Universidade de Aveiro
2007
Secção Autónoma de Ciências Sociais, Jurídicas e Políticas

Lina Maria da Silva Ferreira

Textos em actividades de Ciência em ambiente informal: um exemplo e seu impacto

Universidade de Aveiro
2007
Secção Autónoma de Ciências Sociais, Jurídicas e Políticas

Lina Maria da Silva Ferreira

Textos em actividades de Ciência em ambiente informal: um exemplo e seu impacto

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Comunicação e Educação em Ciência, realizada sob a orientação científica da Doutora Maria Helena Caldeira, Professora Associada do Departamento de Física da Universidade de Coimbra e membro do grupo da Unidade de Investigação em Didáctica e Tecnologias na Formação de Professores da Universidade de Aveiro.

Ao Bernardo,
Carlos e
à Raquel.

o júri

presidente	Prof. Doutor João de Lemos Pinto professor catedrático da Universidade de Aveiro
vogal	Prof. Doutora Maria da Conceição Espadinha Ruivo professora catedrática da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra
vogal	Prof. Doutora Maria Helena Carvalho Gomes Caldeira Martins professora associada da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra
vogal	Prof. Doutor Victor Manuel Simões Gil professor catedrático convidado da Universidade de Aveiro

agradecimentos

Este trabalho chegou a esta fase final, devido ao apoio, compreensão, esforço e empenho de muitas pessoas que directa ou indirectamente para ele contribuíram. Não podendo nomeá-los a todos há alguns a quem não posso deixar de o fazer.

À minha orientadora, Professora Doutora Maria Helena Caldeira, um agradecimento muito especial por ter aceite orientar esta tese, pela sua amizade, pelo seu apoio, pela sua dedicação, encorajamento e disponibilidade que sempre dispensou.

À Direcção do Exploratório e, em especial, ao Professor Doutor Victor Gil por todo o apoio, incentivo e por tudo o que me tem ensinado ao longo dos anos.

Às colegas do Exploratório, Centro Ciência Viva de Coimbra, Clara Santos, Cristina Pinheiro e Teresa Fonseca pelo incentivo ao longo de todo o trabalho.

À Cátia e ao Dário pelo apoio incondicional.

À Catarina Pires e à Margarida, do Museu de Física, pelo trabalho e acompanhamento na exposição.

Aos meus amigos, em especial à Susy, à Isabel e ao Alexandre e àqueles que estão sempre presentes, pelas palavras de incentivo e ânimo demonstradas ao longo deste tempo.

A todos os alunos e professores que participaram nesta investigação um sincero agradecimento, pois sem eles não levaria a “bom porto” esta tarefa.

À minha família e, em especial, ao meu marido, Carlos, pelo incentivo, pelo acompanhamento, pela compreensão demonstrada, durante todo o tempo que o trabalho me ocupou e, pelo apoio afectivo que sempre me dispensou.

Aos meus filhos, Bernardo e Raquel, pelo tempo que lhes era devido e que o presente trabalho absorveu…

A Todos BEM HAJA!

palavras-chave

Comunicação de Ciência, Museus e Centros de Ciência, actividades interactivas e textos.

resumo

Este estudo, realizado no âmbito do Mestrado em Comunicação e Educação em Ciência da Universidade de Aveiro, surge ligado ao projecto “Para um melhor papel dos Museus de Ciência na compreensão pública da Ciência”, desenvolvido no Museu de Física da Universidade de Coimbra e Exploratório, Centro Ciência Viva de Coimbra, com o apoio da Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT).

Nele se descreve o caminho percorrido desde a concepção e construção da exposição temática “Oriente-se: A Bússola e os rumos da experiência” até à sua exploração por professores e alunos, nesta se incluindo uma pesquisa sobre em que medida os textos utilizados são adequados ou não aos alunos que efectuam as visitas.

A exposição foi constituída por réplicas de instrumentos do século XIX, pertença do Museu, que foram no passado utilizados para ensinar conteúdos de Electromagnetismo, acompanhadas de todo o suporte gráfico necessário a uma exposição coerente em que se faz uma associação entre interactividade e História da Ciência.

Quanto à exploração da exposição por parte de professores e alunos, salienta-se uma acção de formação de professores, centrada na preparação da visita de alunos à exposição e subsequentes actividades, e um primeiro estudo (baseado em questionários e grelhas de observação, como instrumentos de recolha de dados) sobre a adequação e eficácia dos textos utilizados para os alunos. Esta é uma temática que tem vindo a suscitar interesse por parte de investigadores, neste caso, no âmbito das aprendizagens não-formais. Igualmente se refere uma primeira comparação entre o impacto de réplicas homólogas, com design diferente, apresentadas no contexto da exposição no Museu e no espaço interactivo e diversificado do Exploratório.

Apesar do carácter exploratório destes estudos, os principais resultados indicam que tanto as actividades como os textos da exposição “Oriente-se!” estão adequados ao nível etário dos alunos, do terceiro ciclo do Ensino Básico e do Ensino Secundário, a que se destinam.

No seu conjunto, a exposição e os estudos a ela associados constituem um contributo para o aperfeiçoamento da relação Escola-Museu, para a melhoria da qualidade das visitas de estudo de alunos e para um melhor domínio dos temas centrais do Electromagnetismo por aqueles.

keywords

Science communication, Science Museums and Science Centres, texts and "hands-on" activities.

abstract

The present study, as a dissertation of the Master's Degree Programme in Science Communication and Education at the University of Aveiro, is associated with a project "Towards a better role of Science Museums in the public understanding of science" which was carried out by The Physics Museum of the University of Coimbra and Exploratório, the Ciência Viva Centre of Coimbra, with the financial support of the Portuguese Agency for Science and Technology (FCT-Fundação para a Ciência e a Tecnologia).

A description is made of the work developed from the design and construction of a thematic exhibition on electromagnetism - "Oriente-se: A Bússola e os rumos da experiência" – up to the exploration by teachers and pupils, this including an investigation about the adequacy and efficiency of the texts associated with the exhibits.

The exhibition consisted of replicas of XIX century instruments belonging to the Museum, which were used in the past to teach the contents of electromagnetism, accompanied by all the graphic support which is required by a exhibition that aims at integrating interactivity and History of Science.

Regarding the exploration of the exhibition by teachers and pupils, special reference is made to a workshop with teachers, which was centred on the previous preparation of the visits by schools and following up activities, and to a first study (having questionnaires and observation grids as instruments for collecting data) on the adequacy and effectiveness for the pupils of the written texts used in the exhibition. This is an area of increasing interest among researchers, namely in the case of non-formal learning. A first comparison is also made between the impacts of homologous replicas, having different designs and presented, in none case, as part of the exhibition at the Museum and, in the other, diluted in the generalist collection of interactive exhibits of Exploratório.

In spite of the preliminary nature of these studies, the main results point to the overall adequacy of both the activities and the texts associated with the exhibition for the age level of the pupils who are the target of the exhibition (7^{th} – 9^{th} grades and 10^{th} – 11^{th} grades).

On the whole, the exhibition and the studies associated with it are taken as a significant contribution to the promotion of the relation School-Museum, to the improvement of the quality of the school visits and to a better stand of pupils in the field of Electromagnetism.

ÍNDICE

Introdução ... 3
Capítulo I – Comunicação e Educação em Ciência
1. A Comunicação da Ciência ... 11
2. Ensino da Ciência e Literacia Científica ... 15
3. Educação em Ciência ... 19
3.1 – Museus de Ciência e Centros Interactivos de Ciência ... 20
3.2 – Os Museus de Ciência em Portugal ... 26
3.2.1 – O Museu de Física ... 27
3.2.2 – Exploratório, Centro Ciência Viva de Coimbra ... 28
3.3 – A aprendizagem nos Museus e Centros Interactivos de Ciência ... 29
3.4 – Formação de Professores ... 33
3.5 – Módulos e Réplicas interactivas ... 41
3.6 – Os textos nas exposições de Ciência ... 42
Capítulo II – Planificação do trabalho
1. O trabalho desenvolvido ... 47
1.1 – A exposição "*Oriente-se! A Bússola e os rumos da experiência*" ... 50
1.1.1 – Plano geral da exposição ... 50
1.1.2 – As réplicas de Electromagnetismo e os textos que as acompanham ... 54
2 . Validação dos materiais construídos e outros estudos ... 70
2.1– A Acção de Formação ... 70
2.1.1 – Caracterização da amostra dos professores ... 71
2.1.2 – Planificação da Acção de Formação ... 73
2.1.3 – Descrição da Acção de Formação ... 75
2.2 – Primeiro Estudo com alunos dos Ensinos Básico e Secundário ... 76
2.2.1 – Caracterização da amostra ... 76
2.2.2 – Planificação do estudo ... 77
2.2.2.1 – Os questionários ... 77
2.2.2.2 – A observação ... 82
2.2.2.3 – Avaliação da visita ... 83
2.3 – Segundo estudo com alunos ... 84
2.3.1 – Caracterização da amostra ... 84
2.3.2 – Planificação do estudo ... 85
2.3.2.1 – O questionário ... 85
2.3.2.2 – A observação ... 85
Capítulo III – Análise e Discussão dos Resultados
1. Resultados obtidos na Acção de Formação ... 89
1.1 – Análise dos questionários passados aos professores ... 89
1.2 – Análise da interacção dos professores com a exposição ... 103
1.3 – Análise da adequabilidade nos textos ... 104
2. Resultados do primeiro estudo com alunos na exposição "Oriente-se!" ... 107
2.1 – (Pré-teste e Pós-teste) – Resultados globais ... 107
2.2 – Observação ... 120
2.3 – Avaliação da visita ... 122
3. Segundo estudo com alunos do Ensino Secundário ... 125
3.1 – Questionários – Resultados globais ... 125
3.1.1 – Resultados parciais ... 130
3.2 – Observação ... 136
Capítulo IV – Conclusões e Reflexões Finais
1. Conclusões e reflexões finais ... 141
BIBLIOGRAFIA ... 149
ANEXOS ... 161

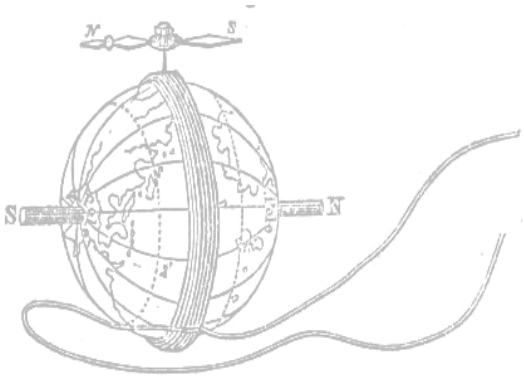
Índice de Figuras

Figura 1 – Fotografia estenopeica do Colégio de Jesus.....27
Figura 2 – Plano de trabalho referente à organização global do estudo. 49
Figura 3 – Esquema de conceitos para a exposição 53
Figura 4 – Disposição das réplicas da exposição na sala do Departamento de Física. 54
Figura 5 – Fot. da réplica “Agulha magnética”.....55
Figura 6 – Fot. da réplica “Imagens de espectros magnéticos”. 56
Figura 7 – Fot. da réplica “Agulha magnética de Oersted”. 57
Figura 8 – Fot. da réplica “Solenóide”. 59
Figura 9 – Fot. da réplica “Electroíman”. 61
Figura 10 – Fot. da réplica “Imagens de espectros magnéticos”. 62
Figura 11 – Fot. da réplica “Imagens de espectros magnéticos”. 63
Figura 12 – Fot. da réplica “Bússola de inclinação e declinação”. 65
Figura 13 – Fot. da réplica “Indução electromagnética”. 67
Figura 14 – Fot. da réplica “Aparelho de Arago”.....69
Figura 15 – Gráfico dos níveis de ensino leccionados pelos professores nos últimos quatro anos lectivos. ...72
Figura 16 – Caracterização da amostra que participou no segundo estudo.....84
Figura 17 – Percentagem de professores que seleccionaram uma réplica e sugeriram exploração. 104
Figura 18 – Percentagem de professores que refere como adequada a instrução à actividade. 105
Figura 19 – Relevância da explicação para alunos do Ensino Básico.....105
Figura 20 – Relevância da explicação para alunos do Ensino Secundário. 106
Figura 21 – Relevância dos painéis na exposição.....106
Figura 22 – Percentagem de alunos que seleccionou as duas opções correctas da questão 1.1. 110
Figura 23 – Percentagem de alunos que seleccionou as duas opções correctas da questão 1.2. 111
Figura 24 – Percentagem de alunos que seleccionou as três opções correctas da questão 1.3. 113
Figura 25 – Percentagem de alunos que seleccionou as duas opções correctas da questão 1.4. 114
Figura 26 – Percentagem de alunos que seleccionou todas as opções correctas 116
Figura 27 – Percentagem de alunos que seleccionou as três opções correctas da questão 1.6. 118
Figura 28 – Percentagem de alunos que seleccionou as três opções correctas da questão 1.7 119
Figura 29 – Comparação, em percentagem, do desempenho dos alunos na questão 1.1.....131
Figura 30 – Comparação, em percentagem, do desempenho dos alunos na questão 1.2.....132
Figura 31 – Comparação, em percentagem, do desempenho dos alunos na questão 1.3.....133
Figura 32 – Comparação, em percentagem, do desempenho dos alunos na questão 1.4.....134
Figura 33 – Comparação, em percentagem, do desempenho dos alunos na questão 1.5.....135
Figura 34 – Número de visitantes observados nas réplicas e nas duas instituições. 137

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Etapas que devem existir durante a visita, segundo Rennie e McClafferty (1995). 39
Tabela 2 – Distribuição percentual das idades dos professores. 71
Tabela 3 – Distribuição percentual dos anos de docência dos professores. 71
Tabela 4 – Distribuição percentual dos C.C. e/ou M.C. mais visitados pelos professores. 73
Tabela 5 – Programa da Acção de Formação dos professores. 74
Tabela 6 – Caracterização da amostra de alunos, que participaram no primeiro estudo, em termos de escola de proveniência e ano lectivo. 77
Tabela 7 – Vantagens e desvantagens dos dois tipos de resposta num questionário. 80
Tabela 8 – Percentagem de professores que afirmaram organizar visitas de estudo em geral e a C.C. e/ou M.C. 90
Tabela 9 – Percentagem de professores que afirmaram organizar visitas de estudo em geral e a C.C. e/ou M.C. 90
Tabela 10 – Percentagem de professores que não organizam visitas de estudo em geral e a C.C. e/ou M.C. 91
Tabela 11 – Relevância atribuída pelos professores a aspectos relativos às visitas de estudo em geral e a C.C. e/ou M.C., antes e após a Acção. 92
Tabela 12 – Percentagem de respostas sobre a preparação (antes) e/ou intenção futura de preparar as visitas de estudo a C.C. e/ou M.C. 94
Tabela 13 – Percentagem, dos professores que preparavam e tencionavam preparar, actividades para os alunos realizarem durante as visitas a C.C. e/ou M.C. 94
Tabela 14 – Percentagem e tipo de actividades que os professores, preparavam e tencionam preparar para os alunos realizarem durante as visitas de estudo a C.C. e/ou M.C. 95
Tabela 15 – Percentagem, dos professores que preparavam e tencionavam preparar actividades para os alunos realizarem após as visitas a C.C. e/ou M.C. 97
Tabela 16 – Percentagem do tipo de actividades que os professores que frequentaram a acção de formação, preparavam e tencionavam preparar para os alunos realizarem após as visitas de a C.C. e/ou M.C. 97
Tabela 17 – Objectivo com que os professores preparavam e tencionam preparar as actividades após a visita de estudo a C.C. e/ou M.C. 98
Tabela 18 – Comparação percentual da qualidade das aprendizagens em visitas de estudo a C.C. e/ou M.C. e na sala de aula, a partir das respostas dos professores. 99
Tabela 19 – Importância atribuída pelos professores, que frequentaram as acções de formação, ao papel do professor numa visita de estudo a C.I.C. e/ou M.C, para que esta promova aprendizagens de qualidade. ... 100
Tabela 20 – Relevância dos factores a ter em conta ao preparar a visita de estudo a C.C. e/ou M.C. 101
Tabela 21 – Percentagem de respostas obtidas para a exploração das réplicas. 103
Tabela 22 – Resultados globais em termos de médias e percentagens nos pré e pós-teste 107
Tabela 23 – Diferenças (Pós-teste – Pré-teste) 108
Tabela 24 – Resultados obtidos para a questão 1.1. 109
Tabela 25 – Resultados obtidos para a questão 1.2. 111
Tabela 26 – Resultados obtidos para a questão 1.3. 112
Tabela 27 – Resultados obtidos para a questão 1.4. 113
Tabela 28 – Resultados obtidos para a questão 1.5. (para os alunos do Ensino Básico) 115
Tabela 29 – Resultados obtidos para a questão 1.5. (para os alunos do Ensino Secundário) 115
Tabela 30 – Resultados obtidos para a questão 1.5. (para os alunos do Ensino Básico) 117
Tabela 31 – Resultados obtidos para a questão 1.5. (para os alunos do Ensino Secundário) 117
Tabela 32 – Resultados obtidos para a questão 1.7. 119
Tabela 33 – Percentagem de respostas dos alunos em cada item da questão 1. 122
Tabela 34 – Percentagem de respostas dos alunos em cada item da questão 2. 123
Tabela 35 – Percentagem de respostas dos alunos em cada item da questão 3. 123
Tabela 36 – Percentagem de respostas dos alunos em cada item da questão 4. 124

Tabela 37 – Percentagem das respostas à exploração dos módulos 126
Tabela 38 – Comparação da percentagem das respostas dos alunos para os dois módulos 126
Tabela 39 – Resultados globais do segundo estudo em termos de média e percentagem 129
Tabela 40 – Percentagem de respostas no segundo estudo à questão 1.1 130
Tabela 41 – Percentagem de respostas no segundo estudo à questão 1.2 131
Tabela 42 – Percentagem de respostas no segundo estudo à questão 1.3 132
Tabela 43 – Percentagem de respostas no segundo estudo à questão 1.4 134
Tabela 44 – Percentagem de respostas no segundo estudo à questão 1.5 135
Tabela 45 – Comportamentos, em percentagem, registados durante a observação 137



“Começar é a parte mais importante do trabalho”

Platão (428 - 348 a.C.)

Introdução

Os Museus e os Centros Interactivos de Ciência vêm desempenhando, em todo o mundo, um papel crescente na compreensão da Ciência pelo público em geral, no plano da divulgação científica e na promoção da cultura científica.

