



Agradecimentos

- Aos orientadores Doutor Vicente Fonseca e Doutor Senentxu Méndez por terem desempenhado essa função tão exemplarmente;
- Aos alunos da turma 10º G do ano lectivo 2005/2006 da Escola Secundária Alcaides de Faria;
- Ao Leonel Serra pelo precioso contributo no desenvolvimento dos recursos informáticos;
- Ao Sr. José Silva e aos seus colaboradores da IMA, Lda. Pela colaboração na construção do equipamento real necessário à realização da actividade;
- Ao Mestre Gustavo Andrez pela presença e pela amizade que acompanhou o desenvolvimento deste trabalho;
- A todos aqueles que, de uma forma ou outra, contribuíram para o resultado final deste trabalho.



Aos meus pais
Aos meus irmãos
Aos meus amigos



Resumo

Este trabalho tem como objectivos fundamentais, a criação de material virtual de apoio a uma actividade experimental e o teste da viabilidade de utilização deste material em ambiente de sala de aulas. A actividade laboratorial seleccionada para este trabalho foi a AL1.1 do 10º ano do ensino secundário da disciplina Física e Química A, intitulada “Emissão e absorção de radiação”.

O trabalho deu origem a material electrónico disponível no endereço de Internet (www.fisica.uminho.pt/alv), onde se encontra o que foi denominado como *Actividade Laboratorial Virtual (ALV)*, que inclui de material de apoio à preparação da actividade, uma simulação computacional da actividade e áreas de avaliação. A área de apoio está dividida nas seguintes componentes: exploração de conceitos; explicação e guia da actividade laboratorial; informação histórica; biografia de cientistas; aplicações tecnológicas relacionadas. A simulação computacional foi desenvolvida com a plataforma de animação gráfica Adobe Flash e reproduz as condições laboratoriais da actividade.

O material desenvolvido foi testado com alunos do 10º ano de escolaridade da disciplina Física e Química A do ensino secundário português. A implementação consistiu na comparação entre três grupos diferentes, um com acesso apenas ao material virtual, outro grupo com acesso ao material virtual e real e um grupo de controlo com acesso apenas a material real. Os resultados obtidos na implementação mostram grande afinidade e gosto dos alunos com materiais electrónicos. Os grupos com acesso ao material virtual mostraram maior evolução com respeito à aquisição dos conceitos envolvidos na experiência comparativamente com o grupo de alunos de controlo.

O objectivo dos materiais desenvolvidos é o de complementar o processo de ensino/aprendizagem. Preferencialmente devem ser usados como ajuda na preparação das actividades em laboratório ou na preparação das conclusões posteriores à actividade. Contudo, verifica-se que em casos especiais, quando não exista a possibilidade de aceder ao material experimental, a actividade laboratorial virtual pode ser assumida como substituto da actividade real.

Duas das principais conclusões retiradas deste estudo são:

- As actividades laboratoriais virtuais são uma ferramenta de ensino/aprendizagem valida na implementação em espaços lectivos;
- As actividades laboratoriais virtuais não dispensam a participação activa do professor, mas exigem um envolvimento diferente deste elemento.



Abstract

The objectives of this work are the creation of an experimental virtual activity and to test its viability in order to be used in regular classes. The experimental virtual activity, “Emission and Absorption of Radiation”, was based on the laboratory activity AL 1.1 from the 10th grade of the Physics and Chemistry A class.

The so called Virtual Laboratory Activity is shown in an Internet site (www.fisica.uminho.pt/alv) and includes supporting material for the preparation of the activity, the computer simulation and self-evaluation areas.

The supporting area is divided in the following items: historical information, biography of scientists and technological application related to this activity. The computer simulation was developed with Adobe Flash software and emulates the laboratory condition of the experiment.

The developed material was tested with students of the 10th grade of the Physics and Chemistry A class of the Portuguese education system. The implementation consisted on the comparison of three different groups. One group had only access to the virtual experiment, other had access to the virtual and real experiment and a control group had just access to the real experiment. The collected results show the affinity and likeness of students with electronic simulations. The group with access to the computer simulation showed a better evolution in the understanding of the physical concepts related to the experiments in comparison with the control group.

The objective of the developed software is to complement the teaching/learning process. It is proposed to be used as a help to the preparation of the laboratory activity or the evaluation of the conclusions after the experimental class. However, on special cases, when there is no the possibility of performing the real experiment, the virtual experiment could be used as a replacement to the real activity.

Two main conclusions were withdrawn from this study:

- The virtual laboratory activities are a valid tool for teaching/learning when used in regular teaching environments;

The virtual laboratory activity does not avoid the active participation of the teacher, but demands a different involvement.



ÍNDICE

Lista de Siglas e Abreviaturas	viii
Lista de Tabelas	ix
Lista de Figuras	x
Lista de Gráficos	xii
Lista de Anexos	xiii
1 Apresentação do estudo e fundamentação da escolha	1
1.1 O estudo	1
1.2 Escolhas: área, ano e actividade laboratorial	2
2 Revisão Temática do Currículo Nacional do Ensino Básico e Programa Nacional do Ensino Secundário	4
2.1 Currículo Nacional do Ensino Básico – Ciências Físicas e Naturais	4
2.2 Programa Nacional do Ensino Secundário desde uma perspectiva da Física	7
2.3 Revisão do Programa de Física e Química A do 10º Ano	10
2.3.1 Objecto de ensino para o Módulo Inicial	11
2.3.2 Objecto de ensino para a Unidade 1	11
2.3.3 Objecto de ensino para a Unidade 2	12
3 E-Learning	13
4 Laboratórios Virtuais	15
5 Análise de Laboratórios Virtuais já disponíveis na Internet	17
5.1 Apresentação dos critérios de análise	17
5.2 Revisão de Laboratórios Virtuais	18
6 Apresentação das páginas HTML	22



7	Construção da Simulação	30
7.1	Análise da estrutura e grafismo da Simulação	30
8	Apresentação dos resultados	34
8.1	Caracterização do grupo de estudo	34
8.2	Metodologia de implementação	34
8.3	Os questionários	35
8.4	Questionário pré-laboratoriais e pós-laboratoriais	36
8.5	Questionário de opinião	40
9	Considerações Finais	49
9.1	Conclusões	49
9.2	Sugestões para trabalhos futuros	50
10	Bibliografia	51
	Anexos	53



Lista de Siglas e Abreviaturas

ALV	Actividade Laboratorial Virtual
CTSA	Ciência Tecnologia Sociedade Ambiente
CNEB	Currículo Nacional do Ensino Básico
LV	Laboratório Virtual
ME	Ministério da Educação
TIC	Tecnologias da Informação e Comunicação



Lista de Tabelas

Tabela 1	Unidades e temas da componente de Física do Programa do 10º ano	8
Tabela 2	Unidades e temas da componente de Física do Programa do 11º ano	8
Tabela 3	Unidades e temas da componente de Física do Programa do 12º ano	9
Tabela 4	Teste de opinião questão 1	40
Tabela 5	Teste de opinião questão 2	41
Tabela 6	Teste de opinião questão 3	41
Tabela 7	Teste de opinião questão 4	42
Tabela 8	Teste de opinião questão 5	43
Tabela 9	Teste de opinião questão 6	43
Tabela 10	Teste de opinião questão 7	44
Tabela 11	Teste de opinião questão 8	45
Tabela 12	Teste de opinião questão 9	46
Tabela 13	Teste de opinião questão 10	47

Lista de Figuras

Figura 1	Esquema organizador dos quatro temas do Currículo Nacional para o ensino Básico	4
Figura 2	Esquema organizador do tema “Terra no Espaço”	5
Figura 3	Esquema organizador do tema “Terra em Transformação”	5
Figura 4	Esquema organizador do tema “Sustentabilidade na Terra”	6
Figura 5	Esquema organizador do tema “Viver melhor na Terra”	7
Figura 6	Laboratório Virtual “Kinetic Theory I”	18
Figura 7	Laboratório Virtual “Frictional Force”	19
Figura 8	Laboratório Virtual “Calorimetry Lab”	19
Figura 9	Laboratório Virtual “Heat Transfer Between Metal and Water”	20
Figura 10	Laboratório Virtual “Mass String”	21
Figura 11	Página de abertura do sítio	22
Figura 12	Cabeçalho das páginas do trabalho	23
Figura 13	Menu de navegação do sítio	23
Figura 14	Página de introdução à árvore de conceitos	25
Figura 15	Página biográfica de cientistas	25
Figura 16	Página do protocolo experimental	26
Figura 17	Página com sequência de imagens da actividade em laboratório	27
Figura 18	Página da simulação da actividade experimental	28
Figura 19	Página com formulário de autoavaliação dos conhecimentos do utilizador	28
Figura 20	Página de contactos	29
Figura 21	Imagem geral da simulação	30



Figura 22	Imagem da área dos aparatos na simulação	31
Figura 23	Área de controlo de variáveis	31
Figura 24	Controlador do tempo de simulação	32
Figura 25	Mostrador de temperatura e botões de controlo geral da simulação	33
Figura 26	Área de apresentação de resultados	33



Lista de Gráficos

Gráfico 1	Resultados comparativos da primeira questão dos testes laboratoriais	36
Gráfico 2	Resultados comparativos da segunda questão dos testes laboratoriais	37
Gráfico 3	Resultados comparativos da terceira questão dos testes laboratoriais	37



Lista de Anexos

Anexo 1	Teste Pré-Laboratorial	53
Anexo 2	Teste Pós-Laboratorial	54
Anexo 3	Teste de Opinião, Grupo Laboratorial	55
Anexo 4	Teste de Opinião, Grupo Simulação/Laboratorial	57
Anexo 5	Teste de Opinião, Grupo Simulação	59



1 - Apresentação do estudo e fundamentação da escolha

Neste capítulo faz-se a apresentação do estudo desenvolvido para esta tese, e a justificação da escolha efectuada da área e abrangência do mesmo.

1.1 – O estudo

Este estudo baseia-se na construção de material didáctico virtual para disponibilização pública no site “Laboratórios Virtuais” (www.fisica.uminho.pt/alv) do Departamento de Física da Universidade do Minho. Neste trabalho é construído um laboratório virtual da Actividade Laboratorial “**Absorção e emissão de radiação**”, integrado no primeiro bloco do Ensino Secundário da disciplina de Física e Química. Este laboratório virtual incluiu uma simulação computacional da actividade em laboratório assim como o apoio textual à mesma actividade. O material de apoio inclui explicações dos conceitos envolvidos, suporte textual e gráfico à realização da actividade em laboratório real, avaliação e referências a tecnologias que usam como base conclusões retirada desta actividade. A actividade laboratorial virtual foi testada num estado intermédio com alunos do 10º ano de escolaridade do ensino português, com o intuito de avaliar validade desta abordagem assim como de obter feedback dos alunos para uma melhor implementação.

Este trabalho pretende ser um contributo à criação de materiais didácticos que explorem o potencial dos recursos informáticos disponíveis nas casas e nas escolas. Obviamente os laboratórios virtuais não pretendem, nem devem pretender, a substituição das actividades laboratoriais presenciais. Estes materiais podem servir para apoiar a preparação das actividades laboratoriais tanto num contexto pré laboratorial como na realização de estudos/relatórios na fase pós laboratorial. A possibilidade de em alguns casos excepcionais substituir a actividade em laboratório por uma actividade virtual não pode ser descorada em casos de escolas sem laboratórios devidamente equipados com o material adequado à realização destas actividades.



1.2 - Escolhas: área, ano e actividade laboratorial

Para um laboratório virtual ou qualquer outro recurso didáctico ser efectivo na sua função, o primeiro que tem que acontecer é que seja utilizado. Por isso, a primeira escolha deste trabalho foi elaborar material efectivamente útil para um grande número de alunos e, por tanto, que estivesse nos Programas Nacionais para a Física. Esta decisão é tomada pela consciência de que estes temas têm maior impacto nos alunos portugueses, pois estes são os temas nos quais desenvolvem trabalho nas escolas. A actividade laboratorial tratada é, pelas mesmas razões consideradas anteriormente, uma de realização obrigatória nos mesmos programas. A escolha do ano recai no 10º ano de escolaridade, pois é um ano de mudança de ciclo, e está associado normalmente a dificuldades de adaptação dos alunos a novos métodos, e em muitos casos novas instalações escolares.

O primeiro passo no desenvolvimento deste estudo foi um levantamento de material do tipo simulação laboratorial existente na Internet. O objectivo não é replicar o material já existente, desde que este esteja adequado às recomendações presentes nos programas para o ensino português, isto é, correcção científica e adaptação pedagógica. Quando surge material considerado adequado, é sempre preferível o reencaminhamento para esse, rentabilizando o tempo na construção de outro ainda não existente. No caso de materiais com adequação insuficiente porque não estão em língua portuguesa ou não abordam directamente a actividade proposta nos programas, este material poderá ser reformulado de forma a atingir o resultado pretendido.

Numa busca não exaustiva na Internet encontra-se material do género Laboratório Virtual, sendo que a origem predominante é anglo-saxónica. Com mais facilidade encontram-se sítios com material do tipo enciclopédico, onde se dá um tratamento teórico, textual e matemático aos temas. O material tipo LV está normalmente desenvolvido em plataformas do tipo Java Script. Verifica-se que existe áreas preferenciais de tratamento por parte destes sítios. A Electricidade e a Mecânica de Newton, são as mais recorrentes nestes materiais. A termodinâmica aparece com alguma frequência, mas com um tratamento muito mais reduzido, e tratando normalmente problemas associados a máquinas térmicas.

A disciplina de Físico-Química aparece no curriculum dos alunos como consequência da escolha feita por estes, de uma área de estudo com carácter mais científico. É razoável pensar que estes alunos estão motivados para o estudo das ciências, e para a consequente exigência de trabalho que isto acarreta. As actividades laboratoriais estão incluídas nas tarefas regulares de um estudante de ciências. Para um efectivo aproveitamento destas práticas laboratoriais, estas devem contemplar três fases: preparação prévia do trabalho; desenvolvimento da actividade em local apropriado;



análise posterior dos resultados obtidos. A Actividade Laboratorial Virtual (ALV) desenvolvida neste trabalho fornece material para as três fases do trabalho dos alunos. A expressão ALV refere-se ao conjunto formado pela simulação e material de apoio em forma de texto e imagem. Este conceito terá num capítulo seguinte uma explicação mais aprofundada.

Os autores do Programa Nacional propõem uma abordagem do tipo Ciência Tecnologia Sociedade e Ambiente (CTSA) para as aulas leccionadas nesta disciplina. Esta orientação molda a abordagem do professor ao documento assim como a escolha dos temas a ser tratados, tentando não esquecer nenhuma das quatro vertentes do CTSA.

Na primeira parte do programa é feita uma revisão a conteúdos indispensáveis ao entendimento dos temas a tratar, numa segunda parte Unidade 1 inicia-se o trabalho em conceitos novos para os alunos. As actividades propostas para esta unidade são quatro, são dois os factores mais relevantes para a escolha da actividade a trabalhar, a sequência das actividades e a inexistência de material já disponível para apoio a esta. Ponderados os factores, a escolha recaiu sobre a actividade AL1.1 “Emissão e absorção de radiação”, pois apresenta-se como a primeira a trabalhar no currículo do aluno para esta unidade, e não se encontrou qualquer material virtual de apoio a esta.

2 - Revisão Temática do Currículo Nacional do Ensino Básico e Programa Nacional do Ensino Secundário

Neste capítulo faz-se a apresentação sucinta da revisão feita aos currículos e programa para o ensino da Física em Portugal.

