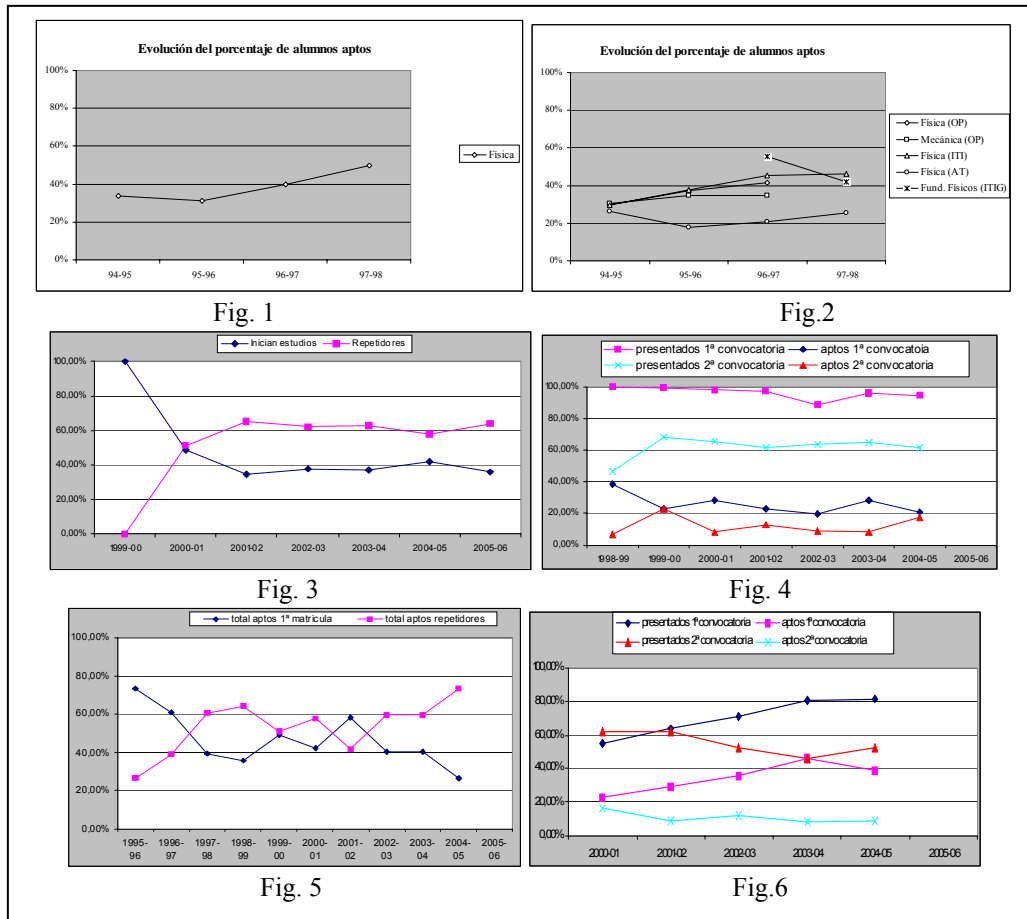
2. Resultados

2.1. Calificaciones en las asignaturas de Física

Desde el curso 1994-1995 hasta el actual se han recogido los resultados de las distintas asignaturas de Física que imparte el Departamento de Física en dos centros de la UBU, Escuela Superior Politécnica, (EPS), y Facultad de Ciencias, (FC). El seguimiento lo hemos realizado para 5 asignaturas de Ingeniería y 1 de Ciencias, en los planes antiguos y para 12 asignaturas de Ingeniería y 2 de Ciencias, en los planes nuevos. Se han determinado todas las calificaciones durante cuatro años en los planes antiguos y durante siete años en los planes nuevos. El análisis de los resultados de los alumnos de la UBU se ha hecho para cada una de las asignaturas utilizando sólo los indicadores de rendimiento, [1], que incluyen tres parámetros: Tasa de presentados (Proporción de alumnos que se presentan a las convocatorias de exámenes oficiales sobre el total de la matrícula). Tasa de éxito (Proporción de alumnos calificados aptos sobre el total de alumnos que se presentan) y Tasa de rendimiento (Proporción de alumnos calificados aptos sobre el total de alumnos matriculados).

A modo de ejemplo, se muestran los resultados de algunas asignaturas en los dos periodos. Las figuras 1 y 2 muestran la evolución del porcentaje de los alumnos aptos durante los planes antiguos. A la izquierda, los resultados de la asignatura de Física que se imparte en la FC, a la derecha los de las asignaturas

impartidas en la EPS. Las siguientes figuras muestran la evolución durante los planes nuevos de algunos resultados para las calificaciones de los estudiantes en varias asignaturas. Figura 3: Fundamentos Físicos de la Ingeniería-Arquitectura Técnica. Figura 4: Mecánica Aplicada-Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Figura 5: Fundamentos Físicos de la Informática-Ingeniero Técnico de Informática de gestión. Figura 6 Fundamentos de Cuántica y Óptica-Licenciado en Química.



Asignaturas	Cursos 94-98. % aptos	Cursos 98-06. % aptos
Fundamentos Físicos_OP_Constr	36	20
Fundamentos Físicos_OP_Mec		
Mecánica Aplicada_OP_Constr	33	21
Mecánica Aplicada_OP_Mec		
Fundamentos Físicos_ITI_Electr	40	36
Fundamentos Físicos_ITI_Mec		
Fundamentos Físicos_AT	23	17
Fundamentos Físicos_ITIG	49	36
Fundamentos Físicos_ITIG (todos)		
FMyT_LQ/FOyC_LQ	39	46/45
Fundamentos Físicos_ICCP		36
Mecánica_ICCP		
Fundamentos Físicos_ITA		22
Física Aplicada I_ITA		
Total Asignaturas (5/12)	Total MEDIA 27% EPS 36%, FC 39%	Total MEDIA 33% EPS 30%, FC 45%

Tabla 1

La tabla 1 recoge los resultados del % de alumnos aptos en los dos periodos de estudio. Los valores se refieren a la media de los distintos cursos en cada periodo. En la misma tabla está indicada la tasa de éxito obtenida en cada uno de los centros donde se imparten las asignaturas. Como conclusión diremos que en ambos periodos se mantienen los principales problemas detectados.

2.2. Evaluaciones en las asignaturas de Física

Los resultados en las calificaciones vistos en el apartado anterior han sido obtenidos por los alumnos después de realizado un proceso evaluador. Sin duda, uno de los momentos más críticos del proceso de enseñanza aprendizaje es el de la evaluación. Nosotros hemos analizado cómo se mide dicha evaluación en el desarrollo de la enseñanza de las asignaturas de Física, revisando qué se está evaluando de los aprendizajes y con qué criterios, tanto en los antiguos como en los nuevos planes de estudio.

Durante el periodo de los antiguos planes, se ha explorado la tipología de las actividades (modelos de exámenes realizados en el departamento), y se ha analizado y valorado no sólo su tipología y peso en la calificación final, sino también su pertinencia en relación a los objetivos de la materia y los planes de estudios, [1]. Se han obtenido los siguientes resultados:

Aspecto 1. Tipo y contenido de los exámenes *Tipo de exámenes:* el 100 % del profesorado realiza *exámenes escritos*, dándose el caso de un pequeño porcentaje (11%) que realiza además exámenes orales. En cuanto al modelo de examen, todos proponen *problemas y preguntas teóricas*, prefiriéndose las *preguntas cortas* a las preguntas largas. En algunos casos, se realiza también un *examen de laboratorio*.

Contenido de exámenes: constan de problemas y preguntas teóricas, y entre éstas, destacando las preguntas cortas.

Aspecto 2. Criterios que se utilizan para la evaluación. Proceso de evaluación: por los profesores a cargo de la asignatura, bien individualmente o colectivamente. Procedimiento de evaluación del alumno: los principales son el *examen y el informe de prácticas*, (la asistencia a clase de laboratorio se considera obligatoria). Además, por regla general, *se aplican criterios de compensación* de parciales.

Aspecto 3. La periodicidad de la evaluación (finales, parciales, continuos, etc.). En general, en las asignaturas anuales se realizan dos *cuatrimestrales y un examen final*, mientras que en las asignaturas cuatrimestrales se tiende a un examen parcial y un examen final. En algunos casos, se realiza también un *examen de laboratorio*, que se realiza de forma continuada o al final del periodo de prácticas.

Durante el periodo de los planes nuevos los profesores han realizado modificaciones que han repercutido en la mejora de la calidad del proceso de evaluación. Los criterios de evaluación de las asignaturas impartidas son revisados anualmente y difundidos en página web. La tabla 2 muestra para el curso 2005-2006 y en las 12 asignaturas seleccionadas del primer año de los estudios sus características comunes.

Características de los criterios de evaluación. Nuevos planes de estudio	
¿Qué se evalúa?	<ul style="list-style-type: none"> • Conocimientos adquiridos • Habilidad en la determinación de incertidumbres experimentales • Destreza experimental. Capacidad de análisis de los resultados experimentales de acuerdo con los modelos teóricos estudiados • Aplicación de las técnicas experimentales y de tratamiento de datos • Nivel de trabajo en el laboratorio • Grado de claridad conceptual, el rigor en los razonamientos y la capacidad para resolver problemas y explicar experimentos sencillos
¿Qué actividades?	<ul style="list-style-type: none"> • Clases teóricas y de problemas • Clases de laboratorio. Créditos prácticos de aula
¿Cuánto ponderan ?	<ul style="list-style-type: none"> • Más el examen escrito que el laboratorio (hasta 80%) • Laboratorio: sobre 30% examen, 70% memoria; entre 0 y 2 puntos

¿Qué procedimiento?	<ul style="list-style-type: none"> • Prueba escrita de teoría (preguntas teóricas y cuestiones) • Prueba escrita de problemas • trabajo llevado a cabo en el laboratorio • Informes escritos sobre las prácticas realizadas
¿Periodicidad?	<ul style="list-style-type: none"> • Convocatorias de febrero, junio, septiembre. Primer y segundo parcial, optativos. Dos exámenes parciales, liberan materia • Continua de las sesiones de laboratorio y de la memoria de las mismas
Tabla 2	

Como conclusiones del análisis de los resultados en ambos periodos podemos destacar que: A) Los profesores han tenido como objetivo fundamental de la evaluación valorar el nivel de conocimiento del alumno. B) Se evalúan sólo algunas actividades y se hacen mayoritariamente exámenes. A la vista de ello, nos preguntamos ¿que entendemos por conocimiento? ¿qué se evaluará en el futuro y con qué criterios?

3. La Evaluación en el Espacio Europeo de Educación Superior

Lo que se entiende por conocimiento ha experimentado un cambio importante en los últimos años, [2]. Hasta ahora, el conocimiento y la producción de conocimientos se consideraban prerrogativa académica. El interés principal por el conocimiento era la búsqueda de la verdad y del progreso humano (Toulmin, 1990), y por este motivo el conocimiento puro, diferenciado del saber técnico, apenas ocupaban lugar en el discurso de la empresa. Hoy en día, *el conocimiento se encuentra relacionado con la capacidad, innovación y creatividad organizativas*, se ha convertido en un producto que puede trabajarse y venderse (Boud y Solomon, 2001). Todo ello implica novedades, entre otras, la creación de nuevos modelos formativos. El contexto de estas novedades tiene su origen en las Declaraciones de la Sorbona (1998) y de Bolonia (1999) suscrita ésta por 29 países, entre ellos España. La Declaración de Bolonia, [3], sienta las bases para la construcción de un "Espacio Europeo de Educación Superior", (EEES). La respuesta de las Universidades al desarrollo del EEES nació con el Proyecto Tuning, que ha pasado por dos fases desde 2001 hasta 2004 y que está ya en la tercera. Para el EEES el papel del alumno será protagonista. En los métodos enseñanza-aprendizaje toda la enseñanza está orientada en el estudiante, por lo que la convergencia europea debe significar un acercamiento a métodos de trabajos centrados en el alumno, y eso debe reflejarse también en las actividades implicadas en el proceso de evaluación.

La ANECA, [4], reconoce que la evaluación de los estudiantes es uno de los elementos más importantes de la educación superior y que los resultados de la evaluación tienen un profundo efecto en la evolución curricular de aquellos. Establece como criterio que los estudiantes deben ser evaluados utilizando criterios, normativas y procedimientos que se hayan publicado y que se apliquen de manera coherente; y establece como deben ser los procedimientos de evaluación del estudiante.

4. Preparándose hacia el modelo de Bolonia

Son varios los cambios que se están produciendo o se van a producir. Resumimos en este apartado los más significativos en distintos niveles de actuación.

Cambio de enfoque institucional. En la UBU la docencia es uno de los siete ejes estratégicos del Plan Estratégico, [5], que en su Visión reconoce una clara aproximación al EEES...*Sus procesos de enseñanza-aprendizaje han sido revisados y mejorados, los cursos de postgrado y la formación permanente se han reforzado y consolidado y los estudiantes destacan.. mercado laboral...* Como era de prever en un documento tan genérico no aparece explícitamente la evaluación de aprendizajes.

Cambio en los títulos universitarios. Supone una profunda reforma y adaptación de la estructura de los estudios universitarios. Los centros de enseñanza superior españoles analizan desde el 2004 y reforman sus programas para integrar en ellos contenidos más profesionales, que preparen a sus titulados para el mundo del trabajo que les espera al salir de la universidad. Son los nuevos títulos de grado que se preparan orientados a la convergencia europea. Estos contenidos profesionales adoptan muchas formas

para dar al titulado en su futura carrera profesional unas capacidades que complementen sus sólidos conocimientos básicos. El proceso está pasando por distintas fases, y ya se hace referencia a la evaluación desde el punto de vista de la calidad institucional. Para el Grado de Química, [6], por ejemplo, se consideran adecuados la utilización de seis criterios que definen los indicadores más relevantes de estas enseñanzas y su desarrollo. El criterio de resultados está entre ellos, como era de esperar.

Cambio en la preparación del profesorado hacia el modelo de Bolonia. Este cambio suele venir desde el propio profesorado interesado y también desde la planificación universitaria a través de su gabinete de formación de profesorado. Las actividades principales en las que se hace referencia a la evaluación son:

a). Desarrollo de la Innovación, mediante el Apoyo y la Formación Docente Universitaria en el marco del proceso de desarrollo del EEES. b) Divulgación, entre profesionales universitarios expertos, de las distintas experiencias de Innovación, Apoyo y Formación en la docencia Universitaria. c) Comparación de los procesos, experiencias y líneas de acción en las distintas instituciones, con el fin de dar difusión a "buenas prácticas". d) Ayuda a caracterizar mejor todas las acciones que tienen como referente el concepto de "aprendizaje centrado en el estudiante". e) Comparación de los procesos de las universidades

Cambio en los métodos enseñanza-aprendizaje. En todos los títulos de grado están indicados los objetivos del título, [4], que incluyen capacidades, competencias y destrezas generales y otras destrezas específicas asociadas al título en concreto. Ello viene a representar la antesala para cuando se pongan el vigor los nuevos títulos de grado, lo que debe significar un acercamiento a métodos de trabajos centrados en el alumno. Siguiendo con el ejemplo del Grado de Química, en la estructura general del título se propone la materia de Física entre los contenidos formativos comunes, con indicación de los contenidos teóricos mínimos, los contenidos prácticos mínimos, los objetivos y las capacidades a desarrollar.

Todos los cambios anteriores en sus distintos niveles nos hacen reflexionar sobre lo que se evaluará y con qué criterios, la segunda pregunta anteriormente formulada en el apartado 2, y concluir que:

1. Habrá que preparar el proceso y realizar la evaluación (es decir, los métodos y criterios de evaluación de aprendizajes) para medir las capacidades, competencias y destrezas adquiridas en la materia de Física.
2. Supondrá ello hacer propuestas que se justifican en las siguientes necesidades: a) medir las capacidades a desarrollar. b) mejorar la evaluación caracterizando mejor todas las acciones que tienen como referente el concepto de "aprendizaje centrado en el estudiante" en vez de enseñanza centrada en el docente. c) mejorar los resultados de la enseñanza. 3. Deberá considerarse la experiencia adquirida en los proyectos que se están desarrollando orientados en estos objetivos [7].

5. Conclusiones

A partir de los resultados académicos para las asignaturas de Física en varias titulaciones de la Universidad de Burgos, hemos analizado la evolución de dos aspectos, el de la calificación obtenida por los alumnos y el de la evaluación de los aprendizajes. Se han detectado las características más significativas correspondientes a los parámetros que miden esos dos aspectos durante dos periodos de estudio. Se han indicado los cambios previstos en la evaluación de los aprendizajes y los niveles de actuación de los mismos, como consecuencia de la futura implantación del EEES. Hay que esperar a que propuestas que se justifiquen en la siguiente necesidad prioritaria: El referente de las acciones de evaluación es el concepto de "aprendizaje centrado en el estudiante".

REFERÊNCIAS

- [1] V. Tricio. Documento de Evaluación de Calidad. Departamento de Física. Febrero 1999
- [2] Suplemento al Boletín UNESCO-UNEVOC Diciembre 2005 / No. 11 ISSN 1729-102X.
- [3] <http://www.mec.es/univ/jsp/plantilla.jsp?id=3501>[4] Criterios y Directrices para la Garantía de Calidad en el Espacio Europeo de Educación Superior. <http://www.aneca.es/>. 2004
- [5] Documento del Plan Estratégico 2004-2008. Universidad de Burgos.[6] Título de grado de química. ANECA. Madrid, septiembre 2004
- [7] V. Tricio. La transversalidad y el desarrollo de competencias genéricas y específicas de los graduados en Química: Un programa de prácticas. Proyecto coordinado por M^a C. Ortiz..Referencia UB 14/04. Subencionado por la Junta de Castilla y León. 2004

E10

O ENSINO EXPERIMENTAL DA FÍSICA A PARTIR DAS IDEIAS DOS ESTUDANTES

¹Ana Manuel Ribeirinho²Senentxu Lanceros-Mendez¹ Escola EB2,3/S de São João da Pesqueira, 5130-355, São João da Pesqueira, Portugal² Departamento de Física da Universidade do Minho, 4710-057, Braga, Portugalanammanuel@sapo.pt, lanceros@fisica.uminho.pt

RESUMO

Este trabalho é parte integrante de um projecto que teve para além da preocupação de inserir nos seus objectivos a criação de um espaço dedicado ao ensino experimental da Física, visa fornecer informação aos professores do 1º CEB (Ciclo do Ensino Básico) de como é possível trabalhar de forma simples conceitos tão importantes como os Circuitos Eléctricos e Calor. Estas informações vão desde a metodologia até aos objectivos específicos.

Numa sociedade que valoriza tanto a ciência como a actual, uma profusão de “ciência” bombardeia o cidadão comum e cria espaços para induzir gostos, preferências e construções de modelos interpretativos sem uma cuidada análise crítica. É preciso que os alunos deste nível etário consigam ver algum sentido no mundo que os rodeia e compreendam a Física como uma forma diferente de pensar e de falar sobre o “mundo exterior”.

Esta comunicação aqui apresentada, refere-se ao modo como as crianças vêm e aprendem ciência, numa área específica e apresenta uma reflexão sobre uma metodologia criada, desenvolvida e aplicada no 1º Ciclo do Ensino Básico. Propomos Actividades Experimentais, das quais de apresentam alguns exemplos, e Fichas de Consolidação com recurso a materiais de laboratório e de uso no quotidiano dos “jovens cientistas”.

Palavras-chave: Ensino, Física, 1º Ciclo do Ensino Básico (1º CEB), Circuitos Eléctricos, Calor.

1 – Introdução

Teremos então que incluir nos objectivos educacionais a “preocupação de ajudar os alunos a lidar com a mudança” (Thomaz, 1987).

É muito comum aos alunos do 1º CEB não terem contacto efectivo e até interactivo com a Física quer experimental quer na sua versão mais teórica. Na tentativa de colmatar esta dificuldade, o trabalho apresentado foi sustentado por uma proposta de ensino de Física elaborado com exemplos do quotidiano e vivências dos alunos com o mundo.

Tivemos em conta não só o anteriormente referido mas também factos tais como a notória falta de conhecimentos científicos em algumas matérias na área das ciências, nomeadamente na Física, por parte dos docentes do 1º Ciclo; a queixa por parte dos docentes deste grau de ensino, no que concerne à falta de informações, de recursos e actividades de investigação científica, que promovam desde cedo o “despertar” do interesse em descobrir a interacção criança – ciência e por último, as grandes dificuldades dos alunos no que respeita às noções de “Circuitos Eléctricos” e “Calor”, sendo estes temas, assuntos centrais na aprendizagem da Física.

Para desenvolver o estudo que envolveu 40 alunos do 4º ano de escolaridade, utilizaram-se como instrumentos de investigação: um questionário aplicado como pré e pós teste, fichas de trabalho (fichas de consolidação) e actividades experimentais, complementados, sempre que necessário, com entrevistas.

A sua operacionalização fez-se em dois momentos. No primeiro, foi implementado o pré teste, estudadas as respostas dos alunos, e agrupados os dados para serem utilizados na planificação das unidades didácticas. No segundo foram elaborados os planos didácticos e apresentados aos alunos, onde todos os envolvidos participaram, realizaram, experimentaram e concluíram os próprios conteúdos das aulas planificadas.

Estamos convictos que as actividades experimentais permitiram aos alunos serem mais autónomos na construção do seu conhecimento e puderam, passo a passo, encadear o raciocínio e despertaram para a necessidade de colocarem à prova as “minhas ideias” através da própria acção (Ribeirinho, 2006). Esperamos, com isto, ter contribuído para uma melhor formação destas crianças numa compreensão mais ampla do mundo em que se inserem e garantir uma etapa essencial à elaboração do grau de abstracção necessário para futuras aprendizagens, em Física e tornar esta parte integrante da sua vida.

2 - Desenvolvimento

O Ensino Experimental da Física no 1º Ciclo é sugerida, ainda que de uma forma tímida, pela sociedade dos nossos dias: “*Os programas propostos para o 1º Ciclo (...) realizem experiências de aprendizagem activas, significativas, diversificadas, integradas e socializadoras...*”, (Currículo, 2004). Desde então, e até ao momento em que estas linhas são escritas, a realidade diz-nos que não será bem assim - na realidade actual – a formação dos docentes, a oportunidade de conseguir mais recursos materiais e encontrar uma forma de gerir a componente experimental das ciências, limita-se, então, a uma coisa: as portas das salas de aula abrem-se e o ensino experimental das ciências (física), não passa de uma boa ideia...que talvez se possa aplicar um dia.

Pretendemos clarificar, no projecto em investigação, de que ao aprender ciência, realizando novas experiências, os alunos podem aperceber-se de que as “as minhas ideias”¹, afinal algumas destas ideias “não é bem como pensavam”. Para tal é necessário que as crianças tenham acesso a novas actividades (experiências), para que ao tirarem novas conclusões, ou conclusões diferentes das anteriores, reestruturam o seu pensamento. (Ribeirinho, 2006)

Apresenta-se, de seguida algumas das questões que nos pareceram mais relevantes, e que de algum modo, podem ter condicionado e execução do trabalho:

1-Porquê e como ensinar Ciência – Física no 1º CEB (Ciclo do Ensino Básico)?

A ciência implica acção mental e física. O ensino da Física é importante, por poder oferecer às crianças um desenvolvimento total e harmonioso, inserido na acção mental e na destreza manual, pois o desenvolvimento intelectual acompanha o físico.

O ensino da física neste grau de ensino, deve ser uma realidade e ter uma perspectiva construtivista porque: - Os alunos têm acesso ao uso adequado da linguagem científica e utilizam formas de comunicação diversificadas, adequando linguagens técnicas aos contextos e às necessidades; - Facilita a diversificação de fontes dos saberes culturais, através de palavras ou textos escritos em língua estrangeira; - Proporciona aos alunos o planear e organizar as suas actividades de aprendizagem.

2-Justificações da escolha dos temas -Circuitos Eléctricos e Calor.

No dia-a-dia as crianças contactam com a “electricidade” e o “calor” já que neles baseiam muitos aspectos da sua forma de viver. As razões da escolha destes temas foram as seguintes: -pôr os alunos em contacto com aspectos fundamentais do conhecimento científico, relativamente a circuitos eléctricos e calor; -é uma forma de iniciar “cientistas de palmo e meio” no mundo da Física e incrementar nelas um certo interesse e curiosidade por esta área. São temas interessantes e motivadores para as crianças pelo facto de poderem realizar actividades sensoriais e manipulativas, com instrumentos diferentes dos utilizados no seu “mundo”; -é uma maneira de aumentar as competências de experimentação ao nível do 1º CEB, incutindo-lhes o gosto pela descoberta^{2, 3}.

Uma maneira de darmos mais um passo nesta caminhada, e ainda fazer uso da realidade descrita, está no formular dos objectivos (gerais e específicos) a atingir com esta proposta.

Assim, foram objectivos gerais:

- Investigar as “minhas ideias” dos alunos relativamente a conceitos relacionados com os “Circuitos Eléctricos” e “Calor”;
- Compreender, desenvolver e promover a aquisição de conceitos científicos (intensidade da corrente eléctrica, diferença de potencial, circuito eléctrico, temperatura, calor, equilíbrio térmico, dilatação térmica;
- Desenvolver atitudes científicas (de observação, previsão, experimentação, verificação e conclusão) e

¹ O termo “as minhas ideias” utilizado neste trabalho revê-se no ponto de partida das ideias dos alunos, independentemente destas serem as aceites ou não pela comunidade científica.

² O tema Circuitos Eléctricos faz parte do programa (4º ano de escolaridade, bloco 5-À Descoberta dos Materiais e Objectos – familiarização com circuitos eléctricos simples) e também é um ponto de partida para avaliar até que ponto as crianças deste nível etário são capazes de perceber conteúdos relacionados com o tópico;

³ O calor é um conteúdo que não é objecto de estudo no 4º ano de escolaridade, por isso, permite a realização de uma proposta de complemento ao programa e adequada ao grupo de trabalho.

atitudes (de rigor, flexibilidade e reflexão crítica) em situações e experiências relacionadas com situações simples e que envolvam materiais e objectos do uso corrente.

Registam-se alguns dos objectivos específicos a atingir:

- Inferir que um dispositivo eléctrico para funcionar necessita de um circuito eléctrico fechado;
- Construir circuitos eléctricos simples e explicar situações que ocorrem no dia-a-dia;
- Utilizar e associar o voltímetro e amperímetro aos termos volt -voltagem e ampere -corrente eléctrica.