A divulgação da Ciência e a sua compreensão pública constituem uma necessidade das populações detentoras de défice no acesso à informação e à cultura científica, justamente numa época em que se caminha aceleradamente para uma sociedade tecnológica e cientificamente avançada. Como à divulgação deve corresponder um complemento de formação, estes Centros têm vindo a desenvolver, com vista a um novo tipo de aprendizagem pública, diferentes modalidades de programas, tentando estabelecer uma ponte entre os sistemas de educação formal e a comunidade em geral.

Embora os Museus de Ciência tradicionais e os Centros Interactivos de Ciência possuam muito em comum, apresentam também muitas diferenças. A componente "*hands-on*", característica destes últimos contrasta com as recomendações "não mexer" dos museus tradicionais.

Porém, reconhece-se que o público actual já não se contenta com a atitude contemplativa perante objectos expostos em vitrinas e, pelo contrário, aprecia sentir-se envolvido activamente com os objectos, para aprender com a sua própria experiência, divertindo-se a explorar livremente. Muitos estudos confirmam esta realidade: nas exposições que não possuem componentes interactivas, o visitante dificilmente compreende os objectos expostos pois não pode manipulá-los, vê-los funcionar. Depois de efectuarem uma visita a um Centro de Ciência ou a um Museu de Ciência com actividades interactivas, os alunos apresentam uma atitude mais positiva perante a Ciência e a Tecnologia, favorecendo a aprendizagem da Ciência mesmo a longo prazo (Allen, 2004; Ramey-Gassert *et al.*, 1994; Rennie, 1994; Falk e Dierking, 1997, entre muitos outros). Por isso, muitos Museus clássicos tentaram aprender com os Centros de Ciência criando componentes interactivas. É o caso do Museu de Física da Universidade de Coimbra onde decorreu a maior parte da investigação a que diz respeito esta dissertação.

No domínio da educação a aprendizagem é um tema central. Durante muitas décadas confinada ao ensino formal, actualmente tende a alargar-se a espaços extra-escolares, tais como Museus e Centros de Ciência cujo papel educacional se considera,

cada vez mais, ser de extrema importância e com implicações positivas nas aprendizagens.

Actualmente, considera-se que a aprendizagem é um processo pessoal de construção de conhecimento e de desenvolvimento de capacidades e que ensinar consiste mais em orientar tarefas que proporcionem ao aprendiz experiências educacionais de acordo com os conhecimentos e capacidades que já possui e com a sua motivação pessoal. Daí que uma aprendizagem conseguida através da exploração experimental – a referida componente "*hands-on*" – potenciada pela dimensão lúdica "*hearts-on*" e com o incentivo sempre presente da componente "*minds-on"* – o fomento do raciocínio crítico, da actividade mental essencial à compreensão – possui todos os ingredientes para ter sucesso. O potencial educacional dos Museus com componentes interactivas, tal como o dos Centros de Ciência é considerável. Todavia, muitos professores não acreditam nesse potencial educacional. No entanto, existem resultados da investigação que indicam que é possível conseguir a aprendizagem de conceitos científicos em visitas a Museus e a Centros de Ciência (Santos, 1996) e a mudança de crenças e de atitudes dos professores (Cruz, 2004).

Outro problema que se levanta ainda com grande pertinência diz respeito à escrita dos textos que acompanham os módulos interactivos das exposições científicas. Tal problema enquadra-se na questão mais geral da produção e compreensão de textos científicos, uma área bem actual da investigação em Educação em Ciências. O conhecimento que se possui sobre a maior ou menor facilitação, ou não, da compreensão de conceitos científicos através do uso de módulos científicos interactivos, bem como sobre a compreensão na leitura dos textos que os acompanham é ainda escasso. Perguntas como "Que grau de profundidade devem ter as explicações dos fenómenos científicos para o público em geral?", "Como tornar compreensível a linguagem por vezes tão hermética da Ciência?", "Como motivar a população para certos temas?" não têm ainda resposta fundamentada, sobretudo relativamente ao público português, pelo que este tema de investigação se reveste de grande pertinência e actualidade.

O presente estudo é multifacetado. Usando uma exposição de divulgação de Ciência, pretenderam-se conhecer diversos factores que pudessem contribuir para o seu sucesso relativo à compreensão, aprendizagem e motivação. Pretendeu-se realçar quais os elementos motivadores do interesse público, em diferentes tipos de população, e aprofundar conhecimento sobre que tipo de textos promovem maior acessibilidade e compreensão da Ciência pelo público em geral e escolar, em particular, bem como

conhecer as concepções de professores portugueses sobre a valorização que atribuem às visitas de estudo a estes tipos de instituições e à aprendizagem nelas conseguida.

Tal como sucede noutros Museus, o Museu de Física da Universidade de Coimbra tomou a iniciativa de construir exposições temáticas de réplicas interactivas dos seus instrumentos científicos. Reconhecendo a contribuição positiva que o Exploratório, Centro Ciência Viva de Coimbra poderia oferecer-lhe devido ao conhecimento adquirido na concepção de actividades interactivas, solicitou a sua colaboração para construção de uma exposição feita com réplicas de instrumentos do seu acervo que se pudessem manipular. Foi sobre esta Exposição, subordinada ao tema Electromagnetismo e intitulada "Oriente-se! A bússola e os rumos da experiência", que incidiu o estudo realizado para esta dissertação.

A investigação centrou-se, por um lado, na concepção e construção da referida exposição interactiva, da elaboração dos textos (instruções e explicações) que acompanham as actividades e respectiva validação e, por outro, na relação comunicacional estabelecida por ela com alunos e professores. Como surgiu a possibilidade de construir cópias das réplicas segundo o estilo e design do Exploratório, estas foram expostas neste Centro, possibilitando ainda um pequeno estudo comparativo sobre a reacção dos visitantes a módulos idênticos colocados em ambientes tão distintos como são o Museu de Física e o Exploratório.

O ensino da Física em Portugal tem sofrido algumas reformas. O ensino do tema Electromagnetismo ocorre no Ensino Básico (9º ano) e no Secundário (11º ano). Os programas dos Ensinos Básico e Secundário da componente de Física preconizam o ensino experimental, numa perspectiva Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), ligada, portanto, a fenómenos quotidianos. Através da realização laboratorial, que tanto pode ser efectuada na escola como numa exposição de Ciência ou num Museu/Centro de Ciência, os conceitos podem ser facilmente ilustrados, bem como é possível verificar ou explorar as relações que entre eles se estabelecem e, assim, ser consolidada a sua aprendizagem.

A existência do tema Electromagnetismo nos programas actuais justifica-se atendendo ao desenvolvimento tecnológico actual na área das telecomunicações – do telégrafo às comunicações multimédia, à sua aplicação em muitos dos aparelhos utilizados diariamente – da televisão aos complicados aparelhos usados na área da

saúde, e também ao nível da produção e distribuição da corrente eléctrica, assuntos que despertam o interesse dos alunos devido à forte ligação com o seu quotidiano.

Por outro lado, por ser um tópico curricular novo nestes níveis de aprendizagem, verifica-se alguma falta de equipamento nas escolas para as realizações experimentais. Por isso, procurando responder a uma necessidade de muitas escolas e tentando contribuir com metodologias inovadoras de ensino da Ciência na sua vertente não formal, esta exposição foi concebida para ir ao encontro dos conteúdos leccionados no currículo escolar, demonstra os conceitos básicos de uma forma lúdica e interessante, onde é possível aliar a manipulação de objectos tridimensionais a réplicas de objectos que se constituíram como fundamentais para o desenvolvimento e ensino de conceitos ao longo dos séculos.

Os objectivos gerais da investigação foram os seguintes:

- Contribuir para uma melhor compreensão pública da Ciência em tópicos específicos.
- Determinar atitudes e concepções prévias de alunos quando expostos a actividades de ensino/aprendizagem em ambiente não formal.

Os respectivos objectivos específicos foram:

1. Elaboração de diferentes formas de comunicação escrita de informação científica e respectiva avaliação em termos da sua compreensão por públicos distintos (escolar e não escolar).
2. Avaliação do impacto do material elaborado em termos de eficácia e adequabilidade.
3. Detecção de atitudes de professores face a visitas a Museus e Centros de Ciência e estudo de uma estratégia tentativa da sua alteração.
4. Comparação da eficácia da exposição em diferentes públicos (escalões etários distintos, localidades diferentes).

A investigação procurou dar resposta às seguintes questões:

- Serão os textos escritos, instruções, explicações e painéis, adequados aos alunos dos ensinos básico e secundário?
- Serão as actividades propostas adequadas?
- Será alguma dificuldade observável na manipulação das actividades interactivas pelos alunos?

- Será que o design das actividades (mais coloridas ao invés de cópias do passado) vai despertar maior interesse?
- Como encaram os professores a aprendizagem dos seus alunos em visitas a Museus e Centros de Ciência?
- Acções de formação com impacto positivo junto de professores provocarão mudança de atitudes?

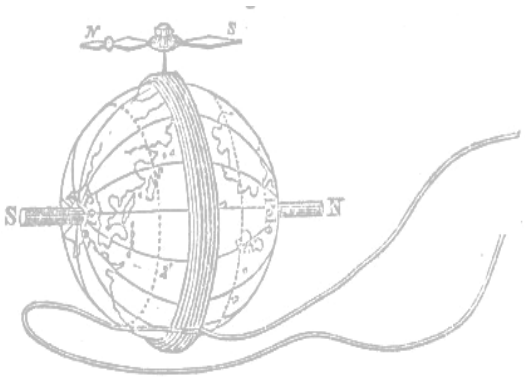
Esta dissertação está organizada em quatro capítulos. O primeiro inclui a fundamentação teórica que se centra essencialmente em três aspectos: Comunicação da Ciência, Ensino da Ciência e Literacia Científica e Educação em Ciência. Segue-se com uma pequena descrição do Museu de Física da Universidade de Coimbra e do Exploratório, Centro Ciência Viva de Coimbra, instituições em que se desenvolveu a presente investigação, aproveitando para uma breve referência à aprendizagem em Museus de Ciência. Conclui-se com algumas notas sobre a formação de professores no contexto das visitas de estudo a este tipo de espaços museológicos, bem como sobre a aprendizagem a partir das actividades e dos textos associados.

No segundo capítulo descreve-se a metodologia adoptada, aborda-se o percurso efectuado na investigação situando-a temporal e espacialmente, procede-se à descrição das amostras, caracterização dos instrumentos e recolha de dados.

No terceiro capítulo inclui-se a apresentação dos dados recolhidos através dos instrumentos de investigação construídos, respectivo tratamento estatístico e descritivo e discussão de resultados.

O quarto capítulo reservou-se para a apresentação de uma reflexão final sobre o trabalho desenvolvido e uma síntese das principais conclusões do estudo, suas implicações, limitações e sugestões para futuras investigações.

Finalmente apresentam-se a bibliografia utilizada e os anexos.



Capítulo I

COMUNICAÇÃO E EDUCAÇÃO EM CIÊNCIA

Introdução

Neste capítulo procura fundamentar-se a orientação que se deu ao trabalho com base na literatura, de modo a mostrar a importância da Comunicação e Educação em Ciência e do papel dos Museus e Centros de Ciência na comunicação e até na aprendizagem da Ciência, realçando o seu papel como espaços onde os conceitos são apresentados de uma forma mais atractiva mas não menos importante, onde os alunos poderão aprender de forma lúdica com metodologias inovadoras.

Este tipo de comunicação da Ciência está associado à aprendizagem não formal e indirecta da Ciência cuja importância tem vindo a aumentar nas últimas décadas. Constitui um modo voluntário de aprendizagem, por vezes acidental, de puro acaso, não avaliável, que difere da que se faz através do currículo do estudante na escola, que é desenvolvido de uma forma obrigatória, extremamente estruturada e regularmente avaliada (Wellington, 2000).

1. A Comunicação da Ciência

A Ciência trata, de uma forma ou de outra, do mundo que nos rodeia, quer seja da interacção entre objectos, do comportamento social, da Vida, do Universo, da Tecnologia, ou simplesmente de conceitos abstractos que utilizamos para comunicar ideias. Refere-se à vida que é partilhada por todos e, por isso, é importante que a ela todos tenham acesso. Este acesso, inicialmente feito através da escola, deve prosseguir ao longo da vida e, para isso, é muito importante a comunicação para o público feita tanto pelos cientistas (artigos, debates…), como pelos meios de comunicação social e, muito importante também, pelos Museus e Centros de Ciência através das acções de divulgação e exposições.

É hoje evidente o avanço das técnicas de comunicação: do texto manuscrito que circulava por terra ou por mar, do já antiquado *fax* ao actual *e-mail*, da antiga mensagem enviada por telégrafo à mensagem digital com imagem enviada via satélite por telemóveis de terceira geração, o aumento e aperfeiçoamento dos meios de comunicação de pessoas e ideias tem proporcionado um crescimento exponencial da grande construção que é a Ciência.

Comunicar, do latim *communicare*, significa partilhar com outrem. A comunicação em Ciência faz-se essencialmente através da escrita e da fala muitas vezes complementada pelo gesto e pela expressão corporal, mas apoia-se em toda uma

panóplia de instrumentos que ajudam na sua divulgação. A Ciência que não é comunicada não existe.

O processo de comunicação da Ciência pode parecer linear e simples: o conhecimento é produzido nos locais próprios – universidades, centros e laboratórios de investigação – e é transmitido quer nas escolas quer fora delas. Isto é, de quem a produz (emissor) para quem a recebe (receptor). Mas, este conhecimento é portador de muita complexidade: de um lado temos os especialistas, altamente qualificados, do outro, o cidadão comum, público muito variado e normalmente com reduzidos conhecimentos sobre Ciência, o que pressupõe uma comunicação cuidada e ajustada.

A difusão do conhecimento resulta da comunicação que, para ser efectuada "sem erros", pressupõe a existência de uma linguagem (Caraça, 2001). Essa linguagem é um dos pilares em que assenta a construção da Ciência moderna, não só como instrumento de simbolização (função cognitiva), mas também de difusão desse conhecimento (Cachapuz *et al.*, 2002).

Segundo Bucchi (1998), no processo de comunicação em Ciência consideram-se quatro etapas principais:

1- *Intra especialistas* – corresponde ao diálogo entre especialistas com vista à publicação de um artigo de uma área restrita, sujeita a crítica, refutação e progresso;

2- *Inter especialistas* – corresponde à divulgação dos trabalhos científicos através de conferências, encontros de investigadores…;

3- *Através de instrumentos didácticos* – normalmente associada aos livros de texto de Ciências;

4- *Através da cultura Popular* – através de todos os meios que veiculem a Ciência ao cidadão comum: documentários, jornais, revistas de divulgação, Museus e exposições, etc.

A expressão "comunicação da Ciência" pode ter múltiplos sentidos, mas, frequentemente, surge associada à divulgação do conhecimento ao público em geral. A Ciência é comunicada ao grande público através de conferências, livros de divulgação de Ciência, Museus e Centros de Ciência, televisão e Internet. Estes meios são considerados fundamentais para a formação de opinião sobre os desenvolvimentos da investigação e das implicações da mesma.

A comunicação que envolve o público em geral é complexa e altamente contextualizada. Modelos lineares simples (transferência da informação de um emissor para um receptor através de um meio) e modelos de difusão (difundir a informação largamente e "deixá-la penetrar") não representam adequadamente o processo de comunicação da Ciência.

Burns *et al*. (2003) referem que Schirato e Yell (1997) definem comunicação como "… a prática de produzir e negociar significados, prática esta que ocorre sempre em determinados contextos específicos: sociais, culturais e políticos".

Ruivo (2003), refere a complexidade que a comunicação do saber encerra e defende que "se é incontestável que, à medida que o tempo passa, as teorias amadurecem e os conceitos se clarificam, a verdade é que um cientista, sendo exímio no seu campo específico de investigação, pode paradoxalmente, denotar uma considerável falta de cultura científica e de actualização pedagógica". A autora defende ainda que "em cada domínio existem conceitos e modos de fazer tão específicos que tornam difícil a comunicação para além de um certo limite".

Segundo Burns *et al* (2003) o relatório 2000 "*Science and the public: A review of science communication and public attitudes to science in Britain*" define a comunicação da Ciência como o termo que envolve a comunicação entre:

- Grupos dentro da comunidade científica, incluindo Universidades e Indústrias;
- A comunidade científica e os Média;
- A comunidade científica e o público;
- A comunidade científica e o governo ou outras autoridades;
- Indústria e público;
- Os Média (incluindo Museus e Centros de Ciência) e o público;
- O governo e o público.

Esta definição, apesar de ser útil na identificação dos participantes na comunicação da Ciência, não é de facto uma definição. Não explica a função de "como" ou de "porquê" comunicar Ciência.

A comunicação da Ciência consiste, segundo Bryant (cit. por Burns *et al.*, 2003), "…nos processos pelos quais a cultura e o conhecimento sobre Ciência são absorvidos na cultura de toda a comunidade". Contém inúmeros aspectos culturais que têm de ser equacionados, pelo que se trata de um processo contínuo e não de uma tarefa linear. Este processo de comunicação de Ciência não deve ser feito de maneira inapropriada, deve ter em conta objectivos adequados e predefinidos.

A comunicação da Ciência para a Sociedade constitui um processo em que a complexidade do trabalho científico se valoriza, ao mesmo tempo que, em parte, se desmistifica.

Comunicar Ciência com vista à promoção da Cultura Científica inclui duas vertentes fundamentais:

- Pôr o conhecimento e a experiência dos cientistas ao alcance das populações, de forma criteriosa – face à superabundância de informação – e de modo rigoroso não obstante a linguagem, vocábulos e códigos específicos de cada área das Ciências;
- Fomentar o reconhecimento do papel da Ciência e da Tecnologia no desenvolvimento e proporcionar uma visão das múltiplas relações Ciência-Sociedade.

Além disso, comunicar Ciência para o grande público engloba diferentes dimensões:

- *Dimensão descritiva* – selecção e transmissão de informação quanto a conceitos, factos, fundamentos e teorias sobre a vida, o Universo, a matéria … em linguagem acessível mas com rigor.
- *Dimensão prática* – saber como a Ciência se desenvolve e aplica os seus conhecimentos na resolução de problemas, como influencia a vida quotidiana da Sociedade e como os resultados do desenvolvimento tecnológico determinam o rumo da economia, alteram as interacções sociais, etc.
- *Dimensão intelectual* – está directamente aliada a uma componente afectiva, à satisfação e fomento da curiosidade.
- *Dimensão social* – tem a ver com o impacto que a Ciência e Tecnologia tem no bem-estar, na cultura, no ambiente, etc.