2.1 - Currículo Nacional do Ensino Básico – Ciências Físicas e Naturais

Os autores do Currículo Nacional do Ensino Básico – Ciências Físicas e Naturais, assumem neste esquema a preferência por um ensino das ciências sobre uma vertente CTSA. (ME, 2001) Percebe-se assim que os temas abordados ao longo deste ciclo de ensino, tenham por principal objectivo formar os alunos nos conceitos essenciais, para que estes tenham uma participação consciente nos assuntos que directa ou indirectamente afectam a sua vida.

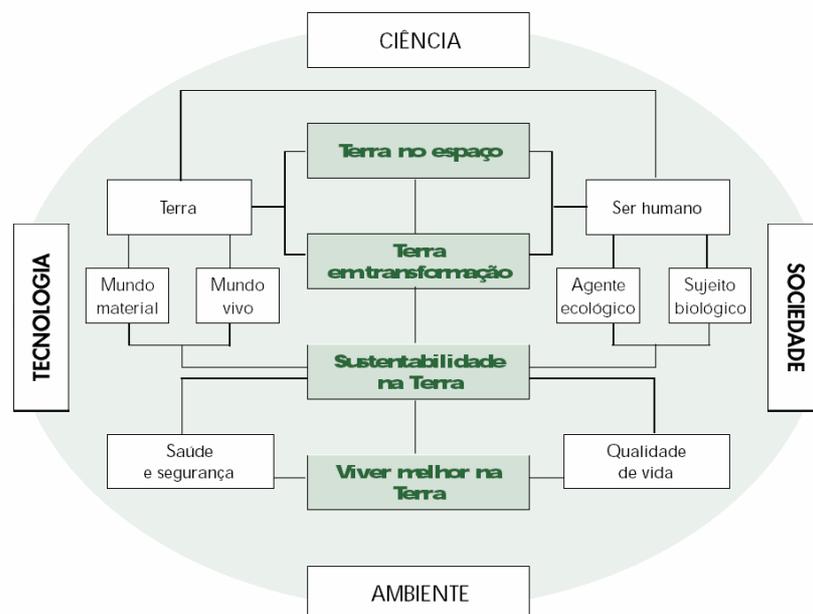


Figura 1 – Esquema organizador dos quatro temas do Currículo Nacional para o ensino Básico (ME, 2001)

Os quatro temas propostos (Figura 1), ordenados ao centro do esquema, ganham especial relevância quando analisados à luz da interdisciplinaridade formando assim um conjunto muito interessante para a bagagem cultural dos alunos. Estes são temas

facilitadores da abordagem CTSA, sendo recorrentes na vida dos cidadãos e dos alunos como tais.

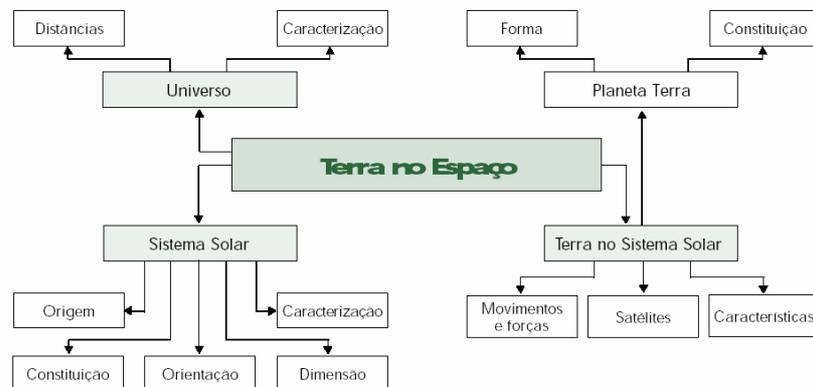


Figura 2 – Esquema organizador do tema “Terra no Espaço” (ME, 2001)

O tema “Terra no Espaço” pretende que o aluno crie consciência do que é a Terra no conjunto mais abrangente do Universo, saber o que a distingue dos outros objectos celestes e qual a relevância da sua posição nestes sistemas. O esquema organizador deste tema (Figura 2) mostra os conceitos e as relações entre estes, propostas pelos autores do CNEB.

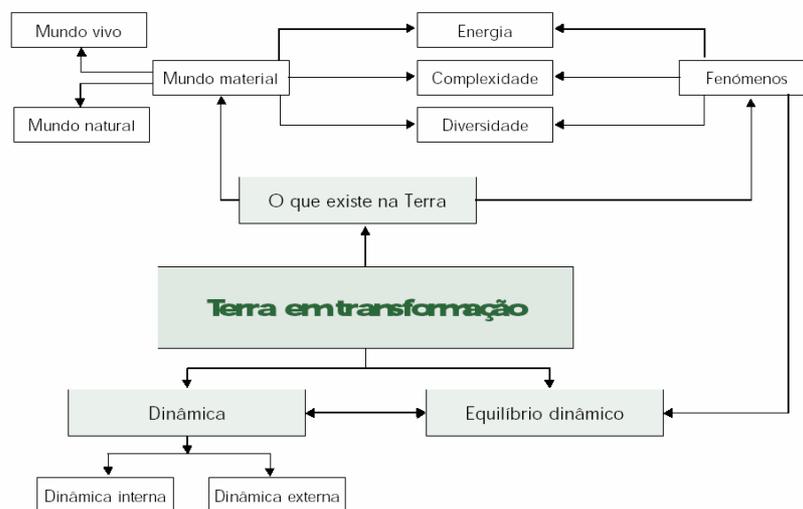


Figura 3 - Esquema organizador do tema “Terra em Transformação” (ME, 2001)

No tema “Terra em Transformação” (Figura 3) o aluno toma consciência da diversidade de substância e processos físicos e químicos existentes na Natureza. Interioriza ainda que toda a matéria é constituída pelas mesmas unidades estruturais, e que tal facto não limita a diversidade macroscópica. As medidas, representações e classificações ajudam a perceber os diferentes níveis de complexidade dos sistemas naturais. Finalmente devem integrar estas informações ao nível da influência pessoal, percebendo as

consequências sociais e ambientais da diversidade e das transformação que ocorrem na Terra.

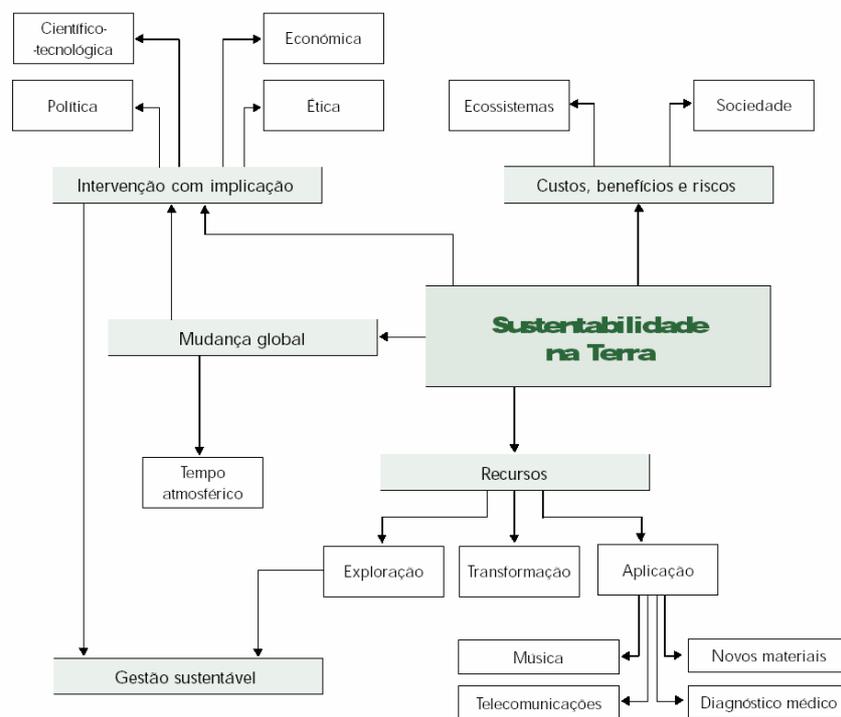


Figura 4 - Esquema organizador do tema “Sustentabilidade na Terra” (ME, 2001)

No tema “Sustentabilidade na Terra” (Figura 4) espera-se que os alunos tomem consciência da necessidade de gerir adequadamente os recursos disponibilizados no planeta Terra. A interdisciplinaridade é essencial para esta tomada de consciência, o aluno de ser capaz de ponderar factores físicos, biológicos, sociais e económicos nos processos humanos. Perceber que necessitamos de usar recursos naturais que com a ajuda da ciência e da tecnologia são transformados em produtos úteis ao ser humano. Mas com a preocupação de um balanço adequado entre a preservação dos sistemas naturais e a necessidade de alguns dos recursos por estes disponibilizados.

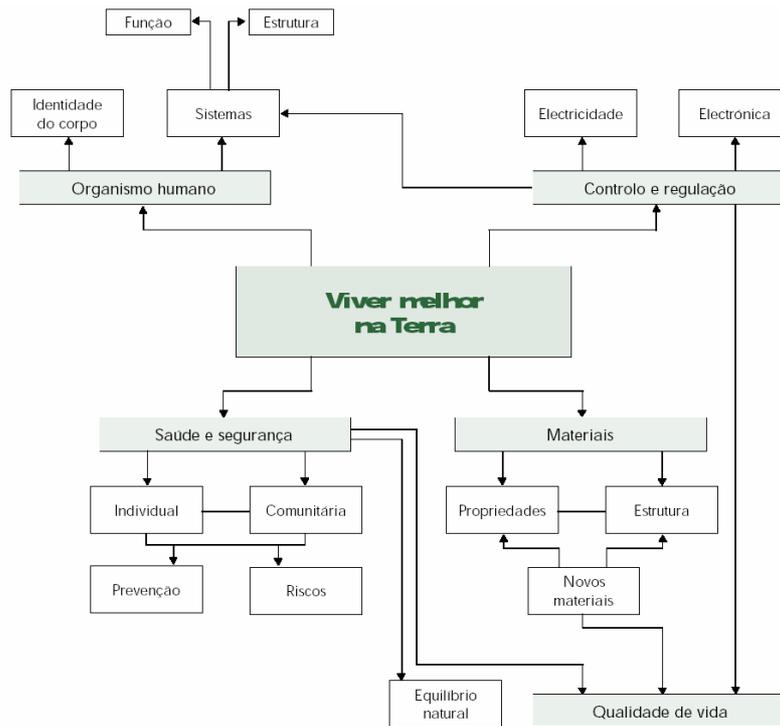


Figura 5 - Esquema organizador do tema “Viver melhor na Terra” (ME, 2001)

No tema “Viver melhor na Terra” (Figura 5) desenvolve-se os aspectos da saúde e segurança individual e colectiva. Os alunos devem interiorizar a necessidade de manter hábitos saudáveis e seguros, aos níveis biológicos, psicológicos e sociais. Perceber a necessidade da abordagem ética das aplicações científicas e tecnológicas, sem esquecer que estas aplicações são essenciais para melhorar a saúde e a segurança global. Num plano de aplicação imediata, os alunos devem reconhecer em algumas das suas actividades diárias, hábitos a alterar para melhorar a sua segurança e saúde.

2.2 - Programa Nacional do Ensino Secundário desde uma perspectiva da Física

No Ensino Secundário português não existe um programa único para as disciplinas com componente Física, estes estão, na classificação Física A, em dois blocos. O primeiro incluiu o equivalente a dois anos lectivos que poderá ser 10º e 11º anos, ou 11º e 12º anos, depende da escolha do aluno. O segundo bloco equivalente a um ano lectivo a ser leccionado no 12º ano, sendo este opcional para todos os alunos independentemente da área de estudo frequentada.

O Programa de Física e Química A do 10º ou 11º ano na componente de Física orienta o estudo para a Lei da Conservação da Energia. As áreas da Física abordadas são: a Termodinâmica, a Mecânica e a Electricidade (Tabela 1). Os temas estão divididos em três unidades: Modulo Inicial; Unidade 1; Unidade 2:



MODULO INICIAL	UNIDADE 1	UNIDADE 2
Situação energética mundial e degradação da energia	Energia – do Sol para a Terra	Transferências e transformações de energia em sistemas complexos – aproximação ao modelo da partícula material
Conservação da energia	A energia no aquecimento/arrefecimento de sistemas	A energia de sistemas em movimento de translação

Tabela 1 – Unidades e temas da componente de Física do Programa do 10º ano (Bello, 2001)

O Programa de Física e Química A do 11º ou 12º ano divide a componente de Física em duas unidades: Movimentos na Terra e no Espaço; Comunicações (Tabela 2). Na primeira unidade pretende-se aprofundar os conceitos de Cinemática e de Dinâmica, com especial relevância para a interacção gravítica. A unidade “Comunicações” orienta-se para a importância da Física no desenvolvimento das comunicações globais e sistemas de geolocalização. São apresentadas algumas formas de comunicação por ondas electromagnéticas, assim como abordagens de fenómenos sonoros e de óptica geométrica:

MOVIMENTOS NA TERRA E NO ESPAÇO	COMUNICAÇÕES
Viagens com GPS	Comunicação de informação a curtas distâncias
Da Terra à Lua	Comunicação de informação a longas distâncias

Tabela 2 – Unidades e temas da componente de Física do Programa do 11º ano (Bello, 2003)

O Programa de Física do 12º ano divide-se em três grandes áreas Mecânica, Electricidade e Magnetismo, e Física Moderna (Tabela 3). Os autores reconhecem a necessidade da ligação CTSA dos programas, mas para este nível de ensino da Física valorizam a componente abstracta de alguns conceitos Físicos, assim como as actividades práticas relacionadas com estes:



MECÂNICA	ELECTRICIDADE E MAGNETISMO	FÍSICA MODERNA
Mecânica da Partícula	Campo e potencial eléctrico	Relatividade
Movimentos oscilatórios	Circuitos eléctricos	Introdução à Física Quântica
Centro de massa e momento linear de um sistema de partículas	Ação de campos magnéticos sobre cargas em movimento e correntes	Núcleos atómicos e radioactividade
Mecânica de fluidos		
Gravitação		

Tabela 3 – Unidades e temas da componente de Física do Programa do 12º ano (Cardoso, 2004)



2.3 - Revisão do Programa de Física e Química A do 10º Ano

A disciplina de Física e Química tem um peso de 16% no curriculum dos alunos, que corresponde a 4,5 horas lectivas. É uma das disciplinas de tronco comum do Curso de Ciências Naturais e do Curso Ciências e Tecnologias do Ensino Secundário. As 4,5 horas lectivas deverão ser divididas em 3 turnos de 90 minutos. Um dos turnos de 90 minutos deve ser dedicado, exclusivamente, a actividades prático-laboratoriais.

O programa tem um equilíbrio entre a adaptação à realidade sociológica dos alunos/professores, e a necessidade de formar os alunos portugueses a um nível de conhecimentos adequado. A concretização do programa e destes objectivos pressupõem a aposta indiscutível no carácter prático do estudo das ciências, incentivando-se o trabalho individual e em pequenos grupos.

O ensino das ciências neste programa assume três vertentes:

- A formação mais tradicional de conceitos, leis, princípios e teorias, numa construção mais conceptual.
- Reflexão sobre os aspectos de desenvolvimento da Física e consequências sócio - científicas desses desenvolvimentos.
- A cultura individual e influências das aprendizagens no dia-a-dia do cidadão. (Bello, 2001)

A disciplina espelha as finalidades do Ensino Secundário: expandir o conhecimento em Física e Química, relacionando os desenvolvimentos científicos com os aspectos sociais, políticos e ambientais assim como perceber a importância de experimentação no desenvolvimento dos conhecimentos científicos. (Bello, 2001) Igualmente devem contribuir para o desenvolvimento do indivíduo como cidadão crítico, capaz de formar opiniões fundamentadas e capaz de as defender nos fóruns apropriados.