Relativamente ao tema “Calor” foram propósitos específicos deste projecto:

- Utilizar o termómetro para efectuar medições exactas da temperatura em corpos com diferentes características;
- Comprovar que o calor pode ser responsável pela dilatação de corpos em diferentes;
- Definir calor, temperatura e transferência de calor, a nível macroscópico, inferir que este pode provocar a subida da temperatura

2.1 – Metodologia

O estudo, organizou-se com estrutura de tipo experimental, numa amostra de quarenta alunos do quarto ano de escolaridade, distribuídos por duas turmas. Na primeira etapa analisou-se o conteúdo do programa do 1º CEB, com a pretensão de recolher os conteúdos programáticos de Física da área dos Circuitos Eléctricos e Calor. Numa segunda etapa caracterizou-se pela aplicação de um Teste de Diagnóstico.

Após a análise elaborou-se a proposta do plano didáctico. A planificação das unidades didácticas dos Circuitos Eléctricos e Calor.

Foram construídas Actividades Experimentais e Fichas de Consolidação com recurso a materiais diversificados, tais como: - material de uso do dia-a-dia; - material de laboratório; - manuais. A aplicação destes materiais, de um modo geral, apresenta-se aos alunos através de: - um diálogo, professor – alunos; - “colegas” Luzinhas, Ervilhinhas, Olhómetro, entre outros.

Relativamente às actividades experimentais foram levadas a cabo utilizando material de uso diário ou de laboratórios dividindo os alunos em grupos (N=4);- envolvendo situações, susceptíveis de serem discutidas em termos de fenómenos físicos, tais como: -Acender uma lâmpada utilizando uma pilha com um e dois fios; -Bons e maus condutores de corrente eléctrica.

Similarmente foi feito para o tema Calor abordando os conceitos: - Diferenças entre Calor e Temperatura; -Condução de Calor e Dilatação Térmica.

É importante aqui referir que os alunos não foram “alertados” para a sequência do material, e o professor não deu respostas directas às questões que os alunos colocaram durante a execução de tarefas, permitindo que as previsões, observações feitas e os resultados obtidos fossem descritos nas fichas sem “interferência exterior” e depois debatidos entre todos os intervenientes.

2.2- Actividade Experimental nº1



Como havíamos prometido, passamos agora a ilustrar partes da actividade desenvolvida, que foram dedicadas ao tema – Circuitos Eléctricos.

Este instrumento de trabalho contém instruções e questões de forma que os alunos, por pequenos passos, cheguem por si sós aos resultados pretendidos (Mackay, 1993). A forma de começar esta aula será fazer uma breve leitura do desafio do Luzinhas “(...) começa por tentar saber como acendes uma lâmpada usando uma pilha e um fio”.

Numa questão, os alunos, individualmente, farão o registo das suas ideias, em suporte gráfico (desenho) e em suporte escrito. Numa outra questão, os alunos são desafiados a colocarem à prova as suas ideias usando os materiais fornecidos. Terminada esta tarefa as crianças têm um período de discussão e comparação dos resultados obtidos com as “minhas ideias”. Procura-se com estas questões/actividades enriquecer o conhecimento das crianças em relação à construção de circuitos eléctricos simples. Foi dado a conhecer aos alunos, a representação de alguns elementos de circuitos eléctricos, para que pudessem ensinar às crianças o “código” dos circuitos. Assim, as crianças podem fazer uma leitura mais compreensiva de qualquer circuito e substituir, no circuito desenhado, os objectos pelos respectivos símbolos. A apresentação dos símbolos dos elementos de circuitos eléctricos simples assim como a sua representação em diagrama foi introduzida da seguinte forma: a uma figura/gravura associa-se uma palavra, para os circuitos a um dispositivo é associado um símbolo (Ribeirinho, 2006).

O quadro nº 1 retrata toda esta situação.

2.2 - Selecção de respostas apresentadas pelos alunos referentes à Actividade Experimental nº1.

Questão	Exemplos de respostas
“ Começa por tentar saber como acendes uma lâmpada usando uma pilha e um fio. Regista as tuas ideias. Através de um desenho. Por escrito.	<p>“É só fazer a ligação da lâmpada à pilha”</p> <p>“A lâmpada e a pilha estão juntinhas, como na lanterna e o botão aqui é o fio.”</p>
“ Com os materiais que te foram fornecidos tenta acender uma lâmpada usando uma pilha e um fio. Regista a tua maneira de acender a lâmpada, (faz um desenho).	
“Num circuito eléctrico existem muitos elementos. Cada um destes tem uma representação. Desenha os símbolos correspondentes a cada um dos seus elementos, para o circuito representado na figura nº 1.”	

Quadro nº 1 Exemplos de respostas fornecidas pelos alunos

2.3- Discussão Reflexiva

É justamente neste âmbito que enumeramos alguns resumos comparativos, quadro nº 2, entre o Teste de Diagnóstico e o detectado no Pós Teste.

Pré Teste	Pós Teste
A voltagem é energia. Quando a lâmpada está acesa o circuito está aberto.	Revelam necessidade de circuito fechado Traçam caminho para a corrente eléctrica

Quadro nº 2 Principais ideias identificadas no Pré Teste – Circuitos Eléctricos vs Principais resultados identificados no Pós Teste – Circuitos Eléctricos

Pré Teste	Ficha de Consolidação
Calor é o mesmo que temperatura. O calor engorda e alarga.	Abandonam a associação de temperatura – campo sensorial. Apreendem a ideia de que um dos efeitos do calor é a subida da temperatura e outro é a dilatação dos corpos.

Quadro nº 3 Principais ideias identificadas no Pré Teste – Calor vs Principais Resultados identificadas na Ficha de Consolidação nº 1

Reflectindo sobre o trabalho desenvolvido com e pelos alunos, analisando os resultados finais e comparando-os com os resultados iniciais do Teste de Diagnóstico, descritos no quadro nº 3, pode verificar-se uma evolução positiva de ideias, atitudes, habilidades e conhecimentos.

Tentou-se promover o desenvolvimento de ideias pertencidas à ciência e que sejam facilitadoras de aprendizagens futuras através de um ensino de Física que traduziu a paixão pela descoberta.

O nível médio de desenvolvimento de ideias e atitudes científicas atingido pelas crianças das turmas, no qual se distinguem três campos (metodologia, conteúdos e técnicas), demonstra que foram capazes, entre outras, de;

Campo da metodologia: -Colocar questões cada vez mais exigentes aliadas ao interesse, empenho e curiosidade pelos assuntos; -Reflectir e criticar as suas aprendizagens, de pensar e tirar as suas conclusões de maneira a desenvolver os seus conhecimentos no campo do aceite cientificamente.

Campo dos conteúdos: -Ser capaz de “explicar” o “que é”, o “que se passa” e até de sugerir os porquês. Alarga os seus horizontes e têm mais facilidade na aquisição de novos conhecimentos, as aprendizagens são activas e integradoras quer na Física quer noutras áreas do conhecimento; -Identificar: - os locais em que as ligações devem ser estabelecidas; - os efeitos do calor na elevação da temperatura.

Campo das técnicas: - Utilizar e reconhecer: - o “código” da escrita dos circuitos; - a escala termométrica de Celsius; - Reconhecer a utilidade: - do voltímetro; - do amperímetro; - termómetro.

Com o intuito de ajudar os “Homens do amanhã” a (re)estruturarem as “minhas ideias” e a elaborarem modelos mais próximos dos cientificamente aceites, esta metodologia também permitiu aos alunos: - Mexer nos materiais; - Realizar experiências; - Resolver problemas abertos e de carácter experimental. Proporcionou um contributo para um desenvolvimento global, nas áreas de matemática e Língua Portuguesa, e especificamente na área – Estudo do Meio (local em que a Física se encontra na forma oculta).

3 - Conclusão

Apesar do presente trabalho ter revelado resultados interessantes, tem-se consciência de algumas limitações. As limitações deste estudo enquadram-se nas limitações do “método” de investigação nas ciências sociais (Metz, 1994) das quais se salienta: - A amostra envolvida é pequena, foi seleccionada com base na disponibilidade e receptividade manifestada pelos respectivos professores titulares; - A subjectividade na análise das respostas a questões de resposta aberta, sobretudo na codificação/catalogação, uma vez que este processo é apenas um modo de interpretar as respostas disponíveis e pode ser influenciada pelas percepções da autora do trabalho.

Assim sendo, uma reflexão sobre os resultados obtidos, nomeadamente em questões que exploram conceitos novos, revelam quão importante foi para este grupo de alunos o “experimentar com as próprias mãos” e “ver com os seus olhos” como “tudo” acontece. (Ribeirinho, 2006)

Deste trabalho resultaram contribuições relevantes para o ensino de Física no 1º CEB. Explicita-se seguidamente algumas das contribuições referidas: -Foi desenvolvida uma abordagem interdisciplinar dos conteúdos que teve também influências positivas no enriquecimento dos conhecimentos das crianças; -Foi demonstrado experimentalmente que é possível começar desde muito cedo o estudo da Física, desde que as actividades a desenvolver sejam de aplicação simples, interessantes e do agrado das crianças; -Foi verificado, na prática, a possibilidade de aplicar uma metodologia diferente da proposta que consta do programa do 1º CEB, permitindo aos alunos: -Progredir no processo de evolução das suas ideias, inclusive no domínio do abstracto; -Realizar actividades de carácter experimental com recurso a materiais do quotidiano e de laboratório; -Desenvolver a explicitação e discussão das suas ideias num processo de aprendizagem cooperativa.

Com as características que aqui foram referidas e, em parte, exemplificadas consideramos que foi pertinente elaborar, implementar e testar esta proposta metodológica que integrou problemas reais, do dia a dia, das vivências de cada criança de forma à condução do nascimento/desenvolvimento das suas capacidades ou habilidades científicas porque sabe-se que é mais fácil para os alunos construir os seus próprios conceitos, modelos e explicações, com as “mãos na massa em ciência”.

Temos consciência que a Física é encarada, por muitos, como uma área do saber, em que os alunos têm obrigatoriamente, que decorar muitas “receitas”. Estas nem sempre levam a pensar e nem os conduzem à relação Física – Quotidiano, proporcionam sim a perda da beleza da Física e conseqüentemente o nascer de um total desinteresse por parte dos alunos. Uma ideia assalta-nos o espírito: “ Se a aprendizagem da Física não é fácil, o ensino também o não é”. Aqui reside o desafio, se a física pode ser entendida como um processo de descoberta do mundo e das suas propriedades, o mais importante é “transportar” os

alunos para fora da sala de aula e fazê-los ver o mundo através dos olhos de um cientista (ainda que aprendiz).

REFERÊNCIAS

- Mackay**, F. - Essentials for Science. London: Scholastic Publications Ltd, 1993;
- Metz**, P.A. - Introduction to the Symposium: what is Research in Chemistry Education?, Journal of Chemical Education, 71 (3):180-181, 1994;
- Ministério da Educação**: DEB - Competências Essenciais -Programa do 1º CEB. Lisboa: Ministério da Educação, 2004;
- Ribeirinho**, A.M. – Metodologia para o Ensino da Física no 1º Ciclo do Ensino Básico – Um estudo centrado nos Circuitos Eléctricos e no Calor. Braga: Universidade do Minho, 2006. Tese de Mestrado;
- Thomaz**, M. F. – Uma perspectiva Construtivista para o ensino da Física I. "Psicologia da Construção pessoal" de George Kelly. Gazeta de Física, vol. 10, fasc.4, pp121-128; 1987.

E12

A ÁGUA E A SUA QUALIDADE NUMA DINÂMICA CTS: CONTRIBUIÇÃO PARA UMA CIDADANIA RESPONSÁVEL

Fátima Tavares^{1,3}, Mário Talaia² e Luís Marques³

¹ Escola EB1, nº 3, Albergaria-a-Velha, Portugal

² Universidade de Aveiro / Departamento de Física, Aveiro, Portugal

³ Universidade de Aveiro / Departº. Didáctica e Tecnologia Educativa, Aveiro, Portugal

E-mail de contacto: mart@fis.ua.pt

RESUMO

Nesta comunicação, pretende-se apresentar uma abordagem inovadora da temática da Qualidade da Água, implementada, segundo uma perspectiva CTS, numa turma de 1º Ciclo. Foram privilegiadas metodologias diversificadas e construídos materiais didácticos adequados e originais.

Os resultados obtidos foram bastante encorajadores no que respeita à motivação, à participação e à aquisição de competências e conhecimentos. Os alunos reconheceram a importância de assegurar a Qualidade da Água e de a proteger, evitando o seu desperdício.

Espera-se que este trabalho possa ser utilizado pelos professores na exploração da temática da água e da sua qualidade, numa dinâmica de ensino CTS.

1. Introdução

Actualmente, considera-se que a educação em ciências deve possibilitar uma melhor compreensão do mundo e das inter-relações existentes entre o conhecimento científico, o tecnológico e a sociedade, no sentido de formar cidadãos esclarecidos, responsáveis e activos.

A Escola, como instituição formal de educação, deve “promover o exercício de uma cidadania responsável, através da aquisição de conceitos, atitudes e competências associadas à exploração, socialização, resolução de problemas e capacidade crítica” [1].

Neste posicionamento, entende-se que o Ensino das Ciências deve ser abordado em torno de contextos ligados à Ciência, à Tecnologia e à Sociedade (CTS).

O Ensino das Ciências, segundo abordagens CTS, pretende promover aprendizagens no domínio científico, tecnológico e social, partindo de contextos familiares e úteis, motivando os alunos e fornecendo-lhes ferramentas para serem e actuarem como cidadãos cientificamente esclarecidos de modo a facilitar a sua inserção na sociedade actual.

Um ensino CTS, deve iniciar-se desde os primeiros anos de escolaridade, recorrendo fundamentalmente a metodologias diversificadas e a materiais didácticos adequados que permitam o desenvolvimento de temas e conteúdos socialmente relevantes, que privilegiem contextos familiares e úteis ao aluno.

A importância de uma abordagem CTS é claramente visível na nova Reorganização Curricular do Ensino Básico, em Portugal. O Currículo Nacional – Competências Essenciais, inclui um conjunto de princípios, orientações e competências que se enquadram nos parâmetros CTS. Constata-se também que o esquema organizador dos quatro temas gerais do ensino das Ciências, ao nível do ensino básico, revela uma interacção Ciência – Tecnologia – Sociedade e também Ambiente, a qual constitui o elo integrador e globalizante da organização e aquisição de todos os saberes científicos.

Para concretizar as inovações subjacentes a um ensino CTS é essencial recorrer a estratégias e materiais didácticos específicos para uma correcta exploração das temáticas a abordar. Os materiais didácticos permitem desenvolver no aluno capacidades específicas e gerais, ao nível dos conceitos, habilidades e

atitudes, sendo considerados os principais impulsionadores das práticas de ensino em sala de aula, afirmando-se como instrumentos concretos capazes de dar corpo a ideias [2].

Contudo, a escassez de materiais didáticos apropriados constitui um obstáculo à concretização de abordagens CTS no ensino das ciências [3-4]. Assim, a concepção, produção e validação de materiais didáticos, de cariz CTS, para a exploração da temática da qualidade da água, no 4º ano do 1º ciclo do ensino básico, assumiu-se como o principal objectivo deste trabalho.

Importa salientar que a escolha do tema foi objecto de uma reflexão cuidada. Teve em conta não só o currículo de Ciências, o Programa de Estudo do Meio e os critérios de selecção de temas CTS, como também a preocupação de abordar uma temática que desenvolvesse nas crianças a compreensão crítica de uma realidade próxima, vivenciada no dia-a-dia, de forma a possibilitar a sensibilização do aluno para a necessidade de uma gestão sustentável dos recursos hídricos.

2. Desenvolvimento do Trabalho

O trabalho de investigação, de carácter eminentemente prático, foi desenvolvido em etapas distintas. Na primeira, foram concebidos, produzidos e validados – por um especialista na área da Didáctica das Ciências, com experiência no 1º Ciclo do Ensino Básico - todos os materiais didáticos; na segunda, os materiais foram aplicados, no decorrer das actividades programadas, e avaliados pelos alunos; na terceira e última etapa, procedeu-se à análise dos dados obtidos.

Para assegurar a viabilidade das actividades que se pretendiam desenvolver com os alunos, procedeu-se à recolha de informações, ao estabelecimento de contactos com entidades públicas e privadas e à realização de visitas de estudo preparatórias.

Construiu-se um documento orientador que serviu de suporte à exploração do tema Qualidade da Água. No referido documento foram definidas inicialmente as competências gerais e específicas a desenvolver pelos alunos. Em seguida procedeu-se à selecção de cinco sub-temas (a água como suporte de vida; poluição da água; tratamento das águas de abastecimento; tratamento das águas residuais; a água e o futuro), à definição de questões–problema relativas a cada um e à articulação dos objectivos CTS com os diferentes sub-temas seleccionados. Por fim foram definidos os níveis de desempenho a atingir e as experiências de aprendizagem/actividades a proporcionar, assim como os materiais didáticos a conceber. Na planificação das experiências de aprendizagem foram contempladas metodologias de cariz CTS, nomeadamente trabalhos em pequenos grupos, debates, discussões, recolha, registo e análise de informação, resolução de problemas, visitas de estudo a estações de tratamento de águas de abastecimento (ETA) e residuais (ETAR).

No âmbito dessas metodologias, foi concebido e produzido um conjunto de materiais didáticos originais e direccionados especificamente para a exploração da temática seleccionada: dois filmes (ETA do Carvoeiro e ETAR de Cacia), duas apresentações animadas de PowerPoint (A Poluição e Água: Poupar hoje para não faltar amanhã); material para pesquisa em suporte papel (dossier Água) e digital (Web site: www.AlbVelhaNum1\AlbVelhaNum3\Aguaavidanumagota\index.htm); Caderno de Actividades do Aluno e, por fim, o Dossier do Investigador.

Os filmes e as apresentações de PowerPoint possibilitaram a vivência de experiências enriquecedoras e assumiram um papel relevante na motivação e promoção de debates e discussões.

O material para pesquisa, construído especificamente, permitiu ao aluno obter informação adequada ao seu desenvolvimento cognitivo. O Dossier em suporte de papel foi concebido para trabalhos em grupo. Cada grupo formado recebeu um dossier contendo informações e imagens preparadas para serem utilizadas na elaboração dos trabalhos. O Web site foi estruturado de forma a permitir ao aluno um acesso atractivo à informação direccionada para os sub-temas seleccionados.

O Caderno de Actividades do Aluno possibilitou o acesso a um conjunto de fichas diversificadas, tais como: de aplicação, de verificação, de estudo, de planificação e avaliação das visitas de estudo e dos trabalhos de grupo, de avaliação dos materiais e de auto-avaliação.

Por sua vez, o Dossier do Investigador desempenhou o papel de fio condutor de todo o trabalho desenvolvido no decorrer da concepção, aplicação e avaliação dos materiais. Este documento apresenta a identificação e planificação de cada actividade realizada pelos alunos, assim como a construção de uma fundamentação científica que permitiu o desenvolvimento das actividades com segurança e rigor.

O material didáctico produzido foi utilizado e avaliado por 12 alunos do 4º ano. Estes constituíam um grupo heterogéneo, verificando-se uma enorme diversidade em termos de desenvolvimento de competências, de níveis cognitivos, emocionais e comportamentais. Para além disso existia um número elevado de alunos com problemas divergentes que necessitavam de um apoio individualizado. Importa realçar que 50% dos alunos do 4º ano já haviam sido retidos em anos anteriores.

A realização de algumas actividades foi também condicionada e mesmo prejudicada pela carência de equipamentos tecnológicos. O número de computadores foi insuficiente (apenas dois) e o videoprojector existente no Agrupamento encontrava-se avariado.

Contudo, apesar destes condicionalismos, os resultados, obtidos através da observação directa das aulas, das avaliações e auto-avaliações dos alunos, ultrapassaram as expectativas. A diversidade de estratégias, o contacto com materiais aliciantes e a realização de visitas de estudo constituíram estímulos potenciadores de uma participação activa. Mesmo os alunos mais problemáticos mostraram-se interessados e, com algum apoio conseguiram superar dificuldades.

As visitas de estudo, a análise e registo do consumo de água das famílias dos alunos e a Assembleia de Turma foram as actividades consideradas mais interessantes pelos alunos. No outro extremo, os registos escritos de planificações (trabalhos em grupo, visitas de estudo) foram considerados actividades pouco interessantes.

A Figura 1 mostra um trabalho dos alunos, a ETA e a ETAR.



Figura 1 – Um trabalho de grupo, ETA e ETAR

Constatou-se que, no final da unidade os alunos reconheceram que o tratamento das águas de abastecimento e das águas residuais só é possível graças à mobilização de saberes científicos e tecnológicos. Foi ainda possível verificar que as crianças compreenderam que os problemas relativos à água afectam a sociedade e o ambiente e que elas podem ajudar a resolver esses problemas através da utilização racional da água no seu dia-a-dia.

3. Considerações finais

Através do trabalho desenvolvido e dos resultados obtidos reforçou-se a convicção de que é necessário mudar as práticas lectivas subjacentes ao ensino das ciências, nomeadamente a abordagem tradicional que ainda o caracteriza, de forma a melhorar a qualidade da educação nas escolas. Porém, no dia-a-dia, em

contexto de sala de aula, a carência de materiais didáticos adequados é, sem dúvida, um grande obstáculo à implementação de um ensino das Ciências de orientação CTS.

Neste contexto, e tal com refere Isabel Martins [5], “é importante conduzir projectos de investigação onde sejam concebidos, produzidos e validados materiais didáticos”.

Assim, considera-se que o conjunto de materiais construídos no âmbito do presente investigação pode contribuir para: auxiliar os professores na concretização do currículo, segundo uma perspectiva CTS, nomeadamente, na exploração da temática da água; sensibilizar o aluno para a necessidade de uma gestão sustentável dos recursos naturais assim como, estimular uma consciencialização ecológica apelando à mudança dos comportamentos e atitudes uma vez que, a participação individual é determinante para uma inversão significativa dos problemas relativos à água.

REFERÊNCIAS

- [1] Martins, T.V., Ferreira, J.P. e Martins, I.P., Chuvas Ácidas: uma proposta de acção para o 4º ano de escolaridade. In Fernandes, Margarida (Org.), Actas do 5º Congresso da Sociedade Portuguesa de Ciências da Educação, O particular e o global no virar do milénio: cruzar saberes em educação. Lisboa: Edições Colibri / Sociedade Portuguesa de Ciências da Educação, 475-480 (2002).
- [2] Silva, A.M., Gomes, D., Rocha, J.I., Rocha, A.I. e Martins, I.P., As Fibras Têxteis: Recursos didáticos de orientação CTS para o 1º Ciclo do Ensino Básico. In Martins, I.P., Paixão, F. e Vieira, R.M. (Orgs.). Perspectivas Ciência – Tecnologia – Sociedade na Inovação da Educação em Ciências. Aveiro: Universidade de Aveiro, 257-261 (2004).
- [3] Bybee, R.W., Science-Technology-Society in science curriculum: The police-practice gap. *Theory into Practice*, 30, 4, 294-302 (1991).
- [4] Aikenhead, G.S. The integration of STS into science education. *Theory into Practice*, 31, 1, 27-35, (1992).
- [5] Martins, I.P. Educação e Educação em Ciências. Aveiro: Universidade de Aveiro, (2002).

E13

O PRINCÍPIO DA AÇÃO E REAÇÃO E O TRABALHO NO ESPAÇO

Norma Teresinha de Oliveira Reis¹, Nilson Marcos Dias Garcia²

¹ Secretaria de Educação Básica do Ministério da Educação (MEC)

² Departamento Acadêmico de Física e Programa de Pós-Graduação em Tecnologia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)

normareis@mec.gov.br; nilson@cefetpr.br

RESUMO

Este trabalho explora resultados de uma pesquisa com alunos de uma escola pública de Ensino Fundamental, cujos objetivos foram motivar e utilizar elementos da exploração espacial para facilitar a compreensão de um princípio físico específico e contribuir para a disseminação de conhecimentos relacionados às atividades astronômicas. Doze alunos e dois professores participaram de um experimento que utilizou a metodologia hands-on na reconstrução do Princípio da Ação e Reação. Os resultados permitiram inferir que experimentos em educação espacial contribuem para consolidar o processo ensino/aprendizagem de conceitos em ciência, tecnologia e áreas correlatas em uma abordagem interdisciplinar, significativa e contextualizada.

1. A Exploração Espacial no Brasil e no mundo

O sonho de atingir os céus é um dos mais antigos da humanidade [1]. O seu domínio, entretanto, é um mérito do século XX, de forma que a Astronáutica consiste em uma das mais recentes ciências e práticas da história. Apesar de muito recente, muitos já são as implicações e benefícios, ou *spin-offs*, dela decorrentes, que incluem, segundo Haggerty [2], desenvolvimento de equipamentos de resgate, trajes especiais, próteses, purificadores de água, robótica, materiais supercondutores, fibra ótica e outras aplicações.

O Brasil conduz atividades espaciais desde a metade do século passado. Criou o Centro Técnico Aeroespacial (CTA) em 1954, o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) em 1971, e a Agência Espacial Brasileira (AEB), em 1994. Em 1993, colocou em órbita seu primeiro Satélite de Coleta de Dados (SCD-1), por meio do lançador americano Pegasus.⁴ [3]. Além disso, tem parceria com a China no desenvolvimento de satélites de sensoriamento remoto CBERS⁵ e está no Brasil o Centro de Lançamento de Alcântara (CLA), um dos mais favoráveis para lançamentos, por se encontrar bastante próximo dos equadores geográfico e magnético da Terra.

2. A educação espacial

Constituindo um recurso capaz de oferecer aos alunos uma compreensão integrada de fatos e fenômenos científicos e tecnológicos, a temática exploração espacial exerce fascínio entre eles, dada a singularidade de seu objeto de investigação. Contribui ainda com o ensino/aprendizagem de ciências, matemática e tecnologias [4].

⁴ Plataforma espacial é o termo genérico utilizado para designar qualquer dispositivo em órbita.

⁵ China-Brazil Earth Resources Satellite (Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres).

Atualmente, há uma vasta gama de programas e ações em educação espacial para educadores, crianças e jovens em todo o mundo. Como ilustração, pode ser citado o Programa Educacional da NASA⁶ [5], que alcança grande êxito na oferta de atividades e recursos para alunos e educadores de todos os níveis.