Schirato e Yell (1997) (cit. por Burns, 2003), referem que alguns trabalhos de pesquisa sugerem que o público sabe pouco acerca da Ciência e parece que os cientistas não conhecem muito acerca do público. Apesar de a Sociedade mostrar interesse crescente em determinados conteúdos, ela sabe muito pouco acerca da Ciência. Porém, devido aos esforços de comunicação da Ciência à Sociedade, conseguiu aumentar-se a consciência social sobre a importância de todos participarem de forma responsável nas tomadas de decisão.

Os Museus e Centros de Ciência, através das suas exposições científicas, promovem uma interacção do público com a Ciência. Aí o contacto é feito com os instrumentos com que, por vezes, se iniciou o conhecimento científico: a "matéria da Ciência".

A pesquisa sobre comunicação da Ciência tem tido uma importante expressão nos estudos sobre a "compreensão pública da Ciência" (Gonçalves, 2003). Segundo a autora, é pela imagem passada pelos comunicadores de Ciência que esta vai ganhando maior ou menor visibilidade, maior ou menor credibilidade, que o público vai ou não manifestar sensibilidade e interesse e, portanto maior ou menor confiança nos cientistas e nas instituições científicas.

De qualquer modo, Museus e Centros Interactivos de Ciência, realidades distintas com muitos traços comuns, partilham e perseguem um mesmo objectivo geral: a comunicação da Ciência da qual se destaca o seu papel educacional (ampliação do conhecimento e compreensão do público leigo, literacia científica).

Numa sociedade que procura a sua identidade numa entrega mais insistente ao paradigma comunicacional surge um crescente reconhecimento do papel dos profissionais da comunicação de Ciência na promoção da cultura científica dos cidadãos. Cada vez mais os cidadãos são chamados a envolverem-se e a participar activamente nas decisões político-económicas do país (referendos, debates públicos e sondagens deliberativas).

Poderemos dizer que, em Portugal, a profissão de comunicador de Ciência está agora a iniciar-se. São cada vez mais as pessoas que vêem uma carreira em comunicação de Ciência como uma alternativa atraente a outras carreiras nomeadamente à de investigação científica.

2. Ensino da Ciência e Literacia Científica

O termo "literacia científica" é uma tradução literal do termo "scientific literacy". Segundo Martins (2006) este termo "entrou na linguagem de educadores, formadores e políticos de educação" apenas há algumas décadas.

O conceito tem evoluído desde o seu surgimento que se atribui a Paul Hurd (Hurd, 1958, citado em Laugksch, 2000) que o utilizou numa publicação intitulada *Literacia da Ciência: o seu significado para as escolas americanas*, e que reflecte a ideia de que o

público em geral deveria saber alguma coisa da Ciência da sua época, o que deveria ter implicações no desenho dos currículos escolares (DeBoer, 2000).

Ao longo de décadas, os investigadores foram refinando o conceito e passaram da colocação da ênfase, não apenas nos conteúdos da Ciência, mas também, nos processos próprios da construção do conhecimento, em questões éticas levantadas pela actividade dos cientistas e nas relações entre a Ciência e as outras áreas do saber.

A *National Science Teachers Association* (NSTA, 1982) considerou que as capacidades para literacia científica seriam usar conceitos científicos, competências, procedimentos e valores na tomada de decisões da sua vida diária; reconhecer as limitações assim como as potencialidades da Ciência e da Tecnologia; reconhecer os limites da Ciência e da Tecnologia na melhoria do ambiente e do bem-estar humano; ter uma visão mais rica e interessante do mundo em virtude da sua formação científica; reconhecer as diferenças entre prova científica e opinião pessoal; utilizar fontes fiáveis de informação científica e tecnológica na melhoria do ambiente e do bem-estar humano.

Miller (1994) e Bybee (1997, citado em Martins, 2006) propuseram uma definição multidimensional de literacia científica e desenvolveram modelos e instrumentos para medir o nível alcançado pelos cidadãos. Miller (1994) definiu literacia científica como consistindo em três dimensões:

a) uma compreensão das normas e métodos da Ciência (isto é, a natureza da Ciência);
b) uma compreensão de termos chave científicos e conceitos (isto é, conhecimento do conteúdo científico);
c) uma consciência e compreensão do impacto da Ciência e tecnologia na sociedade.

Hurd (1998) defende que uma pessoa pode ser considerada cientificamente letrada, baseando-se num conjunto alargado de competências, que traduziu e adaptou, tais como: distingue peritos de não informados; distingue teoria de dogma e dados de mito e folclore, reconhecendo que quase todos os factos da nossa vida são influenciados de uma forma ou de outra pela Ciência e Tecnologia; sabe que a Ciência em contextos sociais tem influência nas interpretações política, judicial, ética e por vezes moral; percebe o percurso da pesquisa científica e como as descobertas são validadas; quando apropriado usa o conhecimento científico para tomar decisões sociais e de vida para formar juízos, resolver problemas e agir; distingue Ciência de pseudo-Ciência tal como a astrologia, o oculto e superstição, entre outras.

Para Canavarro (1999), literacia científica é a "aptidão para lidar com a Ciência" e considera que tal aptidão engloba sempre três dimensões: compreensão da abordagem científica das questões; compreensão dos conceitos básicos da Ciência; compreensão de questões de política científica.

Segundo Solomon (2001), educar para a literacia científica é um esforço para educar as crianças através da linguagem e ideias da Ciência, em conjunção com a sua própria aprendizagem de Ciência, e as suas próprias reflexões. Deste modo, o que deve ser alterado no ensino das Ciências no sentido de promover a literacia científica dos jovens é desenvolver a capacidade de ler e compreender assuntos de Ciência (por exemplo, através de apresentações orais nas aulas de Ciências), desenvolver a capacidade de expressar uma opinião sobre Ciência (por exemplo, participação em debates), desenvolver a capacidade de procurar informar-se sobre Ciência hoje e no futuro (incentivar os alunos a seguir a evolução de acontecimentos científicos na imprensa e na televisão), participar nos processos democráticos de tomada de decisão; compreender como é que a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade se influenciam mutuamente.

Também Membiela (2002) sublinha a importância da alfabetização científica para capacitar os cidadãos a participarem nos processos democráticos de tomada de decisão e na promoção do exercício de cidadania no que se refere à resolução de problemas relacionados com a Ciência e a Tecnologia na Sociedade.

Porém, Hodson, em 1998, valoriza o desenvolvimento de uma literacia científica crítica, como objectivo fundamental da Educação em Ciência, no sentido de promover a aquisição de conhecimentos e competências para uma acção informada, responsável e eficaz em domínios diversificados, de natureza social, económica, ambiental, moral e ética. Este autor considera que o desenvolvimento deste tipo de literacia pressupõe a existência de três dimensões principais que devem permear o ensino e a aprendizagem da Ciência:

- Aprender Ciência, adquirindo e desenvolvendo conhecimento conceptual e teórico;
- Aprender sobre Ciência, desenvolvendo a compreensão da natureza e dos processos da Ciência, a apreciação da sua história e da sua evolução, a compreensão das interacções complexas entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente;

- Pôr em prática os processos da Ciência através da realização de experiências científicas e de resolução de problemas.

Segundo esta perspectiva, é necessário que no processo de aprendizagem se tenha em conta:

- os conhecimentos, valores, atitudes, crenças, aspirações e experiências pessoais dos alunos;
- que a Ciência e a Tecnologia sejam apresentadas numa perspectiva mais humanizada onde se incrementem os valores de natureza pessoal, social, e ambiental;
- que cada aluno tenha a oportunidade de realizar experiências e de se envolver em tarefas de resolução de problemas incluindo os de sua própria escolha e planeamento.

Nas Orientações Curriculares de Ciências Físicas e Químicas, para o 3º Ciclo do Ensino Básico, pode ler-se:

«*Questões de natureza científica com implicações sociais vêm à praça pública para discussão e os cidadãos são chamados a dar a sua opinião. A literacia científica é assim fundamental para o exercício pleno da cidadania. O desenvolvimento de um conjunto de competências que se revelam em diferentes domínios, tais como o conhecimento (substancial, processual ou metodológico, epistemológico), o raciocínio, a comunicação e as atitudes, é essencial para a literacia científica.*»

Galvão *et al.* (2001)

No domínio das Ciências, particularmente no Programa de Física e Química A do Ensino Secundário (agrupamentos 1 e 2) é preconizado o seguinte:

«*De acordo com o documento "Revisão Curricular do Ensino Secundário", a Formação Específica tem como intenção final uma consolidação de saberes no domínio científico que confira competências de cidadania, que promova a igualdade de oportunidades e que desenvolva em cada aluno um quadro de referências, de atitudes, de valores e de capacidades que o ajudem a crescer a nível pessoal, social e profissional.*

Defende-se por isso que no Ensino Secundário se tomem como orientações para o ensino das Ciências as perspectivas de literacia científica dos alunos, pedra basilar de uma cultura científica, e o desafio de cativar muitos deles (sobretudo os mais bem preparados) para carreiras ligadas às Ciências/Tecnologias, onde não seja esquecida a profissão docente, indispensáveis ao desenvolvimento socioeconómico do país.»

Martins e Caldeira, (2001 e 2003)

Este documento defende ainda que se pretende que os alunos possam:

- *Compreender o papel do conhecimento científico, e da Física e Química em particular, nas decisões do foro social, político e ambiental;*
- *Desenvolver capacidades e atitudes fundamentais, estruturantes do ser humano, que lhes permitam ser cidadãos críticos e intervenientes na sociedade;*
- *Ponderar argumentos sobre assuntos científicos socialmente controversos.*

A variedade de definições e interpretações do conceito de literacia científica que despoletaram nas últimas quatro décadas reflecte "os diferentes modos de enquadrar a importância do saber científico na sociedade, o modo como cada um tem direito de a ele aceder e o dever de o explicitar e pôr em prática" (Martins 2006). Segundo esta autora, o conceito de literacia científica nunca poderá ser único, pois dependerá sempre do contexto onde é aplicado e é relativo à sociedade onde é usado, tratando-se, portanto, de um conceito socialmente construído, móvel no espaço e evolutivo no tempo.

E, como também afirma, "a literacia científica é, porventura, uma das componentes da formação dos indivíduos capaz de dar um contributo positivo para esse fim". Ser letrado do ponto de vista científico deve ser um ideal que, cada indivíduo, deverá ir construindo ao longo da vida.

3. Educação em Ciência

Pode considerar-se que, até há alguns anos atrás, a aprendizagem das Ciências decorria quase exclusivamente na Escola. Actualmente, a aprendizagem científica de cada cidadão depende de inúmeros factores e diversas entidades. Assim, sendo um dos problemas que mais preocupa, hoje em dia, os professores de Ciência dos Ensinos Básico e Secundário, o de motivar os seus alunos para o estudo das Ciências, é importante conhecer e analisar que Ciência existe fora da Escola e de que forma esta se pode aproveitar dentro da sala de aula.

Na linha do que vinha já a acontecer na Europa e no resto do Mundo, em Portugal tem sido feito, ao longo da última década, um esforço no sentido de criar espaços não formais de divulgação de Ciência e Tecnologia, em particular os Centros Ciência Viva[1].

Estes espaços promovem uma aproximação à Ciência e Tecnologia, não só do público escolar, mas também do cidadão comum.

[1] Actualmente já existem 15 Centros Ciência Viva: 12 criados e 3 que, apesar de já existirem, foram reconhecidos pela Agência Nacional para a Ciência e Tecnologia criada em 1996 pelo Ministério para a Ciência e Tecnologia. htpp://www.cienciaviva.pt

Na verdade, é bem reconhecido o papel dos Museus e Centros de Ciência na aquisição de conhecimento científico e na contribuição para a formação de opinião científica esclarecida por parte dos cidadãos em geral.

3.1 - Museus de Ciência e Centros Interactivos de Ciência

O Conselho Internacional de Museus (ICOM[2]), redefiniu o conceito de "Museu", publicando em 2001 o seguinte:

"*1. Um Museu é uma instituição sem fins lucrativos, permanentemente ao serviço da sociedade e do seu desenvolvimento, aberta ao público, a qual adquire, conserva, pesquisa, comunica e exibe, para fins de estudo, educação e lazer, evidências materiais de pessoas e do seu ambiente.*

a) *Esta definição de Museu deve ser aplicada sem limitações provenientes da natureza do corpo governativo, carácter territorial, estrutura funcional ou orientação das colecções da instituição em causa.*

b) *Para além das instituições designadas de "Museus", as seguintes qualificam-se como Museus pelos propósitos desta definição:*

   i. *Monumentos e locais naturais, arqueológicos e etnográficos, monumentos históricos e locais de natureza museológica que adquirem, conservam e comunicam evidências materiais de pessoas e do seu ambiente;*

   ii. *Instituições que possuem ou exibem colecções de espécimes vivos de plantas e animais, tais como jardins botânicos e zoológicos, aquários e viveiros;*

   iii. *Centros de Ciência e planetários;*

   iv. *Galerias de exposição de arte sem fins lucrativos;*

   v. *Reservas naturais;*

   vi. *Organizações museológicas internacionais, nacionais, regionais ou locais, ministérios, departamentos ou agências públicas responsáveis pelos Museus, segundo a definição supracitada;*

   vii. *Instituições sem fins lucrativos ou organizações que levam a cabo actividades de conservação, pesquisa, educação, formação, documentação e outras relacionadas com os Museus e museologia;*

   viii. *Centros culturais e outras entidades que facilitam a preservação, continuação e gestão de recursos patrimoniais tangíveis ou intangíveis (património vivo e actividade criativa digital);*

> ix. *Outras instituições tais como as que o Conselho Executivo, depois de ouvido o Comité de Consultivo, considera terem algumas das características de museu, ou apoiarem Museus e respectivo pessoal por meio de investigações museológicas, educação ou estágios."*

De acordo com tal definição, estas instituições dedicam-se à aquisição, conservação, investigação e comunicação com a finalidade de estudo, educação e divertimento, de testemunhos materiais dos povos e do seu ambiente.

Alguns autores (Bragança Gil, 1998; Guisasola, 2005; Janousek, 2000; Santos, 1996) classificam os Museus de Ciência, de acordo com a sua evolução em termos de finalidades e características, em ***Museus de Primeira Geração***, ***Museus de Segunda Geração*** como sendo tradicionais e em ***Museus de Terceira Geração*** ou Centros de Ciência Interactivos.

O Museu de Física da Universidade de Coimbra, segundo a definição de ***Museus de Ciência de Primeira Geração*** dada por Santos (1996), é um bom exemplo de Museu desse tipo. Inserem-se nesta categoria os museus tradicionais de Ciência que apresentam as colecções em expositores e que enfatizam a herança científica cultural através de artefactos experimentais.

Os ***Museus de Segunda Geração*** são, essencialmente, Museus de Ciência Aplicada e de Indústria, como por exemplo, o *Conservatoire des Arts et Métiers*.

Segundo McManus (1992), são reconhecidos pelo seu estatuto de fontes autoritárias de informação e promoção do mundo do trabalho e progresso científico. Estes Museus nasceram com a revolução industrial e constituíram-se, originariamente, como forma de satisfazer as necessidades das indústrias em formar operários adequados às novas condições de trabalho (Chagas, 1993).

Os ***Museus de Terceira Geração***, designados por Centros de Ciência, privilegiam mais a transmissão de ideias e conceitos científicos do que a contemplação de objectos da Ciência ou a história do desenvolvimento científico (Martins e Alcântara, 2000; Santos, 1996; Chagas, 1993).

[2] ICOM - organização internacional não governamental, fundada em 1946, sob os auspícios da UNESCO - http://icom.museum/hist_def_eng.html

Um Centro Interactivo de Ciência (CIC) distingue-se de um Museu de Ciência clássico, na medida em que mais do que uma colecção de objectos a contemplar – como resultado das realizações científicas – é uma colecção de ideias ilustradas de maneira interactiva, atraente, recreativa, com envolvimento multissensorial, visando a motivação para a Ciência e que despertem a curiosidade. Uma das características dos Centros de Ciência é o convite à experimentação e à observação: "mãos na massa" ou "*hands-on*". Porém, cada módulo – artefacto de Ciência e Tecnologia para demonstrar/ilustrar determinado conceito aí presente – deve ser potenciador de surpresa, promotor de reflexão e ser estimulante do ponto de vista intelectual ("*minds-on")*, mas também lúdico, explorando a dimensão afectiva da aprendizagem ("*hearts-on"*).

Segundo Delicado (2004) os Museus e Centros de Ciência "têm especificidades próprias". Esta autora refere sete funções principais para estes espaços: a promoção da cultura científica, a investigação, o apoio ao ensino, os serviços à comunidade, a preservação do património, a educação ambiental e o reforço da identidade (local ou institucional). A investigadora defende ainda que cada Museu tem uma ou várias funções dominantes, que se vão alterando ao longo do tempo.

- *Promoção da Cultura Científica*

Os conceitos de cultura científica, literacia científica, apreciação pública da Ciência, comunicação da Ciência, divulgação científica referem-se à comunicação entre o campo de produção dos saberes e a esfera pública, podendo os conteúdos (conhecimentos, resultados, processos, controvérsias, descobertas, riscos, impactos sociais) e objectivos (económicos, políticos, sociais, culturais, cívicos) dessa comunicação ser muito diversificados (Wynne1995, Fourez 1997, Costa *et al.*, 2002, Delicado 2004).

A "Compreensão Pública da Ciência" tem sido uma das grandes preocupações da comunidade científica nas últimas décadas em Portugal. As primeiras iniciativas de promoção da cultura científica através de Museus e exposições surgem por docentes do meio universitário. É apenas na segunda metade dos anos 80 que a cultura científica começa a entrar no discurso político e, surgem os primeiros produtos: as Semanas da Ciência e Tecnologia[3] que tinham como objectivo a "sensibilização dos jovens para a

[3] As Semanas da Ciência e Tecnologia integradas no projecto de Sensibilização da Juventude para a Ciência e Tecnologia decorreram entre 1987 e 1989 e foram relançadas em 1992. Tratava-se de uma acção conjunta entre Secretaria de Estado da Investigação Científica, Secretaria de Estado da Juventude, Fundo de Apoio aos Organismos Juvenis da JNICT, da Associação para o Desenvolvimento da Ciência e Tecnologia – ADCT e da Associação Juvenil da Ciência.