A componente prática do programa esta organizada em diferentes níveis de trabalho por parte dos alunos: (Bello, 2001)

- A actividade prática — pressupõe o envolvimento activo do aluno na busca, selecção e aplicação de informações.
- A actividade laboratorial — os alunos trabalham individualmente ou em grupo no laboratório.
- A actividade experimental — os alunos trabalham individualmente ou em grupo no laboratório e controlam variáveis.



Todo este trabalho tem como requisito a preparação e discussão prévia, de forma a potenciar as aprendizagens geradas pelas actividades. Nesta componente como nas de carácter menos prático, os autores do programa incentivam o uso das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC), como complemento do processo de ensino e aprendizagem. (Bello, 2001)

2.3.1 - Objecto de ensino para o Módulo Inicial

A seguir faz-se a enumeração dos conceitos a desenvolver no Módulo Inicial, propostos pelos autores do Programa Nacional de Física e Química A do 10º Ano.

1. Situação energética mundial e degradação da energia
 - Fontes de energia e estimativas de “consumos” energéticos nas principais actividades humanas
 - Transferências e transformações de energia
 - Degradação de energia. Rendimento
 - Uso racional das fontes de energia
2. Conservação da energia
 - Sistema, fronteira e vizinhança. Sistema isolado
 - Energia mecânica
 - Energia interna. Temperatura
 - Calor, radiação, trabalho e potência
 - Lei da Conservação da Energia. Balanços energéticos

2.3.2 - Objecto de ensino para a Unidade 1

A seguir faz-se a enumeração dos conceitos a desenvolver na Unidade 1, propostos pelos autores do Programa Nacional de Física e Química A do 10º Ano.

1. Energia – do Sol para a Terra
 - Balanço energético da Terra
 - Emissão e absorção de radiação. Lei de Stefan – Boltzmann. Deslocamento de Wien
 - Sistema termodinâmico
 - Equilíbrio térmico. Lei Zero da Termodinâmica
 - A radiação solar na produção da energia eléctrica – painel fotovoltaico



2. A energia no aquecimento/arrefecimento de sistemas
 - Mecanismos de transferência de calor: condução e convecção
 - Materiais condutores e isoladores do calor. Condutividade térmica
 - 1ª Lei da Termodinâmica
 - Degradação da energia. 2ª Lei da Termodinâmica
 - Rendimento

2.3.3 - Objecto de ensino para a Unidade 2

A seguir faz-se a enumeração dos conceitos a desenvolver na Unidade 2, propostos pelos autores do Programa Nacional de Física e Química A do 10º Ano.

1. Transferências e transformações de energia em sistemas complexos – aproximação ao modelo da partícula material
 - Transferências e transformações de energia em sistemas complexos (meios de transporte)
 - Sistema mecânico. Modelo da partícula material (centro de massa)
 - Validade da representação de um sistema pelo respectivo centro de massa
 - Trabalho realizado por forças constantes que actuam num sistema em qualquer direcção
 - A acção das forças dissipativas
2. A energia de sistemas em movimento de translação
 - Teorema da energia cinética
 - Trabalho realizado pelo peso
 - Peso como força conservativa
 - Energia potencial gravítica
 - Conservação da energia mecânica
 - Acção das forças não conservativas
 - Rendimento. Dissipação de energia



3 - E-Learning

Na última década a Internet teve um aumento exponencial de utilização (Uzunboylu, 2005), o que tem colocado uma série de questões sobre o que fazer com esta ferramenta/tecnologia. A educação, em particular, tem vindo a ser alvo de estudos e trabalhos numa tentativa de integrar um ensino com suporte nas novas tecnologias de comunicação e material electrónico. (Paiva, 2006) A definição para o termo e-learning ainda não obtém consenso, mas é preferencialmente utilizada para se referir ao ensino/aprendizagem com apoio em tecnologias electrónicas.

“A tradução directa do termo é “e-aprendizagem”, podendo também usar-se “e-ensino”. Encontramos ainda outros termos, como “ensino – aprendizagem à distância”, “treino à distância”, “educação à distância”, “aprendizagem à distância”, “ensino aberto à distância”, “ensino à distância”, etc.” (Silva, 2004)

“O processo pelo qual, o aluno aprende através de conteúdos colocados no computador e/ou Internet e em que o professor, se existir, está à distância utilizando a Internet como meio de comunicação (síncrono ou assíncrono), podendo existir sessões presenciais intermédias.” (Leal, 2004)

Como se evidencia nestas citações, a associação do e-learning ao ensino à distância é recorrente, mas cada vez com maior frequência se introduz algum contacto presencial entre os intervenientes no processo, principalmente professor/aluno. Onde se faz recurso a material disponibilizados nas redes informáticas, internacionais ou locais.

Existe um consenso generalizado sobre a relevância do e-learning para a melhoria da educação, e das interações e integrações das diferentes aprendizagens. (COM, 2001) No Conselho Europeu de Lisboa de 2000 foi acordado entre os países membros da União Europeia, a criação de uma proposta de trabalho sobre a “eLearning: pensar o futuro da educação”, ferramenta que tinha em vista o desenvolvimento da educação e investigação científica na União, e tem como principal objectivo tornar a União numa economia com base no conhecimento.

“the most competitive and dynamic knowledge-based economy in the world, capable of sustainable economic growth with more and better jobs and greater social cohesion” (European Commission, 2003)



Na sequência desta proposta foi lançada pela Comissão Europeia, a Iniciativa “eLearning: Designing Tomorrow’s Education”, sendo que o Parlamento Europeu e o Conselho, em Dezembro de 2003, aceitaram a implementação do Programa e-Learning para o período temporal entre 2004-2006 (Uzunboylu, 2005). Este apoio governamental impulsionou a criação e validação de materiais didácticos na Internet, assim como a melhoria das infra-estruturas necessárias ao funcionamento da rede.

Transpor disciplinas com base textual e gráfica, que dispense animação gráfica ou cálculo matemático interactivo, para um ambiente virtual, exige trabalho mas poderá ser executado sem necessidade de grandes conhecimentos informáticos. Baseia-se principalmente na disposição ordenada de textos, imagens, esquemas e vídeos, com sistema de hipertexto com apontadores internos e externos. Por outro lado a criação de experiências do tipo “hands-on”, interactivas, como as necessárias para uma adequada aprendizagem da Física, exige elevados conhecimentos de grafismo informático e apurada noção de programação (Jacobson, 2003). Ferramentas informáticas como o Adobe Flash facilitam principalmente a criação da componente gráfica, mas a funcionalidade e a manipulação das variáveis, requer trabalho dedicado e conhecimentos abrangentes das actividades a ser elaboradas, e os respectivos conceitos e formalismos, assim como da programação necessária à sua implementação.

O E-Learning traz vantagens e desvantagens. Para uma correcta utilização e principalmente quando se pretende criar conteúdos a serem disponibilizados, deve-se ter bem presente todos esses aspectos. As principais vantagens são: flexibilidade, acessibilidade, facilidade de actualização e facilidade de comunicação por diferentes meios (Gomes, 2005). Os constrangimentos associados à utilização do e-learning: falta de contacto humano, fragilidade de alguns sistemas informáticos, coordenação temporal professor – aluno, certificação da qualidade do material e dificuldades em avaliar a aprendizagem do aluno (Paiva, 2006).

4 - Laboratórios Virtuais

As ciências naturais têm especificidades que as fazem divergir de outras áreas do saber e da cultura. O carácter experimental da ciência é talvez a maior diferença. Acrescido à componente de observação da realidade os cientistas são chamados a testar a mesma realidade através da medição, alterando parâmetros e variáveis obtendo assim conclusões mais aprofundadas sobre os fenómenos. Esta é a forma de criar ciência e possivelmente a forma mais apropriada e natural de ser ensinada. Os alunos devem perceber os mecanismos de desenvolvimento de um estudo científico, quais as dificuldades e quais os cuidados a ter para obter resultados fidedignos. É então natural que nos programas para disciplinas de ciências sejam incluídos trabalhos experimentais. Olhando para a necessidade no ensino das ciências de uma componente experimental, não haveria verdadeiro e-learning sem essa componente. É neste contexto que surgem os laboratórios virtuais (LV), a tentativa de traduzir em ambiente informático as experiências realizadas na realidade laboratorial.

*“Un laboratorio virtual (LV) es un sistema computacional que pretende aproximar el ambiente de un laboratorio tradicional”
(Rosado, Herreros, 2005)*

Explorando material deste tipo disponível verifica-se uma preocupação de aproximar o ambiente do laboratório tradicional ao do laboratório virtual. Isto é possível pela disponibilidade de ferramentas informáticas de manipulação gráfica e matemática.

“La mayoría de los laboratorios virtuales de Física son pequeñas simulaciones escritas en JAVA, un lenguaje de programación interactivo para multimedios” (Nájero, Rossi Estrada, 2003)

Inicialmente a ferramenta/linguagem de programação mais usada era o JAVA, que permite uma fácil interacção entre o utilizador e o computador. Como o resultado desta ferramenta é facilmente integrado numa janela de browser foi e é uma das de utilização preferida pelos autores de conteúdo. Hoje com o desenvolvimento da world wide web (www) apareceram ferramentas como o Adobe Flash com facilidade de manipulação gráfica, simplificando o trabalho dos autores. No futuro será possível passar de ambientes gráficos 2D para 3D. Esta transição, segundo a perspectiva retirada depois de diálogos com técnicos de modelação gráfica, será possível recorrendo a novas ferramentas de modelação gráfica em três dimensões como o Blender, o Maia ou o 3D-Studio.



Cabe agora perceber se estes são materiais úteis e adequados ao ensino das ciências e, principalmente, se contribuem para melhorar os processos de ensino. É claro que o surgimento de novos instrumentos de trabalho trazem consigo algum entusiasmo e que, aparentemente, são uma evolução e melhoria de processos, mas isto tem que ser validado. No uso destes materiais em contexto de E-Learning, estes trazem ao ambiente electrónico algo de novo: a experimentação. Esta pode ser feita a qualquer hora, em qualquer lugar sem receio por parte do utilizador de estragar algum material. Menos estudado mas com cada vez mais apoiantes surge a utilização dos LV em contexto de aula real, como apoio às actividades reais, usando o complemento das duas actividades reais e virtuais de forma a potenciarem-se mutuamente.

“En síntesis la experiencia acumulada con el uso de los laboratorios virtuales permite afirmar que esta es una técnica bastante útil en los procesos de enseñanza en la educación a distancia, ya que facilita el aprendizaje de los contenidos de las materias al permitirle a los estudiantes estudiar en el momento y lugar que crean conveniente, es decir, sin estar obligados a trasladarse a un centro de estudios.”
(Nájero, Rossi Estrada, 2003)

Surge então a oportunidade de criar novos materiais para o ensino. Deve-se ter contido em atenção que a construção de uma LV é consideravelmente mais complexa do que a criação de outro tipo de material didáctico electrónico. A construção de hipertexto com imagens e vídeo é hoje relativamente fácil, as normais ferramentas de edição de texto já contém esta possibilidade. Os LV além de necessitarem de alguns conhecimentos em modelação gráfica, necessitam também conhecimentos de programação e cálculo informático. Isto não quer dizer que seja necessário ser técnico informático para o fazer, ferramentas como o Adobe Flash facilitam grandemente esta tarefa.

“A course in history or literature might be easy enough to serve up online with a combination of text, graphics, video, and email exchanges between students and professor, but translating a lab course that requires hands-on experimentation to a computer environment poses exceptional challenges.” (Jacobson, 2003)



5 - Análise de Laboratórios Virtuais já disponíveis na Internet

Uma pesquisa na Internet mostra material diversificado que poderia ser incluído na definição de LV. Material que tenta reproduzir condições experimentais de um laboratório tradicional numa vertente virtual. Isto pode ser feito com maior ou menor proximidade de grafismo. Além da imagem e a recriação das condições ambientais é feita também pelo cuidado no tratamento matemático das variáveis presentes, trazendo os resultados expostos mais próximo possível do obtido num normal laboratório escolar.

5.1 – Apresentação dos critérios de análise

Na revisão de material do tipo LV já disponível na Internet, é necessário definir um conjunto de critérios de análise. Estes critérios permitem-nos avaliar de uma forma sistemática os materiais de outros autores, mas é também uma ferramenta que deve ser aplicada ao material construído de base.

Os critérios usados neste estudo foram divididos em dois grupos pela ordem de importância que se atribuiu. O primeiro grupo de critérios (correção científica; apoio pedagógico ao LV; usabilidade da aplicação) é o que se atribuir maior ponderação. Considera-se que quando um ALV preenche estes requisitos tem uma avaliação global de satisfatório, isto é, o material é adequado para implementação com alunos. O segundo grupo de critérios permite fazer a distinção entre os materiais satisfatórios dos bons.

Critérios de análise de Laboratórios Virtuais, definidos para o corrente estudo.

- Correção científica;
- Apoio pedagógico ao LV;
- Usabilidade da aplicação;
- Idiomas disponíveis;
- Aproximação à realidade laboratorial;
- Tratamento gráfico do LV.

5.2 – Revisão de Laboratórios Virtuais

No sítio da Direcção Regional da Educação do Norte (<http://w3.dren.min-edu.pt>), nos Links Educativos encontra-se um apontador para “Física – simulações”. Este apontador leva os utilizadores a um arquivo de simulações em língua inglesa. As duas simulações seguintes podem ser encontradas nesse sítio (<http://physicsweb.org/resources>).

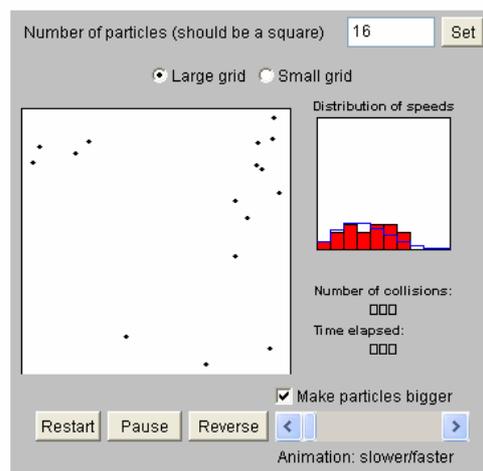


Figura 6 – Laboratório Virtual “Kinetic Theory I”.

http://comp.uark.edu/~jgeabana/mol_dyn/KinThI.html?CFID=5681596&CFTOKEN=64240384

Este é um LV (Figura 6) desenvolvido em linguagem JAVA sobre a teoria cinética dos gases. O material tem correcção científica, existe algum texto de apoio à compreensão dos conceitos e da actividade. Pela sua simplicidade gráfica a usabilidade é favorável. Todo o material tanto o LV como os textos de apoio estão em inglês o que dificulta a manipulação para estudantes portugueses. O último parâmetro, a aproximação à realidade do laboratório não se aplica neste caso, pois este é uma observação do comportamento microscópico das partículas, algo inalcançável em qualquer laboratório escolar ou científico.