A par disso, dentre outras, existem iniciativas internacionais como a Semana Internacional do Espaço (<http://www.spaceweek.org>) e o Programa Globe, iniciativa da NASA que constitui um programa de educação científica hands-on destinado a alunos dos níveis fundamental e médio.

No Brasil, o Programa AEB Escola desenvolve atividades e eventos voltados à divulgação do Programa Espacial Brasileiro e tem o objetivo de motivar os jovens estudantes para a ciência e a tecnologia. Em outra iniciativa brasileira, em 2004 e 2005, o Ministério da Educação (MEC), em parceria com a Agência Espacial Brasileira (AEB), por ocasião da Semana Nacional de Ciência e Tecnologia, promoveu cursos em “Sensoriamento remoto – o uso de imagens de satélite como recurso didático no Ensino Médio”, em cinco capitais brasileiras, atingindo um grande número de professores.

3. Ação e reação e atividades astronáuticas

Pretendendo mostrar as dificuldades encontradas pelos astronautas em suas atividades no espaço devido à quase ausência de gravidade e a maneira como eles as superaram, foi desenvolvido um experimento em educação espacial em uma classe de quinta série (alunos com idade média de 11 anos) de uma escola pública de Ensino Fundamental da Região Metropolitana da cidade de Curitiba, capital de um estado brasileiro situado ao sul do país. A finalidade foi trabalhar elementos da Terceira Lei de Newton, estabelecendo uma conexão com o trabalho e a vida dos astronautas no espaço. Ele foi adaptado a partir de um livro de atividades da NASA, *Suited for Spacewalking* [7] e dividido em duas atividades.

Os materiais utilizados na primeira atividade foram os seguintes: a) uma cadeira giratória com rodinhas sem encosto e b) duas massas para as mãos (sacolas de areia) de cerca de dois quilogramas cada uma.

Inicialmente, os alunos foram acomodados em um círculo tendo a cadeira giratória no centro, sendo deixado o espaço central livre para a realização do experimento. O professor explicou que eles deveriam, sentados na cadeira, tentar se mover no interior do círculo, tanto em linha reta como em círculos, sem tocar os pés no chão nem se apoiar na parede. Para isso, eles deveriam produzir com o corpo movimentos que pudessem resultar em locomoção.



Na seqüência, os alunos receberam duas massas de dois quilogramas cada. Eles deveriam simular o arremesso dessas massas de diversas maneiras, de modo a obter movimento.

⁶ National Aeronautics and Space Administration (Administração Nacional de Aeronáutica e Espaço).

empurra o balão e este empurra o ar, simultaneamente.

Após a realização do experimento, cada aluno apresentou, mediante um instrumento de coleta de dados previamente elaborado, suas impressões acerca das atividades. Também foi gravada uma entrevista com uma aluna e com um professor da classe.

4. Resultados

Notou-se que os alunos, após algumas tentativas, perceberam que determinado movimento pendular das massas permitia o deslocamento em círculo. Apesar de ter sido abordada alguma noção sobre o Princípio da Ação e Reação, consideraram estranho o fato de que quando empurravam a parede, esta os estaria também empurrando na mesma direção, mas em sentido oposto, com uma força de igual intensidade. Verificou-se também que a maioria dos alunos não estavam familiarizados com a temática espacial.

Foi possível inferir que eles sentiram satisfação em realizar o experimento e puderam estabelecer uma relação com as atividades espaciais, demonstrando compreensão em vários níveis dos conceitos físicos envolvidos. Da amostra pesquisada, metade dos alunos forneceram explicação razoável para o Princípio da Ação e Reação, ou seja, explicações espontâneas dedutivas relacionadas à percepção sensorial e à visualização, como na atividade do balão.

Outros dados obtidos a partir da tabulação e análise do instrumento de coleta de dados aplicado ao final indicaram que 75% dos alunos afirmaram que a atividade foi viável e de fácil realização; 75% deles também afirmaram que o experimento auxiliou na compreensão do princípio estudado e, desse número, 16% justificaram sua resposta.

Nesse mesmo instrumento, os estudantes registraram suas impressões sobre o experimento: “foi bom”; “porque você só precisava dar o impulso”; “você só precisa lançar as massas para trás e daí você tem o impulso” e relataram o que mais gostaram ao que eles responderam: “empurrar a cadeira”; “jogar as massas para frente e para trás”; “soltar e explodir o balão”. Por outro lado, quando explicitaram o que menos gostaram na atividade, eles se referiram aos momentos de empurrar os objetos.

O relato da aluna entrevistada confirmou que sua maior dificuldade consistiu em se mover pelo impulso das massas. Ela afirmou que nunca havia estudado o tema exploração espacial na escola, mas considerava o assunto importante e interessante.

De acordo com o professor entrevistado, algumas das dificuldades sentidas pelos alunos na realização do experimento relacionavam-se com a questão da coordenação motora entre os braços e o corpo. Ele também considerou que o Brasil tem muito a realizar no que se refere à temática espacial em sala de aula e que os alunos muitas vezes não têm a oportunidade de pensar para além de sua realidade imediata.

5. Conclusões

Atividades em educação espacial podem se caracterizar como experiências ricas em significados e que contribuem para o processo ensino/aprendizagem de conteúdos de ciência, tecnologia e disciplinas afins.

O experimento realizado privilegiou a ludicidade e a interatividade, o que motivou o estudo e a participação ativa dos alunos, possibilitando que o Princípio da Ação e Reação fosse reconstruído, vivenciado e que houvesse boa receptividade.

A opção de realizar experimento associado à Astronáutica, além de facilitar a assimilação de tal Princípio, favoreceu uma discussão de aspectos ligados à exploração espacial. Notou-se que a temática espacial, embora ocasionasse estranheza em princípio, exerceu fascínio sobre os alunos, que tomaram conhecimento da existência do trabalho do astronauta. Finalmente, esse experimento contribuiu na desmistificação das carreiras espaciais.

6. Agradecimentos

Os autores agradecem à leitura crítica e as sugestões apresentadas pelo Professor Pedro Sérgio Baldessar, da Universidade Federal Tecnológica do Paraná (UTFPR).

REFERÊNCIAS

- [1] Azevedo R. Na Era da Astronáutica. São Paulo: Editora do Brasil; 1969.
- [2] Haggerty J.J. Spinoff 1995. Washington: NASA, Office of Space and Access and Technology; 1995.
- [3] Oliveira F. O Brasil chega ao Espaço: SCD-1 - Satélite de coleta de dados. São Paulo: Proposta Editorial; 1996.
- [4] Reis N.T.O., Garcia N.M.D. O Princípio de Ação e Reação em uma Abordagem Astronáutica: Uma Proposta de Trabalho em Educação Espacial. In: Nardi R., Borges O.N., orgs. Atas do V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências; 2005, Nov 28-Dez 3; Bauru, Brasil. Bauru: ABRAPEC; 2005.
- [5] NASA. Education Division. NASA's Education Program. Washington: NASA, Education Division; 1993.
- [6] NASA. Education Division. Suited for Spacewalking: a teacher's guide with activities. Washington: NASA, Education Division; 1992.

E15

A ASTRONOMIA ENQUANTO ACTIVIDADE INTERDISCIPLINAR E INTERESCOLAR – DOIS PROJECTOS EXPERIMENTAIS

A. Ramos¹, E. Ramos¹, V. Bonifácio²

¹ Alunas finalistas do curso de Ensino de Física e Química da Universidade de Aveiro

² Departamento de Física da Universidade de Aveiro

pramos.ana@hotmail.com, eunice-pramos@hotmail.com, yb@ua.pt

RESUMO

A Astronomia é uma disciplina presente nos currículos escolares de diferentes ciclos de ensino. Fenómenos astronómicos simples como a sucessão e duração das estações do ano ou o movimento diurno aparente do Sol são, por vezes, abordados na ausência de um processo de observação, tão proveitosamente utilizado pelos nossos antepassados. Neste trabalho focamo-nos, assim, em dois projectos experimentais: a observação/registo fotográfico da localização do ocaso do Sol e a determinação do diâmetro da Terra pelo método de Eratóstenes.

Pretendeu-se estabelecer a cooperação entre diversas áreas do saber e entre diferentes estabelecimentos educativos. A análise dos dados obtidos permite o abandono de ideias erradas que possam ter sido interiorizadas, contribuindo assim para uma melhor aprendizagem, compreensão e conhecimento do lugar onde vivemos.

1. O processo de observação no ensino da Astronomia

Os nossos antepassados recorriam à observação de fenómenos astronómicos para recolher informações que utilizavam para fins tão diversos como a agricultura, orientação e a navegação marítima, entre outros. Em contexto escolar é possível tirar proveito da observação para a exploração e compreensão de conteúdos de Astronomia.

2. Determinação do raio da Terra pelo método de Eratóstenes

2.1. Descrição do método de Eratóstenes

Para determinar o raio da Terra utilizando o método basta escolher dois lugares diferentes, A e B, à superfície localizados no mesmo meridiano. Conhecendo o do arco s correspondente à distância entre A e B e ângulo no centro da Terra entre os dois lugares ($\beta_B - \beta_A$), para a situação ilustrada na Fig.1, o valor do raio da expressão:

$$r_{Terra} = \frac{s}{\beta_A - \beta_B} \quad (1)$$

Para conhecer o ângulo ao centro da Terra basta colocar varas de altura conhecida, na vertical nos locais A e B. Como os raios solares que incidem na superfície da Terra são paralelos, as varas vão exibir sombras cujo comprimento pode ser medido. A relação entre a altura de cada vara e o comprimento da

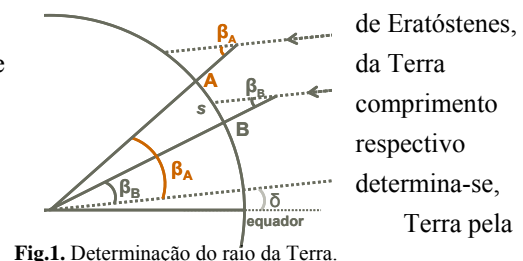
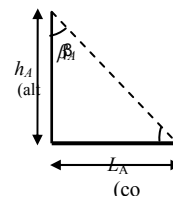


Fig.1. Determinação do raio da Terra.

sua sombra ao meio-dia solar, permite calcular o ângulo que os raios fazem com a vertical em cada lugar, β_A e β_B (ver Fig.2). Esta relação é traduzida pela expressão

$$\beta_A = 90 - \arctan\left(\frac{h_A}{L_A}\right).$$

A determinação rigorosa destes ângulos implica o acompanhamento da evolução da sombra, em cada lugar, intervalo de tempo que inclua o meio-dia solar. A representação dos dados experimentais permite determinar o instante em que ocorreu o meio-dia solar no dia da medição e o respectivo comprimento da



durante um gráfica dos ocorreu o meio-

Fig.2. Representação da vara e da sua sombra.

2.2. A experiência de Eratóstenes

Eratóstenes, no século III a.C., escolhe Alexandria, A, e Siena, B, para determinar o perímetro da Terra, assumindo que estes dois lugares se encontravam no mesmo meridiano. Eratóstenes tinha conhecimento que no dia do solstício de Verão, ao meio-dia solar, os raios solares incidiam perpendicularmente à superfície terrestre em Siena, de modo que, os objectos nesse instante não exibiam sombra. Colocando uma vara segundo a vertical em Alexandria[1], ao meio-dia solar, esta exibiria sombra. Relacionando a altura da vara com o comprimento da sua sombra nesse instante era possível determinar o ângulo que os raios solares faziam com a vertical em Alexandria. Era assim sabido o ângulo ao centro da Terra que correspondia ao arco cujo comprimento era igual à distância s entre os dois lugares.

2.3. Realização da experiência de Eratóstenes em Portugal Continental

Conhecido o método de Eratóstenes, levantou-se a questão se seria possível utilizá-lo em Portugal Continental e em contexto escolar, com a colaboração de diferentes escolas do Território nacional.

A partir da análise do método chegámos à conclusão que seria necessário controlar algumas variáveis, tais como: o comprimento das varas e a altura do ano em que se iriam efectuar as medições, no sentido de minimizar o erro associado à indefinição da fronteira da sombra. Decidir o método a utilizar na determinação da distância entre os dois lugares e averiguar se a diferença de latitudes era suficiente para a obtenção de um resultado tendo em conta os erros associados às medições da altura da vara e do comprimento da sombra.

Escolheram-se as localizações Aveiro e Alvor para se estudar a possível realização desta actividade, uma vez que têm longitudes próximas e possibilitam aproximadamente a maior diferença de latitude entre Aveiro e qualquer outra localização em território nacional. Fez-se uma previsão analítica do resultado final que incluiu o estudo da contribuição dos erros associados a esta determinação. Chegou-se à conclusão que o erro relativo cometido não ultrapassaria os 10% e dependia essencialmente das incertezas associadas à determinação dos ângulos.

Após este estudo, partiu-se para a realização do teste.

O valor determinado para o ângulo no centro da Terra entre Aveiro e Alvor, a partir dos dados experimentais, foi $3,47 \pm 0,28^\circ$. Recorrendo a um mapa, a distância, s , entre os dois lugares é $387,0 \pm 0,6$ km. Utilizando estes resultados, o valor obtido experimentalmente para o raio da Terra foi $6\,400 \pm 420$ km, com uma incerteza relativa de 8%.

2.4. Realização da experiência de Eratóstenes em contexto escolar

A concretização desta actividade envolveu a participação de 7.º ano da Escola Secundária José Estêvão de Aveiro e do 11.º Secundária Gil Eanes de Lagos.

As medições em Aveiro foram feitas na alameda da usando como varas os candeeiros espalhados nessa zona. Em também um candeeiro que se encontrava no átrio da Escola. O material é simples, barato e de fácil aquisição: fita métrica, fio- “pedrinhas” para marcar a sombra, tampa (ver Fig.3 e 4).



Fig. 4. Braçadeira com tampa colocada num candeeiro.



Fig.3. Candeeiros na alameda da Universidade de Aveiro.

dos alunos do ano da Escola

Universidade, Lagos usou-se restante de-prumo, braçadeira com

actividade em

Como os alunos que participaram na

Aveiro não possuíam conhecimentos de trigonometria, a determinação do raio da Terra poderia ser feita através da relação entre os ângulos de triângulos

semelhantes. Os alunos teriam de desenhar um triângulo semelhante ao formado pela altura da “vara” e comprimento mínimo da sombra e com um transferidor medir o ângulo que os raios solares faziam com a vertical.

Esta experiência permite ainda explorar outros conteúdos programáticos, nomeadamente: identificar os pontos cardeais através da direcção e comprimento da sombra, estudar o movimento aparente do Sol, compreender a evolução da sombra ao longo do dia e do seu comprimento de dia para dia e explorar o sistema de coordenadas horizontais.

2.5. O resultado de Eratóstenes

Por vezes, em alguns manuais, tópicos de Astronomia são apresentados de uma forma simplificada. Um bom exemplo é o resultado obtido por Eratóstenes ao qual se atribui, por vezes, uma precisão injustificada. Uma vez que o registo original de Eratóstenes se perdeu, toda a informação que se conhece sobre a sua experiência provém de fontes secundárias. Na tabela 1 encontram-se os valores da distância entre as duas cidades e do perímetro da Terra, em estádios, indicados por diferentes autores.

Tabela 1: Valor da distância entre as duas cidades e perímetro da Terra (em estádios)

Autor	Ângulo	Distância (estádios)	Perímetro (estádios)
Cleomedes[2]	1/50	5 000	250 000
Plínio[3]	-	-	252 000
Estrabão[4]	-	~ 5 000	252 000

Apesar dos valores de perímetro da Terra não serem muito diferentes, o desconhecimento do valor de estádio usado por Eratóstenes tem um papel importante na exactidão do valor determinado. Assim, utilizando os diferentes valores de estádio para determinar o raio da Terra, verifica-se (tabela 2) que os resultados diferem bastante.

Tabela 2: Resultados do raio da Terra obtidos para diferentes valores de estádio.

Autor	Estádio (m)	Raio da Terra calculado (km)	Incerteza relativa (raio polar [5]) (%)
Plínio [3]	157,5	6 267	-1,4
Gulbekian [6]	166,7	6 686	5,2
Encyclopædia Britannica [1]	185	7 361	15,8

Para além deste problema, o facto das duas cidades não se encontrarem sob o mesmo meridiano introduz, na determinação da distância, um erro de 7%. Pinotsis [7] descreve outros factores não tidos em consideração pelo método de Eratóstenes como a forma geóide da Terra, a refacção atmosférica, a rotação da Terra e o facto de Siena não se encontrar exactamente no Trópico de Câncer.

Por outro lado Eratóstenes não terá sido o primeiro a determinar o valor do perímetro da Terra. Heath [2] refere que outros, antes de Eratóstenes, o terão feito usando um método semelhante mas recorrendo à observação da altura das constelações.

É, por isso, aconselhado algum cuidado na descrição de experiências como a de Eratóstenes sendo importante fazer-se sempre referência às fontes consultadas.

3. Estudo da posição do Sol no ocaso

Outra situação em que por vezes se apresentam simplificações erradas prende-se com a posição do nascimento e ocaso do Sol. Uma vez que este acontecimento é facilmente observável, pode constituir um ótimo recurso para o ensino.

A realização desta actividade pode ser um auxílio para compreender o movimento aparente do Sol, a relação entre a posição do Sol em diferentes instantes do dia e a direcção dos pontos cardeais, a sucessão e duração das estações do ano e ainda reconhecer a importância da inclinação do eixo de rotação da Terra para a nossa vida. A construção de um calendário pode ser útil para verificar que as estações do ano têm diferente duração e assim constatar que a órbita da Terra não pode ser circular.

Este estudo implica a recolha de fotografias do pôr-do-sol. Para isso é necessário ter alguns cuidados, nomeadamente, escolher um local com pontos de referência mas que não impeça a observação do Sol no ocaso; fotografar no instante em que se observa o Sol no horizonte, sempre do mesmo local e de preferência semanalmente e nos dias correspondentes aos solstícios e equinócios.

Estes registos permitem verificar que a localização do ocaso do Sol varia de dia para dia (ver Fig.5-8). Nos solstícios de Inverno e de Verão pode observar-se o Sol a pôr-se mais a Sul ou mais a Norte, respectivamente, relativamente à posição ocupada nos equinócios, que corresponde à direcção do ponto cardinal Oeste.



Fig. 5: 26 de Setembro 2005



Fig. 6: 21 de Dezembro de 2005 (Solstício de Inverno)



Fig. 7: 1 de Março de 2006



Fig. 8: 20 de Junho de 2006

4. Conclusão

Estes dois projectos são exemplos de actividades de fácil execução e baixo orçamento, adequando-se por isso à realidade escolar. Um fenómeno tão frequente como o movimento aparente do Sol transforma-se numa ferramenta de ensino eficaz e clarificadora de conceitos. Estabelece-se assim uma interessante e importante parceria entre a riqueza de exploração de conteúdos e compreensão destes por parte dos alunos.

5. Agradecimentos

Professora Guadalupe Jácome, Professor Carlos Duarte, Professora Guida Bastos.

REFERÊNCIAS

- [1] The New Encyclopædia Britannica (Vol. 17) 15th Edition,571. Encyclopædia Britannica (1993).
- [2] Heath, T., A History of Greek Mathematics (Vol.2), 107. Dover (1981).
- [3] Pline, Histoire Naturelle (Livre II), 111- 112. Les Belles Artes (1950-19).
- [4] Strabo, The Geography of Strabo (Books I-II), 437. Loeb Classical Library (1989).
- [5] McGraw-Hill Encyclopedia of Science & Technology (Volume 4), 362. McGraw-Hill (1977).
- [6] Gulbekian, E. Archive History of Exact Sciences, Vol. 37, n.º4, 362,363. (1987). “The Origin and Value of the Stadion Unit used by Eratosthenes in the Third Century B.C. ”
- [7] Pinotsis, A. Journal of Astronomical History and Heritage, 9(1), 57-63, (2006). “The significance and errors of Eratosthenes’s method for the measurement of the size and shape of the Earth’s surface”.

E16

ASSUNTOS ESCOLARES DE FÍSICA E PROCESSO PRODUTIVO INDUSTRIAL

Nilson Marcos Dias Garcia⁷

Departamento Acadêmico de Física e Programa de Pós Graduação em Tecnologia da
Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Brasil
nilson@cefetpr.br

RESUMO

Apresenta resultados de pesquisa realizada com trabalhadores que visou identificar assuntos escolares de Física presentes na linha de produção de indústrias. As informações foram obtidas através de questionários, entrevistas semi estruturadas e observação do processo produtivo da indústria. Os assuntos escolares indicados formaram quatro grupos: aqueles que foram ensinados na escola e que são percebidos pelos trabalhadores; os que não foram ensinados na escola mas que são identificados pelos trabalhadores; os que foram ensinados na escola mas que os trabalhadores não os percebem e assuntos ensinados na escola mas que não estão presentes nas atividades dos trabalhadores.

1. Introdução

Com o advento da chamada Terceira Revolução Industrial, caracterizada pela incorporação de um sem número de descobertas científicas e de inovações nas formas de gestão no sistema produtivo, tem sido observada uma tendência de mudança nos paradigmas da produção industrial e, sob certos aspectos, de superação daqueles característicos do fordismo.

Se num processo produtivo de concepção fordista, [1][2][3], exige-se do trabalhador força e habilidade para operar as máquinas, na produção flexível há intensificação de novas tecnologias de base microeletrônica incorporadas à produção industrial e as exigências passam pela escolarização e pelo desenvolvimento de novas habilidades.

Essa tendência de aumento da necessidade de novos conhecimentos tem influenciado significativamente a forma com que os trabalhadores vêem a importância da escolarização e do conhecimento, confirmando as descrições feitas pelos pesquisadores das relações entre a Educação e Trabalho, tais como Saviani [4], Assis [2], Frigotto [5] e [6], Shiroma [7], Kuenzer [8] e Moraes e Ferretti [3].

Entretanto, apesar de estarmos presenciando uma significativa participação da ciência na produção tecnológica, principalmente nas últimas décadas do último século, e da Física ser uma das ciências que proporciona uma razoável sustentação a esse desenvolvimento, a sua contribuição como disciplina escolar não tem acompanhado essas exigências.

Por essas razões, e na expectativa de contribuir para o avanço da interação entre o saber escolar e o saber tecnológico, realizou-se pesquisa que buscou identificar conhecimentos de Física que podem estar presentes no processo produtivo industrial, haja vista o sem número de elementos de alta tecnologia que podem estar incorporados às máquinas e equipamentos envolvidos na produção de bens pela indústria.

2. A pesquisa

A pesquisa em questão⁸ teve o intuito principal de identificar os assuntos escolares de Física presentes no processo produtivo investigado, assim como a forma pela qual os trabalhadores pesquisados a eles tiveram acesso, quer seja por meio da escola ou no interior da Empresa investigada.

⁷ Com apoio do CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – Brasil)

Durante a pesquisa de campo, o parque industrial da Empresa foi visitado por diversas vezes, foram aplicados questionários e realizadas entrevistas com alguns de seus funcionários, selecionados de forma a contemplar diversos graus hierárquicos da indústria. Assim, além dos **funcionários do Serviço de Recrutamento de Pessoas** e dos **gerentes**, que expressam ou representam as posições da Empresa, participaram também **supervisores** e **técnicos**, que exercem uma função de intermediação entre os interesses da Empresa e os trabalhadores, e os **funcionários da manutenção** e **operadores de máquinas**, que atuam na produção propriamente dita, totalizando trinta e sete funcionários participantes da pesquisa.

3. Os assuntos de Física

As análises permitiram verificar como os funcionários da Empresa pesquisada percebem a presença de assuntos de Física em suas atividades profissionais. Para efeitos de organização dos resultados, os assuntos identificados foram classificados em quatro grupos:

primeiro grupo: aqueles usualmente propostos para serem desenvolvidos no Ensino Médio e que foram identificados como presentes nas atividades profissionais;

segundo grupo: aqueles que foram lembrados pelos participantes da pesquisa, mas não são usualmente previstos para serem desenvolvidos no Ensino Médio;

terceiro grupo: aqueles que são propostos para serem desenvolvidos no Ensino Médio, estão presentes nas atividades profissionais dos participantes, mas não são por eles identificados, e

quarto grupo: aqueles que são propostos para serem desenvolvidos no Ensino Médio mas não estão presentes nas atividades profissionais dos participantes.

3.1 Assuntos do primeiro grupo

Os assuntos do **primeiro grupo**, foram os que, no contexto da disciplina escolar (Física) podem ser considerados básicos. Em sua grande maioria, descrevem aspectos macroscópicos da natureza. A respeito deles podemos dizer que são apresentados, na maior parte dos livros didáticos de Física para serem desenvolvidos sem procurar estabelecer relações significativas entre os conceitos e suas aplicações. Além disso, sua posição na maior parte desses livros, em geral nos primeiros capítulos⁹, aliada ao fato de que não envolvem muita complexidade no seu desenvolvimento, possibilita que eles sejam ministrados, usualmente, tanto em cursos regulares como supletivos. Em outras palavras, pode-se supor que "todos os alunos vêm esses assuntos na escola".

Além disso, assim como os assuntos anteriormente citados estão presentes no ambiente escolar, os aspectos físicos a eles associados também estão presentes no processo produtivo industrial, tanto da Empresa investigada quanto de outras indústrias.

Portanto, os assuntos indicados, basicamente os conteúdos de Mecânica, Termologia e Eletricidade, correspondem àqueles que fazem parte da produção industrial e que estavam sendo vivenciados pelos participantes da pesquisa.

3.2 Assuntos do segundo grupo

O mesmo não acontece, entretanto, com o **segundo grupo** de assuntos. É possível inferir que, para muitos respondentes, o acesso a eles aconteceu no interior da própria fábrica, com pouca participação da escola.

⁸ A continuidade da pesquisa, com o apoio do CNPq, está em fase de conclusão e está sendo desenvolvida junto a outras duas indústrias de Curitiba.

⁹ Essa informação foi obtida pela análise dos livros didáticos brasileiros usualmente adotados para o Ensino Médio e da forma de abordagem normalmente proposta.

Conforme se verificou, esse assuntos são estreitamente ligados à atividade profissional mais específica dos funcionários. Não são aqueles anteriormente considerados básicos, já que a maior parte dos livros didáticos brasileiros atuais, fonte principal de referência do que é proposto para ser ministrado nas aulas, não os traz como assuntos escolares. Estão, entretanto, presentes em manuais técnicos, em livros especializados voltados para cursos técnicos e de engenharia, assim como em livros mais antigos de Física.