Ciência e Tecnologia, seus métodos, importância e estado de desenvolvimento na sociedade portuguesa e desenvolvimento da cultura científica do grande público" (Catálogo da 1ª semana da C&T, citado por Delicado, 2006). Em 1995 é constituído o Ministério da Ciência e Tecnologia que elege como um dos eixos da política científica e tecnológica "a promoção eficaz da cultura científica e tecnológica na sua relação com os valores da cidadania, permitindo a escolha informada de opções e reforçando o seu lugar primacial na educação e na formação profissional, assim, como nos meios de comunicação social e através de centros e Museus de Ciência e Tecnologia" (Delicado, 2006).

Para avaliar a "compreensão" têm sido usados inquéritos de opinião, mediante os quais se procura medir os níveis de conhecimento científico, as atitudes e interesses das populações relativamente à Ciência (Gonçalves, 2003). Como refere Gonçalves, um dos pressupostos destes inquéritos é o de que "quanto maior o grau de literacia científica dos cidadãos, mais elevada a sua curiosidade e o seu interesse pelas descobertas científicas e pelos progressos tecnológicos". Mas, segundo a mesma autora, esta relação directa entre as variáveis conhecimento científico e interesse pela Ciência parece ser contrariada pela análise dos dados dos inquéritos. Em particular, no caso de Portugal, ao olhar para as diversas controvérsias que têm existido e os dados do *Inquérito à cultura científica dos portugueses, 2000,* mostram um maior interesse e até participação pública dos portugueses em determinados assuntos nos quais revelam baixa literacia científica (são exemplos recentes os casos das gravuras de Foz Côa, a co-incineração, a BSE, etc.).

Os Museus e Centros de Ciência têm sido considerados lugares privilegiados para promover a cultura científica: são locais públicos, abertos, com vários equipamentos (salas de exposição, auditórios, ateliers, laboratórios, bibliotecas, cafetarias…) frequentemente com ligações a universidades e centros de investigação, onde guardam colecções que podem ser expostas e utilizadas de formas diferentes, pontos de encontro entre cientistas e cidadão comum. Relativamente aos Centros Interactivos de Ciência estes têm por objectivo principal a promoção da cultura científica.

Em particular, vem sendo cada vez mais valorizado e fomentado o papel dos Museus e Centros de Ciência na promoção da cultura científica, procurando ajudar a entender os avanços científicos e tecnológicos e a criar uma maior proximidade entre quem faz a Ciência e o público em geral (Caldeira, 2006).

- *Investigação*

Nos Museus de Ciência a investigação realizada centra-se, em geral, no domínio da História da Ciência ou da Museologia. Em particular, no Museu de Física, para além da História da Ciência, há ainda projectos de investigação educacional e sobre compreensão de Ciência pelo público (algumas têm como produto final provas para obtenção de graus académicos).

Nos casos dos Centros de Ciência é mais frequente haver estudos de público ocasionais. No Exploratório, porém, desde sempre se fez investigação educacional e estudos sobre compreensão da Ciência pelo público.

- *Apoio ao ensino*

Os Museus e Centros de Ciência são frequentemente utilizados como meios auxiliares do ensino das Ciências nos Ensinos Básico e Secundário. A existência de objectos tridimensionais, interactivos ou actividades experimentais atraem, motivam e promovem a curiosidade dos alunos (Guisasola, 2005). Os Museus podem contribuir para a promoção da educação em Ciência e porque fazem a ligação entre o conceito e a sua aplicação tecnológica, os alunos apercebem-se das relações que existem entre a Ciência, a Tecnologia e as implicações que ambas exercem no seu dia-a-dia (Chagas, 1993).

Com o aparecimento da Agência Ciência Viva, foi implementado em Portugal um programa de apoio ao ensino experimental das Ciências e à promoção da cultura científica nas escolas e programas de estágios de ocupação científica dos jovens do Ensino Secundário em instituições científicas e em Centros Ciência Viva.

Muitos Museus e Centros de Ciência procuram adequar os seus conteúdos ao currículo educativo e proporcionam actividades especialmente dirigidas ao público escolar: ateliers, cursos, aula no Museu/Centro de Ciência.

O Museu de Física e o Exploratório têm-se complementado numa "profícua convergência de esforços na promoção do ensino não formal" (Caldeira, 2006).

- *Serviço à comunidade*

Os Museus e Centros de Ciência podem ter ainda um papel de prestação de serviços à comunidade. Nos casos do Museu de Física e do Exploratório pode ser considerada a formação de professores, mas também a possibilidade de estabelecer a aproximação dos cientistas ao público, através de debates ou conferências.

- *Preservação do património*

Com excepção dos Centros de Ciência que, por definição, não têm colecções com valor patrimonial, a aquisição, conservação, manutenção, inventário e restauro do seu acervo é a missão central do Museu de Ciência uma vez que constituem repositórios que asseguram a transmissão de um património a gerações futuras (Delicado, 2004). Actualmente o Museu de Física possui, para além de, um dos melhores espólios a nível mundial; espaço e mobiliário adequado ao seu armazenamento; uma oficina de restauro de instrumentos científicos e uma sala especialmente destinada à consulta do seu acervo bibliográfico.

- *Educação ambiental*

O aumento da preocupação com a protecção do meio ambiente e com os riscos ecológicos proporcionou aos Museus e Centros de Ciência oportunidades para implementarem actividades de difusão de conceitos e recomendações relativos à conservação dos recursos. No caso dos Centros de Ciência existem as exposições temáticas, permanentes ou itinerantes não só no domínio das Ciências exactas mas também das Ciências Naturais e Engenharias.

- *Reforço da identidade*

No caso do Museu de Física, em particular, há o património cultural que ele encerra e do qual se deve ter consciência – ainda que esteja arrumado em armários - para usar em prol da educação científica, por um lado, e por outro para a compreensão da Ciência, atingindo públicos mais vastos que o escolar.

Como refere Padilla (1997) a missão principal dos inúmeros Museus e Centros de Ciência que têm surgido em todo o mundo gira essencialmente à volta de três eixos:

- conseguir que o visitante tome consciência do papel e da importância que a Ciência e Tecnologia têm na vida actual;
- proporcionar experiências educativas que levem o público a compreender alguns princípios científicos e aplicações tecnológicas que antes não entendiam;
- aproximar o cidadão da Ciência e da Tecnologia, promovendo o interesse e o estimule a envolver-se nas actividades que se relacionem com elas.

Cada vez é mais reconhecida a importância dos Museus e Centros de Ciência na educação em Ciência. O Ministro da Ciência, Prof. Doutor Mariano Gago, na abertura da Reunião Internacional do ECSITE – Lisboa 2007 – enfatizando o papel destas instituições

na promoção da cultura científica, não só em Portugal mas, em todo o Mundo salientou alguns aspectos que devem ser tomados em conta:

- a importância das actividades promotoras de interacção social;
- a importância da proximidade e eficácia em relação com as escolas;
- a necessidade de elaborar actividades conjuntas com laboratórios de investigação, envolvendo ainda as empresas.

3.2 – Os Museus de Ciência em Portugal

Em Portugal, as primeiras instituições científicas que surgiram datam do século XVIII. De acordo com a Associação de Museus e Centros de Portugal (mc^2p) (2004), a primeira instituição científica oficial que surgiu, e respeitante às Ciências Naturais, foi o Real Museu de História Natural e Jardim Botânico da Ajuda. Seguidamente, criado pela reforma pombalina, de 1772, surge o Jardim Botânico da Universidade de Coimbra que iniciou a sua instalação em 1773.

Inspirado no *Conservatoire des Arts e Métiers* surge em Lisboa, em 1836, uma instituição museológica dedicada à Ciência e à Técnica – Conservatório de Arte e Ofícios, e posteriormente foi criado um museu análogo no Porto.

Mais tarde, surgem outros museus concebidos de forma a proporcionar uma exibição histórica de instrumentos científicos numa perspectiva, exclusivamente, contemplativa: o Museu de Física da Universidade de Coimbra (1938), criado pelo professor Mário Silva, que se dedicou a recuperar e repor o que fosse possível do espólio do magnífico Gabinete de Physica Experimental que foi criado em 1772 pelo seu primeiro director, o professor Giovanni Dalla Bella, no âmbito da profunda reforma da Universidade empreendida pelo Marquês de Pombal; o Museu Nacional da Ciência e da Técnica em Coimbra (1971) dedicado às Ciências exactas e, mais tarde, o Museu de Ciência da Universidade de Lisboa (1985) que surge como a primeira instituição em que se procura combinar o aspecto histórico das Ciências exactas com a vertente participativa e interactiva.

Portugal possui ainda um dos mais antigos aquários do Mundo – Aquário Vasco da Gama (1898). No domínio da Astronomia, o Planetário Calouste Gulbenkian foi inaugurado em 1965.

Na década de 90 surge um outro tipo de instituições – Centros Interactivos de Ciência – cujo primeiro foi o Exploratório – primeiro centro unicamente interactivo – e que, a partir de 1996, com a criação da Agência Ciência Viva começam a proliferar pelo país.

3.2.1 – O Museu de Física

Figura 1 – Fotografia estenopeica do Colégio de Jesus

O Museu de Física da Universidade de Coimbra encontra-se instalado no largo Marquês de Pombal, num edifício, conhecido como Colégio de Jesus. Este Museu possui uma colecção valiosa de instrumentos científicos e didácticos de Física dos séculos XVIII e XIX. O espólio do Museu é exclusivamente constituído por instrumentos utilizados no Gabinete de Física Experimental da Universidade de Coimbra desde a sua origem em 1772.

Pelas suas características, esta colecção de instrumentos de Física é uma das mais notáveis e raras no mundo. Os instrumentos do século XVIII, que deram origem a um dos mais completos Gabinetes para o estudo da Física Experimental, são hoje considerados verdadeiras obras de arte. Os instrumentos do século XIX são bem representativos do desenvolvimento da Física Experimental.

Uma parte destes instrumentos encontra-se em exposição permanente em duas salas. Numa das salas é feita uma recriação do Gabinete de Física na segunda metade do século XVIII. Na outra estão expostos alguns instrumentos do século XIX.

Actualmente a actividade do Museu de Física já passou a barreira de ter apenas duas salas de exposição deslumbrantes para ter diversas actividades essencialmente vocacionadas para o público escolar: “Histórias e imagens de encantar – Histórias da História da Física” e o “Museu dos pequenitos” para alunos do primeiro ciclo do Ensino Básico; as actividades “Toca a experimentar” e a “Aula no Museu” dirigidas aos alunos do Ensino Básico e Secundário.

As réplicas de instrumentos de Electromagnetismo constituem uma exposição temática “*Oriente-se: a Bússola e os rumos da experiência*”, e permitem ao visitante uma exploração de objectos muito parecidos com os que estão expostos no Museu de Física.

É adequada não só aos alunos dos Ensinos Básico e Secundário mas também ao público em geral.

A visita a esta exposição permite compreender, através de experiências com as já referidas réplicas interactivas, o desenvolvimento dos fenómenos eléctricos e magnéticos no decurso da sua história; tem como finalidades: conhecimento histórico de alguns instrumentos de Electromagnetismo; construção de conhecimento científico através da mudança conceptual; manipulação de réplicas de instrumentos tornadas interactivas e complementadas com instruções, explicações a dois níveis de profundidade e complementada com alguns painéis informativos.

3.2.2 – Exploratório, Centro Ciência Viva de Coimbra

Este Centro nasceu da iniciativa de alguns docentes do meio universitário que através de apoio da Universidade de Coimbra, do Instituto Nacional da Investigação Científica - INIC e do Ministério da Educação criaram, em 1992, a sua primeira exposição interactiva.

Instalado na Casa Municipal da Cultura de Coimbra, desde 1995, este primeiro espaço interactivo de Ciência em Portugal constitui um ambiente de procura e encanto com a Ciência, através de uma exposição de módulos interactivos (de interior e exterior). Actualmente possui 112 módulos de interior e 48 de exterior. Esta exposição permanente com o objectivo de contribuir para a compreensão pública da Ciência foi desenvolvida com especial cuidado na vertente didáctica. Os módulos que cobrem várias áreas da Ciência foram concebidos para serem facilmente manipuláveis, criarem expectativa e estimularem a curiosidade. Por vezes, são desenhados de modo a evidenciar contradições com as ideias[4] que os alunos possuem e que não coincidem com a versão cientificamente aceite. A sua finalidade é a de tentar criar no aluno conflitos conceptuais promotores de alguma aprendizagem cognitiva.

Possui ainda uma exposição, residente no Instituto Pedro Nunes (IPN), sobre materiais, “Materialmente”, e uma exposição itinerante “sentir.com – a comunicação e os cinco sentidos”.

O Centro desenvolve acções de formação para professores, apoio a alunos com necessidades educativas especiais, concepção e construção de "kits" didácticos e brinquedos científicos, actividades de pesquisa sobre aprendizagem em Centros de Ciência e publicações sobre alguns temas de Ciência.

[4] Segundo alguns autores denominam-se concepções alternativas.

3.3 – A aprendizagem nos Museus e Centros Interactivos de Ciência

Em quase dois séculos de existência, os Museus de Ciência sofreram diversas transformações e viram desaparecer, renovar ou modificar muitas das funções e objectivos que presidiram à sua criação. Nos últimos anos, alguns Museus têm vindo a demonstrar um acentuado crescimento e dinamismo. Actualmente, assumem como funções principais a preservação do património, a investigação, a promoção da cultura científica, o apoio ao ensino.

Os Museus de Ciência guardam objectos e colecções que, quando contextualizados através de discursos expositivos bem concebidos, podem constituir instrumentos pedagógicos únicos.

A transformação sofrida, mais do que científica, é provavelmente maior na atenção crescente dada aos visitantes, às suas expectativas, aos seus conhecimentos e até às suas capacidades (Praet, 2005).

Falk e Dierking (2002) referem-se à aprendizagem em Museus e Centros de Ciência como estando dependente de três contextos: "o pessoal", que se relaciona com as experiências prévias dos visitantes (conhecimentos, experiências, capacidades, motivação, desejos); "o físico", que se vincula com os ambientes que facilitam a aprendizagem; e o "social", que se relaciona com as interacções sociais que confluem nestes espaços, estende-se desde a leitura das instruções, da actuação às interrogações individuais e discussões em grupo.

Os Museus são espaços multidimensionais, dinâmicos e complexos, não são meramente suportes de transmissão de conhecimento (Brown, 1992; Cobb, Confrey, diSessa, Lehrer e Schauble, 2003; Collins, 1999), pelo que os esforços para a compreensão da aprendizagem nos Museus não podem ser menos complexos. Por conseguinte, como afirmava Falk em 2004, nos próximos 10 a 15 anos as investigações devem ser projectadas com um novo nível de sofisticação de modo a acomodar a verdadeira complexidade da aprendizagem nos Museus. Porém, a mensagem que importa reter é que as abordagens simples, lineares e reducionistas na compreensão da aprendizagem em ambientes informais (museus) não são suficientes. Apenas através da apreciação e consideração da complexidade das experiências museológicas é que emergirão compreensões úteis sobre a aprendizagem nestes ambientes.

O processo de aprendizagem num contexto não formal é diferente, em muitos aspectos, do que decorre na escola. Não é dirigido, é exploratório, voluntário, pessoal e, processado através da curiosidade, observação, actividade, senso de imaginação, especulação e teste de teorias (Griffin, 1998).

Cada vez mais os Museus e Centros de Ciência tentam criar e manter exposições interactivas que, para além do seu papel de estímulo à criatividade e interesse pela Ciência e da promoção da compreensão pública, podem ser um complemento muito valioso aos recursos existentes na escola. As exposições são a base de comunicação dos museus com o público e destinam-se à divulgação e promoção da "educação sobre os conhecimentos acumulados e produzidos nas pesquisas científicas" (Marandino, 2001). De forma a privilegiar a comunicação entre exposição e visitante os Museus e Centros de Ciência têm-se esforçado por organizar exposições mais interactivas (Cazelli, 1992).

O facto de muitos Museus e Centros de Ciência serem interactivos e dinâmicos pode incentivar à compreensão dos princípios das Ciências e das suas aplicações tecnológicas, na medida em que as suas acções se fundamentam em pressupostos que valorizam, na opinião de Borges *et al*. (2001), duas dimensões complementares: a primeira enfatizar conhecimentos e, a segunda, desenvolver capacidades de pensar, agir e aprender a aprender, que permitam a construção por iniciativa própria do seu próprio conhecimento.

Na perspectiva de diversos autores (Chagas, 1993; Griffin, 1998; Caldeira *et al*., 2003; Rennie, *et al*., 2003) são vários os factores que podem influenciar a aprendizagem que se realiza nos Museus e Centros de Ciência, nomeadamente: a preparação e realização da visita e actividades complementares; características dos módulos; as ideias prévias dos visitantes; as estratégias de comunicação e a presença dos monitores.

As visitas a estas exposições, onde são criadas condições de aprendizagem pelo estímulo à participação e interactividade (que mais dificilmente se conseguem nas salas de aula), revelam-se, de um modo geral, bastante úteis.

Segundo Griffin (1998) o recorrer a ambientes mais lúdicos de aprendizagem, como os que oferecem os Museus e Centros de Ciência, através de actividades interactivas ajudam a complementar, enriquecer e melhorar a educação científica que se obtém em situações formais e mais propriamente na escola.

Objectos ou módulos interactivos[5] são aqueles que, apesar de responderem à acção do visitante, isto é, serem reactivos, convidam a uma resposta adicional do

[5] Os termos interactivos e "*hands-on*" são utilizados por muitos investigadores como sinónimos. Porém, Rennie e McClafferty (1996) consideram-nos com significados distintos: "*hands-on*" requerem um maior envolvimento físico do visitante com o módulo; os módulos interactivos são os que convidam a uma acção do visitante mas que oferecem uma retroacção ao visitante que por sua vez provoca nova interacção. Para estes investigadores o termo "*hands-on*" (mãos à obra) não significa necessariamente "*minds-on*" (mentes em acção).

visitante – há uma relação de dependência entre o visitante e o módulo (MacClafferty e Rennie, 1996).

As investigações realizadas mostram que os módulos interactivos são um dos aspectos mais agradáveis e memoráveis da visita ao Museu (Swift, 1997) e possuem a capacidade de atrair visitantes (Hooper-Greenhill, 1994). Entre estes contam-se as crianças, os seus familiares e professores, os quais vêem neles oportunidade para aprender de uma forma agradável. Os grupos escolares não só representam a maior proporção de visitantes, como também levam a que as crianças retornem com as suas famílias.