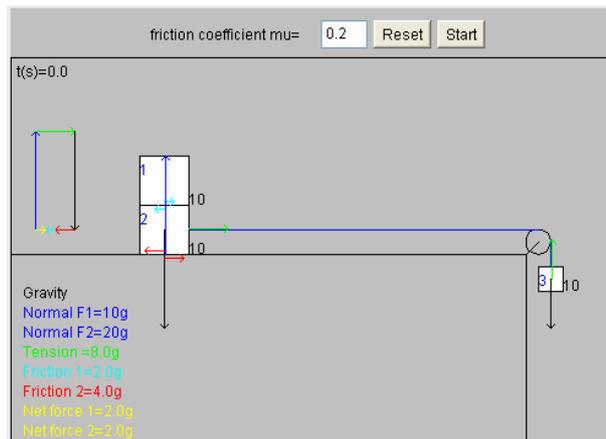


Figura 7 – Laboratório Virtual “Frictional Force”.
(<http://www.phy.ntnu.edu.tw/ntnujava/index.php?topic=3>)

O LV acima (Figura 7) é outro exemplo de material desenvolvido em JAVA, neste caso é explorado o conceito de força de atrito aplicada a corpos sobre um plano horizontal. Este é outro exemplo de material com elevada simplicidade gráfica que em termos de motivação pode ser negativo, mas contribui para maior usabilidade. A simulação é acompanhada por textos de apoio à realização da actividade assim como apoio à compreensão dos conceitos envolvidos. O material tem correcção científica e faz uma boa aproximação à realidade.

O Gizmo é um projecto empresarial de qualidade. Usa a simulação como objecto central do seu produto, desenvolvendo material didáctico em quantidade e diversidade.
(<http://www.explorelearning.com>)

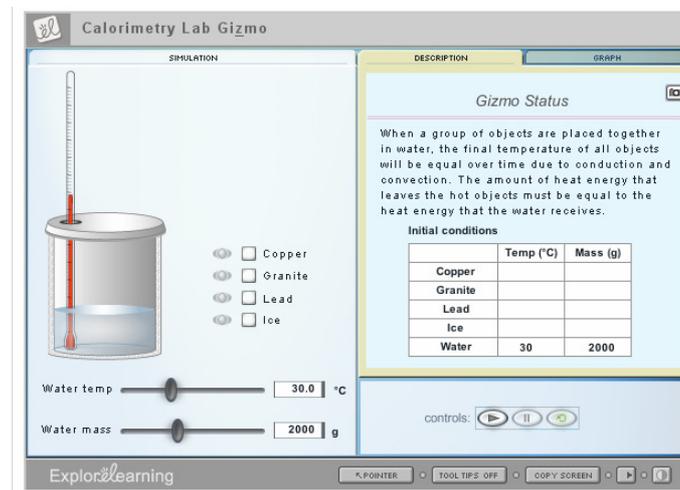


Figura 8 – Laboratório Virtual “Calorimetry Lab”.
(<http://www.explorelearning.com/index.cfm?method=cResource.dspView&ResourceID=460>)

O material que pode encontrar neste sítio (Figura 8) tem uma boa usabilidade e tratamento gráfico. A correcção científica do material é boa, contendo também um bom tratamento pedagógico fornecendo roteiros de utilização. A aproximação à realidade

laboratorial é bem conseguida, mas o mais relevante são as possibilidades fornecidas para apresentação dos dados em variados gráficos e tabelas. O factor menos positivo, para a comunidade de estudantes portuguesa, neste laboratório é aparecer apenas escrito em inglês.

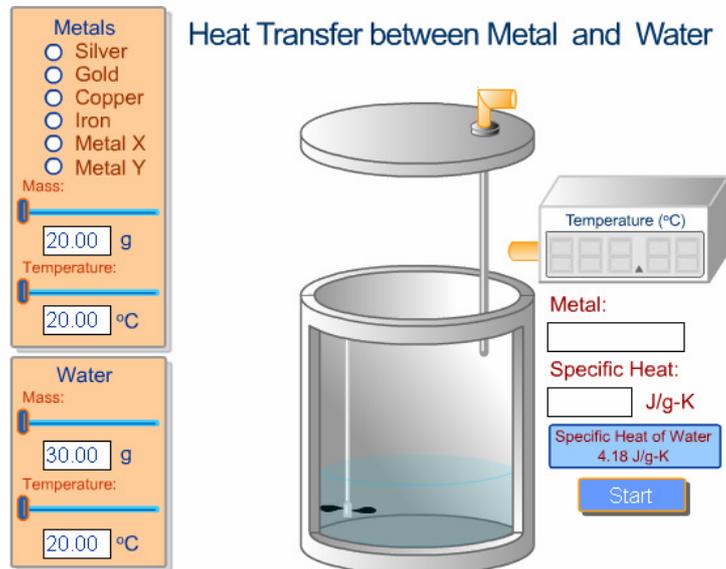


Figura 9 – Laboratório Virtual “Heat Transfer Between Metal and Water”
(http://mutuslab.cs.uwindsor.ca/schurko/animations/heatcapacitymetals/heat_metal.htm)

Na construção deste LV (Figura 9) recorreram à ferramenta Adobe Flash, isto reflecte-se na qualidade gráfica do material. A imagem simples e bem cuidada melhora a usabilidade da simulação, assim como a aproximação visual do laboratório real. É claro igualmente a tentativa de aproximar o comportamento das variáveis ao laboratório real, sendo que os valores apresentados oscilam levemente, conferindo-lhe um realismo acentuado. A língua inglesa como único idioma, dificulta a manipulação do material aos alunos portugueses, além de que carece de material textual de apoio à actividade. A correcção científica verifica-se.

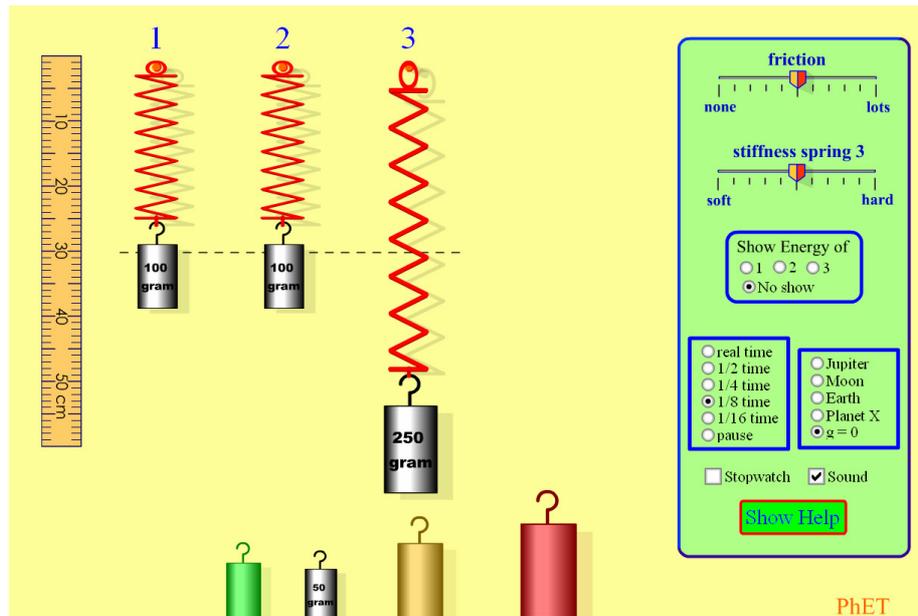


Figura 10 – Laboratório Virtual “Mass String”
(<http://phet.colorado.edu/simulations/massspringlab/MassSpringLab2.swf>)

Finalizamos esta breve revisão com outro exemplo de um LV (Figura 10) construído em Adobe Flash. A componente gráfica é simples mas cuidada, facilitando a usabilidade do material e integrando-a melhor no esquema laboratorial tradicional. A simulação não é acompanhada de nenhum material de apoio pedagógico, mas contém ajuda de manipulação. À semelhança da maioria das simulações, a correcção científica não está em causa, pena é o facto de voltar a ser a língua inglesa a única disponível.

Este é algum do material que se considerou mais representativo do que se pode encontrar na Internet. Outros podiam ser mostrados, com algumas diferenças, principalmente ao nível de conteúdo tratado, mas não é objecto central deste estudo a análise deste tipo de material. Pensa-se que com estes exemplos se pode ter uma noção mínima do que se faz e disponibiliza a nível Mundial em laboratórios virtuais na Internet.

6 - Apresentação das páginas HTML

A apresentação do material em formato HTML, no site do projecto (www.fisica.uminho.pt/alv), respeita um conjunto de regras que prevalecem de forma a manter uma certa coerência com a imagem do projecto, com a imagem do sítio do Departamento de Física, e com imagem geral criada para a Universidade do Minho.

Isto nunca foi considerado uma limitação, pelo contrário, existe a convicção que para melhorar a usabilidade da página, esta deve seguir uma linha geral, coerente dentro do sítio e, sempre que possível, manter uma linha mais largada ao nível de páginas de conteúdo similar já existentes na Internet. Os utilizadores da Internet estão habituados a determinados esquemas de navegação e visualização das páginas. Alterar isso pode ser extremamente prejudicial para a usabilidade do material. (Alves, 2002)

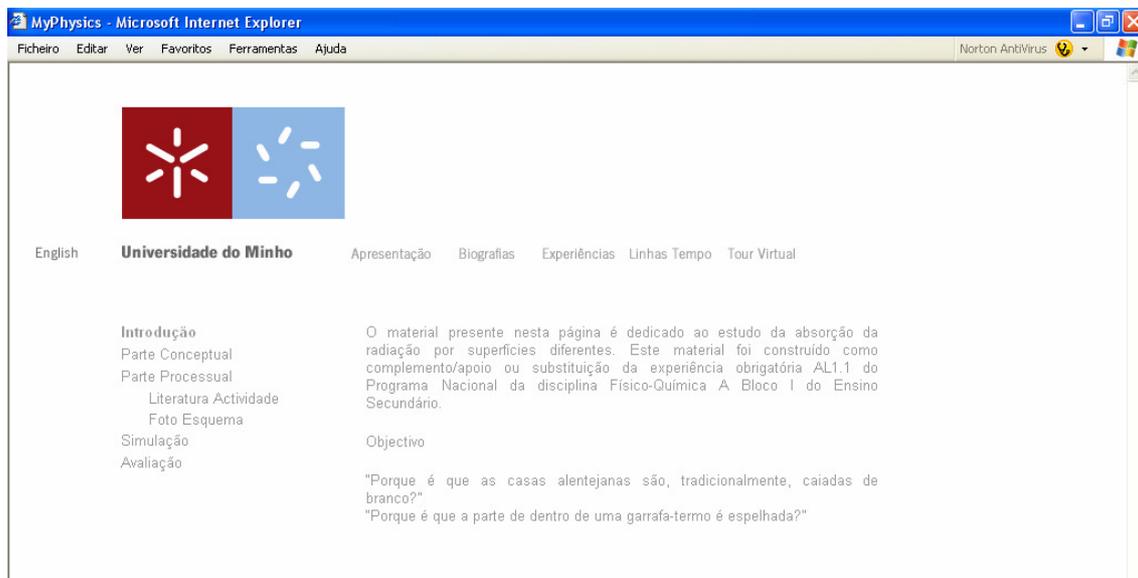


Figura 11 – Página de abertura do sítio

Com estas linhas guias presentes é imperativo criar uma página modelo, que tenha presente o aspecto gráfico geral, assim como bem delimitadas as diferentes zonas de conteúdo, cabeçalho, barra de navegação e corpo de texto (Figura 11). A seguir aprofundaremos melhor cada uma destas zonas. Por opção, e tendo em consideração as orientações para boa construção de páginas web, o trabalho foi relevado para a organização dos link's da barra de navegação e na construção e organização do conteúdo do corpo de texto. As questões de usabilidade devem estar sempre presentes de forma a criar um ambiente amigável para o utilizador. Os link's de navegação são mantidos na mesma posição e pela mesma ordem, sendo a página em utilização identificada pelo aspecto negrito do link correspondente. O cabeçalho da página é



comum a todo o projecto, e as cores, letras e comportamento de link's é importado de um ficheiro geral de CSS (Cascading Style Sheets). Isto permite manter um aspecto sempre igual em todas as páginas e facilita a actualização do mesmo, bastando para tal editar o ficheiro CSS.

A página modelo e o ficheiro CSS, tem grande importância. Para projectos pequenos com poucas páginas pode não ser tão evidente, pois a alteração página a página é possível, mas quando trabalhamos com projectos de muitas dezenas de páginas este trabalho poderia tornar-se caótico, pela necessidade de actualizar todos os textos em todas as páginas relacionadas. A ideia do projecto, é a de manter uma imagem de coerência, para que um utilizador se aperceba que esta dentro do mesmo sítio, mas ao mesmo tempo permitir aos autores de conteúdos a liberdade criativa, apenas se impondo um factor de rigor científico e qualidade de conteúdos. (Marketer, 2004)

O cabeçalho da página (Figura 12) contém informação que permite ao utilizador identificar a entidade responsável pelo sítio e alguns link's para locais mais relevantes da instituição. Para tal colocou-se o logótipo da Universidade do Minho complementado pelo logótipo da Escola de Ciências. Estes funcionam como link para a página principal dos respectivos organismos.



Figura 12 – Cabeçalho das páginas do trabalho.

A barra de navegação (Figura 13) foi colocada do lado esquerdo da página por uma questão de usabilidade. Esta colocação reflecte o Template da Universidade o qual segue linhas que se tornaram padrão na criação de páginas para Internet. (Marketer, 2004)



Figura 13 – Menu de navegação do sítio

A ordem dos link's foi definida seguindo a ordem preferencial de abordagem dos conteúdos, mas é aberto pois permite a qualquer momento o acesso a qualquer ponto do sítio em poucos passos. Outra sequência poderia ser criada, reflectindo outro tipo de abordagem. Olha-se para a realização da actividade em questão numa sequência do tipo,



interpretação teórica dos conceitos, estudo de uma actividade experimental que evidencie estes conceitos, implementação da actividade e avaliação dos resultados obtidos à luz dos conhecimentos adquiridos anteriormente. Outra abordagem possível seria a de usar a actividade como factor despoletador de aprendizagem, sendo os alunos orientados para tirar conclusões dos resultados obtidos durante a realização da actividade, sendo apenas posterior o desenvolvimento dos conceitos teóricos.

A estrutura de navegação foi testada numa fase inicial do projecto por alguns utilizadores, alunos e professores. A consulta e aconselhamento, junto de alguns futuros utilizadores do material, foi recorrente durante trabalho, permitindo assim melhorar pormenores que de outra forma passariam despercebidos.

A área reservada ao corpo de texto no Template é deixada em aberto. Significa isto que não são impostas à priori limitações ao conteúdo exposto. Porém, a construção de material nesta área, por questões mais estéticas do que funcionais, não deveria fugir da imagem do resto da página. O fundo da área mantém-se branca, as dimensões da área não ultrapassam as dimensões laterais do cabeçalho e o tipo de letra é o mesmo dos menus de navegação, e estão definidos no ficheiro CSS do sítio.

Definida a estrutura base do sítio, que se irá repetir por todas as páginas, passamos à análise do conteúdo criado para as principais páginas do trabalho, pretende-se dar uma ideia global dos conteúdos e das escolhas para a sua selecção, estruturação e apresentação. Na página de abertura o cuidado foi o de manter uma mensagem curta e directa, que contenha uma apresentação da actividade e objectivos a ser atingidos, de forma a permitir ao utilizador verificar se pode ou não ser interessante explorar as páginas subsequentes. A tentação de descrever detalhadamente a actividade e os materiais de apoio logo na página de abertura foi contida, de forma a não desmotivar os utilizadores. Fornece-se informação clara, concisa e directa. Cada vez mais a Internet necessita de cativar os utilizadores nos primeiros instantes. (Marketer, 2004) A página inicial deve motivar o utilizador a explorar aprofundadamente o sítio. É por isso necessário enviar mensagens objectivas e simples, dando a conhecer o que poderá encontrar de interessante nas restantes páginas.

Na ordem do menu lateral segue-se “Parte Conceptual”. Nesta página são apresentadas algumas explicações apropriadas ao nível etário para os conceitos mais relevantes envolvidos nesta actividade (Figura 14). Não é objectivo destas páginas substituir os manuais ou bases de dados on-line de explicações de conceitos científicos do tipo enciclopédico.