O fato desses assuntos terem sido considerados como conhecimentos de Física, inclusive por parte de entrevistados que a eles não tiveram acesso enquanto alunos da escola formal, é um indicativo de que há, nos processos produtivos industriais, um conjunto significativo de conhecimentos de Física, reconhecidos como tais pelos trabalhadores, mas que não têm sido tomados como assuntos a serem ensinados nas escolas.

Dentre os assuntos lembrados mas usualmente não propostas na escola podem ser citados: análise dimensional, ferramentas e mecanismos, pneumática, termopar, isolamento térmico, vibrações, diodos e radiações.

3.3 Assuntos do terceiro grupo

Os assuntos escolares relacionados no **terceiro grupo** são propostos para o Ensino Médio, estão presentes nas atividades profissionais dos participantes mas não foram por eles identificados. Apesar de serem característicos do parque industrial e do processo de produção da Empresa passaram despercebidos da maior parcela dos participantes, como se deles estivessem ocultos, quer seja por estarem invisíveis aos olhos, por estarem no interior das máquinas ou de algum dispositivo, quer seja por estarem invisíveis ao entendimento por falta de conhecimento.

Os dados da pesquisa permitiram verificar, entretanto, que essa "invisibilidade" foi rompida, em princípio, por funcionários que atendiam a duas condições: um certo grau de escolaridade e uma grande experiência no trato com as máquinas da Empresa.

Os assuntos em questão ocupam uma posição quase que oposta à daqueles integrantes do **primeiro grupo**, sendo deixados para serem abordados nos finais do período letivo, o que pode implicar em sua simples supressão por falta de tempo.

Além disso, nesse mesmo grupo, há assuntos que nem são propostos nos livros didáticos, incluindo-se aí os mais contemporâneos, relacionados com os avanços mais recentes da ciência, inclusive alguns daqueles que determinaram os progressos tecnológicos atuais e que contribuíram para a chamada Terceira Revolução Industrial, tais como diodos, transistores, fibras óticas, células fotoelétricas, por exemplo.

3.4 Assuntos do quarto grupo

Finalmente, com relação aos assuntos do **quarto grupo**, observa-se que eles não estão presentes nas atividades produtivas da Empresa e também não foram indicados pelos participantes da pesquisa.

Dentre esses assuntos foram identificados, por exemplo, ótica geométrica, quantidade de movimento, magnetismo, ondulatória, vetores, gravitação universal. A sua identificação, segundo alguns participantes da pesquisa se deu por se tratar de assuntos que, mesmo não sendo identificados no processo produtivo, são necessários à continuidade dos estudos.

4. Considerações Finais

Sintetizando as observações realizadas durante o processo de investigação, pode-se constatar que:

- foram mais lembrados os assuntos de Física usualmente mais trabalhados em sala de aula;
- de uma maneira geral, os assuntos presentes no processo produtivo mas não identificados pelos participantes da pesquisa coincidem com aqueles usualmente não trabalhados na escola, e

- os funcionários também aprendem a respeito de Física na própria Empresa.

REFERÊNCIAS

- [1] HIRATA, Helena. Da polarização das qualificações ao modelo da competência. In: FERRETTI, Celso, ZIBAS, D., MADEIRA, F. e FRANCO, M.L. (orgs.) **Novas Tecnologias, Trabalho e Educação - um debate multidisciplinar**. p. 128 a 142. Petrópolis, RJ, Vozes, 1994.
- [2] ASSIS, Marisa de. A educação e a formação profissional na encruzilhada das velhas e novas tecnologias. In: FERRETTI, Celso, ZIBAS, D., MADEIRA, F. e FRANCO, M.L. (orgs.) **Novas Tecnologias, Trabalho e Educação - um debate multidisciplinar**. Petrópolis, RJ, Vozes. 1994.
- [3] MORAES, Carmen Sylvia V. e FERRETTI, Celso João (coords.) **Diagnóstico da formação profissional, ramo metalúrgico**. São Paulo, Artchip, 1999.
- [4] SAVIANI, Dermeval. (1994) O trabalho como princípio educativo frente às novas tecnologias. In: FERRETTI, Celso, ZIBAS, D., MADEIRA, F. e FRANCO, M.L. (orgs.) **Novas Tecnologias, Trabalho e Educação - um debate multidisciplinar**. p. 151 a 168. Petrópolis, RJ, Vozes, 1994.
- [5] FRIGOTTO, Gaudêncio. Educação, crise do trabalho assalariado e do desenvolvimento: teorias em conflito. In: FRIGOTTO, Gaudêncio (org.) **Educação e crise do trabalho: perspectivas de final de século**. p. 25 a 54. Petrópolis, RJ, Vozes, 1998a.
- [6] FRIGOTTO, Gaudêncio. A educação e formação técnico-profissional frente à globalização. In: SILVA, L. H. (org.) **A escola cidadã no contexto da globalização**. p. 218 a 238. Petrópolis, RJ, Vozes, 1998b.
- [7] SHIROMA, Eneida Oto. Da competitividade para a empregabilidade: razões para o deslocamento do discurso. In LIMA FILHO, Domingos Leite (org.) **Educação Profissional, tendências e desafios. Documento final do II Seminário sobre a reforma do ensino profissional**. Curitiba, Sindocefet-PR, 1999.
- [8] KUENZER, Acácia. Educação profissional: categorias para uma nova pedagogia do trabalho. **Boletim Técnico do SENAC**. RJ. v. 25, n.2, maio/ago, 1999.

E17

PROMOÇÃO DA QUALIDADE DAS PRÁTICAS DOS PROFESSORES DE FÍSICA

Ana Edite Cunha¹, J. Bernardino Lopes²

¹ Dep. de Ciências Físicas e Naturais da Escola Secundária S. Pedro, 5000-455 Vila Real

² Dep. Física da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, 5001-801 Vila Real

anaeditel@sapo.pt; bloopes@utad.pt

RESUMO

Este estudo centra-se nas práticas de professores de física na sala de aula. Em particular, pretende-se abordar as questões: De que forma se relacionam o currículo preconizado e o currículo posto em acção pelos professores? Que aspectos do currículo em acção podem ser trabalhados para que haja incrementos de qualidade na aprendizagem dos alunos? Os dados foram obtidos por entrevista, observação de aulas a partir dos relatos da análise das aulas, feita pelos próprios professores do estudo. Os resultados apontam para diferenças importantes entre o currículo posto em acção pelos professores e o currículo que dizem fazer.

1. Introdução

As práticas lectivas, utilizadas em sala de aula por professores de Física-Química são mal conhecidas e os estudos mais profundos que existem sobre este assunto ficam por um determinado tipo de aulas (por exemplo trabalho experimental, [1]). Existem outros trabalhos que estudam as práticas lectivas de professores de Ciências [2], através de planificações dos professores. Todavia estudos anteriores [3] verificaram que nem sempre existiu uma correspondência directa entre o planificado anteriormente pelos professores e a real prática lectiva utilizada em sala de aula. O trabalho objecto desta comunicação vem no seguimento de um trabalho empírico, apresentado anteriormente [4], sobre o tipo de actividades lectivas que os professores de Física-Química utilizam ao longo de várias aulas em sala de aula para ensinar Física aos seus alunos. Sabe-se, no entanto, que as práticas lectivas têm subjacente um modelo de ensino, mais ou menos consciente para os professores, o qual pode traduzir-se por certos padrões das práticas lectivas [5].

A problemática deste estudo organiza-se em torno do currículo real em aulas de Física, tendo como base as seguintes questões de investigação:

- De que forma se relacionam o currículo que os professores dizem fazer com o currículo por eles posto em acção?
- Que aspectos do currículo em acção podem ser trabalhados para que haja incrementos de qualidade na aprendizagem dos alunos?

Este trabalho tem como objectivo contribuir para um melhor conhecimento das práticas lectivas de professores de Física-Química em aulas de Física e respectivos padrões. Em particular, visa promover a qualidade das práticas dos professores de Física.

2. Descrição do estudo

O estudo empírico envolveu três professores de Física de três escolas do Norte de Portugal a leccionarem 10º e 11º de escolaridade. Os dados foram obtidos por entrevista, observação de aulas a partir dos relatos

da análise das aulas, feita pelos próprios professores do estudo. A entrevista foi conduzida para averiguar o que os professores dizem fazer nas aulas. A entrevista foi mais extensa e para este estudo foram apenas analisadas as respostas de uma pergunta:

“Com base no último mês de aulas de 10º (11º ano) (tenta lembrar-te dos sumários, actividades, etc..), podes fazer-me uma descrição sintética do modo como a disciplina de Física é leccionada por ti, no teu dia-a-dia?”

Fez-se também a observação de 3 aulas por professor ao longo de um dado tema de um determinado ano de escolaridade (10º ou 11º ano) desses três professores. Obtiveram-se diversos registos (de gravações e de apontamentos dos alunos) com o propósito de as analisar podendo comparar os que os professores fazem (currículo em acção) com aquilo que os professores dizem fazer (currículo percebido). Também e em conjunto com os três professores foram feitas as discussões das aulas e feitos os registos dessas discussões. As discussões das aulas tiveram por intuito identificar os aspectos do currículo em acção que mais facilmente podem ser trabalhados e modificados para contribuir para um incremento da qualidade da aprendizagem.

As actividades de ensino foram categorizadas segundo quatro dimensões de análise. As dimensões de análise construídas com base em De Pro Bueno [2] e Lopes [5] são as seguintes: Exposição/Explicação, Interacção, Tarefa e Situações Físicas.

Exposição/Explicação (E) – Tipo de actividades de ensino que estão centradas no discurso do professor independentemente dos meios técnicos utilizados (ex.: sínteses escritas no quadro ou ditadas, sínteses orais, explicação da resolução de exercícios no quadro, exposição oral)

Interacção (I)– Tipo de actividades de ensino em que há interacção verbal entre professor e alunos (ex.: resposta a dúvidas, discussão, questionamento à turma ou a um aluno individualmente, etc.)

Tarefa (T) – Tipo de actividades de ensino em que o aluno está envolvido na execução, de forma relativamente autónoma, de uma tarefa proposta pelo professor (ex.: resolução de exercícios, execução de experiências, formulação de problemas, análise de situações físicas, etc.).

Situações Físicas (S) - Tipo de actividades de ensino em que é utilizada como referência uma situação física (ex.: apresentar, abordar ou referir fenómenos, objectos ou ocorrências, fornecendo informação chamando a atenção para pormenores relacionados com a Física).

A partir das respostas à questão da entrevista elaborou-se uma tabela onde se expressa o que os professores do estudo dizem fazer. A partir dos registos escritos e ou áudio e das anotações feitas elaborou-se outra tabela onde se sintetiza o que na realidade os professores fazem. Na tabela identificam-se as sequências de tipos de actividades de ensino de cada tema de análise. Seguidamente compararam-se os resultados de cada uma destas tabelas e identificaram-se as semelhanças e diferenças dos currículos percebido e em acção. Para complementar esta análise e com vista a uma promoção da qualidade das práticas dos professores fizeram-se registos de discussões das aulas.

3. Resultados

Estabelecendo uma comparação entre os resultados referentes ao currículo percebido e os resultados do currículo em acção notam-se algumas diferenças. Assim, para o caso do professor A que afirmou dar aulas com carteiras alinhadas ou em laboratório, que usa frequentemente exposição/discussão (aluno/aluno e aluno/professor), pequenas pesquisas e trabalho experimental com vista a dar informação e conceitos para a aprendizagem dos alunos. Na prática de sala de aula este professor faz exposição através

de sucessivas perguntas dirigidas à turma ou ao aluno, não se identificando interação no sentido definido acima. O trabalho experimental efectuado foi apenas de demonstrações feitas pelo professor para a turma não permitindo assim que o aluno participe activamente na aula. O professor B também afirmou inicialmente que as suas aulas seriam realizadas preferencialmente com grupos de 3 alunos e dando-lhes tarefas. No entanto, as suas aulas consistiram em aula expositiva, de resolução de exercícios com orientação da professora e apenas uma aula experimental sem protocolo com orientação da professora (quando em entrevista disse realizar trabalho experimental com uso de protocolos). O professor C afirmou dar aulas em salas com os alunos U, mas estas aulas foram realizadas num anfiteatro onde os alunos estavam em cadeiras seguidas numa fila à frente. Embora tivesse dito que o modo de ensino mais usual é o da discussão professor/aluno e aluno/aluno, o que aconteceu na realidade, já o facto de ter afirmado usar resolução de problemas e trabalho experimental associado aqui nestas três aulas não foi tão evidente assim. No entanto, coloca bastantes tarefas aos alunos como disse fazer.

Das discussões das aulas pode-se depreender que os três professores em causa reflectiram sobre as suas práticas e são de opinião de que devem alterar a sua actuação em sala de aula nos seguintes aspectos:

- Colocar mais tarefas aos alunos de modo a desenvolverem nos e com os alunos as competências.
- Deve haver cada vez mais trabalho experimental, aplicando também a resolução de problemas mas onde os alunos devem “mexer”, manipular o material e descobrir por si próprios o fundamento e a execução do mesmo e envolverem-se mais em termos cognitivos e manipulativos.
- Trabalhar com os alunos em grupo ou forma de U é uma disposição mais adequada para a interação dos alunos entre si e o professor.
- Devem-se explorar as concepções alternativas dos alunos.

4. Discussão e Conclusões

As características da prática lectiva permitem concluir que o ensino praticado não cria condições para os alunos reflectirem, nem realizarem tarefas que sejam enriquecedoras e formativas.

Existem diferenças entre o currículo percebido e o currículo em acção o que revela haver constrangimentos desde o que os professores pensam e dizem que fazem até ao que fazem na realidade.

Os professores deste estudo identificaram os aspectos do currículo em acção mais fáceis de trabalhar com vista a uma boa promoção da qualidade das práticas dos professores como sendo: (i) A colocação de tarefas aos alunos, (ii) maior uso do trabalho experimental, (iii) a exploração de concepções alternativas e sua colmatação, (iv) a disposição adequada em sala de aula para promover a interação entre todos os intervenientes da aula.

Na identificação que os professores fizeram de aspectos que mais facilmente podem ser trabalhados no sentido de melhorarem as suas práticas, há dois que são particularmente relevantes. A colocação de tarefas e a disposição da sala de aula saem claramente do âmbito do senso comum. O primeiro relaciona-se com a qualidade das tarefas, a autonomia concedida aos alunos para a executarem e o aproveitamento que o professor pode fazer com a actividade dos alunos para colocar o ensino noutra patamar de abstracção e precisão conceptual. O segundo relaciona-se com as condições objectivas para poder haver uma interação professor-alunos não retórica e com consequências na aprendizagem dos alunos.

REFERÊNCIAS

- [1] J Silva, *Concepções e Práticas dos Professores relativas ao Trabalho Experimental no Ensino da Física*. Tese de Mestrado. Universidade de Aveiro, (2001).
- [2] De Pro Bueno, A Planificación de Unidades didácticas por los profesores: Análisis de tipos de actividades de enseñanza. *Enseñanza de las ciencias*, 17(3), pp. 411-429. (1999).
- [3] V. Mellado, The Classroom Practice of Preservice Teachers and Their Conceptions of teaching and Learning Science. *Science Education*, 82, pp. 197-214, (1997).
- [4] C. Carlo Moura, A. E. Cunha, J. B. Lopes, *Actividades de Ensino em aulas de Física*. Comunicação no X Encontro Nacional de Educação em Ciências (Lisboa, Setembro de 2003).
- [5] Lopes, J. B., *Aprender e Ensinar Física*, Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 2004.

E18

O SIGNIFICADO DE “UMA BOA AULA” NA PERSPECTIVA DE FUTUROS PROFESSORES DE FÍSICA

Tânia Maria F. Braga Garcia¹, Ivanilda Higa¹, Nilson Marcos Dias Garcia²

¹ Departamento de Teoria e Prática de ensino e Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal do Paraná - UFPR - Brasil

² Departamento Acadêmico de Física e Programa de Pós-Graduação em Tecnologia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR - Brasil

taniabraga@terra.com.br, ivanilda@ufpr.br, nilson@cefetpr.br

RESUMO

O trabalho apresenta resultados de estudo realizado com alunos do curso de Licenciatura, que forma professores de Física. Busca-se conhecer o significado atribuído pelos futuros professores a uma boa aula, conceituação fundamental para as atividades de ensino em duas disciplinas – Didática, de caráter geral, e Metodologia de Ensino da Física, de natureza específica. Utilizou-se um instrumento de investigação em forma de questionário, aplicado a 20 alunos de uma turma, ao início e ao final do semestre letivo. Os resultados apontam elementos diferenciadores da compreensão dos alunos sobre o que é uma boa aula, após o trabalho desenvolvido nas duas disciplinas.

1. Introdução

A compreensão de que a aprendizagem deve ser um processo de reconstrução e não de justaposição de elementos têm sido um dos pontos de confluência e acordo entre os pesquisadores que produzem conhecimento no campo educacional. Usando expressões denotativas de diferentes opções por determinados pressupostos teóricos -conhecimentos prévios, conhecimentos tácitos, conceitos cotidianos, cultura primeira, cultura experiencial – os autores têm procurado destacar o papel relevante que o aluno ocupa nos processos de ensino, particularmente ao trazer, para as aulas, um conjunto de experiências individuais e coletivas que, de alguma forma, interferem na sua apropriação dos conhecimentos escolares. Tradicionalmente, as aulas têm sido desenvolvidas muito mais a partir da própria disciplina do que das experiências dos alunos [1]. No entanto, interessa que as disciplinas voltadas à formação de futuros professores incluam elementos que contribuam para que se apropriem de novas formas de se estruturar as aulas. Acredita-se também que é relevante conhecer alguns elementos que compõem o pensamento desses professores em formação quanto ao que é ensinar, o que é aprender, o que é uma boa aula, tomando essas concepções como referenciais para o planejamento das atividades das disciplinas, buscando uma melhor articulação entre os conteúdos a serem ensinados e suas experiências anteriores para fazê-los evoluir na apropriação de novos conhecimentos.

Neste artigo, relatam-se os resultados de um estudo que partiu da investigação sobre os conhecimentos prévios de professores de Física em formação inicial, para identificar o que eles pensam sobre uma boa aula e sobre o que é Didática, definindo elementos para proposição da intervenção de ensino nas disciplinas de Didática Geral e de Metodologia do Ensino de Física e avaliando as mudanças ocorridas após o desenvolvimento dessas disciplinas.

2. Sujeitos

A pesquisa foi desenvolvida com alunos de duas turmas do Curso de Licenciatura em Física¹⁰ de uma universidade pública da região Sul do Brasil, que se encontravam no terceiro e no quarto anos. Nessa etapa, os alunos em geral já cursaram durante dois anos as disciplinas do ciclo básico, chamadas de “disciplinas de conteúdo específico”, ministradas por professores especialistas em Física, oferecidas pelo Departamento de Física, do Setor de Ciências Exatas da Universidade. Em geral, já cursaram também uma disciplina ofertada pelo Departamento de Planejamento Educacional do Setor de Educação, na qual são abordadas questões mais amplas de política e gestão educacional. É, entretanto, nas disciplinas de Didática e de Metodologia do Ensino de Física, do Departamento de Teoria e Prática de Ensino do Setor de Educação, que os alunos iniciam o contato mais efetivo com os elementos didáticos que compõem a aula.

3. O estudo

No início do semestre letivo, em função dos pressupostos já indicados, é prática comum nas disciplinas de Didática e de Metodologia do Ensino de Física, realizar um estudo diagnóstico para conhecer elementos que os alunos trazem de suas experiências culturais com a escola, com a aula e com o ensino, de forma a definir prioridades e estratégias para o trabalho do semestre. Dessa forma, o trabalho se estrutura nas seguintes etapas: a) levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos, por meio de questionário de respostas abertas, no intuito de realizar um diagnóstico das expectativas e percepções dos alunos quanto às disciplinas em questão, bem como das idéias que já possuem sobre o que é uma boa aula e sobre o papel que os conhecimentos didáticos têm na sua formação como professores; b) análise e categorização dos tipos de respostas e dos níveis de compreensão dos alunos sobre o conceito de boa aula e sobre os conhecimentos didáticos; c) planejamento e desenvolvimento da ação didática, privilegiando a investigação em aulas e a produção de conhecimentos pelo aluno como estratégias de ensino que poderão contribuir para que reconceitualizem os elementos didáticos; d) reavaliação dos conhecimentos dos alunos; e) análise dos resultados da intervenção didática para verificar indícios de que os alunos reconstruíram suas concepções, incluindo elementos dos conhecimentos científicos que foram fornecidos pelas duas disciplinas.

No que se refere à ação didática nas duas disciplinas, é importante citar que o eixo principal consiste num trabalho desenvolvido conjuntamente há cerca de cinco anos, com ênfase na investigação didática como uma estratégia para estimular os professores em formação à reflexão sobre as diferentes dimensões da prática pedagógica. Esse trabalho está articulado na proposta denominada de Projeto de Estudo Exploratório em Sala de Aula, cujo objetivo é, em linhas gerais, proporcionar uma experiência de aproximação com a sala de aula no Ensino Médio¹¹, aprendendo a observar, registrar e investigar aspectos relacionados ao trabalho docente. A atitude investigativa sobre o ensino por parte do professor em formação inicial é estimulada como atividade geradora de problematização, buscando “... *efetivar uma aproximação em relação aos elementos que compõem o complexo cotidiano escolar e, particularmente, o cotidiano da sala de aula*” [2].

O projeto é descrito com mais detalhes em Garcia e Higa [3] e consiste, em linhas gerais, na observação da escola e de aulas, orientada por roteiros que dirigem o olhar dos licenciandos sobre elementos didático-

¹⁰ Curso de formação de professores de Física, previsto para ser realizado em quatro anos.

¹¹ O Ensino Médio é uma etapa da educação brasileira anterior aos estudos universitários. Os alunos de Ensino Médio têm, em média, de 15 a 18 anos de idade.

metodológicos (relações entre professores, alunos e conhecimento; as formas do conhecimento presentes na aula, recursos e estratégias didáticas), que serão objeto de estudo ao longo do semestre letivo.

Alguns resultados obtidos com essa atividade foram explicitados em trabalhos anteriores [2,3], nos quais se relata que os licenciandos, estimulados a explicar aspectos observados nas aulas e desenvolver estudos para apontar alternativas para os problemas e dificuldades constatadas, aprofundaram sua compreensão sobre a atividade docente. Do desenvolvimento de tal projeto resulta, também, uma modificação nas concepções dos alunos sobre o que é uma boa aula e sobre o significado dos conhecimentos didáticos para sua formação, aspectos destacados a seguir.

4. Idéias dos alunos sobre “uma boa aula de Física”

Neste artigo, optou-se por colocar em destaque a análise dos resultados obtidos na aplicação dos instrumentos de levantamento de conhecimentos prévios dos alunos, tecendo algumas considerações acerca das idéias por eles expressas, tanto ao início quanto ao final do curso. Percebeu-se, na primeira fase (questionário aplicado no início do curso), a presença de maior número de respostas aproximadas, mas não científicas. Do total das respostas obtidas, 50% apresentaram a sala de aula como lugar da transmissão de conhecimentos. Os alunos revelam esse entendimento quando indicam que uma boa aula é aquela em que “os alunos entendem o que o professor expõe”, ou aquela em que “os assuntos são expostos de forma clara e objetiva” e, ainda, em que “a maioria dos alunos compreende o pensamento do professor”. Apenas 12,5% das respostas remetem à idéia de que uma boa aula é aquela que “desenvolve a curiosidade estimulando a pesquisa” ou aquela em que “o professor respeita o sentimento de descobrir”, indicativas da presença, entre os professores em formação, do entendimento de que a descoberta e a pesquisa, elementos essenciais na produção do conhecimento científico, também deveriam ser elementos do método de ensino, que propiciariam uma efetiva ação dos alunos no processo de aprender. A atividade do aluno foi muito mais identificada com participação por meio de perguntas e respostas nas aulas (37% das respostas) do que com ação sobre os conteúdos de ensino.

No caso das concepções prévias sobre a Didática, essa é identificada como um conjunto de técnicas e recursos para melhor a transmissão de conteúdos. A idéia de Didática como “forma” aparece em algumas respostas, quando os alunos dizem que ela é “uma maneira de ministrar as aulas”, ou “uma maneira pela qual ao se explicar algo, consegue-se que um maior número de pessoas compreenda melhor o assunto”. Esse entendimento se associa a uma concepção instrumental da Didática, em que ela é explicada como “uma ferramenta que o professor utiliza para passar da melhor forma a disciplina que ministra”. A Didática também foi associada com “método” e apenas um aluno levantou a possibilidade de que pudesse ser “Ciência (ou algo semelhante) que tem o objetivo de preparar os professores para dar uma boa aula”.

Na segunda fase, após o desenvolvimento das disciplinas em torno do Projeto de Estudo Exploratório, a idéia de aula como transmissão de conteúdo manteve-se presente apenas em uma das respostas, enquanto que a idéia de aula como produção de conhecimento e espaço de trabalho dos alunos foi enfatizada de diferentes formas pelos demais alunos. Destaca-se a afirmação de que “uma boa aula é apenas uma consequência de um trabalho brutal (intenso) do professor no planejamento e na relação com o conteúdo”, e ainda “aquela em que “o professor não tem o objetivo de transmitir, mas de transformar o conhecimento para que os alunos possam compreendê-lo”, ambas indiciárias de um deslocamento em relação à concepção instrumental de Didática. A Didática foi associada, de forma mais adequada, a um campo de estudo, de investigação e de construção de alternativas para o ensino, perdendo as características de uma disciplina instrumental se aproximando da idéia de campo científico, cujo papel é a “problematização do

ensino”, ou ainda “promover reflexões a respeito do cotidiano escolar e dos processos envolvidos em sala de aula”.

6. Conclusões

A ação didática resultou em uma maior aproximação dos alunos aos conceitos científicos da Didática Geral e da Didática da Física, modificando suas concepções iniciais e trazendo a compreensão da aula como espaço de produção do conhecimento. A investigação e a produção de conhecimentos pelos alunos resultou em uma modificação substancial de suas concepções sobre o que pode ser considerada uma boa aula de Física. Um dos elementos a se destacar foi o entendimento da impossibilidade de estabelecer uma única forma de ensinar válida para todas as situações e conhecimentos, e o reconhecimento de que a pesquisa e, portanto, a produção de conhecimento é uma atividade inerente à função do professor e uma das condições essenciais para a existência de boas aulas.