De acordo com uma visão construtivista, os visitantes constroem significados sobre o que vêem nos Museus e Centros de Ciência. A imagem de que o conhecimento é construído, de forma activa, pelo aluno e não apenas fruto de uma mera transmissão por parte do professor e apreendido de forma passiva tem, hoje, lugar comum, não só entre pesquisadores como no discurso da maioria dos docentes de qualquer área do conhecimento. Aprender inclui factos, mas também experiências e emoções. É, assim, pessoal, depende dos conhecimentos prévios e das dimensões afectiva e social.

Marandino (2001) realizou um trabalho de investigação com uma turma de alunos do 8º ano, numa visita de estudo a um Museu de Ciência, onde pretendia analisar “a relação dos alunos com o espaço físico do Museu”, “a relação entre o currículo formal e os espaços não formais no tocante ao conteúdo” e “aprendizagem nesses espaços”.

Antes da visita foi feita uma preparação prévia da mesma com recurso a um texto sobre “o Museu e seus espaços” e a realização de um trabalho, em pares, a partir de um pequeno roteiro com questões que permitiria a condução da visita.

Durante a visita registou factos e conversas entre os alunos.

No final da visita os alunos teriam que construir uma maqueta do Sistema Solar à escala.

Da observação que fez relativamente aos comportamentos dos alunos que em pequenos grupos cooperavam e participavam activamente, em contraste com a atitude passiva da sala de aula, pôde concluir que “por se tratar de um espaço diferente da Escola, a apropriação do mesmo pelos alunos é diferenciada, havendo a possibilidade de uso mais livre, não dependendo das rotinas características da Escola”. Segundo esta autora, e para que não ocorra uma dispersão dos alunos que atrapalhe o desenvolvimento das actividades experimentais, “é fundamental o papel do professor

como organizador e orientador da visita". No entanto, ressalva a importância da "liberdade e da autonomia dos alunos na exploração dos espaços do Museu, evitando, assim, o seu uso escolarizado, ou seja, incentivando uma forma de interacção diferente da Escola".

Refere ainda que na "relação entre o currículo formal e os espaços não formais no tocante ao conteúdo" a exposição relativa aos instrumentos científicos foi importante pois "ofereceu a possibilidade aos alunos de conhecerem a evolução histórica da Ciência e a importância dos mesmos para a humanidade". Pôde, assim, concluir que a "Escola, por um lado não precisa de abrir mão do seu currículo e deve articulá-lo, em diferentes níveis, com os conteúdos das exposições, embora não seja o objectivo final e único da visita".

A autora realça ainda o facto de que após a visita foi possível "estabelecer relações à posteriori entre os conteúdos formais e os apresentados nas exposições dos Museus", o que na sua opinião vem reforçar a importância de compreender os processos de construção do conhecimento possíveis de ocorrer nos Museus Interactivos de Ciência.

Para avaliar a "aprendizagem" que ocorre em Museus e Centros de Ciência têm sido implementados diferentes métodos pelos vários investigadores que se dedicam a esta área. Estes métodos vão desde as entrevistas, mais ou menos estruturadas, que podem ser realizadas logo após o fim da visita, aos questionários realizados um mês após a visita (Jonhston, 1996).

O recurso a pré-questionário e pós-questionário – para identificar o que o visitante "já sabe" antes de entrar para a visita e o "que sabe" depois – a detecção de um aumento nos conhecimentos após a visita pressupõe uma aquisição de conhecimentos. Estes questionários são por vezes também utilizados para identificar se há um "bom funcionamento" das exposições (Ferguson, 1996).

Também a observação realizada durante as visitas com o objectivo de identificar comportamentos ou interacções entre os visitantes pode ser uma forma de percepção de aprendizagem.

Outro método igualmente referido na literatura é o de explorar as recordações dos visitantes; consiste em, algum tempo depois das visitas ocorrerem, serem colocados perante fotos ou questões para avaliar do que ainda se recordam, da informação relevante que permaneceu.

Na literatura específica de educação e comunicação em Museus, encontramos em Cazelli *et al.* (2003) uma preocupação com a abordagem social e cultural da produção e socialização do conhecimento científico nesses espaços de educação não formal. Assim sendo, os Museus e Centros de Ciência podem ser apresentados como espaços potencialmente relevantes, onde as comunidades escolares, universitária e público em geral possam interagir com dimensões distintas das Ciências e das Tecnologias.

3.4 – Formação de Professores

Como refere Vieira (2004), citando Fitzsimmons e Kerpelman (1994); Kennedy, (1991); Mestre (1994); Paul (1993) e Tinker (1995), "os docentes continuam a ensinar como foram ensinados e é bastante provável que tenham sido ensinados com uma abordagem transmissiva". A autora citando DeBoer (2000); Raizen (1994) e Tsui (1999) refere que "reflectindo a influência deste factor, as práticas pedagógicas envolvem primeiramente a transmissão directa de informação aos alunos. A primazia continua, pois, a ser dada à transmissão/aquisição de conhecimentos". E citando Aikenhead (1998); Baldwin e Lawrenz (1994) e Mestre (1994) "O ensino das Ciências continua ainda a ser dominado por estratégias e actividades como: a exposição por parte do professor, actividades de leitura, especialmente do livro de textos e actividades laboratoriais que são, muitas, vezes, demonstrações feitas pelo professor".

Na Sociedade actual verifica-se que os alunos se mostram cada vez mais desmotivados com a área de Ciências. Existem diversos indicadores de que os alunos portugueses apresentam níveis de literacia muito baixos. Estas evidências são salientadas pelos últimos resultados dos testes PISA[6], onde os alunos portugueses surgem entre os últimos lugares. Também, segundo o Relatório da Comissão Europeia (2004) sobre a concretização dos objectivos definidos na "Estratégia de Lisboa", em que os indicadores portugueses continuam a ser dos que mais se afastam das médias europeias, apesar de algum crescimento. Portugal apresenta a mais elevada percentagem de abandono escolar precoce da União Europeia:

- cerca de 41% dos jovens com idades entre 18 e 24 anos têm, no máximo, o 9º ano de escolaridade;

[6] PISA – Programme for Internacional Student Assessment. Programa lançado pela Organization for Economic Cooperation and Development – OECD, iniciado em 1997, efectuou a primeira avaliação em 2000 e envolveu alunos com idades compreendidas entre os 15 e os 16 anos e teve como principal domínio de avaliação a literacia em contexto de leitura. Realizou uma segunda avaliação, em 2003, em que deu maior enfoque à literacia matemática e teve como domínios secundários as literacias de leitura e científica.

- a taxa de conclusão do Ensino Secundário rondava os 47%, correspondente a menos de metade da média da União Europeia;
- Portugal também regista o menor número de licenciados em Ciências e Tecnologias (cerca de 6 % em relação a 22% da UE). Estes resultados demonstram, assim, a necessidade de apostar na educação: alunos e professores, na escola e fora do âmbito escolar.

Em relação aos professores e pensando na formação contínua, estes devem ter à sua disposição uma oferta diversificada que complemente a sua formação. Pensamos que se os professores participarem em diferentes eventos, actividades e formação e acreditando que as acções de formação são úteis para os professores, se eles sentirem que aprendem algo de novo, isso constituirá uma motivação para a mudança de atitudes. Esta ideia fundamenta-se em resultados de vários estudos, reportados na literatura da especialidade, em que a mudança de atitudes foi conseguida à custa da participação em cursos, "*workshops*" ou acções de formação de maior ou menor duração (Kobola, Thomas e Coble, 1979; Riley, 1979; Spooner, Szabo e Simpson, 1982; Pedersen e McCurdy, 1992 citados por Cruz, 2004).

Os autores referem ainda que as atitudes dos professores podem ser melhoradas por se envolverem em cursos que incluam especificamente actividades do tipo "*hands-on*". Os Museus e Centros de Ciência constituem os locais ideais para permitirem aos professores adquirirem essa formação e fazerem a ligação com as escolas.

Uma das formas de aproximar a Escola e o Museu é, sem dúvida, através de visitas de estudo (Ramey-Gassert, Walberg III e Walberg, 1994). Estes autores referem que esta colaboração servirá para aumentar as oportunidades de aprendizagem científica para alunos e professores, bem como fornecer mais oportunidades para os investigadores educacionais. Vários autores (Anderson, 1999; Balling, Falk e Aronson, 1995; Dierking, 1991; Dierking e Falk, 1994; Falk e Dierking, 1997; Orion, 1993) referem que a aprendizagem significativa é influenciada pela aprendizagem associada com visitas de estudo a Museus e outros locais fora da Escola.

Vários estudos salientam que os alunos, depois de efectuarem uma visita a um Museu ou Centro de Ciência com actividades interactivas, apresentam uma atitude mais positiva perante a Ciência e a Tecnologia, favorecendo a aprendizagem da Ciência (Ayres e Melear, 1998; Ramey-Gassert, Walberg III e Walberg, 1994; Stevenson, 1991;

Chagas, 1993), mesmo a longo prazo (Rennie, 1994; Wolins, Jensen e Ulzheimer, 1992; Stevenson, 1991; Falk e Dierking, 1997).

Os Museus e Centros de Ciência dispõem de recursos físicos e humanos que permitem a construção de ambientes em que o aluno experimenta, em contexto, aspectos concretos de conceitos científicos. Através do ensaio e manipulação de modelos envolvendo quer esses conceitos, quer as suas aplicações tecnológicas, os alunos encetam estratégias de pesquisa pessoal, das quais resulta melhor compreensão. Os alunos, ao viverem estas experiências, apercebem-se das relações estreitas que existem entre a Ciência e a Tecnologia e das implicações que ambas exercem sobre a vida do dia-a-dia.

Deste modo, apesar de as pessoas poderem aprender Ciência a partir de variadas fontes e modos, os Museus são uma importante fonte de aprendizagem informal sobre Ciência (Lucas, 1983; Wellington, 1990).

Ao levar os alunos ao Museu, a escola proporciona o contacto com objectos e a vivência de experiências que, em geral, não fazem parte do universo da escola. Sobre este assunto, Grinell (1988) afirma que o estabelecimento de relações estreitas entre os Museus e as Escolas constitui uma das áreas de intervenção dos Museus de Ciência, especialmente dos Centros de Ciência e Tecnologia, que têm evidenciado maior crescimento nos últimos anos.

Segundo Price e Hein (1991), as escolas cada vez mais recorrem aos Museus (zoos, aquários, Centros de Ciência, etc.) como auxílio na educação dos seus alunos, porque estas instituições trabalham para tornar as suas exposições e programas educativos mais eficazes. Os Museus e Centros de Ciência não são de modo algum concorrentes da escola podendo complementar a “educação” que aí se “faz”.

Porém, que aspectos se devem contemplar na visita a um Museu para que seja proveitosa?

Caldeira *et al.* (2003), são de opinião de que o professor deve sempre “definir com os alunos o âmbito da visita e os seus objectivos, informá-los sobre o modo como está organizada a exposição, como utilizar os módulos e quais os temas fundamentais” sobre que incide a mesma sendo, também, “importante que os alunos sintam que, para além da parte das actividades orientadas, irão ter possibilidade de explorar livremente os restantes módulos expostos, desfrutando momentos agradáveis e divertidos”.

Torna-se evidente a importância da preparação das visitas. Caso contrário, levar os alunos a visitar um Museu ou Centro de Ciência interactivo, sem uma clara "finalidade partilhada", sem que o aluno tenha o "domínio sobre a aprendizagem e um objectivo a atingir", na opinião de Griffin (1998) essas mesmas visitas poderão ser "uma perda de tempo e dinheiro mal investido".

Actualmente e segundo directivas do Ministério da Educação, em Portugal os professores devem programar e calendarizar as suas visitas para que sejam aprovadas pelos respectivos Conselhos de Turma, Departamentos Curriculares e Conselho Pedagógico. Refira-se que, nessa organização, deve constar: "as razões justificativas da visita; objectivos específicos; guião de exploração dos locais a visitar; aprendizagens e resultados esperados; portfólio da visita; regime de avaliação dos alunos e do projecto; calendarização e roteiro da visita; docentes e não docentes que acompanham a respectiva visita".

Os Professores devem inteirar-se dos recursos dos Museus e enriquecer os seus conhecimentos científicos de forma a "desenvolverem com mais confiança estratégias que permitam ao aluno sair da escola e compreender de que forma aquilo que ele aprende lá dentro se reflecte na natureza que o rodeia, nas coisas de que ele gosta e naquilo que ele usa." (Chagas, 1993).

Como refere Caldeira (2006) "É importante o papel que os professores podem desempenhar na eficácia das visitas dos seus alunos aos Museus: não só as atitudes dos alunos reflectem as atitudes dos respectivos professores, como a planificação e orientação bem conduzida das visitas, com a elaboração de actividades a serem realizadas antes, durante e após as mesmas, se tem revelado um factor essencial na sua eficácia num contexto de aprendizagem".

A articulação entre os agentes de Museus e agentes do ensino escolar é fundamental para que este processo de descoberta do Museu pelas novas populações escolares resulte numa experiência enriquecedora para todos.

Actualmente assiste-se à utilização cada vez mais frequente dos Museus de Ciência como complemento da escola, permitindo a manipulação de objectos tridimensionais, interactivos ou situações experimentais, essencialmente por alunos dos Ensinos Básico e Secundário.

Muitos dos Museus procuram adequar a sua oferta aos currículos educativos, proporcionando actividades especialmente dirigidas ao público escolar: ateliers, exposições e até a denominada "aula no Museu".

Em alguns Museus e Centros de Ciência existem guiões de apoio à visita, que podem ser disponibilizados aos professores e os ajudam na preparação, da mesma, junto dos alunos. Outros organizam acções de formação de professores destinadas à preparação e realização de visitas de estudo.

Segundo Griffin e Symington (1997), pouca investigação demonstra o papel que o professor tem na facilitação da aprendizagem na visita ao Museu. Porém, alguns autores consideram o professor a "ponte" entre o Museu e a Escola (Blanco, 1994; Jarvis e Pell, 2005). O primeiro autor refere que o aluno vê o Museu com os olhos do professor e que o professor é também uma "ponte" entre o aluno e o Museu, de maneira que, sendo os alunos uns dos principais destinatários da acção didáctica dele, resulta prioritário o conhecimento das relações que o professor estabelece com o Museu. Para os segundos autores, de modo a optimizar a aprendizagem, os professores devem estabelecer a ponte entre os conceitos ministrados e as experiências.

McManus (1992) defende que o pessoal do Museu também precisa de preparação específica para desenvolver actividades que possam interessar às Escolas, tais como conferências, debates, cursos de curta duração, centros ou clubes extra-escolares de férias, centros para os pais e exposições temporárias na Escola.

Para que uma visita de estudo contribua de forma eficaz para o enriquecimento cultural dos alunos esta deve ser cuidadosamente planeada. Existem diversos estudos levados a cabo, em vários Museus e Centros de Ciência, sobre a importância da preparação prévia da visita. Alguns autores referem três fases para a preparação da visita: ***antes***, ***durante*** e ***após*** a visita, para as quais é sugerido aos professores, que acompanham os alunos em visitas de estudo, um envolvimento total no planeamento e realização de actividades (Cuesta *et al.*, 2002Griffin, 1994 a, 1994 b, 1995, 1996 a, 1996 b; Prince e Hein, 1991; Rennie e McClafferty, 1995; Stevenson, 1994; Anderson, Lucas e Ginns, 2003; Lourenço, 1999).

- **Antes da visita**
  - Preparação prévia do professor

Alguns estudos referem que o total desconhecimento do Museu que se vai visitar não propicia a ocorrência de aprendizagens (Lourenço, 1999). Por conseguinte, a visita prévia do professor ao Museu é essencial ao sucesso da visita. É crucial conhecer bem o espaço que se vai visitar para dele se poder tirar o máximo partido. Alguns Museus e Centros de Ciência oferecem cursos ou oficinas de formação para professores,

programas especiais, exposições temporárias, sessões laboratoriais ou de teatro científico, conferências, planetários, etc. O professor deve conhecer bem o local, efectuar as experiências participativas de forma a avaliar que conceitos ou fenómenos elas demonstram e que nível de processos mentais exigem para serem compreendidos (Rennie e McClafferty, 1995), ler a documentação disponível, informar-se da duração da visita e do tipo de apoio que terão os alunos, inteirar-se acerca de transportes públicos, estacionamento, loja, etc. (Lourenço, 1999).

O professor deve previamente estabelecer, criteriosamente, os objectivos da ida ao Museu, porque, para os alunos, uma visita de estudo sem objectivos é um dia de férias, devendo também adaptá-los, na medida do possível, ao *curriculum* e programar a data da visita.

- Preparação prévia dos alunos

Nas aulas que antecedem a visita é conveniente que o professor informe e, se possível, trabalhe com os alunos o plano da visita e sobre o modo como está organizada a exposição, que tipo de objectos vão ver, se o Museu existe há muito ou pouco tempo (Lourenço, 1999) e que forneça informação orientativa como mapas do exterior do mesmo, incluindo pontos de encontro, casas de banho, etc. (Rennie e McClafferty, 1995).

Segundo este autor e, por exemplo Falk e Dierking (1992) é igualmente importante que o professor verifique que os seus alunos têm os conhecimentos base e as capacidades necessárias para usar e compreender o funcionamento de uma exposição interactiva. Nesta fase é importante que tenham conhecimento da necessidade de realização de alguma tarefa como, por exemplo, fichas, relatórios, dar especial atenção a determinados instrumentos, etc. Estes também devem ser informados de onde e quando terão de a cumprir (na escola, em casa ou no decorrer da visita) e se estão sujeitos a algum processo de avaliação especial. Caso o professor pretenda, deve efectuar as pontes curriculares nesta fase que antecede a visita. É, igualmente, relevante que os alunos saibam que, para além das actividades orientadas, têm a possibilidade de explorar todo o espaço. Nunca é de mais relembrar-lhes os seus direitos e deveres cívicos com o intuito de lhes incutir hábitos de visita a Museus, realçando a importância dos mesmos (Lourenço, 1999).

- **Durante a visita**

Nesta fase, e se os alunos estiverem conscientes dos objectivos, das tarefas a cumprir e a que tipo de avaliação serão submetidos, poderão efectuar a visita livremente, mediante o seu ritmo.

O professor poderá chamar a atenção dos seus alunos para determinados aspectos da exposição, mas sem ser demasiado rígido (Lourenço, 1999; Perry, 1989).

Segundo Rennie e McClafferty (1995), durante a visita devem existir as seguintes etapas:

Tabela 1 - Etapas que devem existir durante a visita, segundo Rennie e McClafferty (1995).