The screenshot shows a Mozilla Firefox browser window with the address bar displaying "MyPhysics - Mozilla Firefox". The browser's menu bar includes "Ficheiro", "Editar", "Ver", "Histórico", "Marcadores", "Ferramentas", and "Ajuda". The page content features the Universidade do Minho logo at the top left, followed by a navigation menu with "English" and "Universidade do Minho". Below this, there are links for "Apresentação", "Biografias", "Experiências", "Linhas Tempo", and "Tour Virtual". The main content area is divided into two columns. The left column contains a vertical list of links: "Introdução", "Parte Conceptual", "Parte Processual", "Literatura Actividade", "Foto Esquema", "Simulação", and "Avaliação". The right column contains introductory text about the site's purpose, followed by two buttons: "Iniciar Estudo" and "Bom Estudo".

Figura 14 – Página de introdução à árvore de conceitos

Apenas se pretende fornecer aos utilizadores o suporte base para a compreensão da actividade. A organização do hipertexto foi concebida numa estrutura de árvore, existindo principalmente relações verticais. Neste processo optou-se por oferecer a possibilidade de retorno à página anterior, pois algumas páginas poderiam ser chamadas a partir de diferentes pontos de origem. Isto foi efectuado por meio da função JavaScript "history.back();", função que memoriza o histórico de navegação permitindo assim o regresso ao ponto de origem. Foi ainda criada uma página com os conceitos ordenados alfabeticamente para permitir um acesso mais rápido a conceitos específicos.

The screenshot shows a Mozilla Firefox browser window with the address bar displaying "MyPhysics - Mozilla Firefox". The browser's menu bar includes "Ficheiro", "Editar", "Ver", "Histórico", "Marcadores", "Ferramentas", and "Ajuda". The page content features the Universidade do Minho logo at the top left, followed by a navigation menu with "English" and "Universidade do Minho". Below this, there are links for "Apresentação", "Biografias", "Experiências", "Linhas Tempo", and "Tour Virtual". The main content area is divided into two columns. The left column contains a vertical list of links: "Introdução", "Parte Conceptual", "Parte Processual", "Literatura Actividade", "Foto Esquema", "Simulação", and "Avaliação". The right column contains the title "Sir John Leslie" followed by a detailed biography of the scientist, including his dates (April 10, 1766 - November 3, 1832) and his contributions to physics, such as his work on heat and the Leslie cube. At the bottom right of the page, there is a "Voltar" button.

Figura 15 – Página biográfica de cientistas



São igualmente inseridas nesta estrutura de ligações cruzadas, as biografias dos principais cientistas relevantes nesta área (Figura 15), assim como algumas referências históricas e tecnológicas relacionadas. Este tipo de informação favorece a vertente CTSA do sítio, destacando as relações existentes entre a ciência, a tecnologia, a sociedade e o ambiente. Tendo o Programa Nacional elegido o CTSA como abordagem preferencial de ensino nas salas de aulas, o projecto não poderia ignorar os principais fundamentos desta abordagem. A apresentação dos desenvolvimentos tecnológicos, que têm pontos de contacto com a investigação desenvolvida na área, assim como as suas respectivas e implicações sociais e ambientais.

Apesar do objectivo deste projecto ser a construção de material virtual para apoio ao estudo, existe a consciência de que não podemos, nem devemos fugir à execução real da actividade, em ambiente de laboratório e com interacção entre alunos e docente. É desejável que os alunos não substituam a actividade em laboratório pela simulação, mas sim complementem em regime de preparação de actividade ou em pós laboratorial. É por esta razão que a prática real também é incluída no site na forma de protocolo experimental (Figura 16). Além do protocolo experimental estão também disponíveis imagens fotográficas do processo laboratorial, com o objectivo de criar uma ligação explícita entre o real e o virtual. Tem-se consciência que, em algumas escolas, pode não existir o equipamento necessário à execução da actividade, mas pode-se construir material substituto com qualidade. Para tal, fizeram-se algumas referências a processos de obter materiais deste tipo para esta actividade.

English **Universidade do Minho** Apresentação Biografias Experiências Linhas Tempo Tour Virtual

Introdução
Parte Conceptual
Parte Processual
Literatura Actividade
Foto Esquema
Simulação
Avaliação

Literatura da Actividade : "Absorção e emissão de radiação"

Nesta actividade vamos testar a capacidade de absorção de energia radiativa por superfícies de características diferentes. Em alguns caso esta actividade toma o nome de "Cubo de Leslie", em homenagem ao cientista Sir John Leslie, que desenvolveu este aparato científico e experiência associada, contribuindo grandemente para o desenvolvimento desta área de estudo.

Especificamente é pedido que durante a actividade reúnas argumentos para responderes às seguintes questões:

"Porque é que as casas alentejanas são, tradicionalmente, caiadas de branco?"

"Porque é que a parte de dentro de uma garrafa-termo é espelhada?"

Material

Procedimento Experimental

Coloca o cubo na bancada, garantindo que este tem bom isolamento térmico com a superfície da bancada. De seguida coloca o candeeiro com a lâmpada desligada a uma distância bem medida ao cubo. Insete o sensor de temperatura no cubo e liga-o, quando a temperatura estabilizar liga a lâmpada e recolhe a temperatura em intervalos de tempo regulares. Repete o procedimento para as 4 superfícies diferentes.

Terminada esta parte da actividade, altera outras variáveis para melhor perceberes a influência de cada na alteração da temperatura do cubo.

Terminadas as recolhas de dados faz o tratamento de erros dos resultados assim como gráficos temperatura/tempo das várias recolhas.

Figura 16 – Página do protocolo experimental

A descrição textual da actividade em alguns casos pode não ser suficiente para garantir a execução correcta da mesma. Foi desenvolvida uma sequência de imagens no sentido de facilitar a visualização do esquema de montagem e a execução da actividade (Figura 17). Estas imagens mostram a montagem da actividade e alguns dos principais passos do procedimento.

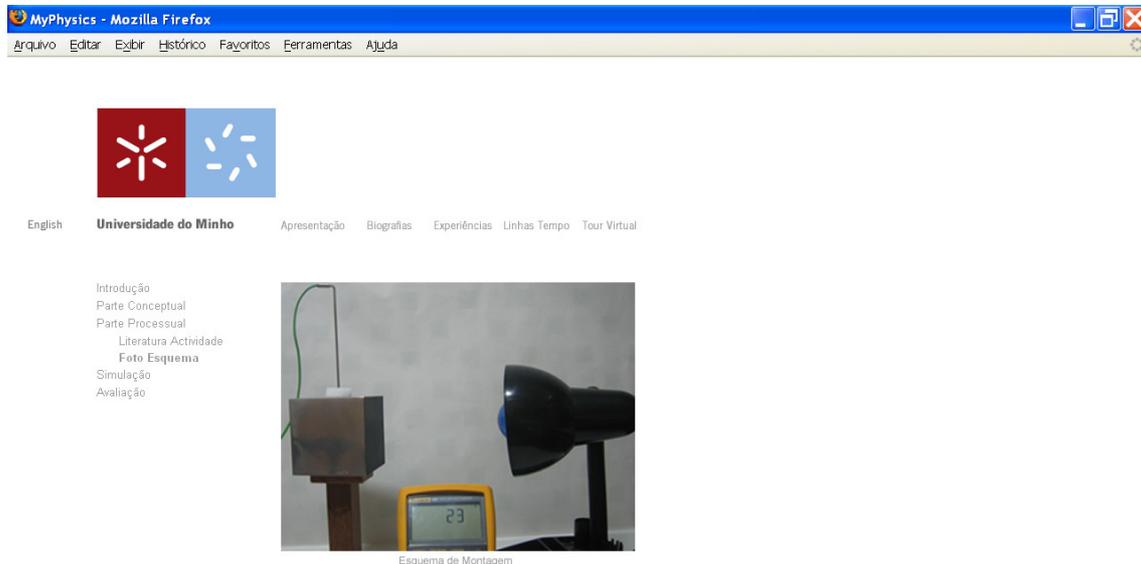


Figura 17 – Página com sequência de imagens da actividade em laboratório

Na ordem decrescente do menu lateral surge uma ligação ao executável da simulação (Figura 18). Esta ligação assume uma posição de destaque, e possibilita, o acesso directo à simulação, podendo um utilizador executar a aplicação sem ser obrigado a percorrer todo o sítio. A simulação abre numa nova janela do browser, isto facilita o acesso às informações complementares contidas no sítio, podendo o utilizador enquanto decorre a simulação consultar informações complementares, que podem ajudar à compreensão do desenvolvimento da actividade virtual.

The simulation interface is titled 'Absorção e Emissão de Radiação'. It features a lamp icon on the left and a 'Escolha a superfície' panel on the right with four surface options. The 'Resultados' section contains a table with columns 'Tempo' and 'Temperatura'. The 'Variáveis' section includes input fields for 'Distância Lâmpada (m)' (0.2), 'Potência Radiada (W)' (60), 'Área Superfície (m²)' (0.01), and 'Temp. Inical Cubo (K)' (298), along with an 'Aplicar' button. Below this are 'Tempo' and 'Temperatura' control panels with digital displays and buttons for 'Kelvin', 'Celsius', 'Iniciar', and 'Reset'. An 'Exportar' button is located at the bottom of the results table.

Figura 18 – Página da simulação da actividade experimental

Terminado o procedimento sugere-se ao utilizador uma pequena avaliação do seu conhecimento (Figura 19). A percepção do erro permite ao aluno uma correcção, tradicionalmente esta avaliação é feita por conjuntos de questões abrangentes dos temas a verificar. Foi esta a metodologia usada: uma sequência de questões que permitem a aferição dos conhecimentos.

The website page is titled 'MyPhysics - Mozilla Firefox'. It features a navigation menu with links for 'English', 'Universidade do Minho', 'Apresentação', 'Biografias', 'Experiências', 'Linhas Tempo', and 'Tour Virtual'. The main content area is titled 'Questionário' and includes the text 'Testa os teus conhecimentos sobre a actividade'. There are three questions with radio button options:

1. Esta actividade despertou o teu interesse?
 - a) Muito
 - b) Pouco
 - c) Nada
2. Percebeste melhor alguns aspectos relacionados com o tema?
 - a) Muito
 - b) Pouco
 - c) Nada
3. Ficaste esclarecido sobre a diferença de absorção de radiação pelas diferentes superfícies?

Figura 19 – Página com formulário de autoavaliação dos conhecimentos do utilizador



Oferece-se também a possibilidade do utilizador fazer uma avaliação do sítio e simulação, para futuras melhorias dos materiais. A avaliação da simulação é um pequeno conjunto de questões e uma zona de sugestões, idêntica à ficha implementada com os alunos.

O último link do menu de navegação leva o utilizador para uma página com um formulário de contacto (Figura 20) com os responsáveis do sítio, onde pode colocar dúvidas ou fazer alguma sugestão.

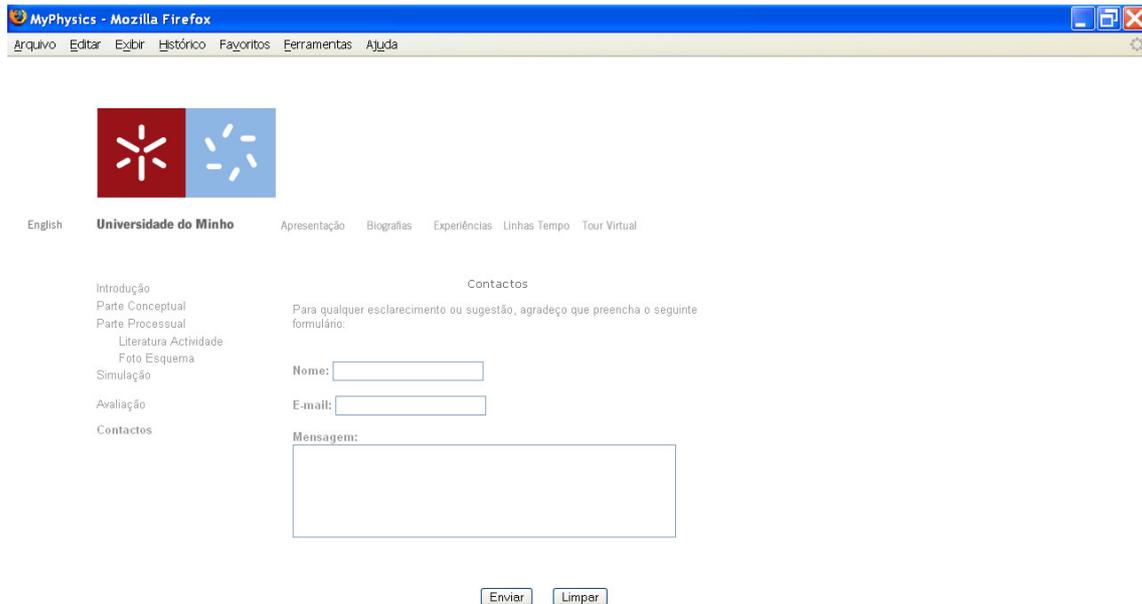


Figura 20 – Página de contactos

7 - Construção da Simulação

Neste capítulo apresenta-se alguns dos aspectos mais relevantes na construção da simulação para a actividade laboratorial “Emissão e absorção de radiação”. Salienta-se algumas dificuldades encontradas assim como as soluções adoptadas.

7.1 - Análise da estrutura e grafismo da Simulação

Ficou desde início definido que durante a construção da simulação seria dada especial atenção à aproximação à realidade do laboratório. Tendo presente a usabilidade como factor essencial na utilização da simulação, dá-se o primeiro passo criando um desenho agradável, dentro das linhas gráficas da actual World Wide Web (www). (Marketeer, 2004) O texto deve permitir uma leitura fácil, sendo preterido o aspecto em relação à funcionalidade. As diferentes áreas de acção devem estar perfeitamente delimitadas e sinalizadas. Os comandos devem ser de utilização intuitiva, ao qual se deve acrescentar informação de ajuda na manipulação dos mesmos.

Absorção e Emissão de Radiação

Escolha a superfície

Resultados

Tempo	Temperatura
00:00	298
00:30	298
01:00	298

Variáveis

Distância Lâmpada (m)

Potência Radiada (W)

Área Superfície (m²)

Temp. Inicial Cubo (K)

Superfície Exposta

Tempo

Temperatura

Multiplicadores:

Figura 21 – Imagem geral da simulação

Para otimizar a interacção da simulação com o utilizador, fizeram-se alguns testes com alunos e colegas docentes. Sendo a versão final obtida atendendo às contribuições e

reflexões realizadas por estes elementos. Estas contribuições foram feitas de uma forma informal, deixando-se os testes finais para a implementação com uma turma do 10º ano. O desenho da simulação foi dividido em três grandes áreas (Figura 21). As áreas correspondem aos aparatos experimentais, à zona de controlo de variáveis e à zona de apresentação de resultados, estando todas interligadas entre si. A zona dos aparatos (Figura 22) tem uma lâmpada, a qual pode ser deslocada de forma a ajustar a sua distância ao cubo. Ainda dentro desta área está uma zona de selecção de superfície que permite seleccionar a superfície exposta à radiação da lâmpada.