REFERÊNCIAS

- [1] PÉREZ GÓMEZ, A.I. A aprendizagem escolar: da didática operatória à reconstrução da cultura na sala de aula. In: SACRISTÁN, J.G.; PÉREZ GÓMEZ, A.I.. Compreender e transformar o ensino. Trad. Ernani Rosa. Porto Alegre, RS: ArtMed, 1998, p. 53-65.
- [2] GARCIA, T. M. B. Didática e formação de professores de Física. XII ENDIPE - Encontro Nacional de Didática e Prática de Ensino. Curitiba, Paraná, Brasil, p. 1348-1357 (2004).
- [3] GARCIA, T. M. B; HIGA, I. Contribuições da pesquisa didática na formação de professores de Física. In XV Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF), 2003, Curitiba-PR. Atas do XV SNEF, Curitiba-PR: CEFET-PR, 2003, p. 1760-1771.

E20

ENSINO – APRENDIZAGEM DO TEMA “MUDANÇA GLOBAL”: UMA ABORDAGEM INTERDISCIPLINAR NO 3º CICLO

Vera Sardo¹, Mário Talaia² e Nilza Costa³

¹ Escola Básica do 2º e 3º Ciclos da Gafanha da Nazaré, Gafanha da Nazaré

² Universidade de Aveiro / Departamento de Física, Aveiro, Portugal

³ Universidade de Aveiro / Dep. Didáctica e Tecnologia Educativa, Aveiro, Portugal

mart@fis.ua.pt; verasardo@netvisao.pt e nilza@dte.ua.pt

RESUMO

Pretende – se que este trabalho possa ser mais um exemplo a ter em conta pelos professores do 3º Ciclo, nomeadamente pelos professores de Ciências Físico – Químicas, que tenham o propósito de focalizar o tema “Mudança Global” numa base interdisciplinar em que a diversificação de estratégia engloba a visualização de vídeos, elaboração de críticas e comentários, trabalhos experimental e debates entre outros, tendo sempre como ponto de partida uma abordagem CTSA e a perspectiva de Ensino Por Pesquisa.

Espera-se desenvolver competências de literacia científica e de cidadania, de modo a contribuir para a formação de futuros cidadãos activos e conscientes defensores da Sustentabilidade da Terra.

1. Introdução / Metodologia / Aplicação

Este trabalho, partiu da convicção, sustentada na literatura da especialidade [1] de que a educação dos jovens quando inclui assuntos relacionados com a Mudança Global, nomeadamente sobre o Ambiente, a Meteorologia e a Climatologia, pode contribuir para a formação de futuros cidadãos mais conscientes e participativos, em particular no que concerne ao desenvolvimento sustentável [2]. Para tal implementou-se uma abordagem didáctica, num quadro investigativo (investigação-acção), envolvendo alunos e professores do ensino básico. Essa abordagem teve um cariz interdisciplinar e procurou que as metodologias de trabalho se inserissem em perspectivas actuais sobre o Ensino da Ciências, nomeadamente de um Ensino por Pesquisa e num contexto CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente) e respeitando, também, as Orientações Curriculares para o Ensino Básico (3º ciclo), em geral e das Ciências Físicas e Naturais em particular.

Esta investigação, pretende abordar o problema, cuja formulação em termos de questões, se enunciam de seguida:

“Que abordagem para o tópico “Mudança Global”, inserido no tema Sustentabilidade na Terra” das actuais Orientações Curriculares da disciplina de Ciências Físico-Químicas do 3º ciclo do Ensino Básico, e numa perspectiva interdisciplinar, poderá promover nos alunos competências ao nível da literacia científica em geral, e, em particular, direccionadas para atitudes potenciadoras do desenvolvimento sustentável? E, ainda, “Qual a reacção de professores e alunos à abordagem proposta?” e, ainda, “Que contributos emergirão do estudo para o desenvolvimento do conhecimento didáctico sobre o tema em estudo?”

Para concretizar o presente estudo, fundamentou-se, planeou-se, implementou-se e avaliou-se uma abordagem didáctica, com as seguintes finalidades: (a) sensibilizar os alunos para o estudo do tema “Mudança Global” e para o importante papel que os cidadãos devem ter em linha de conta para a preservação do ambiente; (b) desenvolver conhecimentos sobre o tema numa perspectiva interdisciplinar; (c) compreender o papel da ciência e da tecnologia para o desenvolvimento do tema.

Em concordância com estas finalidades e com o problema atrás apresentado, definiu-se, como objectivo geral: *“Fundamentar, planear, implementar e avaliar uma abordagem didáctica, com alunos e professores do ensino básico, numa perspectiva interdisciplinar, para o tema “Mudança Global”, em aulas do 9º ano de escolaridade do ensino básico e, ainda, tecer considerações do estudo realizado para o ensino da Física e para a Investigação em Didáctica da Física.*

Para a concretização deste objectivo geral foram definidos os seguintes objectivos específicos: Conceber um questionário de interesses que oriente a professora na selecção dos assuntos a abordar em sala de aula, no âmbito do tema “Mudança Global”; Elaborar uma planificação do tema, relacionando os conteúdos numa perspectiva global e interdisciplinar, valorizando actividades de pesquisa, de experimentação, de comunicação e a tomada de decisões, visando o desenvolvimento de competência nos e com os alunos; Negociar essa planificação, em particular através de um mapa conceptual a construir, com os diversos professores intervenientes; Seleccionar e construir materiais didácticos, organizando as respectivas actividades de exploração, a implementar em sala de aula; Promover nos e com os alunos: a construção de instrumentos meteorológicas de medida, de concepção simples, usando materiais de fácil acesso e de baixo custo; a observação e o registo de parâmetros meteorológicos; a apresentação de previsões com base na análise de boletins meteorológicos extraídos de jornais e da Internet, comparando-as com previsões disponíveis nesses jornais ou facultadas pelo Instituto de Meteorologia; Avaliar o impacto e tecer considerações para o ensino e investigação, da implementação da abordagem em contexto real de sala de aula, mediante a construção de um diário da professora, da análise das diversas fichas de trabalho e de portfolios elaborados pelos alunos e, ainda, de um questionário sobre conceitos, administrado aos alunos no início e no final da implementação do tema.

2. Considerações gerais e finais

Quanto a saberes e competências desenvolvidas pelos alunos sobre o tema “Mudança Global” – Dimensão 1

Pela análise das respostas ao questionário, administrado antes e após o ensino formal em todas as turmas do 9º ano da Escola onde o estudo se realizou, poder-se-á, sem pretensão excessiva, concluir que a estratégia e as actividades postas em prática não só não prejudicaram os alunos da turma (Turma A) onde essa estratégia foi implementada, relativamente aos das outras turmas, como também se evidenciou que as competências de literacia científica, no contexto do tema em estudo, melhoraram de um modo geral no que concerne aos alunos dessa turma.

De referir, no entanto, que as comparações feitas em relação às três turmas em causa não pode ignorar o facto de que a implementação do tema “Mudança Global”, embora tivesse ocorrido simultaneamente nas três turmas, foi feita num período lectivo superior na turma A devido à envolvimento das outras disciplinas. Isto pode, assim, significar que é necessário tempo para desenvolver nos alunos capacidades e competências. Há outras evidências de que a estratégia implementada motivou os alunos a esforçarem-se por aprender, e permitiu que muitos desenvolvessem saberes e competências que os enriqueceu tanto do ponto de vista académico, desenvolvendo-lhes competências científicas relativas ao tema “Mudança Global”, como do ponto de vista humano, ao respeitarem mais a opinião dos outros sem a denegrir e ao passarem a preocuparem-se mais com o que se passa ao seu redor, tanto ao nível local como ao regional e/ou mundial. Continuemos, então, a sistematizar indicadores provenientes do nosso estudo que nos permitam avaliar a estratégia desenvolvida.

Quanto às expectativas e opiniões dos alunos relativamente à estratégia e actividades desenvolvida – Dimensão 2

Os alunos apresentaram uma forte motivação por algo de novo, por algo que se afastou das estratégias “normais” de sala de aula.

Da análise das respostas ao questionário realizado após a visita de estudo ao Instituto de Meteorologia e Geofísica de Lisboa, verificou-se que a maioria dos alunos considerou que alguns assuntos aí tratados, se não todos, já tinham sido focados na disciplina de Física e Química. Consideraram, ainda, a visita útil e interessante, nomeadamente pelo contacto com profissionais da Meteorologia e que deveria ser repetida pelos alunos do 9º ano nos anos posteriores. Actividades deste tipo, se integradas no processo de ensino formal, ajudam a consolidar saberes e a enriquecer os alunos do ponto de vista científico e cultural, em particular pelo contacto directo com os profissionais da área em estudo na escola.

Acerca das opiniões dos alunos sobre as estratégias desenvolvidas ao longo do percurso educativo, destaque-se que: os alunos consideraram que a abordagem do tema “Mudança Global” de forma interdisciplinar ajudou a compreender os fenómenos abordados de um modo mais completo e assim compreender melhor o tema; as actividades preferidas pelos alunos foram o trabalho prático/experimental, a visita de estudo e a construção de instrumentos e/ou cartazes em sala de aula; as actividades que menos gostaram foram as de Reflexões/resposta a questões, Debates/discussão de pontos de vista e construção de gráficos/análise de textos e ou gráficos.

A maioria dos alunos (95,0%), afirma que o desenvolvimento de conhecimentos de Meteorologia são úteis para se tornarem cidadãos mais conscientes e esclarecidos, porque aumenta a cultura geral e melhora as competências cívicas nesta área. Consideraram, ainda que o tema abordado é interessante, que ao permitir-lhes aumentar a sua cultura geral, ficaram, por exemplo, a compreender que o aumento do efeito de estufa pode provocar o aquecimento global e reconhecer quais as possíveis consequências desse aquecimento e, ainda, pensar nas gerações futuras, isto é, pensar no desenvolvimento do seu país ou da sua terra, não de uma forma qualquer, mas de uma forma sustentada de modo a não comprometer o bem-estar das gerações futuras.

Podemos, por fim, concluir que a estratégia levada a cabo permitiu a aproximação do conhecimento científico ao conhecimento do quotidiano, evidenciando a estreita ligação entre a Física como Ciência, a Tecnologia, a Sociedade e o Ambiente.

Quanto às opiniões dos professores relativamente ao projecto desenvolvido – Dimensão 3

Quanto às opiniões dos professores envolvidos no projecto, estes foram unânimes em considerar a extrema utilidade e benefício para os alunos de um projecto como este em que se abarcavam as diversas disciplinas em volta de um tema comum. Entendem que deste modo os alunos constatarem que: (a) a Ciência se envolve com a História de forma recíproca. A História obriga a que haja evolução da Ciência e por sua vez a Ciência pode alterar o percurso da História; (b) a Ciência pode influenciar a cidadania de cada um e, por isso, também pode ser focada em Formação Cívica; (c) a Ciência está directamente envolvida com o meio ambiente, logo pode-se desenvolver estes assuntos nas aulas de Geografia e Ciências Naturais e, também, que (d) a Ciência está relacionada com a ética e com o bem estar de todos, mas de modo a não prejudicar a sociedade onde nos inserimos, portanto estes assuntos também podem ser desenvolvidos nas aulas de Educação Moral e Religiosa Católica ou de outra religião. Consideraram que todos ganharam e que aprenderam uns com os outros: alunos com alunos, alunos com professores, professores com alunos e professores com professores. Focaram, também, que projectos deste tipo permitem que o Conselho de turma se una mais na procura de um mesmo objectivo: o desenvolvimento de atitudes, capacidades e competências dos seus alunos, de modo que estes saiam da escolaridade obrigatória mais aptos para serem no futuro cidadãos mais activos e empenhados.

Este tipo de projecto é um possível modo concertado entre um conselho de turma que desenvolve, simultaneamente em várias disciplinas, um modo semelhante de trabalhar, possibilitando a cada aluno a vivência em sala de aula do desenvolvimento de competências como de selecção e síntese de informação, de reflexão, debate e/ou confronto de ideias, que lhe vão ser úteis no futuro que começa hoje.

Pensamos assim, que contribuimos para uma educação de futuros cidadãos activos, empenhados na defesa do património cultural e ambiental em que se inserem. Também consideramos que contribuimos para a constatação de que o que cada um faz localmente pode afectar o globalmente, e, por isso, é necessário que cada um de nós exerça uma cidadania responsável e democrática.

Cuidamos que este projecto possibilitou a implementação de uma estratégia de ensino-aprendizagem, com êxito, para estes alunos e nesta Escola, por isso estimamos que poderá ser mais um exemplo de trabalho para os professores de Física e Química que pretendam abordar este tema e até para os professores de Ciências em geral, evidenciando que, quando queremos, é possível trabalhar em colaboração com os vários professores da turma de modo a alcançar os objectivos que desejamos: maior sucesso e mais entusiasmo no trabalho realizado pelos alunos na escola.

REFERÊNCIAS

[1] Gayford, C. Education for sustainability: Na approach to the Professional development of teachers. *European Journal of Teacher Education*, 24 (3), 313-327 (2001).

[2] Membuela, P. Investigación – Acción en el Desarrollo de Proyectos Curriculares Innovadores de Ciências – Enseñanza de las Ciências, 20 (3), 443-450 (2002).

E22

EXPERIMENTAR, FOTOGRAFIAR Y MEDIR EN LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA

Rolando Valdés¹, Verónica Tricio¹

¹Departamento de Física da Universidad de Burgos, España.

E-mail de contacto: rvaldes@ubu.es, vtricio@ubu.es

RESUMEN

Con el fin de facilitar el aprendizaje de la física en el primer ciclo universitario, se han elaborado problemas experimentales para un curso de física general, de conformidad con la orientación investigadora (constructivista) de la educación científica. El material docente fue confeccionado con tecnología multimedia e hipermedia. Utilizamos fotografías y vídeos digitales para la realización de mediciones mediante nuestro software *Análisis de Imágenes*. Todo ello forma parte de cinco libros electrónicos.

1. Problemas experimentales seleccionados

Presentamos a continuación y de forma esquemática alguno de los problemas que hemos elaborado. En cada uno aparece: Enunciado, una figura compuesta a partir de foto o vídeo del experimento docente realizado, algunos datos o procedimientos necesarios y el resultado obtenido. Como ejemplo de su uso en todos los problemas, [1], [2], se muestra también la ventana principal del software *Análisis de Imágenes*, cuando se emplea en el problema 1.1.

1.1 Análisis experimental de las oscilaciones armónicas

Enunciado. Utiliza el programa *Análisis de Imágenes* y el vídeo *Oscilaciones Armónicas* para determinar la amplitud y el período de las oscilaciones del péndulo filmado. Construye el gráfico experimental de elongación respecto al tiempo y comprueba que corresponde a la ley del seno o del coseno.

Fig. 1. Fotograma del vídeo durante las mediciones con el software *Análisis de Imágenes*

Procedimiento. Se miden los puntos experimentales de elongación y tiempo. Se utiliza el modelo de oscilaciones armónicas para determinar los correspondientes valores teóricos.

Solución. El diagrama de elongación-tiempo, se representa en la figura 2. Permite comprobar el acuerdo de resultados obtenidos con los puntos experimentales de elongación y tiempo y con el modelo de oscilaciones armónicas.

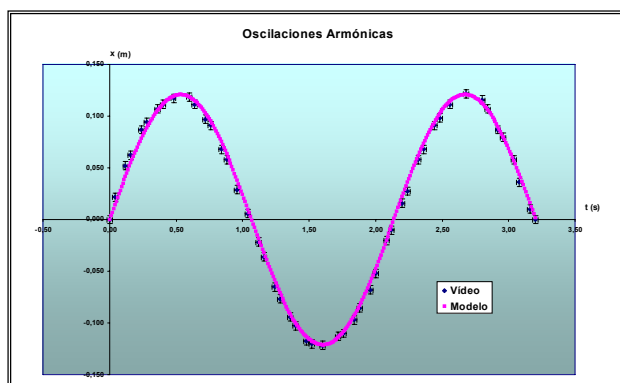
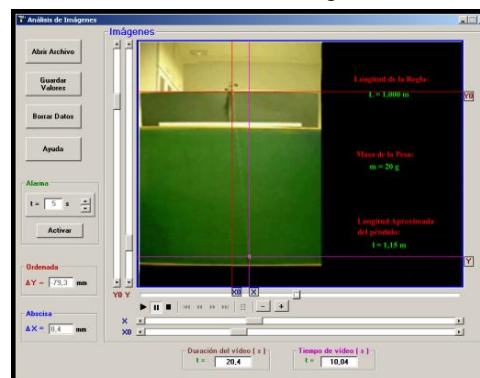


Fig. 2. Diagrama de las oscilaciones del péndulo.

1.2. Cálculo del radio de la Tierra

Enunciado. Con la fotografía de Egipto tomada por un satélite y utilizando el programa *Análisis de Imágenes*, estima el radio de la Tierra. Analiza cómo influyen las fuentes de error en el resultado obtenido.

Datos. La latitud de Asuán es $\varphi_1 = 24^\circ 4'$ y la de Alejandría $\varphi_2 = 31^\circ 11'$. La escala de la fotografía se toma con un error relativo $\eta = 0,03$, debido a que en los cálculos se aproxima la superficie esférica de la Tierra a la imagen plana de la foto.

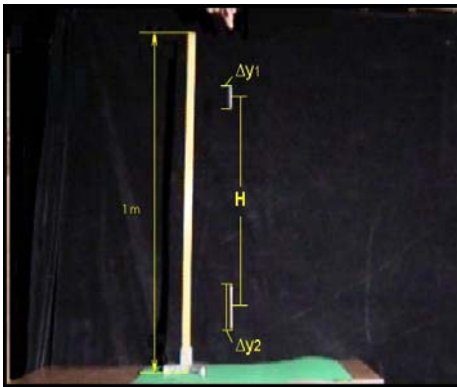
Fig. 3. Fotografía de Egipto

Resultado. En la solución, se ha incorporado también el valor de la incertidumbre: $R = (6,3 \pm 0,2) \times 10^3$ km



1.3. Tiempo de exposición de una cámara fotográfica

Enunciado. Intenta describir un procedimiento para estimar el tiempo de exposición de una cámara de fotos, utilizando la imagen de la figura 4 obtenida en un experimento de caída libre de una esfera.



Datos. Durante la ejecución del problema, se deduce que la siguiente expresión es adecuada para estimar el tiempo de exposición.

$$\Delta t_{\text{exp}} = \sqrt{\frac{\Delta y_2^2 - \Delta y_1^2}{2gH}}$$

Fig. 4. Composición fotográfica de la caída libre

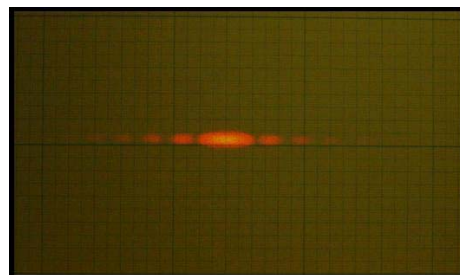
Resultado. En el caso dado se obtiene $\Delta t_{\text{exp}} = 0,03$ s

1.4. Aplicaciones de la difracción a la realización de mediciones

Enunciado 1. Utiliza la foto de la figura 5 realizada en el experimento de difracción por una rendija, para determinar el ancho b de la abertura empleada al obtener la imagen.

Fig. 5. Imagen de difracción por una rendija.

Datos. La imagen se obtuvo con la luz de un láser de He – Ne, colocando la rendija a la distancia $L = 1,400$ m de la pantalla hecha con papel milimetrado. La longitud de onda de la luz roja del láser utilizado es $\lambda = 6,328 \times 10^{-7}$ m. Para lograr mayor exactitud en las mediciones auxíliate del software *Análisis de Imágenes*.



Solución. Se debe justificar que en la medición es adecuado usar el modelo de difracción de Fraunhofer. Si Δx es la distancia entre dos mínimos de difracción del mismo orden m , el ancho de la abertura viene dado por la expresión: $b = 2 m \lambda (L / \Delta x)$. Se obtiene para el ancho de la abertura, $b = 0,077$ mm.

Enunciado 2. Determina la longitud de onda de las líneas observadas en la parte visible del espectro del átomo de hidrógeno.

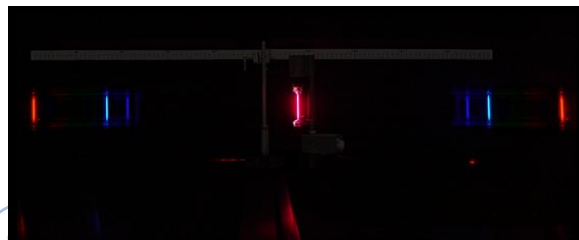


Fig. 6. Imagen fotográfica del espectro obtenido.

con la fotografía estroboscópica de la caída Procedimiento. Se utiliza el programa *Análisis de Imágenes* para la realización de las mediciones.

Solución. Con un error relativo que no supera el 2%, los valores de la longitud de onda de las líneas espectrales que se obtienen son: 645, 484, 436 y 412 nm.

1.5. Mediciones durante el estudio de la fuerza de arrastre del aire

Enunciado. Valida experimentalmente distintos modelos de la caída y del tiro oblicuo de una esfera.

Fig. 7. Imagen de una pelota de ping pong

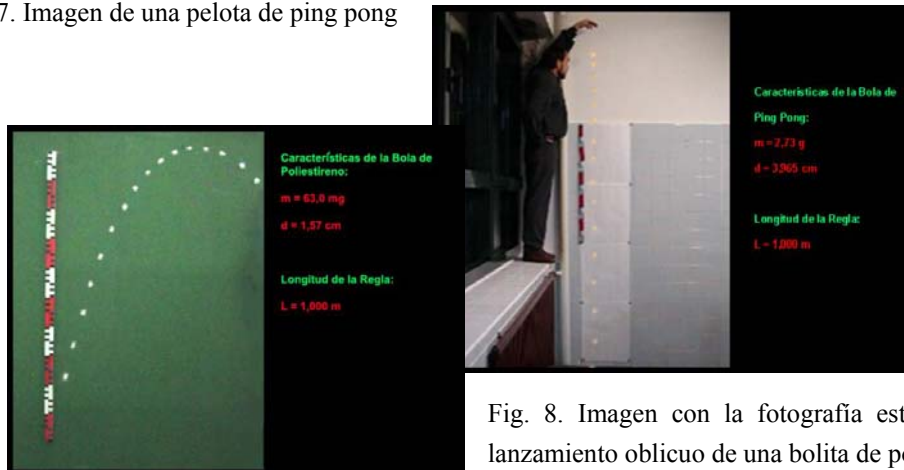


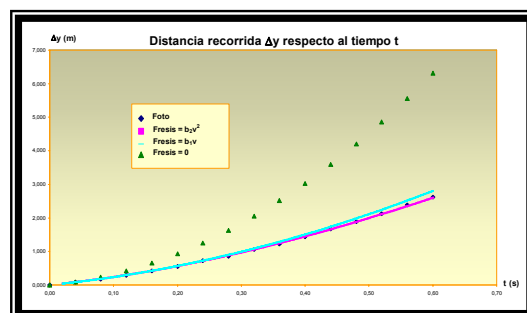
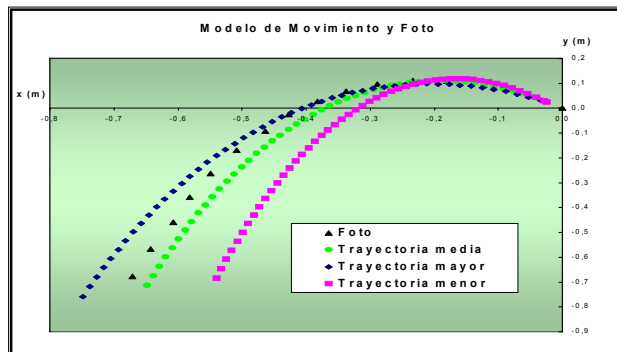
Fig. 8. Imagen con la fotografía estroboscópica del lanzamiento oblicuo de una bolita de poliestireno

Procedimiento. A partir de las mediciones realizadas

con el software y las fotos, se construyen gráficos experimentales de coordenadas respecto al tiempo y de la trayectoria del movimiento. Se construyen gráficos utilizando diferentes modelos teóricos de movimiento.

Solución. La figura 9 de la derecha permite contrastar el gráfico experimental que describe la caída de la pelota de ping pong, con los gráficos de coordenada respecto al tiempo contruidos con los modelos de caída libre, caída con resistencia del aire proporcional a la velocidad y con resistencia proporcional al cuadrado de la velocidad.

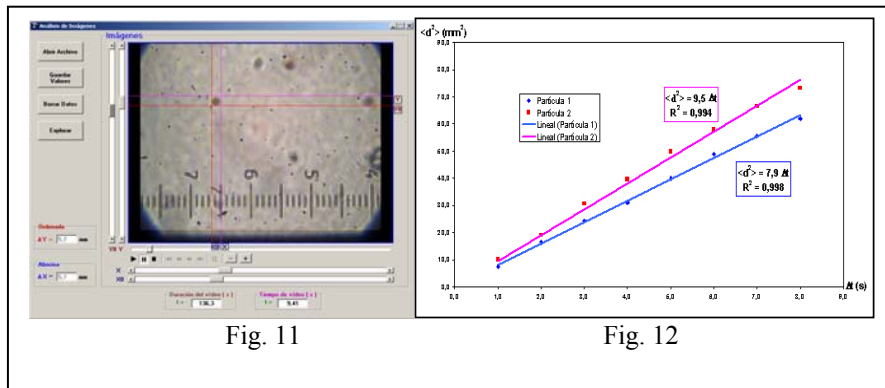
La figura 10 adjunta permite comparar la trayectoria experimental de un tiro oblicuo y las trayectorias previstas por el modelo de movimiento que considera la fuerza de arrastre proporcional al cuadrado de la velocidad.



1.6. Estudio del movimiento browniano

Este problema incluye varios problemas experimentales, [3]. Se trata de plantear y solucionar tareas relativas a la medición de las dimensiones de las partículas brownianas, la validación de la fórmula de Einstein y la estimación del número de Avogadro, utilizando *Análisis de Imágenes*, fotografías y vídeos.