Etapas	Descrição
Orientação	Os alunos que não foram devidamente informados sobre o espaço que estão a visitar vão requerer algum tempo para iniciar as tarefas.
Interacção com a exposição	Para além de ajudar os alunos a terem atenção ao tempo e aos seus objectivos de aprendizagem, os professores podem fornecer pistas para facilitar a aprendizagem, através da sua disponibilidade para responder a questões e fazer sugestões para desenvolver o raciocínio e favorecer a compreensão. Alunos com diferentes níveis de capacidades podem necessitar de diferentes tipos de ajuda.
Interacção Social	Os alunos podem ser encorajados a trabalhar em pequenos grupos e partilhar responsabilidades associadas com a aprendizagem.
Registo	Se os alunos usam fichas de trabalho ou outro meio de registo das suas observações, isto é mais eficaz com uma ficha por grupo.
Conclusão da visita	Próximo do fim da visita, pode ser necessário avaliar a forma como os alunos estão a progredir na aquisição dos objectivos da visita pelo que o seu tempo restante deve ser estruturado eficazmente. Os professores devem estar alerta para o programa da visita e assegurar-se que os alunos têm pelo menos 20 minutos para explorar as coisas que lhes interessam.

As etapas referidas anteriormente ocorrem, dependendo dos Museus e Centros de Ciência, em intervalos de tempo que vão desde 1 até 4 horas, porém segundo alguns estudos é de todo conveniente que não excedam as 2 horas para não se tornarem maçadoras e até extenuantes (Rennie e McClafferty, 1995; Price e Hein, 1991). Períodos de tempo menores são insuficientes para envolver os visitantes (Price e Hein, 1991).

Contudo, algum do tempo da visita deverá ser utilizado para explorações que, porventura, sejam do agrado dos alunos. Isto porque a grande maioria dos professores pressionados pelo cumprimento dos programas (o que é compreensível!) menospreza este aspecto quando planifica uma visita de estudo, procurando no Museu, exclusivamente, aqueles tópicos que estão a abordar nas aulas. Deste modo, subaproveitam o potencial educativo de um Museu e, indirectamente, impedem que os seus alunos saiam de lá culturalmente mais enriquecidos (Lourenço, 1999).

- **Após a visita**

Esta fase é tão importante como as que a antecederam. A experiência da visita pode agora ser consolidada. Também aqui, o papel do professor é essencial fazendo as pontes curriculares necessárias, discutindo as tarefas realizadas ou a realizar, esclarecendo os alunos sobre pontos dúbios. O professor poderá ainda colocar em prática as estratégias que lhe permitam uma adequada consolidação da visita. Estas poderão assumir a forma de jogos, discussões orais, dramatizações, actividades experimentais ou escritas (Lourenço, 1999).

As actividades após a visita devem reflectir a natureza variada das experiências que os alunos viveram durante a visita. Os alunos podem planear posteriormente pesquisas ou experiências baseadas naquilo que descobriram. Nas aulas seguintes, o professor deve aproveitar todas as oportunidades para fazer referência às actividades e experiências vivenciadas, reforçando e consolidando assim a aprendizagem ocorrida (Rennie e McClafferty, 1995). Anderson, Lucas e Ginns (2003) referem que as experiências vividas após a visita, em casa e no ambiente formal da escola, continuam a transformação do conhecimento individual adquirido no Museu. Esta ideia é corroborada por Santos (2002), quando refere que os visitantes vão ao Museu com uma vasta experiência e conhecimento anterior e partem com a semente do conhecimento e significado, que apenas experiências posteriores podem revelar ou suster, e por McManus (1993), quando diz que o que um indivíduo aprende de uma situação que envolve um novo conteúdo depende das experiências subsequentes que se relacionem com esse conteúdo.

O papel do professor tem, forçosamente, de mudar. Este tem de passar a ser um aprendiz constante, “agente de mudança” – que reconhece que o conhecimento é partilhado e distribuído, que gere os currículos de modo a responder às necessidades dos seus alunos, criando contextos de aprendizagem dentro e fora da escola. Tem cada vez mais de recorrer a materiais diversificados estimulando os seus alunos a pesquisar

sobre os assuntos abordados e ser capaz de transformar as suas aulas numa verdadeira comunidade de aprendizagem em que os alunos tenham um papel relevante.

3.5 – Módulos e Réplicas interactivas

Segundo alguns autores é hoje consensual que as actividades interactivas, características dos Centros de Ciência contrastantes com os objectos expostos em vitrinas dos Museus tradicionais, favorecem a aprendizagem. Como refere Caldeira e Antunes (2006) investigações efectuadas por Mueller, Riess e Sichau (2000) com visitantes que realizam experiências com réplicas[7] de instrumentos históricos mostraram que este procedimento facilitava a aprendizagem e levava a olhar o objecto sob perspectivas diversificadas e não apenas a realçar um simples aspecto ou a fazer uma aproximação didáctica como, por vezes, acontece com a simples observação do instrumento. Os mesmos autores concluíram que o uso de réplicas permite atingir outros propósitos na comunicação e ensino da Ciência:

- Servem para demonstrar a ligação entre a cultura científica e outras áreas culturais;
- São uma alternativa para mostrar instrumentos em lugares públicos;
- Permitem estudar a História da Ciência;
- Constituem excelentes oportunidades para divulgar a Ciência e a sua História.

Alguns investigadores salientam a importância da História da Ciência para contextualizar e melhorar a imagem da Ciência. Praia (1995) refere que "*a vertente histórica pode mostrar aos alunos como as conjecturas políticas, económicas e sociais são importantes, precisamente por serem momentos de transformação conceptualmente fecundos, dando uma outra perspectiva da Ciência, o que põe em causa a noção de Ciência produtora de verdades absolutas, fortemente marcada por "o" método. Sobretudo, permite passar a olhá-lo do ponto de vista institucional e social, como actividade, eminentemente, cultural e humana*".

Campos (1996), salienta que a "*História da Ciência, quando devidamente utilizada, poderá contribuir para que os alunos se apercebam que a Ciência é um empreendimento colectivo, socialmente análogo a outras actividades humanas. Poderá*

[7] A **réplica de um instrumento** não é uma cópia desse instrumento, mas um objecto interactivo mais actual que, sempre que possível, utiliza o mesmo princípio físico.

combater a visão heróica/indutivista, muito comum entre os alunos, segundo a qual a Ciência é obra de pessoas isoladas e sobredotadas".

3.6 – Os textos nas exposições de Ciência

Os textos escritos são determinantes na comunicação do Museu com o seu público. Segundo Cuesta *et al.* (2002), a utilização de uma actividade interactiva é fortemente influenciada pelo conjunto de textos, imagens e ilustrações que a acompanham. Porém, perguntas como "A quem é que nos dirigimos?", "Quem é que pretendemos atrair?", "Conseguimos produzir textos acessíveis para os visitantes?", "Quais as normas que deverão ser seguidas?", "Que grau de profundidade devem ter as explicações dos fenómenos científicos para o público em geral?", "Como tornar compreensível a linguagem por vezes tão hermética da Ciência?", "Como motivar a população para certos temas?" continuam a ser investigadas e ainda não há normas definidas mas sim recomendações de diferentes investigadores.

Os Museus e Centros de Ciência usam técnicas cada vez mais sofisticadas para promover a interpretação, a compreensão e a educação. Cada número do *Museums Journal* ou da *Museum Practice*[8] sugere novos elementos de áudio ou tecnologias multimédia como novas formas de atingir audiências restritas, abordagens inovadoras e mais funcionais de *design* e exibição.

Apesar de todo este ambiente de experimentação e inovação, não se pode menosprezar a importância dos textos escritos (legendas, instruções, explicações e até painéis escritos e ilustrativos), pois a maioria dos visitantes da maior parte dos Museus obtém a sua interpretação a partir deste material escrito.

Actualmente o maior desafio dos profissionais dos Museus e Centros de Ciência na concepção e construção de exposições deve ser o de elaborar bons conteúdos, expressos em bons textos (que são afinal uma parte da exposição), servidos por bons artifícios comunicacionais. Há regras que se aprendem e técnicas que se vão adquirindo com o exercício da profissão. Deve utilizar-se uma linguagem simples e acessível, que tente encontrar o equilíbrio para conseguir a compreensão de fenómenos observados, nem sempre simples, pelos visitantes e manter a correcção científica que não permita o reforçar das concepções alternativas dos visitantes. A mensagem tem de ser descodificada e contextualizada de modo a interessar ao maior número de visitantes e a

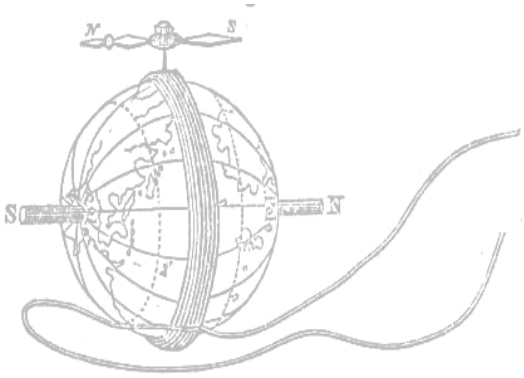
[8] http://www.museumsassociation.org/

manter o rigor de uma primeira explicação científica. Os textos longos, ou então demasiado sintéticos, eruditos, que apresentam termos desconhecidos do público em geral, ou então informação pouco relevante e interessante para esse mesmo público, acabam por dificultar a comunicação e constituir uma barreira.

Apesar de diversos investigadores discutirem as características dos textos que devem ser afixados nos Museus e concluírem que existem diferenças entre estes e os textos de divulgação reconhecem, no entanto, que também existem algumas aproximações nas suas estruturas e nas suas formas (Coxal, 1994; Ekrav, 1994; Gilmore e Sabine, 1994, cit. por Marandino, 2002). Segundo Jacobi (1998) citado por Marandino (2002) existem poucos estudos sobre os textos escritos dos Museus e Centros de Ciência. Segundo esta autora, apesar de as investigações, sobre os textos afixados nos Museus, serem escassas, muita da investigação feita nos Museus apoia-se em grande parte nestes elementos. Refere, ainda, que mesmo os visitantes que percorrem toda a exposição, não lêem tudo o que está escrito, o visitante faz escolhas e só lê o que acha importante e necessário. Este autor refere que é fundamental fazer estudos de comportamento e modos de leitura nas exposições e, considera necessário realizar investigação de avaliação dos textos através da introdução de pequenas modificações controladas.

Pesquisas efectuadas (Cuesta *et al.*, 2003) revelam que textos pequenos, com duas ou três mensagens, são os mais adequados para a maioria dos visitantes. Este autor acrescenta ainda que poucas crianças lêem os painéis explicativos, mesmo que estes sejam apelativos contendo gráficos e desenhos coloridos. Dierking & Falk (1994), através de investigações efectuadas, verificaram que as crianças interagem com as actividades interactivas antes de lerem qualquer texto, acabando por proceder à leitura quando não têm sucesso na actividade que estão a desenvolver.

Por outro lado, Thomas & Caulton (1996) defendem que uma boa sinalização direccional e textos introdutórios para cada exposição ajudam a orientação geográfica e psicológica dos visitantes. Sugerem ainda que se utilizem títulos grandes e definidos, instruções simples e claras para que a exploração das actividades seja frutífera, o que constitui um requisito essencial para a orientação intelectual.



Capítulo II

PLANIFICAÇÃO DO TRABALHO

1. O trabalho desenvolvido

Neste capítulo pretende descrever-se o estudo realizado. Este estudo, integrado numa candidatura a um projecto POCTI[9] da Fundação para a Ciência e Tecnologia: "Para um melhor papel dos Museus de Ciência na compreensão pública da Ciência", só foi possível porque houve uma grande equipa de trabalho desde a concepção à construção da exposição – entre Novembro de 2004 e Fevereiro 2005. Esta equipa, com quem tive o privilégio de colaborar, incluiu vários profissionais do Museu de Física e do Exploratório. Após a conclusão da exposição delineou-se o estudo a realizar.

O presente trabalho foi constituído por duas partes distintas:

1. Concepção da interactividade a incluir em réplicas de instrumentos de Electromagnetismo do Museu de Física que deveriam constituir a Exposição "Oriente-se! A bússola e os rumos da experiência" e elaboração dos textos que as deveriam acompanhar.
2. A segunda parte do estudo incidiu na exposição, de acordo com os objectivos específicos que nos propusemos atingir.

Numa primeira fase colaborámos na reflexão sobre a criação de interactividade nas réplicas a construir e procedemos à elaboração dos textos (instruções e explicações) que as deveriam acompanhar.

Para validação destes textos, foram ponderados os seguintes processos:

- Validação por peritos:
  – Análise crítica por dois professores universitários especialistas no tema.
- Validação por professores dos Ensinos Básico e Secundário:
  – Análise individual com posterior discussão, em grupo, numa Acção de Formação.
- Validação em contexto real por alunos, com registos de observação e aplicação de um questionário individual;

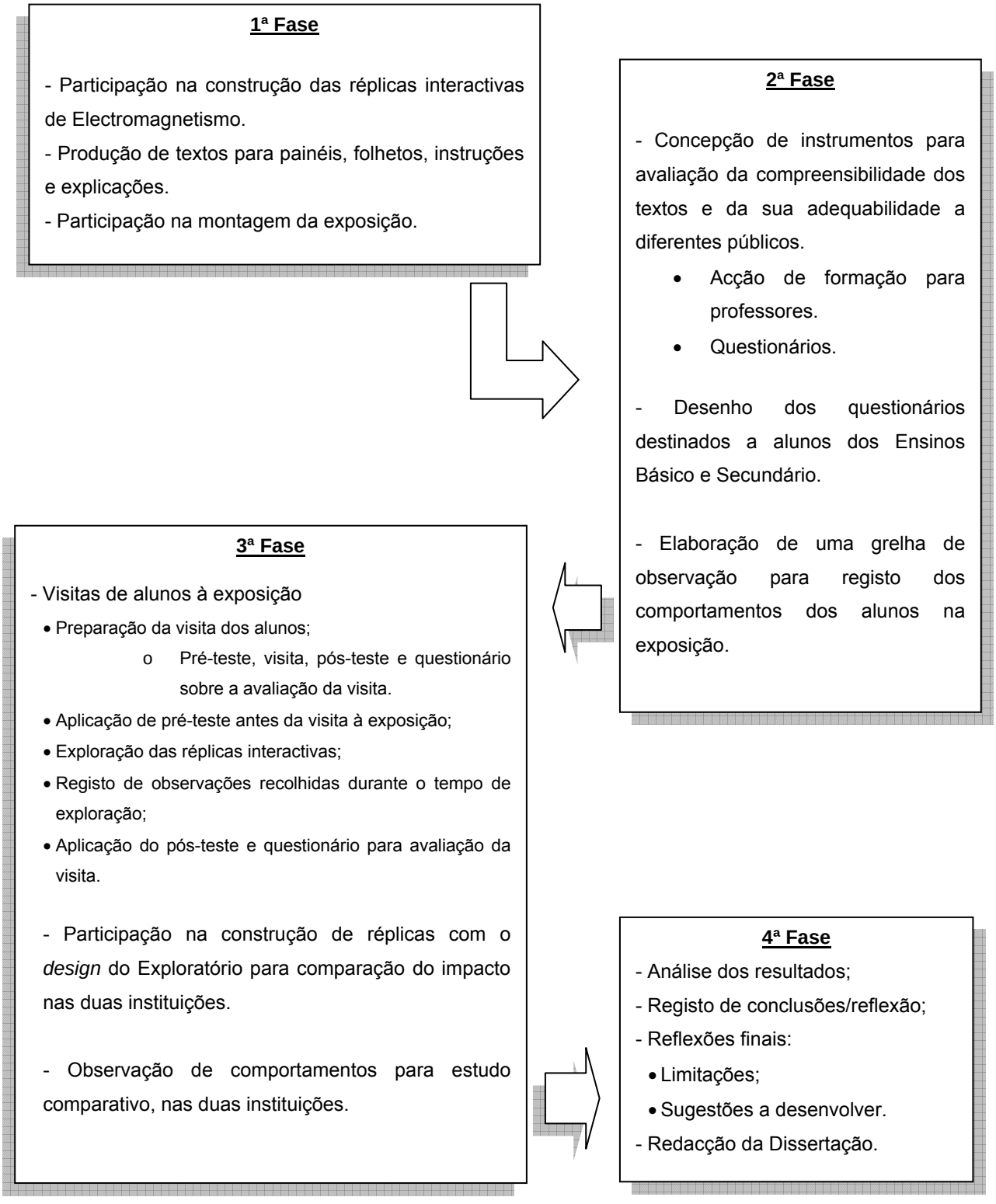
A acção de formação serviu também para testar uma estratégia para a mudança de atitudes dos professores face a visitas de estudo a Museus e Centros de Ciência.

[9] POCTI/CED/42828/2001 – "Towards a more valuable role of Science in the public understanding of Science", concluído em Janeiro de 2007.

Foi feito também, posteriormente, um pequeno estudo de impacto de réplicas idênticas com *design* diferente colocadas no Museu e no Exploratório.

Começa por dar-se a conhecer o plano de trabalho, pois para a consecução dos objectivos gerais e específicos foi desenvolvido um percurso por diferentes etapas:

Figura 2 – Plano de trabalho referente à organização global do estudo.



1.1 – A exposição "*Oriente-se! A Bússola e os rumos da experiência*"

O trabalho de concepção e construção da exposição temática ***"Oriente-se! A Bússola e os rumos da experiência"*** iniciou-se pela selecção das peças do espólio do Museu de Física. Esta selecção teve em conta a facilidade de transformação das peças em réplicas interactivas mas também o seu interesse para o público escolar, nomeadamente na sua relação com os conteúdos curriculares.

Esta exposição foi construída em parceria pelo Museu de Física e pelo Exploratório, Centro Ciência Viva de Coimbra. Esteve patente ao público durante a primeira quinzena de Março de 2005 no Museu de Física, integrada na VII Semana Cultural da Universidade de Coimbra.

Após este período o Museu colocou a referida exposição numa sala do Departamento de Física para que pudesse ser visitada pelos alunos dos Ensinos Básico, Secundário e Superior.

1.1.1 – Plano geral da exposição

A selecção dos instrumentos que se poderiam vir a tornar réplicas interactivas obedeceu a um fio condutor de modo a tornar a exposição numa unidade temática que respondesse a alguns dos conteúdos leccionados nos Ensinos Básico e Secundário.

Para tal, consultaram-se os respectivos programas de Física, tendo encontrado o assunto pretendido no 9º ano e no 11º ano, na Unidade II – Comunicações.