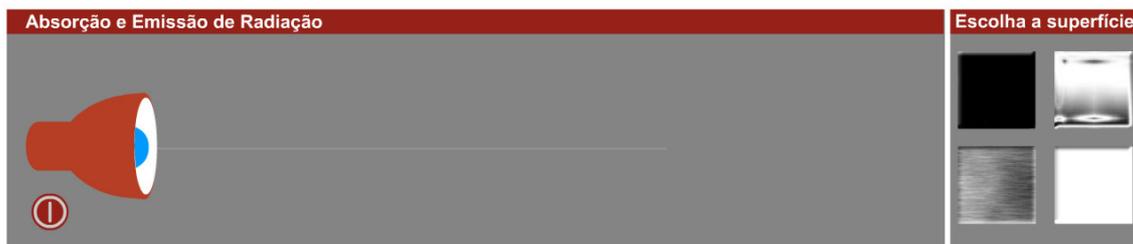


Figura 22 – Imagem da área dos aparatos na simulação

A área da simulação que permite controlar as variáveis, permite também visualizar os valores de tempo e temperatura durante a execução, como se verificaria nos mostradores do equipamento laboratorial. As variáveis controladas são as mais significativas e as que um aluno controlaria no laboratório, a distância entre a lâmpada e o cubo, a potência da lâmpada e a temperatura inicial do cubo (Figura 23). Junto a estas variáveis acrescentou-se a área da superfície exposta. Normalmente os alunos não têm acesso à alteração da variável área da superfície, pois o equipamento não o permite, esta é uma possibilidade que a simulação computacional traz ao aluno. Outras poderiam ser acrescentadas, como os coeficientes de emissividade das superfícies, mas traria complexidade à simulação, que se desviaria do público-alvo e dos objectivos para os quais foi construída.

Variáveis	
Distância Lâmpada (m)	<input type="text" value="0.2"/>
Potência Radiada (W)	<input type="text" value="60"/>
Área Superfície (m ²)	<input type="text" value="0.01"/>
Temp. Inicial Cubo (K)	<input type="text" value="298"/>
Superfície Exposta	

Figura 23 – Área de controlo de variáveis

Ainda nesta zona pode encontrar-se o temporizador (Figura 24), onde o utilizador além de visualizar o tempo da experiência pode controlar a velocidade da simulação por intermédio de botões multiplicadores de tempo. Estes multiplicadores, ao simularem o aumento da taxa de passagem do tempo, permitem fazer mais aquisições em menos tempo, reduzindo assim a monotonia implícita à aquisição de dados para esta actividade. Foram escolhidos para os multiplicadores taxas de 1, 2, 4 e 8 vezes.

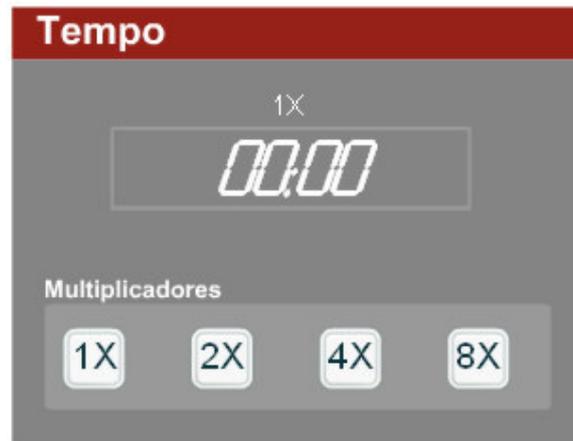


Figura 24 – Controlador do tempo de simulação

Uma outra zona de controlo contém o mostrador de temperatura do cubo (Figura 25), assim como botões que permitem alternar as unidades de temperatura entre Kelvin e Celsius, e ainda os botões de controlo geral da simulação. A apresentação dos valores em duas unidades traz para a simulação um complemento pedagógico, alerta os utilizadores para a necessidade de verificar as unidades obtidas nos mostradores dos equipamentos. Por defeito as unidades apresentadas vêm em Kelvin, pois esta é a unidade para a temperatura no Sistema Internacional. Os botões de controlo geral da simulação permitem dar início à simulação ou pará-la, pois o botão “Iniciar” quando pressionado transforma-se automaticamente em “Parar”. O segundo botão “Reset” permite reiniciar a simulação, apagando a memória dos valores obtidos. Este botão deve ser usado entre várias aquisições.



Figura 25 – Mostrador de temperatura e botões de controlo geral da simulação

Outra das grandes áreas da simulação é a apresentação dos resultados (Figura 26). Esta zona oferece a possibilidade de apresentar os resultados sobre forma de gráfico e assim dar ao utilizador imediatamente informações essenciais para a compreensão do fenómeno analisado numa evolução temporal. Os gráficos são um instrumento indispensável em actividades laboratoriais, permitem obter pela sua análise informação do comportamento das variáveis. Junto com os gráficos, na mesma área pode ser apresentada uma tabela com os valores obtidos. Os dados são apresentados em intervalos temporais controláveis pelo utilizador. Ainda na presença da tabela o utilizador pode optar por exportar os dados para um ficheiro externo, o qual pode posteriormente ser trabalhado numa ferramenta do tipo folha de cálculo.



Figura 26 – Área de apresentação de resultados



8 - Apresentação dos resultados

A criação de material pedagógico deve ser testado. A razão desta necessidade advém da reacção dos alunos ao material em alguns casos ultrapassar as previsões dos autores. Assim um teste, mesmo com população reduzida, permite obter dados sobre a adequação do material aos alunos.

8.1 - Caracterização do grupo de estudo

O grupo de estudo era constituído por uma turma do 10ºano de escolaridade da escola secundária Alcaides de Faria da freguesia Arcozelo, do conselho de Barcelos distrito de Braga. Este grupo foi escolhido para o estudo pelo facto de o docente da disciplina coincidir com o autor do estudo. A turma tem classificação média baixa, na disciplina de Ciências de Física e Química. A escola tem boas condições de espaço laboratorial, mas tem algumas carências de equipamento. Para esta actividade, não existindo cubos de Lesley disponíveis, os docentes da disciplina criaram, em anos lectivos anteriores, material alternativo. O material foi improvisado com recipientes metálicos semelhantes pintados de branco, preto e um polido.

Salienta-se também que já tinha sido leccionada aos alunos a componente teórica, numa sequência tradicional com explicações dos conceitos envolvidos seguidos de alguns exercícios numéricos, tendo-se deixado a actividade para último, por questão de calendário.

8.2 - Metodologia de implementação

Para a realização deste estudo optou-se pelo esquema do tipo teste de conhecimentos, pré e pós actividade, assim como teste de satisfação no final da mesma actividade. Todos os testes foram realizados no mesmo dia com a turma dividida em dois turnos. A preparação da actividade foi realizada pelos alunos com base nos suportes tradicionais: cadernos de actividades; livro escolar; bibliográfica complementar.

O início da aula foi reservado para resposta ao questionário pré-laboratorial, com duração de 10 minutos. As respostas dadas foram individuais sem intervenção de discussão de grupo ou auxílio do docente. Terminado o preenchimento do questionário, os alunos foram divididos em três grupos. Um grupo teve acesso apenas a material laboratorial tradicional, outro grupo teve acesso apenas à simulação da actividade para



realizar o seu trabalho e o ultimo grupo teve acesso aos dois tipos de material real e virtual.

A actividade laboratorial desenrolou-se segundo as indicações dadas pelos autores do Programa Nacional do 10º ano, com duração de 70 minutos. Terminada a recolha de dados e discussão dos resultados obtidos dentro do grupo foi entregue o questionário pós laboratorial para resposta individual, o qual foi dado um tempo de resposta de 10 minutos. Finalizados os testes pós-laboratoriais iniciou-se o preenchimento dos testes de opinião ao qual também foi dado um tempo de resposta de 10 minutos, mas este com uma tolerância de 5 minutos.

Os objectivos presentes neste teste foi o da verificação de alguma tendência no desempenho dos alunos quando presentes a material virtual do tipo simulação laboratorial, em comparação com a actividade tradicional. Outro objectivo foi o da recolha de informação sobre a simulação num ambiente de utilização controlado, de forma a avaliar a sua validade e recorrer dados para melhoria do material.

8.3 - Os questionários

Os questionários usados neste estudo encontram-se nos anexos desta tese.

Os questionários de pré e pós-laboratorial são desenvolvidos com o intuito de avaliar os conhecimentos dos alunos na fase anterior à actividade e posterior. Na análise da informação retirada das respostas dos alunos pondera-se possíveis tendências de desenvolvimento conceptual dos temas tratados. A estratégia desenvolvida para obter esta informação foi a de apresentar o mesmo teste antes e depois da actividade, permitindo assim por comparação directa verificar alterações de resposta das pelos alunos.

Para escolha das questões a colocar nas fichas, usou-se a resposta directa sem grande necessidade de desenvolvimento por parte do aluno e recaindo sobre os aspectos essenciais do tema. O tempo disponível para o preenchimento das fichas também influenciou tanto ao nível do número de questões colocadas, como no tipo de questões mais directas. As duas primeiras questões incidem sobre o objecto central da teoria física de suporte à actividade, lei de Stefan-Boltzmann e emissividade dos corpos. Estas questões permitem avaliar da compreensão mínima necessária na abordagem deste tema. A questão três como as duas anteriores questões é de escolha múltipla, permite avaliar a capacidade de transpor os conceitos dos formalismos matemáticos para a realidade quotidiana. A questão quatro leva mais longe a avaliação da capacidade dos alunos relacionarem vários factores que possam afectar os resultados obtidos. Finalmente a questão cinco, dividida em duas alíneas, reflecte as propostas dos autores

do Programa Nacional como vectores orientadores da realização da actividade laboratorial “Emissão e absorção de radiação”. Estas questões permitem avaliar o sucesso obtido no desenvolvimento da actividade e persecução dos objectivos propostos.

8.4 - Questionário pré-laboratoriais e pós-laboratoriais

Resultado relativo à pergunta 1

“A lei de Stefan-Boltzmann relaciona...”

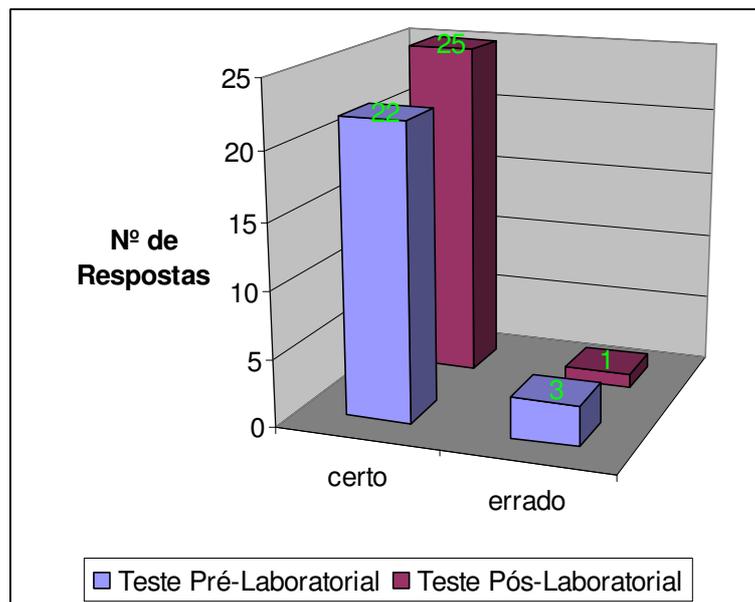


Gráfico 1 – Resultados comparativos da primeira questão dos testes laboratoriais

Comentários:

Os indicadores desta questão desmonstram que os alunos possuíam um conhecimento suficiente sobre o formalismo teórico que sustenta a actividade. A pequena evolução verificada com o aumento de dois alunos com resposta certa é um possível indicador da colaboração dentro dos grupos que pode potenciar aprendizagens. E da efectividade da prática experimental.

Resultado relativo à pergunta 2

“A emissividade com taxa de absorção de radiação máxima é de...”

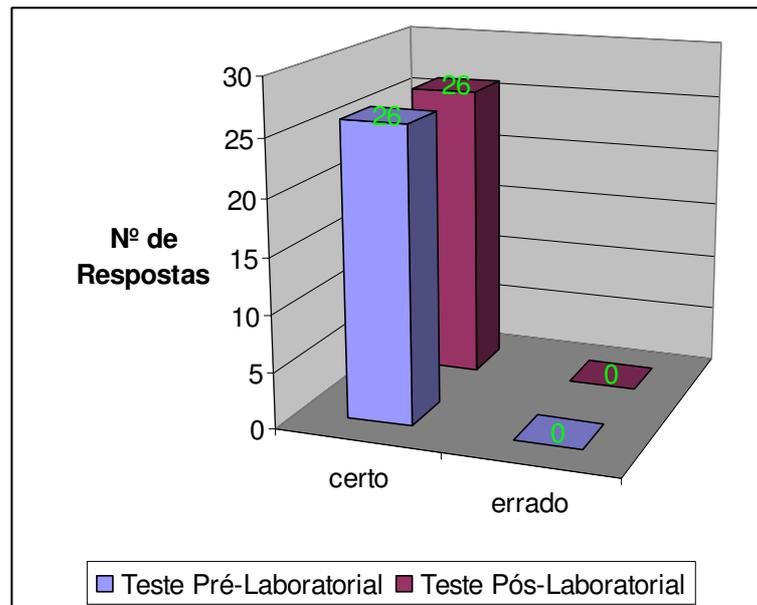


Gráfico 2 – Resultados comparativos da segunda questão dos testes laboratoriais

Comentários:

A taxa de emissividade máxima de uma superfície, é de grande relevância pois assume um valor comparativo. Os valores obtidos nesta resposta reflectem a importância atribuída a este valor no decorrer da leccionação do tema pelo docente.

Resultado relativo à pergunta 3

“Qual a “cor” de roupa mais confortável para se usar nos trópicos...”

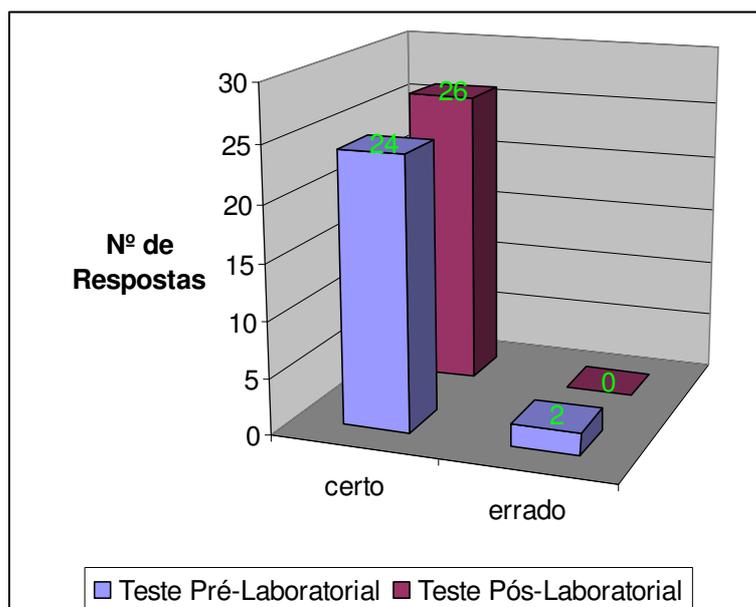


Gráfico 3 – Resultados comparativos da terceira questão dos testes laboratoriais



Comentários:

Esta questão de carácter mais aplicado pode levantar algumas dificuldades ao nível da transição do conhecimento teórico para um conhecimento mais prático. Os alunos não revelaram grandes dificuldades nas respostas, e os dois alunos que responderam de forma errada no teste pré-actividade durante a actividade corrigiram a sua resposta.

Resultado relativo à pergunta 4

“Qual a influência da área da superfície na variação da temperatura do cubo?”