Solución. La figura 11 muestra un fotograma de la partícula browniana en el programa *Análisis de Imágenes*. La figura 12 representa el gráfico experimental que se obtiene durante la comprobación de la fórmula de Einstein.



REFERÊNCIAS

- [1] R. Valdés Castro, V. Tricio Gómez, F. Herrera García. Automation, Control and Instrumentation. Conference Proceedings Book IADAT-aci2005. Edited by IADAT.. ISBN 84-933971-2-1, 106-110 (2005)
- [2] R. Valdés Castro, V. Tricio Gómez. Resúmenes de la Comunicaciones. XXX Reunión Bial de Física. RSEF. 234-235 (2005)
- [3] R. Valdés Castro, V. Tricio Gómez. Revista Española de de Física (aceptado, pendiente de publicación)

E26

CONCEPÇÃO, IMPLEMENTAÇÃO E AVALIAÇÃO DE UMA PROPOSTA DE CURRÍCULO NO TEMA: “PROPRIEDADES E APLICAÇÕES DA LUZ”

Maria Júlia Branco^[1] & **J. Bernardino Lopes**^[2]

[1] Escola EB 2,3/S Prof. António da Natividade – Mesão Frio – Portugal

[2] Dep. Física – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro – Vila Real – Portugal
juliabranco@mail.pt

RESUMO

Este estudo consistiu na concepção, implementação e avaliação de um currículo baseado em situações formativas que permitisse um ensino que tivesse em conta os saberes dos alunos e promovesse o desenvolvimento de conhecimentos, competências e atitudes. Este estudo envolveu seis casos: quatro de investigação-acção e dois do tipo avaliativo. A avaliação foi feita através de dados da implementação do currículo, da mediação do professor (que se revelou particularmente importante para o desenvolvimento de competências de alto nível), da análise de pré e pós-testes e das opiniões dos alunos. Nos alunos, resultaram aprendizagens mais eficazes e um maior desenvolvimento de competências.

Introdução

As dificuldades manifestadas na aprendizagem da Física, traduzidas, em parte, pelo insucesso generalizado à disciplina bem como pela fraca adesão à aprendizagem da mesma devem-se a inúmeros factores que, em conjunto, inibem a sua aprendizagem. Dentro destes factores podem destacar-se a não realização de trabalho prático pelos alunos; a não participação activa dos alunos no ensino/aprendizagem; a não ligação da Física com o mundo real; o uso excessivo de fórmulas e as dificuldades manifestadas na apreensão de alguns conceitos.

Ao elaborar e implementar em sala de aula currículos flexíveis onde seja permitido ao aluno uma mobilização do seu próprio saber e tenha a oportunidade de formular hipóteses, questionar, testar, tirar conclusões e discuti-las com o professor e com os colegas, promover-se-ão aprendizagens mais eficazes. Estas aprendizagens serão ainda mais significativas se o currículo elaborado assentar em situações formativas que abordem problemas do interesse do aluno, se se efectuar devidamente a mediação adequada e se se gerir eficazmente o currículo desenhado (Lopes, 2004);

Escolhemos os métodos e meios mais convenientes, que nos permitissem obter respostas às seguintes questões de investigação:

Qual o papel do Desenho Curricular, baseado em situações formativas, onde o aluno mobiliza os seus saberes e assume responsabilidade pela sua própria aprendizagem, no desenvolvimento de competências de alto nível para o tema proposto?

Qual o papel da gestão desse currículo na sala de aula, de modo a que essas competências evoluam no sentido pretendido?

Qual é o papel da mediação do professor no desenvolvimento de competências na utilização do conhecimento científico no tema “Propriedades e Aplicações da Luz?”

Enquadramento teórico

Este estudo baseia-se na noção de currículo, apresentada por Roldão (1999). Baseia-se igualmente em estudos sobre: i) desenvolvimento conceptual, onde as intervenções didácticas ajudam o aluno a apropriar e usar um conhecimento novo, aproximando-o gradualmente do conhecimento científico; ii) estudos sobre didáctica da luz, já que é nesta área temática que assenta toda a investigação realizada; iii) estudos sobre resolução de problemas, uma vez que estes são pertinentes na mobilização de conhecimento conceptual e processual e desenvolvem competências de alto nível; iv) estudos sobre trabalho prático que, se respeitar determinados parâmetros, desempenha um papel muito importante na aprendizagem.; v) estudos sobre modelização, pois considera-se que o primeiro passo para entender um fenómeno ou processo em Física passa pela construção de um modelo mental, que faça sentido para o aluno, o que lhe permite entender a teoria e tornar os problemas familiares e pertinentes; vi) estudos sobre avaliação, considerada pertinente em todo o processo de ensino/aprendizagem, pois além de promover o sentido de responsabilidade dos alunos permite monitorizar a aprendizagem dos alunos e o ajuste do ensino por parte do professor; vii) estudos sobre gestão curricular, já que um professor que saiba quando intervir de modo a guiar as diferentes actividades dos alunos, sem tomar o papel activo deles, conduzirá a uma aprendizagem guiada mais eficaz; viii) estudos sobre mediação, uma vez que se o professor marcar o ritmo da aula, incentivando, corrigindo, propondo, “negociando” significados, conduzirá a uma aprendizagem mais eficaz (Moll, 2002; Polman & Pea, (2001); ix) estudos sobre desenho curricular, onde se salienta a importância de um currículo flexível e baseado em situações formativas. As situações formativas assentam na mobilização de conceitos para abordar e executar tarefas no contexto de situações físicas (Lopes, 2004).

Descrição do estudo

Este estudo foi realizado em 6 turmas do 8º ano: 4 da mesma escola (turmas A, B, C e D) e 2 de outra escola das redondezas com características sócio-económicas e culturais semelhantes (turmas EF).

As turmas A, B, C e D são turmas dos quatro estudos de caso do tipo investigação-acção e as turmas E e F são turmas dos dois estudos de caso do tipo avaliativo, que seguiram o currículo tradicional. Nas turmas A, B e C implementou-se o currículo desenhado e fez-se uma mediação específica das aprendizagens dos alunos. Esta mediação assentou numa estratégia de comunicação sistemática que consistiu em dividir o quadro negro em três secções “O que eu sei”, “O que eu fiz” e “O que eu aprendi”. Os alunos, ao responderem a um problema, utilizavam todo o seu conhecimento. Como resultado deste trabalho escreviam na secção “O que eu sei”, a síntese da abordagem ao problema. Após a realização das tarefas sugeridas pelo professor, para aprofundarem o seu conhecimento, descreviam o mesmo fenómeno desta vez já mais próximo do conhecimento científico. Após este trabalho os alunos escreviam na secção “O que eu fiz”. Finalmente depois da discussão das ideias dos alunos e esclarecimentos/exposição do professor, os alunos escreviam na secção “O que aprendi”. Durante toda a implementação do currículo foram ainda atribuídos diferentes papéis rotativos aos alunos que trabalharam sempre em grupo: responsável pela aprendizagem, pelo incentivo e pela organização. Nestas turmas também se pediu a opinião dos alunos durante e após o ensino.

Na turma D esta mediação não foi feita. Os dados recolhidos nesta turma consistiram na descrição das aulas, no relato das mesmas pela professora colaboradora e na avaliação dos resultados obtidos nos pré e pós-testes, a que todas as turmas foram sujeitas.

Em todas as turmas os alunos foram distribuídos em 4 grupos de trabalho, não só para rentabilizar os recursos disponíveis mas também porque, trabalhando em grupo, os alunos dão o seu melhor no trabalho individual. Nas turmas da professora investigadora todas as aulas foram gravadas. Da sua audição e da consulta do caderno diário dos alunos fez-se um registo das aulas.

A implementação do currículo não foi rígida e seguiu o princípio de adaptação de forma a maximizar o mais possível a aprendizagem dos alunos.

Nas turmas E e F foi implementado um currículo essencialmente baseado nos manuais. Recolheu-se informação sobre o currículo.

Em todos os casos foram administrados pré e pós-testes para avaliar as competências desenvolvidas pelos alunos com os diferentes tipos casos: currículo baseado em situações formativas e mediação específica, currículo baseado em situações formativas e currículo de referência.

Características do desenho curricular proposto

Com o objectivo de propor um currículo que promovesse as competências pretendidas (propostas pelas Orientações Curriculares - 3º ciclo), teve-se o cuidado de adequar as actividades propostas aos assuntos a estudar e a aprofundar. As actividades dos alunos decorreram de um ambiente didáctico denominado situações formativas. No total formularam-se 13 situações formativas, articuladas entre si (Fig-1), iniciada cada uma com uma questão central, sob a forma de problema. Em cada situação formativa explicitaram-se ainda os modelos teóricos utilizados, os conceitos específicos que se pretenderam desenvolver, os recursos a utilizar (equipamento, bem como a sua prévia preparação), a(s) situação(ões) física(s), as tarefas dos alunos e a mediação do professor considerada, à partida, como conveniente. Uma das situações formativas era do tipo projecto, ou seja, cada conjunto de alunos poderia escolher, tratar e aprofundar um dos 3 temas, de forma independente que seria objecto de integração noutras situações formativas e apresentado, no final, sob a forma de poster.

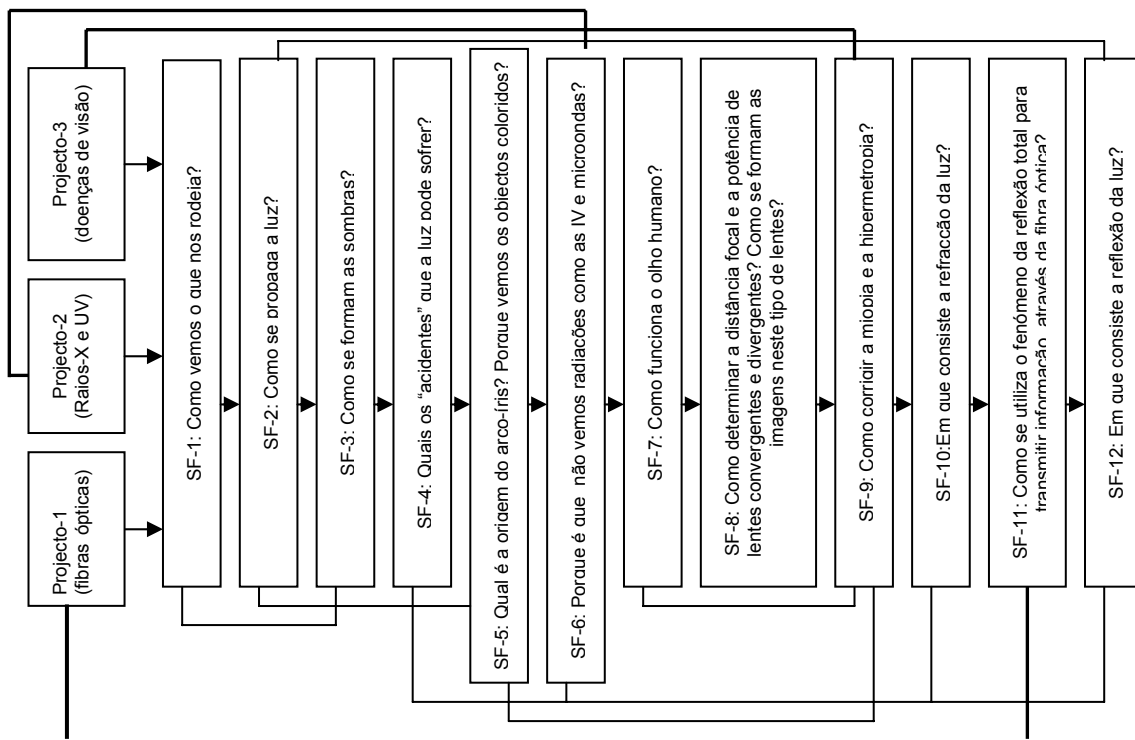


Figura 1 - Articulações mais pertinentes entre as diferentes situações formativas

Resultados

As quatro turmas onde foi implementado o currículo proposto seguiram todas os mesmos temas e elaboraram as mesmas tarefas, no mesmo número de aulas (14 aulas de 90 minutos, ou seja 1260 minutos). Foram ainda avaliadas usando os mesmos parâmetros e foram também sujeitas ao mesmo teste e trabalhos de investigação. No entanto, a implementação nas turmas A, B e C diferiu relativamente à turma D, uma vez que nas turmas da professora investigadora foi realizada uma mediação que assentou numa estratégia comunicativa e numa organização do trabalho já referidas. A primeira visou clarificar de forma sistemática o estatuto do discurso na aula: “O que eu sei”, “O que eu fiz”, “O que eu aprendi”. A segunda visou responsabilizar os alunos pelo desenvolvimento dos papéis rotativos de responsável pela aprendizagem, incentivo e organização.

As turmas dos estudos de caso avaliativos seguiram o currículo tradicional, ao qual foram destinadas 10 aulas de 50 minutos cada, ou seja, 500 minutos e passaremos a designar por currículo de referência.

Os resultados da aprendizagem obtidos por competências foram analisados a partir dos pré e pós-testes, devidamente validados e ministrados a todas as turmas que participaram nesta investigação. Avaliaram-se as seguintes competências (C): C1- explicar/descrever fenómenos do dia-a-dia (dois itens); C2- fazer previsões (7 itens); C3- fazer analogias (3 itens); C4- representar o trajecto óptico da luz (3 itens); C5- utilizar conhecimentos em situações concretas (13 itens) e C6- resolver problemas (2 itens).

Os ganhos obtidos nas diferentes turmas, obtidos através da seguinte fórmula de Hake (1998), estão apresentados na figura-2:

$$G = \frac{MP_{pos} - MP_{pré}}{C_{máx} - MP_{pré}} \times 100\%$$

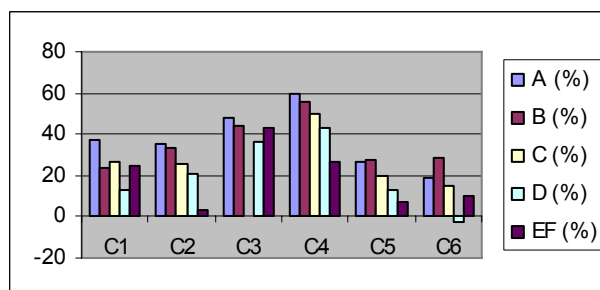


Figura 2 - Gráfico com os ganhos obtidos pelas diferentes turmas para as competências avaliáveis com os pré e pós-testes.

Pela análise do gráfico constante da figura 2 pode verificar-se que, de um modo geral, as turmas onde foi implementado o Desenho Curricular proposto evidenciam ganhos superiores aos das turmas que seguiram o currículo de referência. Estes ganhos são ainda mais visíveis nas turmas da professora investigadora, onde a mediação teve características bem identificadas. De um modo geral, pode concluir-se que no desenvolvimento das competências C1 e C3 os ganhos obtidos são decorrentes essencialmente do ensino ministrado em qualquer dos currículos. Já no desenvolvimento das competências C2 e C4, verifica-se que os ganhos obtidos são decorrentes essencialmente da inovação curricular. No desenvolvimento das competências C5 e C6, consideradas de mais alto nível, verifica-se que a mediação do professor teve um

papel determinante. Nestas, poder-se-á concluir que os ganhos obtidos decorrem essencialmente da inovação curricular e das características da mediação.

Pode ainda verificar-se que no desenvolvimento das competências C2, C4 e C5 a turma D apresenta uma superioridade nos ganhos quando comparada com as turmas EF. O mesmo não se verifica no desenvolvimento das competências C1, C3 e C6. Nestas, são as turmas EF a evidenciarem ganhos superiores. O facto das turmas de referência terem sido as duas turmas com melhor aproveitamento da escola e a diferença das habilitações académicas das docentes em questão (a das turmas de referência é licenciada em Física e a da turma D em Química), poderão justificar, em parte, estas diferenças.

Conclusões

Pela análise dos resultados obtidos conclui-se que o currículo apresentado levou de um modo eficaz ao desenvolvimento das competências pretendidas, mesmo as consideradas de mais alto nível. Pode ainda concluir-se que a gestão adequada desse currículo na sala de aula foi considerada fundamental para o sucesso verificado no desenvolvimento das mesmas competências. Todo o trabalho prévio, relativo à preparação dos recursos necessários à realização das tarefas, à experimentação e gestão dos tempos necessários à exequibilidade das mesmas, revelou-se uma prática essencial.

Verifica-se também que as características bem identificadas da mediação efectuada nas turmas A, B e C foram de crucial importância para o desenvolvimento das competências na utilização do conhecimento científico no tema proposto. Pois, como os resultados indicam, verificou-se que não é suficiente ter um currículo bem fundamentado, com tarefas testadas, para que os alunos desenvolvam competências de alto nível. Os nossos resultados indicam que para além disto é necessário também que o professor encoraje os alunos, os ajude a organizar a sua forma de trabalhar e monitorize permanentemente as suas aprendizagens.

Conclui-se também que, como de início se previa, um currículo baseado em situações formativas, exequível, com validade epistemológica e didáctica, promove competências na utilização do conhecimento científico e leva a aprendizagens mais eficazes que o currículo tradicional. Um currículo assim elaborado contribui ainda para que o ensino seja mais eficaz, mesmo para outros professores, já que torna a prática educativa mais reflectiva pois, de um modo geral, conduz a mudanças no papel profissional do docente.

Todavia, para se elaborarem tais currículos, o professor tem que dispor de mais tempo para fazer a sua própria investigação e não ser um mero transmissor do seu conhecimento, o que nem sempre é possível. No entanto, as inovações do processo ensino/aprendizagem são urgentes, apesar de levarem tempo e exigirem persistência. Como tal, realça-se que, apesar deste estudo não ser exaustivo, poderá ser considerado como uma primeira etapa de um estudo que se deseja o mais abrangente possível.

REFERÊNCIAS

- Hake, R.R. (1998). Interactive – engagement vs. Traditional methods. A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics*, 66, pp. 64-74.
- Lopes, J. B. (2004). *Aprender e ensinar Física*. Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian.
- Moll, L. C. (2002). “Through the Mediation of Others: Vygotskian Research on Teaching”, In: Richardson, V., (Ed.). *Handbook of Research on Teaching*. 4ª Edição, Washington, D.C., American Educational Research Association, pp. 111-129.
- Polman, J. L. & Pea, R. D. (2001). Transformative Communication as a Cultural Tool for a Guiding Inquiry Science. *Journal of Science Education*, vol. 85, pp. 223-238.

E27

A ÁREA DE PROJECTO E O ENSINO DA ASTRONOMIA

Paula Cristina Melo Simões Oliveira¹, Lucília Maria Pessoa Tavares dos Santos²¹ Escola Secundária de Albergaria-a-Velha² Departamento de Física da Universidade de Aveiropaulacsmoliveira@sapo.pt e lucilia.santos@ua.pt**Palavras chave:** Área de Projecto, Ensino por Pesquisa, Astronomia, Ensino Secundário**Introdução**

Um aspecto proeminente da actual revisão curricular do Ensino em Portugal é a criação de uma área curricular não disciplinar, a “**Área de Projecto**” (AP), que pretende, ao substituir a “**Área-Escola**”, ultrapassar os constrangimentos por ela criados, nomeadamente a ausência de um **tempo específico** para a sua concretização e a adscrição difusa da responsabilização docente pela sua operacionalização.

A AP impõe-se, assim, como um tempo e um espaço onde se pretende envolver os alunos na concepção, realização e avaliação de projectos, permitindo-lhes articular saberes de diversas áreas curriculares em torno de problemas ou temas de pesquisa ou de intervenção. Implica por isso a integração e a mobilização de saberes, através da sua aplicação contextualizada e promove o desenvolvimento de competências transversais e sociais, tais como: a comunicação, a gestão de conflitos e a tomada de decisões.

Consubstanciando-se os projectos em temas de natureza interdisciplinar e socialmente relevantes, deve também ser salvaguardada a motivação e o interesse dos alunos e não ser descurado o desempenho do professor.

Um desempenho docente, adequado, pressupõe conhecimentos e competências na metodologia do trabalho de projecto, das razões e do ser da reorganização curricular em curso, das investigações e inovações em Didáctica. Pressupõe, igualmente, disponibilidade para a aquisição de competências profissionais compatíveis.

É nesta linha de orientação que se deve perspectivar a formação inicial e a formação contínua de professores, pois as alterações preconizadas só conduzirão à mudança se esta constituir uma necessidade por parte dos docentes.

O nosso estudo foi desenvolvido no âmbito do Ensino Secundário (ES) por este se revestir de particular importância, constituindo-se como ponte entre a escolaridade básica e o Ensino Superior, ao mesmo tempo que deve contemplar o ingresso na vida activa. Desta forma, preconizamos que o ES deve providenciar uma formação polivalente de carácter generalista e que a AP vai possibilitar o desenvolvimento de competências de trabalho em equipe e iniciação à investigação, ao mesmo tempo que

permite a mobilização, integração e contextualização de competências adquiridas nas diferentes disciplinas, ao longo do percurso do ES.

O Ensino das Ciências e a Área de Projecto

A Revisão Curricular do ES defende que se tomem como orientações para o Ensino das Ciências (EC) as perspectivas de **literacia dos alunos**, pedra basilar de uma cultura científica.

Por um lado é evidente o elevado nível de insucesso nas disciplinas de Ciências, em especial da Física. Por outro, vivemos num mundo onde o acesso à informação avança a um ritmo alucinante, tal como o conhecimento científico e tecnológico.

É necessário então re-defenir as finalidades da Educação em Ciências e sem dúvida que a principal deverá ser: *“consequir uma alfabetização científica e uma educação para a cidadania, para obter indivíduos mais críticos e mais comprometidos com o mundo e com os seus problemas”* (Diaz, 2002).

Surge uma nova dimensão do EC cujo objectivo principal é a compreensão da Ciência pelo público em geral

“Ser-se hoje uma pessoa culta implica ser-se culto cientificamente” (Martins, 2002).

Ser-se **alfabetizado cientificamente** implica, não só ter, conhecimentos de Ciência mas saber utilizá-los no dia-a-dia, de modo a estarmos capacitados para compreender, acompanhar e promover as mudanças que nos rodeiam e para que cada um de nós possa exercer a sua cidadania de forma consciente, activa e democrática.

A finalidade do EC deixará de ser só a aprendizagem de um corpo de conhecimentos, isto é, a educação em Ciência já não será só “em” Ciência, mas também “através” de Ciência e “sobre” Ciência (Cachapuz, Praia e Jorge, 2001).

As mais recentes investigações em Didáctica das Ciências apontam hoje o **Ensino por Pesquisa** (EPP) como a nova forma de pensar a Educação em Ciência. O EPP tem como principal referência, os trabalhos de Cachapuz, Praia e Jorge (2000) e (2001)

Esta perspectiva de ensino, de forte sentido externalista, assentando em teorias sócio-construtivistas da aprendizagem, apela à abordagem de situações-problema do quotidiano, com interesse para os alunos, de cariz interdisciplinar e de âmbito CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade), que possam conduzir ao exercício de pesquisa partilhada.

Defende o recurso à **História da Ciência** e o tratamento de questões ambientais, económicas e éticas, que impliquem a abordagem de assuntos controversos. Explorando o sentido didáctico da controvérsia científica obteremos uma imagem mais realista da Ciência.

Existe, então, uma forte ligação entre o trabalho e a **Metodologia de Projecto** (MP) e o Ensino por Pesquisa, pois, segundo (Cosme e Trindade, 2001) a MP consiste num método de trabalho baseado na resolução de problemas *que surgem da necessidade de responder a um desejo, de resolver uma necessidade ou enfrentar um desafio*. Contribui para tornar a aprendizagem relevante e útil, estabelecendo ligações com a vida real e desenvolvendo competências fundamentais para a formação dos alunos enquanto cidadãos responsáveis e intervenientes na sociedade actual.

A **Área de Projecto** constitui assim o espaço de confluência que pode ser aproveitado para desenvolver a **literacia científica** dos alunos.

A Investigação Empírica

Já que falamos de **reorganização curricular** e que qualquer reorganização implica **inovação**, esta só existirá se os professores sentirem realmente essa necessidade.

“Se os professores não compreenderem o que está de novo em causa não poderão induzir as modificações metodológicas (Martins, 2002).”

Nesta ordem de ideias elaborámos e administrámos um **questionário** que nos permitisse indagar sobre o posicionamento dos professores face à implementação da AP no 12º ano de escolaridade (uma vez que a reorganização curricular situa a AP no ES, apenas neste nível) e neste âmbito poderem ser desenvolvidos temas científicos, nomeadamente escolhemos a área de Astronomia. Quisemos também saber se os professores tiveram ou não formação relacionada com o processo de reorganização curricular, no geral e com a AP em particular e se sentiam ou não preparados para a leccionar. Os professores foram também questionados sobre as competências que, no seu entender, um professor deveria ter para leccionar AP, sobre quais as inovações pedagógicas que poderiam ser levadas a cabo neste âmbito e sobre o tipo de avaliação que poderá ser efectuado.

O nosso questionário foi administrado a uma amostra de 100 professores, do 4º grupo, do CAE de Aveiro a leccionar em Escolas Secundárias ou Secundárias com 3º ciclo.

Como principais **resultados** obtivemos:

- 70% dos professores não tiveram formação no processo de reorganização curricular e 81% não teve formação em AP, sendo que 51% não se considera preparado para a leccionar.
- 35 % não considera importante a inclusão da AP no 12º ano de escolaridade e 45% não sabe responder.