Transcrevemos, a seguir, as sugestões/competências para o Ensino Básico e o objecto de ensino e os objectivos de aprendizagem para o Ensino Secundário:

> ***3º Ciclo – 9º Ano: Sugestões / competências***
> *(O seu estudo justifica-se pelo uso de inúmeros aparelhos no dia-a-dia)*
>
> - *Fornecer aos alunos diferentes materiais e verificar quais são atraídos por ímanes. Realizar experiências com ímanes e limalha de ferro para introduzir o conceito de campo magnético.*
> - *Identificar objectos que usam electroímanes. Construir um electroíman rudimentar.*
> - *Proporcionar aos alunos oportunidades de produção de correntes eléctricas induzidas, estudando os factores que afectam a intensidade e o sentido dessas correntes.*

Secundário - 11º Ano- Unidade II- Comunicações

Subtema - *Comunicação de informação a curtas distâncias:*

Objecto de ensino

- *Microfone e altifalante*
- *Finalidades*
- *Campo magnético e campo eléctrico. Unidades SI.*
- *Linhas de campo*

Objectivos de aprendizagem

- *Identificar um campo magnético $\vec{B}$ como a grandeza que se manifesta através da acção que exerce sobre ímanes naturais e correntes eléctricas.*
- *Reconhecer que um campo magnético $\vec{B}$ tem a sua origem em ímanes naturais e em correntes eléctricas.*
- *Identificar zonas de campo eléctrico e magnético mais ou menos intenso e zonas de campo aproximadamente uniforme, a partir da observação de espectros eléctricos e magnéticos e da sua representação pelas respectivas linhas de campo.*
- *Interpretação das propriedades do campo eléctrico e magnético através da observação experimental de espectros ou de esquemas representativos das respectivas linhas de campo (campos criados por cargas eléctricas pontuais, cargas do mesmo sinal e de sinal contrário, placas paralelas com cargas de sinal contrário, ímanes, fio rectilíneo percorrido por uma corrente eléctrica e bobinas).*

O professor deverá verificar se o aluno é capaz de:

- *reconhecer a acção de um campo magnético sobre agulhas magnéticas*
- *reconhecer que ímanes e cargas eléctricas em movimento (correntes) originam um campo magnético*
- *visualizar as propriedades de diferentes campos magnéticos através das linhas de campo.*

Pretendia-se que as réplicas não tivessem apenas como função apresentar informação, mas proporcionar experiências compreensíveis com ligação a fenómenos do dia a dia e à História da Física. Além de essencial no Ensino Secundário, tal como é previsto no currículo oficial, esta ligação justifica-se pelo facto de o Museu de Física possuir instrumentos de elevado valor histórico e patrimonial, que são a imagem da História que relatam. Como referem Solbes e Traver (1996), o papel desempenhado pela História da Ciência no Ensino da Física pode resumir-se do seguinte modo:

1. Permite ser crítico com a imagem da Ciência e, em concreto, com as interpretações históricas que aparecem nos textos, favorecendo a construção de uma imagem de Ciência mais actual;
2. Apesar de a ideia de paralelismo entre as concepções dos alunos e as concepções existentes ao longo da História ter sido contestada, pode-se extrair da História informações sobre as dificuldades dos alunos, a partir dos obstáculos existentes ao longo da História da Ciência;
3. Favorece a selecção de conteúdos fundamentais da disciplina em função dos conceitos estruturais para introduzir novos conhecimentos e superar obstáculos epistemológicos;
4. Permite extrair da História os problemas significativos e colocar os alunos em situação de os resolverem e, assim, reconstituir a construção dos conhecimentos científicos;
5. Permite mostrar a existência de grandes crises no desenvolvimento da Física, mostrar o carácter tentativo da Ciência e, assim, favorecer a mudança conceptual;
6. Possibilita mostrar o carácter hipotético e tentativo da Ciência, mostrar as limitações das teorias, os problemas pendentes de solução, etc.;
7. Pode-se mostrar a Ciência como construção humana, colectiva, fruto do trabalho de muitas pessoas, para evitar a ideia de Ciência feita, basicamente, por génios, na sua maioria homens;
8. Permite mostrar as interacções Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), não apenas do presente como, também, ao longo da História, o que facilita a compreensão da sua evolução;
9. Permite melhorar as atitudes dos alunos face à Ciência e à sua aprendizagem.

Apesar de tudo isto, por circunstâncias ligadas à organização da exposição, que nos foram alheias, não pudemos colaborar na redacção dos painéis onde foi inserida a ligação à História da Física, pelo que a investigação não contemplou essa componente da informação escrita. Apenas se inquiriu sobre a sua utilidade aos professores e duas das respostas aos questionários, aplicados aos alunos, necessitavam da informação aí descrita.

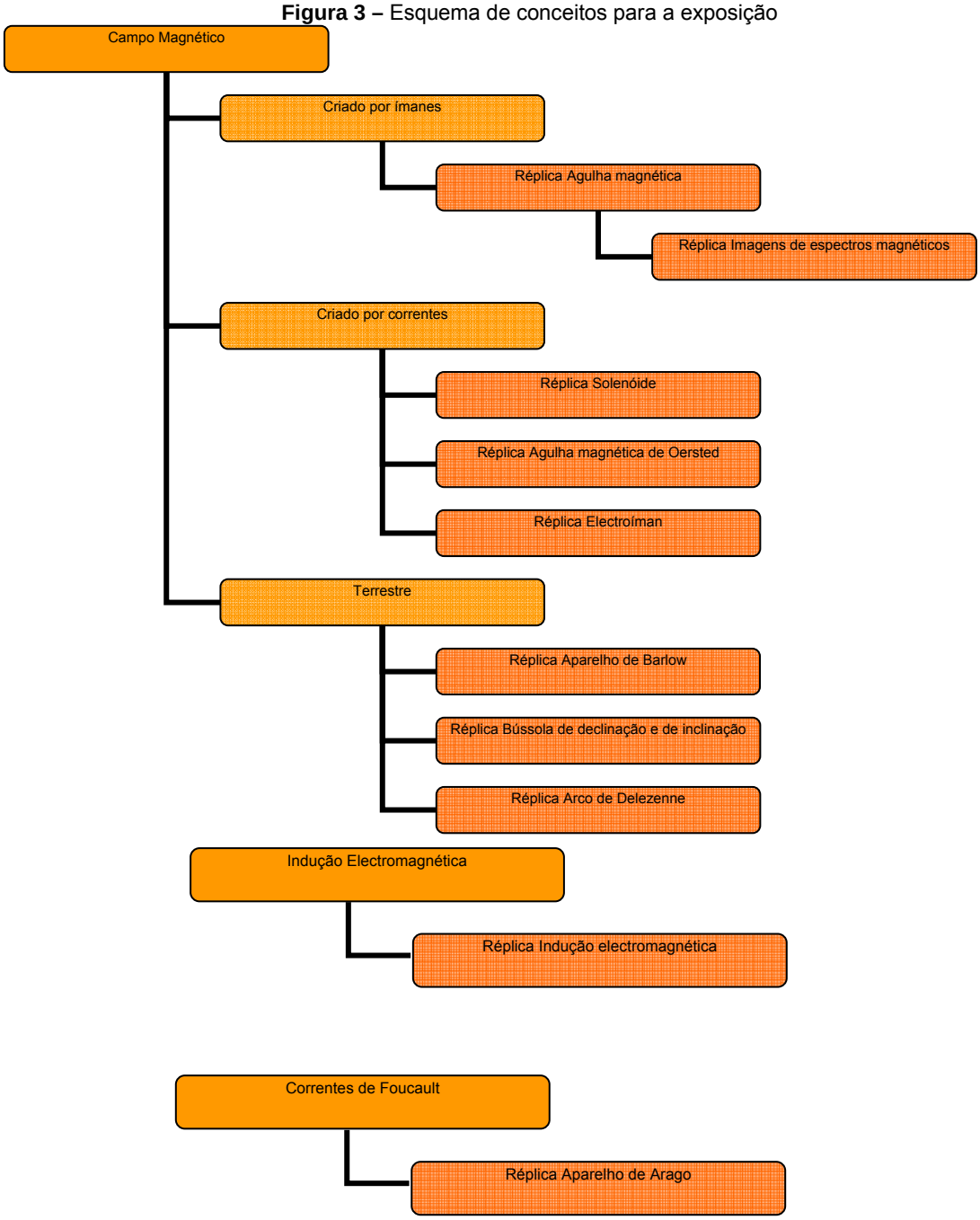
Conforme a literatura sobre a temática aconselha, tiveram-se em conta as três variáveis que podem ser medidas sem a intromissão da experiência educacional dos visitantes: poder de atracção, poder de retenção e poder de interacção (Boisvert e Slez, 1995; Lucas, 1983).

O poder de atracção é geralmente definido como o número ou percentagem de visitantes que entram numa exposição ou observam um módulo em particular durante mais de cinco segundos.

Por sua vez, o poder de retenção expressa-se através do tempo médio que o visitante despende enquanto observa ou interage com o módulo, enquanto que o poder de interacção consiste no número de trocas consecutivas entre as operações sugeridas pelo módulo e as acções preconizadas pelo visitante.

Assim, após alguma investigação, optou-se por seguir o esquema de conceitos:

Figura 3 – Esquema de conceitos para a exposição



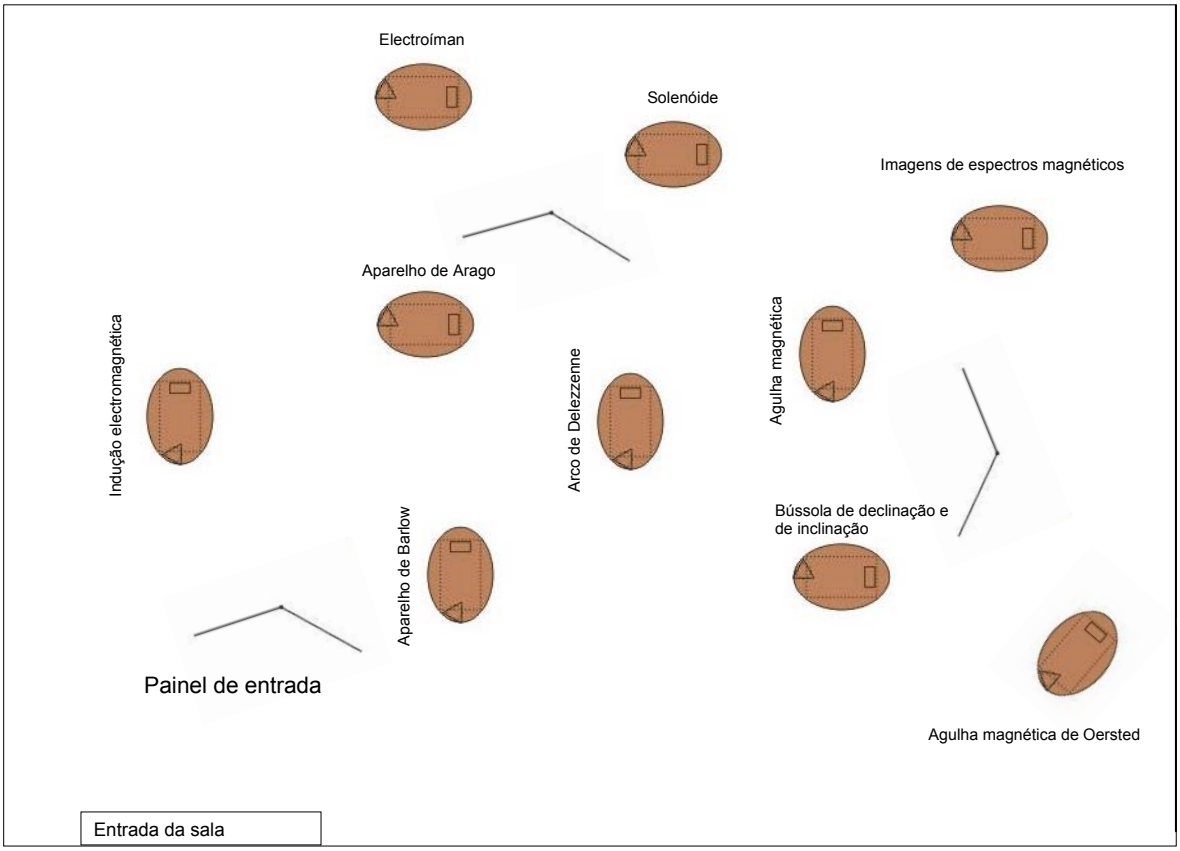
1.1.2 – As réplicas de Electromagnetismo e os textos que as acompanham

Numa tentativa de dar a conhecer a exposição começamos por apresentar uma descrição sumária de cada réplica ou actividade construída, seguida da versão final dos textos elaborados. Cada uma das réplicas foi complementada com instruções (o que fazer), textos explicativos a dois níveis de profundidade ("Então?" e "E mais…"), e ainda painéis com alguma informação histórica e enquadramento do instrumento científico (Anexo 1). Este trabalho foi apoiado por resultados e recomendações encontrados na literatura da especialidade sobre aprendizagem dos tópicos científicos de Electromagnetismo, bem como de aprendizagem nos contextos mencionados e compreensão de textos científicos.

Para a colocação das instruções e explicações foram concebidos e construídos prismas triangulares em que numa das faces se colocaram as instruções que foram resumidas ao mínimo necessário para a execução das réplicas de acordo com os objectivos previamente definidos. Nas outras faces do prisma surgem explicações a dois níveis: "Então?" e "E mais…".

O esquema seguinte mostra a organização da exposição na sala do Departamento de Física da Universidade de Coimbra:

Figura 4 - Disposição das réplicas da exposição na sala do Departamento de Física.



Agulha magnética – Actividade em que se pretende que os alunos compreendam o tipo de materiais que são atraídos por ímanes.

Instrução

- Aproximar um dos pólos do íman de cada um dos objectos apoiados nos suportes giratórios. *Como se comporta cada um destes objectos sob acção do íman? E depois de afastar o íman?*

- Repetir, aproximando o outro pólo do íman.

Figura 5 – Fot. da réplica "Agulha magnética".

E então?

Os ímanes ou magnetes são objectos que têm a propriedade de atrair alguns objectos metálicos. São exemplos objectos de ferro e de aço. Deste modo, é possível atrair a agulha magnética (que contém ferro), mas não as agulhas de latão e de alumínio.

Qualquer íman apresenta sempre dois pólos de natureza diferente – os pólos Norte e Sul –, na vizinhança dos quais o seu efeito se faz sentir mais intensamente.

A agulha magnética é um íman que nos permite orientar em relação aos pólos Norte e Sul da Terra.

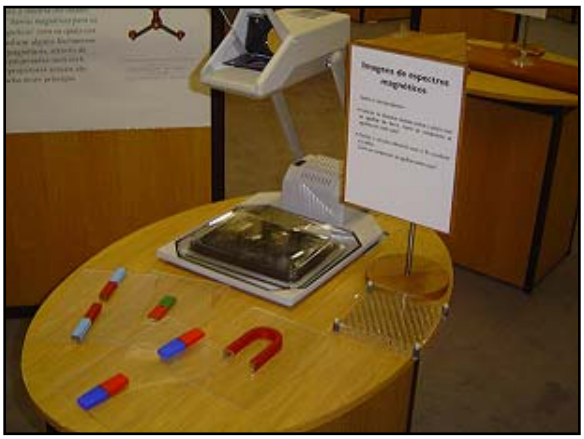
Entre ímanes pode haver atracções ou repulsões. As extremidades de um íman - pólos magnéticos - pintadas geralmente de cor diferente, repelem-se quando são do mesmo tipo e atraem-se se forem de tipo diferente, ou seja, pólos do mesmo nome repelem-se (N-N e S-S), pólos de nomes diferentes (N-S) atraem-se.

E mais...

Um íman exerce interacções à distância, fazendo sentir a sua acção não só sobre outro íman, mas também sobre objectos que têm na sua constituição materiais ferro-magnéticos (ferro, níquel, cobalto ou gadolínio). Colocando na sua vizinhança uma agulha magnética ou outro íman, verifica-se que estes se orientam de certo modo. Em toda a região em que as interacções magnéticas se fazem sentir, pode afirmar-se que existe um **campo magnético** $\vec{B}$ criado pelo íman.

O campo magnético terrestre é o responsável pela orientação da agulha magnética numa determinada direcção: **Norte-Sul**.

Imagens de espectros magnéticos **–** Nesta actividade pretende-se que os alunos visualizem as linhas do campo magnético criado por ímanes com diferentes formas.



Instrução

Sobre o retroprojector:

- Colocar os diversos ímanes sobre a placa com as agulhas de ferro. *Como se comportam as agulhas em cada caso?*
- Fechar o circuito eléctrico com o fio condutor e a pilha.

Como se comportam as agulhas neste caso?

Figura 6 – Fot. da réplica "Imagens de espectros magnéticos".

E então?

Colocando na vizinhança de ímanes, limalha ou agulhas de ferro, verifica-se que as partículas de ferro ou as agulhas se orientam de certo modo.

Ímanes de várias formas ou associações de ímanes podem originar efeitos magnéticos diferentes.

Estes efeitos também podem ser observados com correntes eléctricas.

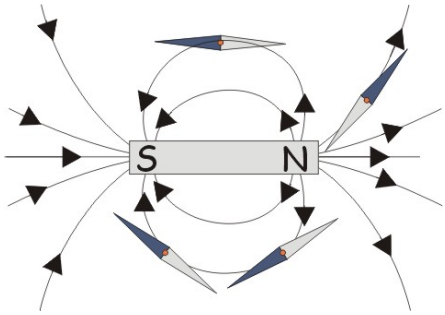
E mais...

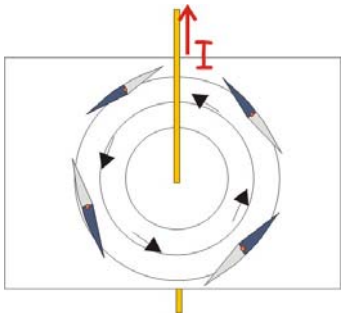
Os campos magnéticos são devidos a correntes eléctricas (a nível macro ou microscópico) e/ou ao momento magnético intrínseco dos electrões (spins não compensados).

O campo magnético $\vec{B}$ criado por ímanes ou correntes eléctricas pode ser comprovado observando os espectros magnéticos da limalha ou de agulhas de ferro colocadas na sua vizinhança.