Pré-laboratoriais:

- “Se a área da superfície aumentar o cubo vai demorar mais tempo a aquecer”
- “Quanto maior a área do cubo mais tempo demora a fundir. Mais lentamente é aumentada a temperatura”
- “Quanto maior a área de superfície do cubo mais lentamente é transferida a energia, logo mais lentamente é aumentada a temperatura”
- “Quanto maior for a área de superfície, maior é a variação de temperatura”
- “A temperatura mantém-se”

Pós-laboratoriais:

- “Quanto maior a área menor a variação de temperatura do cubo”
- “Quanto maior for a área, maior é a capacidade de absorção. Mesmo que aumentemos a área para o dobro ou para o triplo a velocidade de propagação do calor é sempre a mesma porque além de aumentar a superfície, aumenta a massa.”
- “Não tem influência, verifiquei isso quando (na experiência que realizei) aumentamos duas vezes a área da superfície e não houve modificação de valores”
- “Quanto maior a área de superfície, maior a variação da sua temperatura”

Comentários:

As respostas dadas pelos alunos e o testemunho do professor que acompanhou a implementação, evidência que a variável área/massa não é facilmente relacionada com a variação da temperatura do corpo.

Resultado relativo à pergunta 5.a)

“Qual a tinta que se deve usar para revestir as casas no Alentejo, sabendo que estas estão expostas a grande insolação?”

Pré-laboratoriais:

- “A tinta a ser utilizada deve ser a branca porque o branco tem menos poder de absorção além do que, é uma cor que reflecte a luz”
- “Cor de tinta branca porque reflecte melhor a radiação”
- “Branco, porque é uma cor que não absorve o calor, ou seja, tem uma baixa emissividade”
- “Branca, porque a cor branca tem uma baixa emissividade”
- “Deve-se usar a cal”
- “Deve-se usar tinta clara para revestir as casas no Alentejo”



Pós-laboratoriais:

“Metálico porque a emissividade é muito baixa”

“A tinta que se deve usar é a branca”

“Branco porque reflecte mais a radiação e absorve menos que as cores ou tintas mais escuras”

“Deve usar-se tinta branca para revestir as casas no Alentejo, pois esta não aquece com tanta facilidade”

Comentários:

Estas respostas reflectem uma mistura de conhecimentos científicos assim como alguns aspectos culturais. As respostas do pós-laboratorial afastam-se um pouco da realidade do quotidiano dos alunos, quando os alunos sugerem o revestimento metálico relacionando claramente as conclusões da actividade com uma possível aplicação prática. A ponderação dos factores científicos com os factores sociais e ambientais foi menos conseguida com a actividade, demonstrando a necessidade da intervenção do docente e pelenário de alunos na análise das conclusões retiradas, de forma a criar ponderação entre os diferentes factores.

Resultado relativo à pergunta 5.b)

“Por que razão as garrafas termos têm as paredes interiores espelhadas?”

Pré-laboratoriais:

“Porque é um sistema isolado que não permite a troca de energia nem matéria. E o espelho não tem emissividade, logo, não absorve radiação”

“Para que quando a radiação chega às paredes das garrafas estas reflectem essa radiação por serem espelhadas, assim não há absorção de energia, não há aumento ou diminuição da energia interna logo não há variação na temperatura”

“Porque assim não deixa trocar matéria nem energia, logo é um sistema isolado”

“Porque os corpos espelhados têm emissividade zero, logo não absorve energia que é incidida”

“Porque o espelho emite, sendo assim, não deixa passar o calor ou o frio, conservando a temperatura do líquido que tem dentro.”

“Para ser isolado e não deixar entrar nem sair calor, mantendo a temperatura.”

“Para manter a temperatura constante”

Pós-laboratoriais:

“Porque reflectem a radiação que lhe é incidente”

“Porque o espelho não deixa absorver calor, ou seja tem emissividade zero”

“Porque o espelho é isolador, logo não deixa entrar nem sair calor. A temperatura mantém-se”

“Porque as paredes reflectem a radiação e como é uma coisa fechada a temperatura mantém-se durante muito mais tempo”

“Porque as paredes espelhadas reflectem quase completamente a radiação que recebem logo não há variação de energia interna, logo a temperatura não aumenta nem diminui”

**Comentários:**

Ao contrário da resposta anterior, esta não contém tantas inconsistências. Os alunos não têm tantas explicações empíricas, sendo o espelho uma superfície menos associada ao aumento de temperatura por absorção. Apesar das respostas manterem um nível elevado de correcção, verifica-se ainda alguma persistência na confusão entre absorção de radiação com factores de isolamento térmico das superfícies.

8.5 - Questionário de opinião

Abreviaturas – Grupo Laboratorial (GL); Grupo Laboratorial/Simulação (GLS); Grupo Simulação (GS)

Questão 1

“Esta actividade despertou o teu interesse?” (GL; GLS; GS)

Resposta	GL	GLS	GS
1	0	0	0
2	0	0	0
3	1	2	0
4	5	4	4
5	2	5	4

Tabela 4 – Teste de opinião questão 1 (1- Nada; 5- Muito)

Comentários:

Nesta questão podemos retirar que as actividades laboratoriais despertam o interesse dos alunos. Verifica-se que a frequência de respostas nos diferentes grupos não variam significativamente, mostrando que mais do que a forma de apresentar a actividade laboratorial, é a própria actividade a despertar o interesse dos alunos.

Questão 2

“Percebeste melhor alguns aspectos relacionados com o tema?” (GL; GLS; GS)

Resposta	GL	GLS	GS
1	0	0	0
2	0	0	0
3	4	1	0
4	2	4	7
5	2	3	1

Tabela 5 – Teste de opinião questão 2 (1- Nada; 5- Muito)

Comentários:

Verifica-se que cerca de metade dos alunos têm incertezas se a actividade permitiu uma melhor compreensão dos conceitos. É verdade que nem sempre as actividades esclarecem os alunos podendo até servir para provocar a dúvida. Mas certamente traz os alunos para um plano mais real, complementando o abstraccionismo das formulações matemáticas. Os grupos parecem apontar para uma maior taxa de precepção de evolução dos conceitos quando sujeitos à simulação. Este facto deve ser mais aprofundado em futuros estudos sobre material deste tipo, de forma a eliminar o factor novidade e o inevitável entusiasmo do docente investigador.

Questão 3

“Ficaste esclarecido sobre a diferença de absorção de radiação pelas diferentes superfícies?” (GL; GLS; GS)

Resposta	GL	GLS	GS
1	0	0	0
2	0	0	0
3	2	2	0
4	3	3	3
5	3	3	5

Tabela 6 – Teste de opinião questão 3 (1- Nada; 5- Muito)

Comentários:

Quando se coloca uma questão específica sobre os conceitos envolvidos na actividade os alunos mostram a percepção da evolução no seu nível de aprendizagem. O grupo GS



volta a ter uma tendência para considerar maior a percepção de evolução dos seus conceitos.

Questão 4

“Sentiste algumas limitações no desenvolvimento do teu trabalho?”

(GL; GLS; GS)

Resposta	GL	GLS	GS
1	2	4	0
2	2	2	0
3	3	1	0
4	1	1	3
5	0	0	5

Tabela 7 – Teste de opinião questão 4 (1- Nenhumas; 5- Muitas)

Comentários:

Os resultados a esta questão, se olhados só na perspectiva dos grupos GL e GS, poderiam levarmo-nos a pensar que o principal factor limitador do trabalho, sentido pelos alunos, seria a impossibilidade de testar a variação da área de superfície do corpo. Mas isto torna-se inverosímil quando comparadas as respostas com o grupo GLS, que além de ter acesso ao material real de laboratório teve também acesso à simulação, obtendo os maiores índices de limitação de todos os grupos. Aparentemente não se encontra justificação para tal sendo esta outra questão a merecer um aprofundamento futuro.

Questão 5

“Como classificas a facilidade de manuseamento do material?”(GL)

“Como classificas a interactividade da simulação?” (GLV; GS)

Resposta	GL	GLS	GS
1	0	0	0
2	0	0	0
3	0	0	0
4	2	6	1
5	6	2	7

Tabela 8 – Teste de opinião questão 5 (1- Muito Fraca; 5- Muito Boa)

Comentários:

Nesta questão coloca-se o manuseamento do material laboratório ao mesmo nível do manuseamento da simulação, percebendo o risco de o fazer, mas tendo consciência que a comparação não é despropositada.

Na resposta a esta questão, todos os grupos revelaram uma relativa facilidade de manuseamento tanto do material laboratorial como da simulação. Salienta-se que o material de laboratório era improvisado devido à falta de cubos de Lesley na escola, e que a simulação ainda se encontrava numa fase de construção inicial.

Questão 6

“Como classificas a versatilidade da actividade?” (GL)

“Como classificas o aspecto gráfico da simulação?” (GLS; GS)

Resposta	GL	GLS	GS
1	0	0	0
2	0	0	0
3	3	1	0
4	4	7	1
5	1	0	7

Tabela 9 – Teste de opinião questão 6 (1- Muito Fraco; 5- Muito Bom)

Comentários:

A simplicidade da montagem proposta para esta actividade, parece reflectir-se na percepção de versatilidade que os alunos têm desta. As observações feitas durante a



realização da actividade também apontam para esta conclusão. Os alunos montaram com facilidade o esquema da experiência, mostrando maiores dificuldades na forma de recolher os dados. A impressão deixada no professor foi de relativa inexperiência dos alunos com actividades experimentais

Quanto à questão sobre o aspecto gráfico da simulação os alunos mostraram-se bastante agradados. Este é sem duvida um factor de menor importância na simulação do que a facilidade de manipulação, mas os dois factores devem interagir de forma a obter a melhor usabilidade possível.

Questão 7

“Consideras que o procedimento experimental permitiu atingir todos os objectivos da actividade?” (GL)

“Consideras que o procedimento experimental com o complemento da simulação permitiu atingir os objectivos da actividade?” (GLS)

“Consideras que a simulação permite atingir os objectivos da actividade?” (GS)

Resposta	GL	GLS	GS
1	0	0	0
2	0	0	0
3	3	1	0
4	2	3	1
5	3	4	7

Tabela 10 – Teste de opinião questão 7 (1- Discordo; 5- Concordo)

Comentários:

Recorda-se que o objectivo definido no Programa Nacional para esta actividade, é o de obter suporte experimental na resposta às seguintes questões.

“Porque é que as casas alentejanas são, tradicionalmente, caiadas de branco?”

“Porque é que a parte de dentro de uma garrafa-termo é espelhada?”

As respostas dadas levam a concluir que os alunos obtiveram os dados que consideravam necessários para responder a estas questões com a actividade proposta. Volta-se a verificar um aumento da taxa de satisfação dos alunos com a introdução da simulação, sendo que isto, como referido anterior, pode ser apenas uma consequência



dos factores novidades e entusiasmo. Para minimizar estes factores se necessário mais teste, com maior abrangência de população de alunos e maior quantidade de material deste tipo.

Questão 8

“Atingirias os objectivos da actividade melhor recorrendo apenas a uma simulação?” (GL)

“A simulação foi útil na concretização da actividade?” (GLS)

“A simulação foi suficiente para tudo o que pretendias obter com esta actividade?” (GS)

Resposta	GL	GLS	GS
1	3	0	0
2	0	0	0
3	2	0	0
4	3	1	2
5	0	7	6

Tabela 11 – Teste de opinião questão 8 (1- Discordo; 5- Concordo)

Comentários:

Nesta questão deve ser mencionado que os alunos do grupo GL nunca tiveram possibilidade de experimentar uma simulação em contexto de aula. Sendo que alguns destes alunos nunca tinham tido qualquer contacto com este tipo de material. Por isso foi-lhes feito uma breve descrição do que é uma simulação e o que se pode fazer com esta. Tendo isto em consideração, as respostas dadas pelo grupo GL não são de todo inesperadas. Os alunos só podem ter uma opinião sustentada sobre a utilidade deste material depois de ser sujeito à interacção com ele. Isto reforçando novamente para estudos futuros a necessidade de teste com maior número de simulações, tendo os alunos do teste exposição aos diferentes tipos de actividade virtual e real.

Questão 9

“Atingirias os objectivos da actividade melhor recorrendo ao complemento de uma simulação?” (GL)

“Atingirias os objectivos da actividade melhor recorrendo apenas ao laboratório real?” (GLS)

“Atingirias os objectivos da actividade melhor recorrendo apenas ao laboratório real?” (GS)

Resposta	GL	GLS	GS
1	0	0	0
2	0	0	0
3	1	0	0
4	2	1	2
5	5	7	6

Tabela 12 – Teste de opinião questão 9 (1- Discordo; 5- Concordo)

Comentários:

O valor desta questão é indicativo do sentimento dos alunos, sendo que a avaliação do nível de concretização dos objectivos traçados para actividade de ser feito pela análise de questões que envolvam conhecimento adquirido. Tendo isto em consideração, as respostas do grupo GL indica a vontade destes alunos experimentar esta nova forma de trabalhar, reforçando assim a ideia de que estas respostas podem ter um factor de novidade associado. Este factor vai dissipando-se com o recorrente uso deste tipo de material, tanto em contexto aula como fora deste.

Questão 10 (GLS e GS)

“Atingirias os objectivos da actividade melhor recorrendo apenas à simulação?” (GLS)

“Atingirias os objectivos da actividade melhor recorrendo ao laboratório real com o complemento de uma simulação?” (GS)

Resposta	GLS	GS
1	0	0
2	0	0
3	0	0
4	1	2
5	7	6

Tabela 13 – Teste de opinião questão 10 (1- Discordo; 5- Concordo)

Comentários:

O conjunto de respostas dadas pelo grupo GLS às questões 9 e 10, revelam uma intrigante dicotomia, dão a entender que preferem ou o laboratório real ou a simulação desde que seja apenas uma. Terão os alunos tido maiores dificuldades na realização da actividade por terem de conciliar os dois processos? Será apenas uma questão de tempo? Ou pelo contrário, será mais uma questão de metodologia? Estas serem algumas questões de resposta interessante num próximo estudo.

Os alunos do grupo GS também mostram este tipo de dicotomia, o que levanta novamente a interrogação sobre necessidade dos alunos serem colocados nas circunstâncias específicas de cada grupo, para serem capazes de avaliar e comparar as diferentes opções.

Questão 11 (GLS e GS) e Questão 10 (GL)

“Houve algum aspecto na actividade que achavas necessário e que não tiveste acesso ou que gostarias que fosse melhor explorado? Refere-o.”

Exemplos de respostas dadas (GL)

“Sim porque não variámos a área e nem intensidade da luz”

“Não ficámos satisfeitos e esclarecidos com a experiência. O problema é que não variámos a área da superfície e a potência da lâmpada, o que nos dava mais qualidade na experiência.”

“Não, penso que a actividade correu bem que nos deixou esclarecidos sobre o seu objectivo. Apenas não nos foi possível variar a área do objecto nem a intensidade da luz, o que não nos permitiu saber o que aconteceria em outras condições”

Exemplos de respostas dadas (GLS)

“A luz da lâmpada poderia ligar ao iniciar a simulação”

“A luz da lâmpada que está no computador, poderia acender”

“Deveria estar mais feminino, ou seja, ter umas florzinhas muito coloridas no fundo da imagem, pois o meu grupo era só de raparigas”



“Com uma lâmpada com uma grande potência”
“Não”

Exemplos de respostas dadas (GS)

“Não”

“Não. Fiquei esclarecido”

Quatro respostas são em branco.

Comentários:

Os alunos do grupo GL mostram uma satisfação assentuada com a actividade, mencionando apenas a limitação da possibilidade de variação da área, limitação esta que penso que passaria despercebida não fosse a questão 4 dos testes de pré e pós-laboratorial.

O grupo GLS dirigiu os seus comentários para aspectos da simulação, fazendo algumas sugestões de alteração que foram tomadas em consideração e ponderadas na versão final da simulação. Especificamente o interruptor da lâmpada foi adicionado, criando assim mais uma possibilidade de teste podendo-se verificar a variação da temperatura a quando do desligar da lâmpada. Os aspectos mais gráficos foram também tomados em consideração, mantendo algumas reservas quanto a sugestões como da resposta exemplo três. Sendo que esta resposta ajudou a relativizar o aspecto da simulação, levando a uma melhor consciencialização de que se trata também de factores de gosto pessoal que variam de utilizador para utilizador.