Dos professores que justificaram a importância da AP no 12º ano, surgem as seguintes justificações para a sua opinião (seleccionámos as que considerámos mais relevantes):

- *A Área de Projecto constitui uma excelente oportunidade para a Educação em Ciências, abrindo perspectivas inovadoras para a implementação do sistema de ensino CTSA;*
- *Permite ao aluno melhor escolha do seu futuro profissional, bem como uma melhor comunicação na sociedade onde se insere;*
- *Permite uma metodologia de trabalho que desenvolve várias competências: de comunicação, de avaliação, de investigação, de resolução de problemas, de pesquisa;*
- *Preparar os alunos para os trabalhos de projecto que, no ensino superior, tenham que fazer durante e no final dos cursos;*
- *Permite integrar várias áreas disciplinares, fazendo com que os saberes sejam menos compartimentados;*
- *Estabelece a ligação entre a parte teórica e a Ciência aplicada;*

- *Este tipo de trabalho é aconselhável em alunos mais velhos, desenvolvendo-lhes competências de raciocínio e de autonomia.*

Principais ideias defendidas pelos professores que **NÃO** consideram importante a inclusão da Área de Projecto no 12º ano de escolaridade:

- *Porque o 12º ano deve ser um ano com objectivos bem definidos e trabalhos muito orientados;*
- *Não acredito na utilidade prática de conceitos como AP;*
- *O tempo deve ser aproveitado para os alunos desenvolverem competências relacionadas com as áreas disciplinares;*
- *O 12º ano é um ano de muito trabalho em que os alunos estão muito preocupados em obter os melhores resultados possíveis nas disciplinas específicas;*
- *No 12º ano, esta área não acrescentará grandes conhecimentos aos alunos, comparando com o que eles precisam de saber para entrar no ensino superior;*
- *É um ano em que eles manifestam pouca disponibilidade para algo que não seja “estudar” para os exames;*
- *É perda de tempo, seja em que ano for;*

Todas estas opiniões demonstram um grande desconhecimento sobre as finalidades e objectivos do trabalho de projecto e também do processo de reorganização curricular, pois ainda associa ao 12º ano, o ano “decisivo” de entrada na Universidade, quando muitos dos exames já transitaram para o 11º ano.

- Em relação às inovações pedagógicas que poderiam ser levadas a cabo neste âmbito, as opiniões mais defendidas foram que a AP permite realizar um ensino por pesquisa, desenvolver uma maior literacia científica dos alunos, realizar actividades inter e trans-disciplinares, a abordagem de situações-problema e abordar temas de actualidade científica e tecnológica
- Quanto ao tipo de avaliação, as opiniões dividiram-se entre 53% que optaram por avaliação sumativa e 37% que defenderam a avaliação formativa, tendo os outros 10% defendido que não deveria ser avaliada.
- 67% dos professores não tiveram formação em Astronomia, sendo que 50% não se considera preparado para a leccionar;
Questionamo-nos como poderá isto ser possível actualmente se os currículos contemplam este tema, que no Ensino Básico, quer no Ensino Secundário.
- 48 % dos professores consideram interessante o desenvolvimento deste Tema na AP do 12º ano, mas 42% deles afirmam necessitar de formação e de materiais de apoio ao tratamento do tema.

A Proposta

Como proposta de trabalho, elaborámos um projecto que pode ser implementado e avaliado em trabalhos futuros e que se denomina: Astronomia e Orientação. Deste projecto, constam instrumentos de apoio para professores e alunos.

Escolhemos o tema *Astronomia* pois é um dos temas que mais motivação gera nos alunos, talvez devido à importância que os *media* lhe atribuem. Concordamos pois com Stern (1999), quando afirma que: “a abordagem da Física, tendo como ponto de partida o estudo do Espaço, poderá motivar os alunos para o estudo desta Ciência”.

O nosso projecto parte da questão problema:

Poderão os conhecimentos de astronomia ajudar a orientarmo-nos e a medir o tempo?

É consentâneo com o EPP, partindo da abordagem de uma situação problema de cariz CTS (pois a orientação e a medição do tema tornam a Astronomia útil no dia-a-dia), apelando fortemente à interdisciplinaridade e à História da Ciência.

Em relação a este último ponto, houve a preocupação constante de efectuar uma abordagem histórica da Astronomia revelando que a construção do conhecimento científico é mais produto da reflexão do que da observação (ideia contrária à que transmite o método científico), que está dependente do ambiente político e social de uma determinada época, que as interações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade não são só relevantes hoje, como o foram ao longo dos séculos e que as principais descobertas deveram-se, não ao trabalho de génios, fechados nos seus laboratórios, mas á tentativa de cidadãos de resolverem problemas de índole prática. Que a resolução destes mesmos problemas conduz muitas vezes à convergência de diversos ramos do saber, ou seja, são evidenciadas as ligações, não só, entre as diversas áreas da Ciência mas entre esta e outras áreas do conhecimento, como a História, a Literatura ou a Geografia.

Mostra ainda que o conhecimento não é linear e cumulativo, havendo ao longo da História episódios de grandes rupturas de paradigmas e que é temporal, ou seja, as teorias científicas não são definitivas.

Na abordagem histórica tentámos explorar o sentido didáctico da controvérsia científica (como defende o EPP), tal como é exemplo o choque entre Ciência e religião

Ao longo do projecto os alunos vão procurar respostas a como usar as estrelas e em particular o Sol para se orientarem ou o modo como a resolução de um problema de orientação (a determinação da longitude de lugar) conduziu ao desenvolvimento dos relógios. A abordagem à orientação através de bússolas e de GPS (actualmente), conduz a uma ponte entre a Astronomia e outros ramos da Física, que podem também aqui ser explorados.

REFERÊNCIAS

DÍAZ, M.J. (2002). [Enseñanza de las ciencias ;Para qué?](http://www.saum.uvigo.es/reec/) Revista Electrónica de Enseñanza de las ciencias, REEC Vol. 1, Número 2, Artículo 1. [Citado em 21 de Dezembro de 2004] Disponível em URL: <http://www.saum.uvigo.es/reec/>.

MARTINS, I. (2002). Literacia Científica, dos mitos às propostas, *in* Educação e Educação em Ciências. Universidade de Aveiro. Departamento de Didáctica e Tecnologia Educativa.

CACHAPUZ, A.F.; PRAIA, J.F.; JORGE, M.P. (2000). Reflexão em torno de Perspectivas do Ensino das Ciências: Contributos para uma nova orientação curricular – Ensino por Pesquisa. Revista de Educação, vol. 9 (1) 69-79.

CACHAPUZ, A.F.; PRAIA, J.F.; JORGE, M.P. (2001). Perspectivas de ensino. Textos de apoio nº1. Porto: Centro de Estudos de Educação em Ciência

COSME, A.; TRINDADE, R. (2001). Área de projecto. Percursos com sentido. Porto: Edições ASA.

STERN, D.(1999). Using space to teach physics. *The Physics Teacher*, 37, 102-103.

E30

TIC-EC-AEF: UMA FERRAMENTA DE SIMULAÇÃO PARA APOIO À EXPERIMENTAÇÃO EM FÍSICA

J. Eduardo Seixas¹, J. Boaventura Cunha², J. Bernardino Lopes³

¹ Escola E.B. 2/3 Diogo Cão, 5000-558 Vila Real ² Departamento de Engenharias da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, 5001-801 Vila Real ³ Departamento de Física da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, 5001-801 Vila Real
seixas@zmail.pt; jboavent@utad.pt; blopes@utad.pt

RESUMO

Neste trabalho faz-se a apresentação de uma ferramenta de simulação que foi desenvolvida para o apoio ao ensino da Física no ensino básico e secundário. A ferramenta TIC-EC-AEF: Tecnologias da Informação e da Comunicação no ensino das Ciências – Apoio à Experimentação em Física, apresenta uma estrutura multimédia com um ambiente de simulação dinâmico. A sua concepção foi realizada de modo a permitir que os alunos adquiram competências e aprendam conceitos de Física dentro e fora da sala de aula. A selecção de conteúdos contemplados nesta ferramenta teve como base de trabalho o programa da disciplina de Física e Química, tendo-se incluído diversas potencialidades de simulações (gráficas, numéricas e actividades experimentais), textos de apoio explicativos de conceitos, entre outras características. Durante a fase de desenvolvimento desta ferramenta de simulação procedeu-se à respectiva validação.

1. Introdução

O notável desenvolvimento das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) a que assistimos tem produzido impactos significativos na nossa sociedade, na forma como trabalhamos, como vivemos o nosso quotidiano, como nos relacionamos e como aprendemos.

De facto, as novas tecnologias de informação (NTI) têm vindo a assumir uma presença cada vez mais forte nas diversas esferas da actividade humana, incluindo a economia, a administração pública, a ciência, a cultura e o simples lazer. A sua crescente vulgarização na sociedade coloca sérios desafios à escola [1]. Sendo diversas as propostas que têm sido avançadas para a utilização das novas tecnologias da informação na educação [2, 3, 4], pretende-se, com este trabalho, dar um contributo nesta área através da concepção, desenvolvimento e validação de uma ferramenta de software multimédia que visa facilitar o processo de ensino e aprendizagem das ciências, em particular da Física em sala de aula.

Concretamente, o objectivo deste trabalho é o de apresentar o software educacional TIC-EC-AEF, que pode servir de ajuda ao professor/educador na leccionação de aulas utilizando a tecnologia computacional que lhe esteja disponível, bem como proporcionar aos alunos uma ferramenta que lhes permita adquirir competências. O software aqui apresentado, que foi desenvolvido em Macromedia Flash 8.0 [5], permite realizar várias simulações gráficas e numéricas de actividades experimentais e inclui textos de apoio para explicação de conceitos no domínio das Ciências Físico-Químicas.

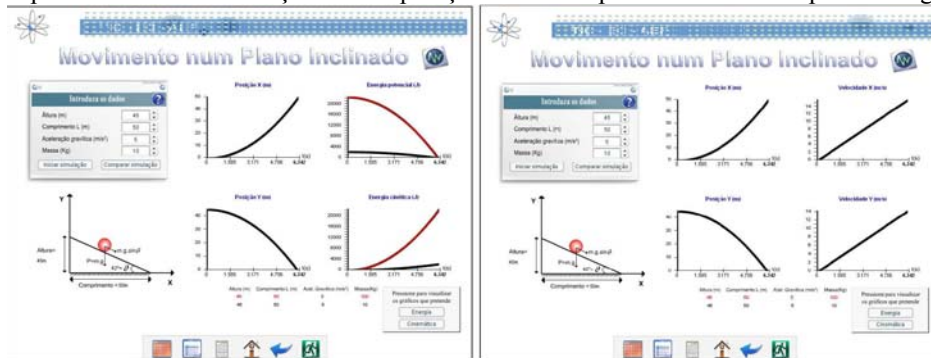
2. Apresentação da aplicação de software TIC-EC-AEF

O software de simulação interactivo contém modelos matemáticos simplificados representativos de situações do mundo real, permitindo ao aluno desenvolver hipóteses e testá-las, analisar os resultados

obtidos e enriquecer conceitos. As várias simulações experimentais disponíveis (Queda e lançamento na vertical; Movimento de um pêndulo gravítico simples; Movimento de um projectil, lei de Ohm, etc.) fornecem resultados sob as formas numérica e gráfica, bem como animações do tema em estudo. Uma das grandes vantagens desta ferramenta é a de permitir a visualização e comparação dos resultados obtidos em várias simulações, em que o aluno pode fazer variar os parâmetros iniciais, facultando uma melhor análise e compreensão dos conceitos abordados.

Na figura 1 mostram-se os resultados gráficos de 2 simulações usadas para comparar o movimento de um corpo num plano inclinado. Em ambas as simulações os parâmetros de entrada para a altura e comprimento do plano inclinado e da aceleração gravítica são iguais (45m, 45m e $9,8\text{ms}^{-2}$, respectivamente) tendo-se alterado a massa do corpo de 100Kg para 10Kg na simulação de comparação.

Neste exemplo o aluno observa que a evolução da posição do corpo ao longo do tempo, e por conseguinte que a sua velocidade, não dependem do valor da massa do corpo. Este facto encontra-se explicado no documento de apoio que é facultado nesta simulação onde se assume que o atrito entre a superfície do plano inclinado e o corpo é nulo. Note-se que nos gráficos das posições e velocidades apenas são visíveis as curvas a preto relativas à simulação de comparação efectuada para a massa do corpo de 10Kg.



a) b) Fig. 1 - a) posições do corpo segundo os eixos ox e oy e energias potencial gravítica e cinética; b) posições e velocidades do corpo segundo os eixos ox e oy

Isto deve-se a que as curvas (a vermelho) obtidas com a primeira simulação onde a massa é de 100Kg são coincidentes com aquelas que são traçadas para a simulação de comparação, à excepção das curvas de energia que apresentam valores mais elevados para a primeira simulação. Das curvas das energias potencial e cinética é fácil constatar que quanto maior for a massa do corpo, maior será a energia potencial gravítica do corpo no instante inicial e que como o corpo está inicialmente em repouso no topo do plano inclinado toda a energia transferida do exterior para o corpo fica apenas armazenada na forma de energia potencial gravítica. Quando o corpo efectua a sua descida a energia cinética do corpo, E_c , aumenta e a energia potencial gravítica, E_p , do

sistema corpo-Terra diminui, assumindo-se que a energia mecânica do sistema se mantém constante. Neste exemplo explorou-se a potencialidade de alteração de parâmetros (neste caso a massa). É óbvio que muitas outras simulações poderão ser realizadas para explorar e comparar outras características, como sejam estudar as implicações que existem ou não sobre as posições, velocidades, acelerações e energias quando se alteram apenas a altura do plano inclinado e se mantêm os outros parâmetros fixos, entre outras possibilidades.

Além das simulações gráficas há a potencialidade de visualizar tabelas com os resultados numéricos obtidos para as simulações. As tabelas são geradas no intervalo de tempo que vai do instante inicial, $0s$, até ao valor do instante de tempo no qual o corpo atinge o solo t_f , em incrementos de $1/20$ deste intervalo. Estas fornecem os valores das

posições, velocidades e acelerações segundo os eixos ox e oy e das energias cinética e potencial gravítica. A fig. 2 refere-se a 2 simulações efectuadas para um corpo de massa de 100Kg a mover-se sobre um plano inclinado com altura e comprimento iguais a 45m, sendo que se alterou a aceleração gravítica de 9,8 (simulação a vermelho) para 15ms^{-2} (simulação de comparação a preto). Como é óbvio na simulação em que $g=15\text{ms}^{-2}$ o corpo percorre o plano inclinado num intervalo de tempo menor.



a) b) Fig. 2 - a) posições do corpo segundo ox e oy e energias potencial gravítica e cinética; b) tabelas com os valores obtidos

É de salientar ainda a possibilidade que esta ferramenta possui ao nível da simulação de actividades experimentais e funcionamento de aparelhos. Na fig. 3 apresenta-se a simulação de um circuito resistivo paralelo formado por uma bateria/fonte de alimentação ligada em paralelo a duas resistências iguais com valores de 3Ω .

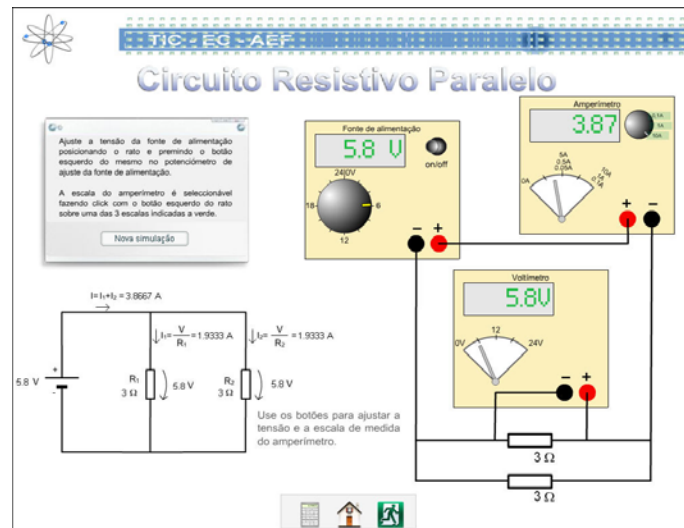


Fig. 3 - Simulação de um circuito resistivo paralelo

3. Conclusões

Na fase de desenvolvimento do protótipo ‘TIC-EC-AEF’ realizaram-se alguns testes com potenciais utilizadores, numa perspectiva de avaliação formativa. Estes testes envolveram 22 alunos dos ensinos básico e secundário, bem como 12 professores de Física com distintos anos de serviço. Optou-se por trabalhar com uma amostra reduzida de alunos, seguindo as orientações de Jakob Nielsen (1994), que indica valores entre 3 e 5 como um número razoável de utilizadores necessários para realizar testes nesta fase do ciclo de vida de uma aplicação. O objectivo central destes testes foi o de detectar e corrigir eventuais problemas na utilização da interface do *software* ‘TIC-EC-AEF’.

Os professores e alunos que utilizaram o software consideram que esta ferramenta de simulação tem grandes potencialidades para o ensino e a aprendizagem da Física. O programa “TIC-EC-AEF” apresenta várias vantagens na sua utilização como recurso educativo no processo ensino e aprendizagem, como sejam: a visualização gráfica do modelo estudado; a alteração fácil de variáveis e de parâmetros iniciais dos modelos simulados, facilitando a sua reutilização e exploração; possibilita a participação activa por parte dos alunos, fazendo com que o aluno construa o seu próprio conhecimento; ajuda na interpretação dos modelos físicos, na medida em que ao utilizar laboratórios virtuais e ao obter previsões sobre o comportamento desses modelos, o aluno é capaz de reflectir sobre os conhecimentos teóricos implícitos nestes; o professor pode propor simulações que entenda serem pertinentes para o estudo de um determinado modelo, que o aluno irá realizar. Além disto, o programa fornece documentação própria sobre os modelos simulados, recursos que permitem ao aluno aprofundar os seus conhecimentos de acordo com o seu grau de interesse.

4. Referências

- [1] Ministério da Ciência e da Tecnologia (1997), Livro Verde para a Sociedade da Informação em Portugal. Lisboa, Portugal: Ministério da Ciência e da Tecnologia. 1997. ISBN 972-97349-0-9
- [2] Teodoro, Vítor D. (2002), *Modellus: Learning Physics with Mathematical Modelling*. Tese de doutoramento, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, 2002.
- [3] Paiva, J. C. ; Martins, A. e Fiolhais, C.(2003), Simulações on-line no ensino da física e da química. *Revista Brasileira de Informática na Educação*. V. 11, 2 (2003) 111-117. [Consultado em 10/07/2006]
<http://www.jcpaiva.net/getfile.php?cwd=curriculum/12/1213&f=53c64>
- [4] Ángel Franco Garcia, “Física com Computador – Curso Interactivo de Física na Internet”. [Consultado em 10/07/2006]
<http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/default.htm>
- [5] Joey Lott, Robert Reinhardt (2006), *Flash 8 ActionScript Bible*, Wiley Publishing, Inc..
- [6] Nielsen, Jakob (1994), *Usability Laboratories: A 1994 Survey*. [Consultado em 17 de Julho de 2006]
<http://www.useit.com/papers/uselabs.html>.

E32

UMA ABORDAGEM CTS DA RADIAÇÃO ELECTROMAGNÉTICA NÃO IONIZANTE NO ENSINO SECUNDÁRIO USANDO A INTERNET

Sandra Maria Almeida Neves¹, Manuel Almeida Valente²

¹Escola Secundária Dr. Bernardino Machado – Figueira da Foz

²Departamento de Física - Universidade de Aveiro – 3810-193 Aveiro

¹saneves@netcabo.pt; ²mav@ua.pt

RESUMO

Corroborando da opinião de muitos autores, que o ensino CTS promove o desenvolvimento de capacidades, competências, saberes e atitudes dificilmente desenvolvidas no modelo de ensino tradicional, procurou-se desenvolver actividades, para um modelo contextualizado de ensino/aprendizagem, centrado na resolução de problemas e apelando, às novas tecnologias, concretamente, ao uso da Internet.

Com o objectivo de validar os materiais didácticos elaborados planificou-se e realizou-se um Workshop “Comunicações – Abordagens CTS das Radiações Não Ionizantes”. Do processo de validação resultaram opiniões que evidenciam, a adequação das Actividades concebidas para abordar, numa perspectiva CTS, o tema *Comunicações* do actual programa de Física do 11º ano.

1. Introdução

Desde o século XIX têm proliferado os apelos, de proveniências distintas (políticos, cientistas, educadores, meios de comunicação social...), no sentido de uma educação científica alargada a toda a população. As razões apontadas para tal alargamento têm variado de acordo com o contexto social e político da época e as percepções de cada um daqueles sectores da sociedade relativamente às finalidades dessa educação. O argumento democrático, talvez o mais utilizado nos documentos mais recentes, propõe uma educação científica para todos como forma de assegurar a construção de uma sociedade mais democrática, onde todos os cidadãos se sintam capacitados para participar de forma crítica e reflexiva em discussões, debates e processos decisórios sobre assuntos de natureza social e científica. A sociedade actual, marcada por dilemas morais e políticos suscitados pelo crescimento científico e tecnológico, só será verdadeiramente democrática quando as decisões sobre as opções científicas e tecnológicas deixarem de ser entendidas como responsabilidade exclusiva de especialistas. A ignorância e o medo da ciência e da tecnologia podem escravizar os cidadãos no século XXI, tornando-os estranhos na sua própria sociedade e completamente dependentes da opinião de especialistas. Para promover uma educação científica de todos os cidadãos muitos autores defendem, um ensino que privilegie o conhecimento em acção (em oposição ao conhecimento disciplinar), um ensino cujo principal objectivo é a compreensão da Ciência e da Tecnologia e das suas implicações na Sociedade, um “ensino CTS” (Ciência – Tecnologia - Sociedade). Segundo Solbes e Vilches (1997) [1] *ensinar ciência numa perspectiva CTS é ensinar acerca de fenómenos naturais imersos em ambientes sociais e tecnológicos familiares aos alunos*, isto é, recorrer a abordagens, que assentam na exploração de grandes temas/problemas da actualidade com contextos relevantes para o desenvolvimento e aprofundamento dos conceitos.

O objectivo fundamental do estudo [2] foi o de conceber e validar materiais educativos, considerando os princípios anteriormente referenciados. Foram produzidos diversos tipos de Actividades, nomeadamente, Trabalhos de Pesquisa; Actividades Práticas Laboratoriais; Actividades Práticas Virtuais e Textos CTS – todos sob o tema *Radiações Electromagnéticas Não Ionizantes*.

Corroborando da opinião de autores como Martins (2002) [3], que têm desenvolvido estudos de investigação nesta área, ao afirmarem que *o ensino das ciências de orientação CTS necessita de recursos didácticos consentâneos com as questões sociais do momento*, e que *o ensino CTS promove o desenvolvimento de capacidades, competências e atitudes que dificilmente seriam desenvolvidas no modelo de ensino tradicional*, procurou-se conceber um conjunto de actividades com um formato algo diferente do tradicional, apelando às novas tecnologias, concretamente, ao uso de ferramentas disponíveis na Internet.

Como as radiações electromagnéticas não ionizantes atingem todos, interferindo de diversas formas com os sistemas biológicos, pensámos ser útil por exemplo a elaboração de recursos que permitissem a introdução dos respectivos conceitos de forma simples, sem necessidade de utilização de muito formalismo matemático. Tivemos como referência vários organismos responsáveis pelo estudo desta temática, como a Organização Mundial de Saúde, a Comissão Internacional de Protecção contra as Radiações Não Ionizantes, entre outras.

Os recursos didácticos concebidos apresentam quatro formatos: Trabalhos de Pesquisa; Actividades Práticas Laboratoriais; Actividades Práticas Virtuais e Textos CTS. Os formatos das actividades, apesar de distintos, interligam-se e complementam-se em determinados assuntos. Estes materiais foram submetidos a um processo de validação por professores avaliadores, da área disciplinar de Física e Química, durante a realização de uma sessão de trabalho organizada especificamente para o efeito.

2. Apresentação dos recursos didácticos

Ao conceber recursos didácticos (tabela 1), procurou-se abordar: temas sociais actuais; relações entre experiências educacionais e experiências do quotidiano; conteúdos científicos (análise qualitativa); recursos variados, existentes também no exterior da escola (por exemplo em casa: uso das TIC/Internet); participação activa dos alunos na procura de informação; combinação de actividades de formatos variados.

Tabela 1 – Exemplo de alguns dos materiais didácticos concebidos.

	Título	Objectivos de aprendizagem
Trabalhos de Pesquisa	<i>As Ondas Hertzianas</i>	- Descrever e interpretar a experiência do dipolo de Hertz; - Reconhecer a importância da experiência de Hertz na comprovação da teoria de Maxwell; - Reconhecer neste exemplo histórico, a importância da Física como proporcionadora de meios para a evolução da sociedade - na sua educação, cultura, economia, etc.
	<i>Efeitos dos Campos Electromagnéticos no Ser Humano</i>	- Identificar efeitos dos campos electromagnéticos sobre os seres humanos, e reflectir sobre o problema social implícito.
Textos CTS	“Perigo rodeia mil alunos” (Nascimento, 2005) [4]	- Estimular a criação de pontes entre matérias curriculares e: # experiências e vivências dos alunos em contextos não escolares. # problemas sociais e culturalmente relevantes de âmbito local, nacional ou global;

Actividades Práticas Laboratoriais	<i>A Experiência de Oersted</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Reproduzir a experiência clássica de Hans Christian Oersted e construir um galvanómetro simples e útil. - Reconhecer que um campo magnético B também tem origem em correntes eléctricas; - Interpretar as propriedades do campo magnético através da observação experimental de esquemas representativos das linhas de campo.
	<i>Campos Electromagnéticos</i>	- Analisar, compreender e interpretar propriedades do campo magnético, como: a variação do seu valor com a distância, com a direcção.
Actividades Práticas Virtuais	<i>Simuladores de Microondas</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Relacionar a rotação/vibração das moléculas da água com a frequência e a amplitude da radiação incidente. - Analisar e compreender propriedades características da radiação electromagnética.
	<i>Simuladores de Ondas</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Analisar propriedades características das ondas como a frequência, amplitude, comprimento de onda, etc. - Analisar e compreender melhor os fenómenos ondulatórios como a refração, reflexão, difracção e interferência.
	<i>O Laboratório de Faraday</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Reconhecer que um campo magnético tem origem em correntes eléctricas; - Interpretar as propriedades do campo magnético através da observação experimental de esquemas representativos das respectivas linhas de campo magnético.
	<i>O Osciloscópio</i>	- Analisar o funcionamento do instrumento (osciloscópio), principalmente das suas funções mais básicas/essenciais, necessárias aos alunos nesta fase da sua escolaridade.

É de salientar que o trabalho de laboratório é uma parte integrante da ciência e do ensino da ciência, e também, segundo as actuais teorias do ensino, se presume que os estudantes aprendem melhor quando estão activamente envolvidos na pesquisa de informação e na investigação e aplicação do conhecimento. Por este e outros motivos, achamos que a tecnologia pode ser uma ferramenta poderosa nas aulas para o desenvolvimento de competências analíticas e, é por isso necessário, ter presente algumas das *Vantagens dos Laboratórios Virtuais*:

- A Tecnologia (TIC¹²) é utilizada como ferramenta para ensinar e aprender.
- Os alunos experimentam recursos familiares e motivadores que podem reforçar a aprendizagem.
- Implicam o trabalho colaborativo
- Os alunos recebem *retorno* imediato da sua prática.
- As limitações de dinheiro, equipamento/material laboratorial e tempo podem ser mais facilmente superados.

No entanto, apesar de acharmos que os Laboratórios *on-line* podem aumentar, estender e até reforçar a experiência laboratorial dos alunos, no entanto, não devem ser um substituto de experiências reais no laboratório. Há que ter sempre presente as competências que é suposto os alunos desenvolverem do tipo processual, conceptual, social, axiológico, etc. através da preparação, realização e avaliação de actividades práticas de natureza laboratorial.

Na concepção dos recursos referidos foram consideradas as informações e decisões provenientes de organismos competentes, nacionais e internacionais. Em Portugal, a Autoridade Nacional de Comunicações, ICP-ANACOM [5], é a entidade reguladora do sector das telecomunicações. Esta entidade decidiu adoptar nas avaliações que faz das radiações emitidas pelo actual sistema móvel terrestre (GSM) os níveis de referência fixados na Recomendação do Conselho da União Europeia, de 12 de Julho de 1999, relativa à limitação da exposição da população aos campos electromagnéticos (0 Hz - 300 GHz).

¹² Tecnologias de Informação e Comunicação.

3. Notas Finais

Os recursos CTS não são uma prática muito comum nos manuais que estão disponíveis para adopção. Se os professores querem avançar para propostas mais ricas e inovadoras deverão construir os seus próprios recursos a partir do que os rodeia. A construção de recursos é sem dúvida um acto de enriquecimento e formação pessoal e profissional. O tema aqui em foco é, evidentemente, bastante actual e pertinente. A consulta via Internet de artigos, sobre a problemática dos campos electromagnéticos e dos eventuais efeitos sobre a saúde humana é inumerável. Apresentamos, como sugestão, alguns dos mais importantes e credenciados *sítios* de pesquisa sobre este assunto, nomeadamente:

- <http://www.hpa.org.uk/radiation/> - Agência de protecção da saúde (Reino Unido) – este sítio apresenta uma série de módulos informativos e animados sobre diversas questões relacionadas com as radiações. Apresenta a informação numa forma bastante acessível e clara, apesar de ser em Inglês.

- <http://www.colorado.edu/physics/phet/web-pages/index.html> - PhET Physics Education Technology. Sítio concebido pelo Departamento de Física da Universidade do Colorado. Permite executar simulações interactivas sobre diversos fenómenos físicos. É um simulador com um grafismo muito apelativo e apresenta a opção da versão espanhola.

- <http://web.mit.edu/8.02t/www/802TEAL3D/index.html> - MIT TEAL/Studio Physics Project. Sítio concebido pelo Massachusetts Institute of Technology em conjunto com a Microsoft, tem como objectivo promover uma *aprendizagem activa* da física a um nível introdutório. Possui animações com um excelente grafismo de fenómenos físicos relacionados com o electromagnetismo. Apresenta ainda a vantagem de as animações poderem ser *descarregadas* para qualquer computador.

- <http://www.lx.it.pt/monit/> - *monit*, é um sítio da responsabilidade do [Instituto Português de Telecomunicações](#), disponibiliza informação actualizada sobre radiação electromagnética em comunicações móveis: conceitos básicos relacionados com ondas electromagnéticas, limites de exposição conhecidos (nomeadamente, em território português), entre outros.

- <http://www.who.int/peh-emf/en/> - *A Organização Mundial de Saúde - OMS* – apresenta neste endereço uma secção sobre campos electromagnéticos com informação diversa: legislação, prevenção à exposição das radiações, entre outras. Muitos dos vários documentos estão disponíveis também em português.

REFERÊNCIAS

- [1] Solbes, J. e Vilches, A. (1997). STS Interactions and the Teaching of Physics and Chemistry. *Science Education*, 81(4), 377-386.
- [2] Neves, S. N. (2006). Abordagem CTS das Radiações Electromagnéticas Não Ionizantes. Dissertação de Mestrado em Ensino de Física. Universidade de Aveiro.
- [3] Martins, I. P. (2002). Problemas e perspectivas sobre a integração CTS no sistema educativo português. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciências*, Vol. 1,1. <<http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen1/Numero1/Art2.pdf>>
- [4] Nascimento E. (2005). Perigo rodeia mil alunos. *Correio da Manhã*. <<http://www.correioamanha.pt/noticia.asp?id=176751&idCanal=10>>
- [5] ICNIRP, Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to 300 GHz). In, <http://www.icnirp.de/documents/emfgdlesp.pdf>. Documento integral disponível na versão portuguesa em, ANACOM (2005), <<http://www.icp.pt/template12.jsp?categoryId=31368>>.

E33

UMA PROPOSTA DE ABORDAGEM INTERDISCIPLINAR DO SOM NO 3º CICLO DO ENSINO BÁSICO

Cacilda Macedo¹, Isabel Malaquias²

¹ Escola EB 2/3 João Afonso de Aveiro, 3810-150 Aveiro

² Departamento de Física – Universidade de Aveiro, 3810-193 Aveiro

cacilda.macedo@iol.pt, imalaquias@ua.pt

RESUMO

No âmbito da actual reorganização curricular para o ensino das Ciências, procedeu-se à identificação e análise de dificuldades na aprendizagem de conceitos de som e à elaboração de um conjunto de estratégias, enfatizando a componente experimental e otimizando tempos lectivos para a discussão de temas relacionados com o som. Focaram-se ainda alguns aspectos da história da ciência. A aplicação-avaliação das estratégias realizou-se numa escola básica. Envolveu alunos do 8º ano (uma turma experimental e outra de controlo), professores e profissionais ligados à audiometria/ruído. Administraram-se instrumentos de recolha de dados aos diversos intervenientes. Da análise dos resultados, foi possível inferir, entre outras conclusões, que os alunos evidenciaram um maior envolvimento durante o processo de ensino e revelaram melhores competências relativamente a situações lectivas mais tradicionais.

1. Problemática em estudo

O recente processo de reforma curricular tem vindo a suscitar propostas inovadoras para o ensino e aprendizagem das ciências. Relativamente ao 3º ciclo do ensino básico, a actual reorganização curricular introduziu:

- Áreas curriculares não disciplinares (Estudo acompanhado, área de projecto e formação cívica);
- A área disciplinar de Ciências Físicas e Naturais, que engloba as disciplinas de ciências físico-químicas e ciências naturais, e está orientada em torno de quatro temas organizadores a desenvolver ao longo do 3º ciclo do ensino básico: Terra no espaço, Terra em transformação, Sustentabilidade na Terra e Viver melhor na Terra. Estes temas devem ser explorados num contexto interdisciplinar, em que a interacção CTSA constitua uma vertente integradora e globalizante da organização e da aquisição dos saberes científicos.

A abordagem de *situações - problema* do quotidiano é um dos processos que poderá permitir construir conhecimentos e reflectir sobre os processos da ciência e da tecnologia bem como as suas relações com a sociedade, facultando uma aprendizagem científico-tecnológica e possibilitando decisões e atitudes mais informadas. Tal permite igualmente o desenvolvimento de capacidades, competências e valores propiciadores de uma melhor cidadania.

Neste contexto pode estimular-se o pensamento do aluno introduzindo ideias – desafio. Foi o que se pretendeu com a elaboração deste trabalho de investigação, particularizando para o caso dos conteúdos sobre Som, leccionados no 3º ciclo do ensino básico e, mais especificamente, no 8º ano de escolaridade.

Assim, desenvolveu-se um estudo cujo problema de investigação foi: *Conceber e validar estratégias de ensino-aprendizagem, a partir da análise de dificuldades sobre conceitos de som, no contexto da actual reorganização curricular no 3º ciclo do ensino básico.*

A partir deste problema, definiram-se os seguintes objectivos:

-
- Conceber, implementar e avaliar estratégias para o sub-tema Produção e Transmissão do Som integrado no tema organizador Sustentabilidade na Terra à luz das actuais perspectivas curriculares.
 - Proceder a um levantamento e análise das actuais orientações curriculares para o 3º ciclo do ensino básico no que diz respeito ao Som assim como de outros documentos orientadores do currículo.
 - Explorar modos de como se poderá fazer a interdisciplinaridade, bem como outras formas que propiciem uma melhor aprendizagem de conceitos.
 - Implementar estratégias de cariz essencialmente experimental e com recurso à perspectiva CTSA (incluindo a dimensão da História da Física e da resolução de problemas) tendo em vista a melhoria da compreensão destes conceitos.
 - Avaliar o impacto, em sala de aula, das estratégias concebidas.

2. Metodologia de investigação

A metodologia de investigação englobou fundamentalmente uma dimensão de investigação-acção mas também um formato experimental (avaliação dos efeitos da mudança a partir de um design quase-experimental do grupo de controlo/grupo experimental, com pré-teste e pós-teste, e selecção não aleatória de indivíduos). Para [1] *“Um plano experimental normalmente compreende dois grupos, o grupo experimental e o grupo de controlo. Ao grupo experimental será administrado o tratamento cujos efeitos se quer medir, enquanto ao grupo de controlo não será administrado nenhum novo tratamento e mantém-se como até aí; (...). O grupo de controlo é necessário para comparar a eficácia do tratamento introduzido no grupo experimental”*.

3. Implementação do projecto de investigação

A aplicação e avaliação das estratégias foram feitas numa escola básica, no ano lectivo de 2004/2005, envolvendo alunos de duas turmas do 8º ano (uma turma experimental e outra de controlo), professores e dois profissionais ligados à audiometria e ao ruído.

Deste modo, foi elaborado um conjunto de estratégias, dando ênfase à:

- Interdisciplinaridade (Ciências Físico-Químicas, Ciências Naturais, Matemática, Educação Musical, Formação Cívica e Estudo Acompanhado);
- Diversidade de metodologias de ensino-aprendizagem, contemplando essencialmente estratégias de cariz experimental;
- Colaboração de profissionais ligados à audiometria e ao ruído;
- Utilização de alguns aspectos da história da ciência.

4. Os instrumentos de recolha de dados

Ao diversificar as fontes de dados, procedeu-se ao registo de opinião dos três grupos intervenientes no estudo (alunos, professores e agentes exteriores) e à recolha dos resultados do questionário de concepções sobre som, do grupo experimental e do grupo de controlo, antes e depois da abordagem do tema.

Para [2] *“A triangulação implica reunir uma grande variedade de dados a partir de distintos pontos de vista, realizar comparações múltiplas de um fenómeno único para, através de diversas intersubjectividades, tentar encontrar a objectividade”*.

De seguida, referem-se os diversos instrumentos utilizados nos três grupos:

- **Alunos:**

A - Questionário sobre concepções alternativas;

B - Registos das aulas observadas;

C - Documentos elaborados pelos alunos : Trabalhos de Pesquisa;

D - Questionário de interesses.

- **Professores:**
 - Questionário administrado no final do projecto.
- **Profissionais colaboradores:**
 - Questionário administrado no final do projecto.

A tabela 1 ilustra os instrumentos utilizados com os grupos de alunos (de controlo e experimental).

Tabela 1 - Distribuição dos instrumentos de recolha de dados e o seu momento de aplicação relativamente aos alunos

Instrumentos de recolha de dados	Turma de controlo	Turma experimental
A - Questionário 1 – “Diagnosticar concepções sobre Som”	X	X
B - Registos das aulas observadas		X
C - Documento elaborado pelos alunos: Trabalho de Pesquisa		X
D - Questionário de interesses		X
A - Questionário 1 – “Diagnosticar concepções sobre Som”	X	X

5. Actividades realizadas e disciplinas envolvidas

As actividades desenvolvidas na turma experimental e nas disciplinas que cooperaram na investigação referem-se na Tabela 2.

Tabela 2 – Actividades realizadas/Disciplinas envolvidas

Actividades realizadas	Disciplinas envolvidas
<i>Análise / Interpretação de textos escritos.</i> Filmes-vídeo / Imagens	Ciências Físico-Químicas; Estudo Acompanhado; Educação Musical; Formação Cívica; Ciências Naturais; Matemática.
<i>Análise/Interpretação de dados (tabelas, diagramas ou gráficos)</i>	Ciências Físico-Químicas; Matemática
<i>Visualização de clips de vídeo:</i> Avião super-sónico Voz de Edison	Estudo Acompanhado

Actividades prático-experimentais:	
<i>Salpicar o parceiro</i> Cordas vocais Bolas de esferovite a saltitar Tocar tambor à distância Representação de uma vibração sonora Detectando sons num écran Comprime e rarefaz O som propaga-se no vazio? Propagação do som no ar e na madeira Rádio – palhinha Fazer ressoar um cabide Sons na tua cabeça “Pesar” e medir o som O bilhete de identidade do teu timbre Características da onda sonora e atributos do som Medição do nível de intensidade sonora produzido por um Walkman. Que materiais absorvem melhor o som (caixas de música)? Desviar o som por vezes é fundamental! Aumentar o som! O som reflecta-se?	Ciências Físico-Químicas Educação Musical Formação Cívica
Relatórios das actividades práticas	Ciências Físico-Químicas
Bilhete de identidade do fonógrafo	Estudo Acompanhado
Actividade com o Audiólogo	Ciências Naturais
Actividade com o Eng.º da CM Ilhavo	Formação Cívica
Trabalho de pesquisa (preparação, execução e apresentação)	Ciências Físico-Químicas Estudo Acompanhado

6. Alguns resultados obtidos (alunos)

Questionário 1 - Quando da aplicação do *pré-teste*, os alunos das duas turmas apresentavam concepções semelhantes sobre o som. No *pós-teste*, os alunos do *grupo experimental* demonstraram ter adquirido melhor desempenho que o *grupo de controlo* no que diz respeito a questões, por exemplo, sobre a propagação do som (velocidade, diferentes materiais), sua absorção (citando mesmo alguns tipos de material a usar para este efeito “...a esferovite, a espuma ou a corticite”), atributos do som, registo sonoro, propriedades das ondas sonoras. Adquiriram também melhores competências relativamente a problemas inerentes à educação para a cidadania, “...porque lá vem descrito o nível sonoro em decibéis”. (rótulo ecológico)

Questionário de interesses - A disciplina que mais contribuiu para complementar o projecto foi a de Estudo Acompanhado. A disciplina mais interessante para complementar o projecto foi a de Ciências Naturais.

As actividades que suscitaram mais interesse foram as: *Actividades prático-experimentais* (nomeadamente “as caixas de música”) porque acharam que se torna mais fácil a aprendizagem do som usando estas actividades (100%); *Visualização de clips-vídeo* (nomeadamente o do “avião supersónico” - 100%); *Realização de trabalhos de pesquisa* (alguns acharam “*bué fixe*”); *Actividade com o audiólogo* (que muitos gostariam de repetir).

7. Conclusões

Com base na análise de dados, foi possível concluir que:

- *Os alunos* – do grupo experimental evidenciaram um maior envolvimento durante o processo de ensino e no final revelaram melhores competências, comparativamente a situações lectivas mais tradicionais (grupo de controlo).

-
- *Os professores* das disciplinas envolvidas consideraram bastante positiva a abordagem na medida em que promoveu e desenvolveu a articulação de saberes disciplinares, assim como a realização de actividades conjuntas entre professores de áreas distintas.
 - *Os profissionais externos* que intervieram, consideraram que a sua participação neste processo foi eficaz na sensibilização dos jovens para a prevenção do ruído.

REFERÊNCIAS

- [1] Carmo, H. e Ferreira, M. *Metodologia de Investigação. Guia para Auto – Aprendizagem*. Lisboa: Universidade Aberta (1998:225)
- [2] Serrano, G. P. *Investigación Qualitativa. Retos e Interrogantes. I Métodos*. Madrid: Editorial La Muralla. (1994:189).

E34

CONVERSÃO FOTOVOLTAICA UM PROJECTO NO 3º CICLO DO ENSINO BÁSICO

António Alves¹, Isabel Malaquias², António Cunha³

¹Escola EB 2,3 de Vilarinho do Bairro, 3780-599 Vilarinho do Bairro

^{2,3}Departamento de Física – Universidade de Aveiro, 3810-193 Aveiro

¹ant.man.alves@sapo.pt, ²imalaquias@ua.pt, ³acunha@ua.pt

RESUMO

No âmbito da disciplina de Área de Projecto do 3º ciclo do ensino básico, desenvolveu-se uma investigação – acção subordinada ao tema “Conversão fotovoltaica”. Este assunto enquadra-se num dos problemas sociais mais actuais – a obtenção de energia. A concepção e desenvolvimento desta investigação permitiu aos alunos envolverem-se na produção de células fotovoltaicas artesanais, na resolução de questões concretas de utilização da conversão fotovoltaica e, simultaneamente, consolidarem conceitos físicos necessários à implementação dos seus próprios projectos. Alguns destes foram apresentados nas edições de 2005 e 2006 do concurso Padre Himalaya. Nesta comunicação, apresentar-se-ão resultados e discussão deste trabalho de investigação.

1 - Introdução

A disciplina de Área de Projecto foi introduzida pelo Decreto-lei nº 6/2001 de 18 de Janeiro, determinando-se que constitua um espaço privilegiado para envolver os alunos na concepção e realização de projectos, permitindo-lhes articular saberes em torno de problemas ou temas de pesquisa. O ensino/aprendizagem baseado nesta metodologia enfatiza as actividades de aprendizagem interdisciplinar, centradas nos alunos e integra situações reais. Reconhece-se que um benefício imediato possa ser a maior motivação dos alunos, co-responsabilizando-os mais na sua própria aprendizagem.

Pretendeu-se utilizar esta disciplina na sua adequação a projectos de Física. Este estudo ambicionou acompanhar e analisar criticamente o desenvolvimento de uma metodologia de projecto, por alunos do 3º ciclo do Ensino Básico em torno de uma temática actual, *Conversão Fotovoltaica da Energia Solar*, que proporcionou o estudo e a exploração de vários conceitos de física. A implementação desta metodologia realizou-se através de:

- Construção de células fotovoltaicas a partir de materiais acessíveis;
- Caracterização de parâmetros físicos importantes para o funcionamento de células fotovoltaicas;
- Dimensionamento, montagem e caracterização de um painel de células fotovoltaicas para aplicações práticas;
- Participação no concurso Padre Himalaya.

Desenvolvimento do Projecto

Na implementação do projecto, enfatizaram-se momentos para:

- Apropriação do problema por parte dos alunos – feita a partir de artigos de jornais sobre: o aumento do preço do crude nos mercados internacionais, a diminuição das reservas do mesmo, os problemas ambientais provocados pelo elevado consumo de combustíveis fósseis, sobre o protocolo de Quioto e sobre soluções que têm vindo a ser propostas.

- Discussão, constituição de grupos e escolha do tema aglutinador e de sub temas.

- Elaboração de cada projecto e planificação do trabalho, por parte dos alunos.

Pesquisa sobre os vários componentes a ser utilizados (tipos de células, custos, materiais, ...).

- Escrita de cartas a várias empresas comerciais (da área da energia solar) e a outras entidades (câmara municipal, SPES, etc.) para o patrocínio da construção dos protótipos.

- Construção de células fotovoltaicas de cobre e de Grätzel com materiais mais acessíveis.

- Caracterização das células construídas. A caracterização das células de Grätzel foi feita usando um holofote de 1000 W, colocado por cima da célula, a uma altura de 12 cm. A caracterização das células de cobre foi feita com o mesmo holofote, colocado numa posição vertical (fig. 1).

- Traçado de gráficos I – V e determinação da potência da célula;

- Retoma da construção dos protótipos:

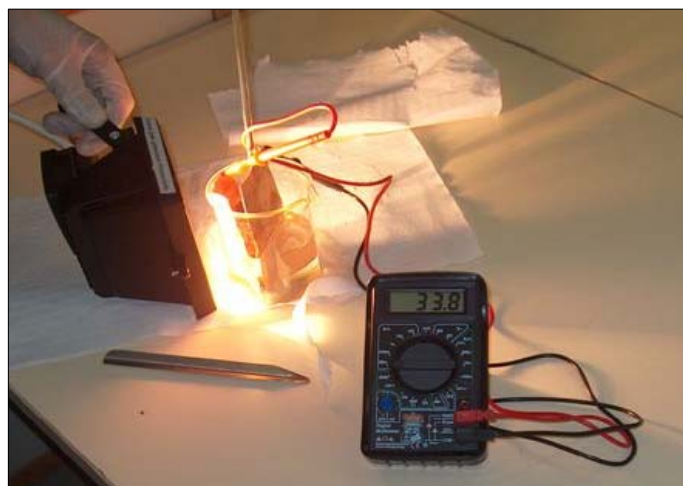


Fig. 1



O carrinho



A cascata



O repuxo



O barco

Construção das células de Grätzel

- Usaram lâminas de vidro com um lado condutor, constituído por uma camada de SnO_2 (ITO), uma solução de óxido de titânio TiO_2 , uma solução corante (diferente em cada grupo) e um electrólito.
- Limpavam e secaram bem as lâminas de vidro;
- Usaram um multímetro para medir a resistência eléctrica (fig. 6) e desta forma encontrar o lado condutor, ou seja aquele que é coberto com a camada de ITO.
- Fixaram a lâmina à mesa com a parte condutora virada para cima, usando fita-cola;
- Com a pipeta cheia, colocaram a solução de TiO_2 na superfície descoberta da lâmina (fig.7);
- Distribuíram a solução de TiO_2 na superfície usando uma lamela, de modo a obter um filme fino e homogéneo (fig.8).
- Revestiram o lado condutor de outra lâmina com uma camada de grafite, usando um lápis (fig.8).
- Deixaram secar bem a superfície sem tocar na solução de TiO_2 .
- Retiraram a fita-cola da lâmina e puseram-na a “cozer” numa placa de aquecimento. Durante o cozimento, o TiO_2 amareleceu e depois ficou novamente branco.

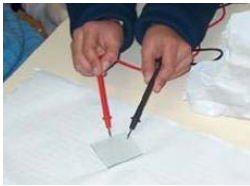


Fig. 6



Fig. 7



Fig. 8

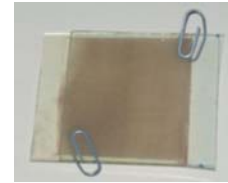


Fig. 9

- Colocaram a lâmina dentro de uma solução corante, durante 10 minutos, findo este tempo retiraram-na.
- Limpavam os bordos com cuidado e secaram-na com o secador.
- Juntaram as duas lâminas e prenderam-nas com cliques. A camada de TiO_2 com o corante ficou em contacto com a camada de grafite. Para ligar os cabos eléctricos à célula fotovoltaica, as lâminas foram colocadas desfasadas, de forma que não se sobrepusessem (fig. 9).
- Foi feita a activação da célula deitando umas gotas de electrólito na célula fotovoltaica. O electrólito era constituído por uma solução alcoólica de iodo (I_2) e iodeto de potássio (KI).

Construção das células de cobre

- Lixaram completamente duas placas, de ambos os lados, com as dimensões de aproximadamente 8 x 10 cm;
- Aqueceram uma das placas até ficar negra e começar a descascar a parte negra (óxido cúprico);
- Colocaram a placa ainda quente em água fria para o óxido cúprico se soltar.



Fig. 10



Fig. 11

- Depois de retirar todo o óxido cúprico, lixaram uma pequena parte para poderem fazer as ligações;
- Colocaram as duas placas numa solução saturada de cloreto de sódio, próximas uma da outra mas sem se tocarem;
- Ligaram os cabos eléctricos à célula e ficou pronta a funcionar.

REFLEXÕES FINAIS

Este estudo permitiu verificar que esta metodologia é apropriada para desenvolver trabalhos em Física de uma forma contextualizada e que os alunos mobilizaram saberes científicos e tecnológicos para resolver problemas de uma forma mais autónoma e interessada.

Verificou-se também que adquiriram uma maior sensibilização para a utilização de energias renováveis, em geral, e da solar em particular, com alguns reflexos práticos em termos da comunidade local.

Os alunos gostaram de desenvolver, eles próprios, os projectos, pois no ano seguinte quiseram continuar a aperfeiçoar os protótipos anteriores ou a implementar trabalhos semelhantes.

Alguns protótipos (cascata e carrinho) foram apresentados no concurso Padre Himalaya, em Lisboa.

Índice de Autores

	<i>Páginas</i>
Alves, António	87
ant.man.alves@sapo.pt	
Bonifácio, V.	39
vitor.bonifacio@ua.pt	
Branco, Maria Júlia M. P.	64
juliabranco@mail.pt	
Costa, Nilza	56
nilzacosta@ua.pt	
Cunha, Ana Edite	48
anaedite1@sapo.pt	
Cunha, António	87
antonio.cunha@ua.pt	
Cunha, J. Boaventura	74
jboavent@utad.pt	
Garcia, Nilson Marcos Dias	35, 44, 52
nilson@cefetpr.br	
Garcia, Tânia M. F. Braga	52
taniabraga@terra.com.br	

Higa, Ivanilda	52
ivanilda@ufpr.br	
Lanceros-Mendez, S.	25
lanceros@fisica.uminho.pt	
Lopes, J. Bernardino	48, 64, 74
blopes@utad.pt	
Macedo, Cacilda	82
cacilda.macedo@iol.pt	
Malaquias, Isabel	13, 82, 87
imalaquias@ua.pt	
Marques, Luís	31
luis@ua.pt	
Neves, Sandra Maria	78
Almeida	
saneves@netcabo.pt	
Oliveira, Paula C.M.S.	69
paulacsmoliveira@sapo.pt	
Ramos, Ana	39
pramos.ana@hotmail.com	
Ramos, Eunice	39
eunice-pramos@hotmail.com	
Reis, Norma T. O.	35

normareis@mec.gov.br	
Ribeirinho, Ana Manuel	25
anamanuel@sapo.pt	
Roque, Maria Isabel R. T.	13
tunderbolt.gero@iol.pt	
Santos, Lucília M.T.P.	69
lucilia.santos@ua.pt	
Sardo, Vera	56
verasardo@netvisao.pt	
Seixas, José Eduardo	74
seixas@zmail.pt	
Talaia, Mário	31, 56
mart@ua.pt	
Tavares, Fátima	31
Tricio Gomez, Verónica	19, 60
vtricio@ubu.es	
Valdés, R.	60
rvaldes@ubu.es	
Valente, Manuel Almeida	13, 78
mav@ua.pt	