9 - Considerações Finais

9.1 – Conclusões

Este trabalho desenvolveu-se pela percepção que existe necessidade de criar material com tratamento pedagógico e correcção científica para apoio às actividades laboratoriais. Somando esta vontade à clara aposta por parte do Governo Nacional e da Comissão Europeia no E-Learning, optou-se por criar material de apoio às actividades lectivas em suporte electrónico. Esta tendência para o desenvolvimento de material virtual com vocação educacional, não é só uma característica Europeia mas também Mundial. No decorrer deste trabalho foi possível adquirir uma noção mais aproximada desta realidade e perceber o despontar de variados projectos nesta área. Os projectos com maior visibilidade são os do tipo enciclopédico sejam mais especializados numa área ou mais genéricos. O desenvolvimento de material do tipo Laboratório Virtual é uma das áreas que tem sofrido grandes avanços, potenciados pelo crescente número de utilizadores de computador e da Internet, facilitado pelo aparecimento de ferramentas de modelação gráfica e computacional de fácil utilização.

Durante este trabalho adoptou-se uma terminologia específica para referenciar os materiais produzidos relacionados, neste caso, com a actividade experimental “Emissão e absorção de radiação” (www.fisica.uminho.pt/alv): Actividade Laboratorial Virtual. Esta designação resulta do conjunto de materiais produzidos que ultrapassa a tradicional simulação da experiência laboratorial, criando um conjunto de ferramentas que auxilia o aluno nos estudos preparatórios da actividade assim como no trabalho posterior de análise de resultados e enriquecimento dos mesmos. Estão incluídos neste material explicações conceptuais do tema, informações históricas e tecnológicas associadas, elementos avaliadores de conhecimentos, assim como material multimédia de apoio à realização da actividade experimental real.

A construção do material virtual, e especificamente a simulação, requereu algum estudo de ferramentas informáticas devido à falta de experiência no uso destas. Contudo, verifica-se após reflexão do trabalho concluído, que este não é um obstáculo que impeça qualquer professor/autor de construir o seu material virtual. Com algum auto-estudo, consegue-se obter os conhecimentos básicos necessários para a construção de uma simulação computacional simples e, com apoio de colegas professores especializados na área da informática, poder-se-á mesmo construir simulações com interfaces mais avançados.



A implementação dos materiais forneceu algumas indicações sobre a viabilidade do uso destes. Os alunos mostraram-se bastante disponíveis para trabalhar com suportes virtuais, encarando a utilização destes de forma séria e não apenas como uma aplicação lúdica. A comparação dos resultados obtidos nos testes pré e pós laboratorial indicam uma tendência na melhoria do desempenho dos alunos com acesso ao material virtual.

Reunindo a informação retirada tanto da literatura científica como dos resultados obtidos pode-se destacar as seguintes conclusões principais:

- A Actividade Laboratorial Virtual é uma ferramenta com validade e potencialidade para implementação em contextos educativos;
- Os alunos manipulam o material virtual com facilidade e retiram deste conhecimento mobilizável;
- O professor mantém-se como elemento indispensável no desenvolvimento correcto do processo de ensino/aprendizagem do aluno;
- O tratamento pedagógico do material é indispensável para uma boa relação do aluno com as ferramentas.
- A complementaridade das actividades em laboratório com a sua versão virtual, potencia a aprendizagem.

9.2 - Sugestões para trabalhos futuros

De todo o trabalho desenvolvido chega-se a uma ideia central para o futuro: a de que é necessário fazer mais e estudar mais. Os materiais desenvolvidos esporadicamente em projectos ou trabalhos de mestrado não garantem o suporte necessário para estudos mais aprofundados sobre o tema. Só quando for possível garantir uma continuidade de utilização de materiais deste género ao longo do percurso do aluno, se poderá avançar com ideias definitivas sobre a utilidade intrínseca destes.

No futuro será interessante participar no desenvolvimento de um estudo alargado que garanta a participação de algumas instituições de ensino diferenciáveis tanto social como geograficamente, assim como grupos de alunos em número significativo para um estudo estatístico. Este estudo deverá não apenas validar a utilização de materiais virtuais, mas explorar potenciais sinergias entre estes e os materiais e actividades tradicionais.

Será interessante garantir a esta geração de alunos nascida na era dos computadores pessoais e da Internet, material didáctico virtual para o ensino da ciência.

10 - Bibliografia

- Alves, P.; Pires, J. A. (2002). “A usabilidade em software educativo: princípios e técnicas.” Instituto Politécnico de Bragança. Disponível on-line a 17-11-2006 em: <http://ism.dei.uc.pt/ribie/docfiles/txt2003729175845paper-198.pdf>
- Bello, A., San-Bento, C., Pina, E. P., Caldeira, H., Patrício, A., Soares, T. (2001) “ Programa de Física e Química A 10º Ano”. Ministério da Educação
- Bello, A., San-Bento, C., Pina, E. P., Caldeira, H., Patrício, A., Soares, T. (2003) “ Programa de Física e Química A 11º ou 12º anos”. Ministério da Educação
- Cardoso, E., Ventura, G., Paixão, J. A., Fiolhais, M., Sousa, M. C. A., Nogueira, R. (2004) “Programa de Física 12º Ano – Curso Científico-Humanístico de Ciências e Tecnologias”. Ministério da Educação.
- COM (2001) “Plano de acção eLearning - Pensar o futuro da educação”. Comunicação da Comissão ao Conselho e ao Parlamento Europeu, 172 final. Disponível a 20-10-2005 em:
<http://esac.pt/bolonha/p_de_bol/d_g/docs_gerais/u_e/16.pdf>
- Departamento da Educação Básica (2001) “Currículo Nacional do Ensino Básico – Competências Essenciais”. Ministério da Educação
- Dutschke, G (2005). “A geração Net”. Marketeer
- European Commission, (2003). “eLearning: Designing tomorrow’s education: A mid-term report.”. Disponível on-line a 09-10-2006 em:
http://www.elearningeuropa.info/extras/pdf/mid_term_en.pdf
- Gomes, M. J. (2005). “E-learning: reflexões em torno do conceito” ISBN 972-8746-13-05. p. 229-236 Universidade do Minho. Centro de Competência Nónio Século XXI.



- Jacobson, A. (2003). “Virtual Physics Lab Close to Reality.” Computing in Science & Engineering.
- Leal, D., Amaral, L. (2004) “Do ensino em sala ao e-Learning” Universidade do Minho, Braga, Portugal. Disponível on-line a 27-11-2005 em: http://www.campusvirtual.uminho.pt/uploads/celda_av04.pdf
- Marketeer (2004) “O que é a usabilidade?”. Marketeer Magazine
- Martins, A., Malaquias, I., Martins, D., Campos, A., Lopes, J., Fiúza, E., Silva, M., Neves, M., Soares, R. (2002) “Livro Branco da Física e da Química” Aveiro: Tipografia Minerva Central.
- Monge-Nájera, J., Rossi, M. R., Méndez-Estrada, V. H. (2003) “La evolución de los laboratotios virtuales durante una experiência de cuatro años con estudiantes a distancia”. Disponível on-line a 26-10-2006 em: <http://www.biologia.ucr.ac.cr/~rbt/public/evollab4.doc>
- Paiva, J. C. (2006). “As TIC no ensino das ciências Físico-Químicas.” <http://www.jcpaiva.net>
- Rosado, L.; Herreros, J. R. (2005). “Nuevas aportaciones didácticas de los laboratorios virtuales y remotos en la enseñanza de la Física” Disponível a 2006-11-03 em: <http://www.formatex.org/micte2005/286.pdf>
- Silva, J. C. (2004). “E-learning: o estado da arte”. Disponível on-line a 12-11-2006 em: http://nautilus.fis.uc.pt/el/Livro_eL.pdf
- Uzunboylu, H. (2005). “A Descriptive Review of Mainline E-Learning Projects in the European Union: E-Learning Action Plan and E-learning Program.” Near East University Cyprus.



Anexo 1

QUESTÕES PRÉ-LABORATORIAIS DA ACTIVIDADE “ABSORÇÃO E EMISSÃO DE RADIAÇÃO”

1. A lei de Stefan-Boltzmann relaciona...
 - a) ... a intensidade de energia radiada por um corpo com a temperatura ao quadrado do mesmo.
 - b) ... a intensidade de energia radiada com a área de um corpo.
 - c) ... a intensidade de energia radiada com a temperatura elevada à quarta potência.

2. A emissividade com taxa de absorção de radiação máxima é de...
 - a) ... 0,75
 - b) ... 0,20
 - c) ... 1,00

3. Qual a “cor” de roupa mais confortável para se usar nos trópicos...
 - a) ... pretas.
 - b) ... laranja.
 - c) ... branca.

4. Qual a influência da área da superfície na variação da temperatura do cubo?

5. Responde às seguintes questões.
 - a) Qual a tinta que se deve usar para revestir as casas no Alentejo, sabendo que estas estão expostas a grande insolação?

 - b) Por que razão as garrafas termos têm as paredes interiores espelhadas?



Anexo 2

QUESTÕES PÓS-LABORATORIAIS DA ACTIVIDADE “ABSORÇÃO E EMISSÃO DE RADIAÇÃO”

6. A lei de Stefan-Boltzmann relaciona...
- a) ... a intensidade de energia radiada por um corpo com a temperatura ao quadrado do mesmo.
 - b) ... a intensidade de energia radiada com a área de um corpo.
 - c) ... a intensidade de energia radiada com a temperatura elevada à quarta potência.
7. A emissividade com taxa de absorção de radiação máxima é de...
- a) ... 0,75
 - b) ... 0,20
 - c) ... 1,00
8. Qual a “cor” de roupa mais confortável para se usar nos trópicos...
- a) ... pretas.
 - b) ... laranja.
 - c) ... branca.
9. Qual a influência da área da superfície na variação da temperatura do cubo?
-
-
-
-
10. Com os dados que já possuis, responde às seguintes questões.
- a) Qual a tinta que se deve usar para revestir as casas no Alentejo, sabendo que estas estão expostas a grande insolação?
-
-
-
- b) Por que razão as garrafas termos têm as paredes interiores espelhadas?
-
-
-

Anexo 3

Teste de Opinião/Questionário sobre a actividade “ABSORÇÃO E EMISSÃO DE RADIAÇÃO”

Grupo Laboratorial

Este teste destina-se a recolher informações sobre a forma como foi leccionada a actividade laboratorial “*Absorção e emissão de radiação*”.

Marca, com uma cruz (X), a quadrícula correspondente ao teu **GRAU DE SATISFAÇÃO** com cada um dos aspectos referidos no inquérito.

1. Esta actividade despertou o teu interesse?

Nada				Muito
1	2	3	4	5

2. Percebeste melhor alguns aspectos relacionados com o tema?

Discordo				Concordo
1	2	3	4	5

3. Ficaste esclarecido sobre a diferença de absorção de radiação pelas diferentes superfícies?

Nada				Muito
1	2	3	4	5

4. Sentiste algumas limitações no desenvolvimento do teu trabalho?

Nenhumas				Muitas
1	2	3	4	5

5. Como classificas a facilidade de manuseamento do material?

Muito Fraca				Muito Boa
1	2	3	4	5



6. Como classificas a versatilidade da actividade?

Muito Fraca			Muito Boa	
1	2	3	4	5

7. Consideras que o procedimento experimental permitiu atingir todos os objectivos da actividade?

Discordo			Concordo	
1	2	3	4	5

8. Atingirias os objectivos da actividade melhor recorrendo apenas a uma simulação?

Discordo			Concordo	
1	2	3	4	5

9. Atingirias os objectivos da actividade melhor recorrendo ao complemento de uma simulação?

Discordo			Concordo	
1	2	3	4	5

10. Houve algum aspecto na actividade que achavas necessário e que não tiveste acesso ou que gostarias que fosse melhor explorado? Refere-o.

Anexo 4

Teste de Opinião/Questionário sobre a actividade “ABSORÇÃO E EMISSÃO DE RADIAÇÃO”

Grupo Simulação/Laboratorial

Este teste destina-se a recolher informações sobre a forma como foi leccionada a actividade laboratorial “*Absorção e emissão de radiação*”.

Marca, com uma cruz (X), a quadrícula correspondente ao teu **GRAU DE SATISFAÇÃO** com cada um dos aspectos referidos no inquérito.

1. Esta actividade despertou o teu interesse?

Nada				Muito
1	2	3	4	5

2. Percebeste melhor alguns aspectos relacionados com o tema?

Nada				Muito
1	2	3	4	5

3. Ficaste esclarecido sobre a diferença de absorção de radiação pelas diferentes superfícies?

Nada				Muito
1	2	3	4	5

4. Sentiste algumas limitações no desenvolvimento do teu trabalho?

Nenhumas				Muitas
1	2	3	4	5

5. Como classificas a interactividade da simulação?

Muito Fraca				Muito Boa
1	2	3	4	5



6. Como classificas o aspecto gráfico da simulação?

Muito Fraco			Muito Bom	
1	2	3	4	5

7. Consideras que o procedimento experimental com o complemento da simulação permitiu atingir os objectivos da actividade?

Discordo			Concordo	
1	2	3	4	5

8. A simulação foi útil na concretização da actividade?

Nada			Muito	
1	2	3	4	5

9. Atingirias os objectivos da actividade melhor recorrendo apenas ao laboratório real?

Discordo			Concordo	
1	2	3	4	5

10. Atingirias os objectivos da actividade melhor recorrendo apenas à simulação?

Discordo			Concordo	
1	2	3	4	5

11. Houve algum aspecto na actividade que achavas necessário e que não tiveste acesso ou que gostarias que fosse melhor explorado? Refere-o.



Anexo 5

Teste de Opinião/Questionário sobre a actividade “ABSORÇÃO E EMISSÃO DE RADIAÇÃO”

Grupo Simulação

Este teste destina-se a recolher informações sobre a forma como foi leccionada a actividade laboratorial “*Absorção e emissão de radiação*”.

Marca, com uma cruz (X), a quadrícula correspondente ao teu **GRAU DE SATISFAÇÃO** com cada um dos aspectos referidos no inquérito.

1. Esta actividade despertou o teu interesse?

Nada				Muito
1	2	3	4	5

2. Percebeste melhor alguns aspectos relacionados com o tema?

Nada				Muito
1	2	3	4	5

3. Ficaste esclarecido sobre a diferença de absorção de radiação pelas diferentes superfícies?

Nada				Muito
1	2	3	4	5

4. Sentiste algumas limitações no desenvolvimento do teu trabalho?

Nenhumas				Muitas
1	2	3	4	5

5. Como classificas a interactividade da simulação?

Muito Fraca			Muito Boa	
1	2	3	4	5



6. Como classificas o aspecto gráfico da simulação?

Muito Fraco			Muito Bom	
1	2	3	4	5

7. Consideras que a simulação permite atingir os objectivos da actividade?

Discordo			Concordo	
1	2	3	4	5

8. A simulação foi suficiente para tudo o que pretendias obter com esta actividade?

Discordo			Concordo	
1	2	3	4	5

9. Atingirias os objectivos da actividade melhor recorrendo apenas ao laboratório real?

Discordo			Concordo	
1	2	3	4	5

10. Atingirias os objectivos da actividade melhor recorrendo ao laboratório real com o complemento de uma simulação?

Discordo			Concordo	
1	2	3	4	5

11. Houve algum aspecto na actividade que achavas necessário e que não tiveste acesso ou que gostarias que fosse melhor explorado? Refere-o.