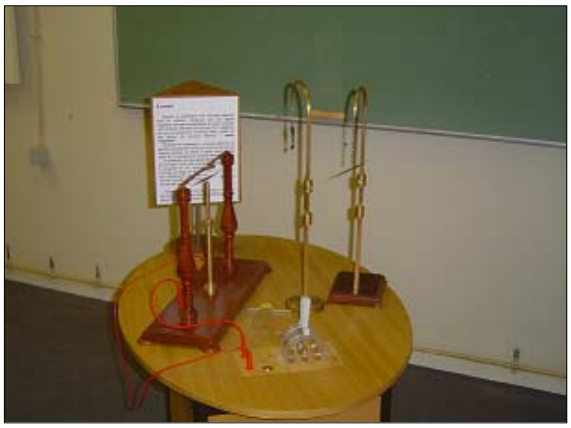
A intensidade, direcção e sentido do campo magnético pode também representar-se pelas **linhas de campo**. Estas são tangentes em cada ponto ao vector $\vec{B}$ e têm o sentido de $\vec{B}$. O número de linhas por unidade de área é proporcional à intensidade do campo.

Nas figuras estão representadas linhas de campo magnético criadas por um íman e por uma corrente eléctrica.





Agulha magnética de Oersted – Actividade em que se pretende que os alunos percebam que correntes eléctricas criam campos magnéticos, tendo a possibilidade de aplicar a regra do observador de Ampère para a determinação do sentido do campo magnético.



Instrução

- Orientar o aparelho de forma que a agulha magnética fique alinhada com o condutor (fio) metálico, que lhe está acima.

- Ligar o interruptor de modo que se estabeleça corrente eléctrica no condutor metálico. *O que se observa?*

Figura 7 - Fot. da réplica "Agulha magnética de Oersted".

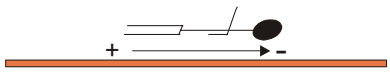
- Repetir a experiência, mudando a posição do interruptor, de modo a inverter o sentido da corrente eléctrica. *Que diferença se observa?*

- Repetir os procedimentos anteriores, aproximando do fio metálico, a agulha suspensa do suporte e o par de agulhas.

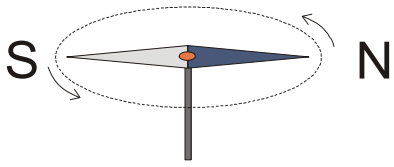
E então?

Quando se estabelece uma corrente eléctrica num fio metálico, verifica-se que uma agulha magnética nas suas proximidades se move tomando uma direcção diferente da direcção N-S magnética em que se encontrava. Torna-se, assim, visível um dos efeitos da corrente eléctrica – **efeito magnético**.

Enquanto se estabelece a corrente eléctrica, as agulhas colocadas por cima e por baixo do fio sofrem desvios opostos. O desvio é tanto maior quanto maior for a intensidade da corrente eléctrica.



A orientação de cada agulha depende do sentido da corrente: o pólo Norte da agulha desloca-se para a esquerda de um observador colocado ao longo do fio, com a face voltada para a agulha de modo que o sentido da corrente seja dos pés para a cabeça.



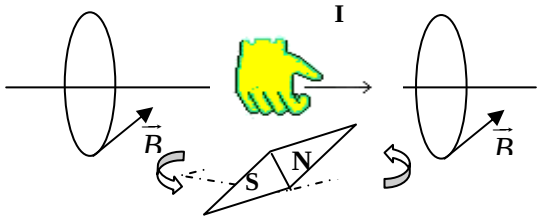
Quando se aproxima do fio condutor, o conjunto das duas agulhas ligadas (sistema astático) desvia-se sempre perpendicularmente ao fio.

E mais…

Uma corrente eléctrica origina um campo magnético. Este, sobrepondo-se ao campo magnético terrestre, é o responsável pelo movimento de cada agulha. Se substituirmos uma agulha por um sistema de agulhas astático, este orienta-se de acordo com o campo magnético criado apenas pela corrente eléctrica no fio condutor, uma vez que não sofre a influência do campo magnético terrestre.

As linhas do campo magnético, $\vec{B}$, criado pela corrente eléctrica são circunferências centradas no eixo definido pelo fio condutor e podem ser determinadas a partir da *regra de Ampère* ou *regra da mão-direita*:

- tendo a mão direita fechada com o polegar esticado e a apontar no sentido convencional da corrente (do positivo para o negativo), os outros quatro dedos indicam o sentido das linhas do campo magnético.



Solenóide – Esta actividade é um complemento da anterior, pois pretende-se igualmente que o aluno visualize que uma corrente eléctrica cria um campo magnético e distinga a diferença de orientação do campo no interior e no exterior do solenóide.

Instrução

- Introduzir na bobina a placa com as agulhas magnéticas e ligar o interruptor. *Como se comporta cada uma das agulhas?*

- Colocar a placa no exterior da bobina, ligar o interruptor e observar as agulhas.

Figura 8 - Fot. da réplica "Solenóide".

- Inverter o sentido da corrente eléctrica e proceder como anteriormente. *Que diferenças se observam?*

E então?

Quando se estabelece uma corrente eléctrica num solenóide, este comporta-se como um íman. A cada um dos topos nos extremos do solenóide corresponde um pólo magnético.

Conforme o sentido da corrente eléctrica que se estabelece no solenóide, um dos topos comporta-se como pólo Norte, atraindo o pólo Sul da agulha magnética (fig.I), e o outro como pólo Sul, repelindo o pólo Sul da agulha (fig.II).

I II

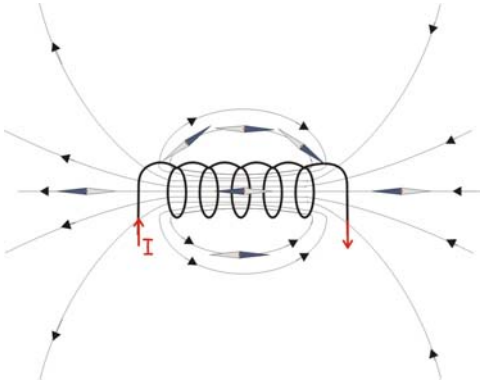
Pelo facto de se estabelecer uma corrente eléctrica na bobina, as agulhas magnéticas orientam-se de modo diferente no interior e no exterior da bobina.

E mais...

A corrente eléctrica que se estabelece numa bobina origina um campo magnético. No interior do solenóide o campo magnético é praticamente uniforme, ficando, por isso, as agulhas alinhadas. No exterior, as agulhas orientam-se como se estivessem na presença de uma barra magnética.

Na figura visualiza-se o vector campo magnético $\vec{B}$, através das respectivas linhas de campo.

N



Electroíman de Pouillet – Actividade em que o aluno pode visualizar que uma corrente eléctrica produz um campo magnético. Pode também perceber quais os efeitos de uma força magnética.

Figura 9 - Fot. da réplica "Electroíman".

Instrução

- Ligar o interruptor.
- Levantar a plataforma, suspendendo-a no electroíman.
- Colocar sacos, um a um, sobre a plataforma. *Qual a intensidade da força que fez cair a plataforma?*
- Repetir o procedimento anterior até encontrar a intensidade máxima da força atractiva do electroíman.

E então?

Enrolando um fio condutor em que se estabelece uma corrente eléctrica, à volta de uma barra ou de um cilindro de ferro macio (como por exemplo, um prego ou um parafuso), obtém-se um **electroíman**. Verifica-se que ele se comporta como um íman temporário enquanto existe corrente.

A força atractiva exercida por este electroíman sobre a armadura de ferro permite suster corpos de grande peso.

E mais...

O campo magnético de um electroíman depende da intensidade da corrente eléctrica no enrolamento e do número de espiras deste.

Pode duplicar-se a sua força atractiva dando ao núcleo (barra ou cilindro de ferro macio) a forma de ferradura, colocando os dois ramos deste dentro de duas bobinas onde o fio foi enrolado passando sem descontinuidade de uma bobina para a outra.

A força atractiva do electroíman é directamente proporcional ao quadrado da intensidade do campo magnético e à área da secção da superfície de contacto do núcleo com a armadura.

A capacidade de os electroímanes magnetizarem os seus núcleos por acção da corrente e a sua desmagnetização instantânea quando o circuito se interrompe é aplicada em vários aparelhos: campainhas, disjuntores, guindastes magnéticos, motores eléctricos, etc.

Arco de Delezenne – Pretende-se com esta actividade que o aluno assista e verifique que existe produção de corrente eléctrica proporcionada pela variação do campo magnético.

Figura 10 - Fot. da réplica "Imagens de espectros magnéticos".

Instrução

- Orientar o arco segundo a direcção N-S do campo magnético, indicada pela direcção da agulha da bússola de declinação.
- Rodar o arco rapidamente e observar o que acontece no galvanómetro.
- Repetir, rodando o arco em sentido contrário.
- Repetir os procedimentos anteriores, com o arco colocado numa posição que faça cerca de 55º com a horizontal (inclinação magnética de Coimbra).

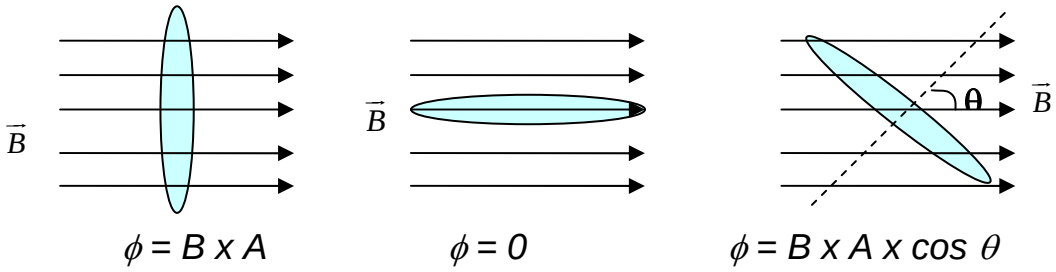
E então?

Este arco é um enrolamento de um fio condutor eléctrico (bobina). Quando rodamos rapidamente o arco, observa-se um desvio da agulha do galvanómetro, o que mostra que se produziu uma corrente de curta duração.

Esta surgiu devido apenas ao magnetismo terrestre.

E mais…

O fluxo magnético, ϕ, que atravessa uma espira de área A, depende da intensidade do campo magnético, $\vec{B}$, da área (A) da espira e da sua orientação relativamente às linhas de campo.



Sempre que há uma variação do fluxo magnético, é induzida uma corrente na bobina colocada no campo magnético.

Nesta experiência, a variação de fluxo deve-se ao movimento da bobina no campo magnético terrestre.

Aparelho de Barlow – Pretende-se com esta actividade mostrar um modelo do campo magnético terrestre e, com base no que o visitante eventualmente sabe, ou por leitura das explicações anexas ao modelo exposto, criticar a teoria que ele representa, face ao que é hoje cientificamente aceite, contribuindo, assim, para a compreensão do carácter dinâmico do conhecimento científico.

Instrução

- Ligar o interruptor de modo a estabelecer corrente eléctrica na bobina à volta do equador. *Como se comporta cada uma das agulhas nos suportes laterais? E a agulha de inclinação?*

- Rodar o globo 180º e proceder como anteriormente. *Que diferenças se observam no comportamento das agulhas?*

Figura 11 - Fot. da réplica "Imagens de espectros magnéticos".

E então?

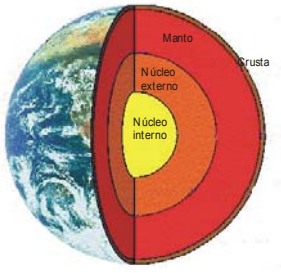
Quando se estabelece uma corrente eléctrica na bobina à volta do equador do globo, esta comporta-se como um íman, simulando o comportamento magnético da Terra.

As agulhas magnéticas nos suportes laterais orientam-se de modo diferente conforme se encontram nas proximidades do hemisfério Norte ou do hemisfério Sul.

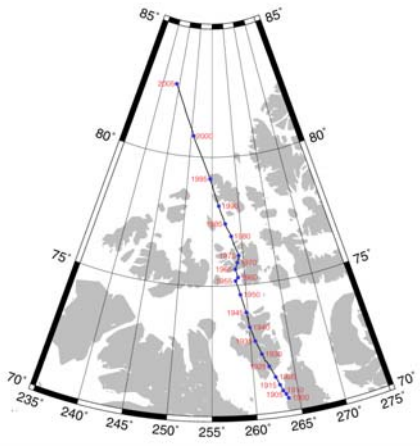
A agulha magnética de inclinação colocada nos pólos magnéticos desvia-se formando um ângulo de 90º com a horizontal, com sentido diferente conforme se trata do pólo Norte (inclinação magnética +90º) ou do pólo Sul (inclinação magnética – 90º). É nula a inclinação no equador magnético.

E mais...

O desenvolvimento dos estudos experimentais sobre o Electromagnetismo permitiu o aparecimento de modelos que tentam explicar a origem do magnetismo terrestre. Embora não se saiba ainda, exactamente a sua origem, há consenso geral de que o campo magnético terrestre é produzido por correntes no núcleo externo da Terra.



Embora o campo magnético terrestre se possa considerar aproximadamente dipolar, os pólos magnéticos não coincidem com os pólos geográficos e a sua localização não se mantém ao longo do tempo. A figura mostra como tem variado a posição do pólo Norte magnético.



Bússola de inclinação e declinação – Actividade em que se pretende que os alunos compreendam o funcionamento das bússolas (a orientação que naturalmente tomam as agulhas magnéticas deve-se ao magnetismo terrestre).

Instrução

- Fazer coincidir a linha N-S da bússola de declinação (na horizontal) com a direcção N-S geográfico indicada na mesa.

- Medir a declinação magnética, lendo o ângulo que a direcção da agulha magnética forma com a linha N-S da bússola de declinação.

Figura 12 - Fot. da réplica "Bússola de inclinação e declinação".

- Medir a inclinação magnética, lendo o ângulo que a direcção da agulha magnética vertical forma com a horizontal, quando está colocada segundo a direcção N-S magnético.

E então?

A Terra, com os seus pólos magnéticos próximos dos pólos geográficos Norte e Sul, exerce sobre a agulha magnética uma acção semelhante à de um íman.

Em cada lugar, uma agulha magnética suspensa, perfeitamente livre, orienta-se, com uma certa inclinação, numa determinada direcção: direcção N-S magnética.

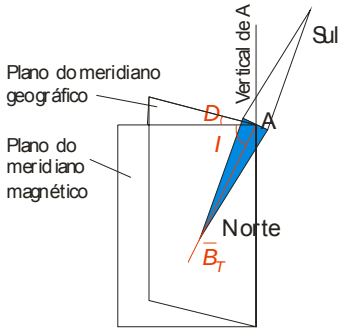
A agulha da bússola vertical (de inclinação) permite medir o ângulo que o seu eixo faz com a horizontal, ou seja, a inclinação magnética do lugar onde se encontra, enquanto que a da bússola horizontal (de declinação) permite medir o afastamento entre o Norte magnético e o Norte geográfico.

Dados para a cidade de Coimbra, em 2004 (informação do Observatório Magnético de Coimbra):

- declinação magnética = (-) 4º 5,2', ou seja, para W
- inclinação magnética = (+) 55º 0,8'

E mais…

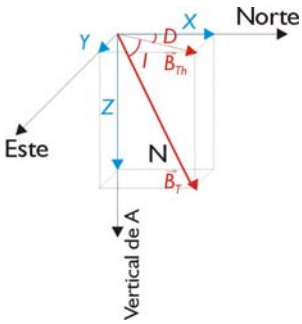
A acção directriz da Terra sobre uma agulha magnética num lugar A é atribuída ao campo magnético terrestre, $\vec{B}_T$, nesse lugar. O sentido deste vector é, por convenção, o sentido de Sul para Norte indicado pela agulha magnética. Em cada lugar A, a direcção de $\vec{B}_T$ (a do eixo magnético da agulha) fica definida determinando:



- a **declinação magnética** (*D*) – ângulo que o plano do meridiano magnético (plano vertical que contém $\vec{B}_T$) faz com o plano do meridiano geográfico de A (que contém a vertical de A e os pólos N e S geográficos);

- a **inclinação magnética** (*I*) – ângulo que o eixo magnético da agulha (e $\vec{B}_T$) faz com a horizontal.

É habitual utilizar-se um referencial cartesiano para representar as componentes do campo magnético terrestre: vertical (Z), S-N (X) e O-E (Y). Estas duas últimas definem a componente horizontal $\vec{B}_{Th}$ que tem a direcção e sentido da agulha da bússola de declinação.



Indução electromagnética – Nesta actividade, o aluno pode recriar a actuação de Faraday na demonstração da indução electromagnética. Espera-se que o aluno entenda que a variação do campo magnético provoca uma corrente eléctrica, e que a presença de uma corrente eléctrica variável cria um campo magnético. O visitante pode mover um magnete dentro de uma bobina e verificar o estabelecimento de uma corrente eléctrica na bobina exterior; pode mover uma bobina, onde se estabeleceu uma corrente contínua, dentro de outra ou, conservando aquela sempre na mesma posição, variar a intensidade da corrente nela estabelecida, verificando igualmente o aparecimento de corrente eléctrica na bobina exterior.

Instrução

1. Usando um íman e a bobina de maior diâmetro ligada a um galvanómetro:

- Movimentar, rapidamente, o íman dentro da bobina. *O que se observa no galvanómetro?*

2. Introduzindo na bobina de maior diâmetro a outra bobina e premindo o botão:

Figura 13 – Fot. da réplica "Indução electromagnética".

- Movimentar, cuidadosamente, a bobina interior, depois de estabelecer uma corrente eléctrica nesta bobina, colocando o cursor do reóstato na posição $I_{máx}$ e fechando o interruptor. *O que se observa no galvanómetro?*
- Sem mover a bobina interior, fechar o interruptor. *O que se observa no galvanómetro?*
- Sem mover a bobina interior, abrir o interruptor. *Que diferenças se observam no galvanómetro quando se liga ou desliga o interruptor?*
- Com o interruptor fechado, mover, rapidamente, o cursor do reóstato. *O que se observa no galvanómetro?*

E então?

Quando se movimenta, rapidamente, um íman dentro de uma bobina, consegue-se obter uma corrente eléctrica **(corrente induzida)**.

Intercalando no circuito um galvanómetro, verifica-se que o ponteiro ora se desvia para a esquerda ora se desvia para a direita, sempre que se aproxima e se afasta o íman da bobina. O mesmo acontece se, em vez do íman, usarmos outra bobina em que se estabeleceu uma corrente eléctrica e a movermos ou fizermos variar a intensidade da corrente.

*Ao íman ou à bobina interior dá-se o nome de **indutor** e a bobina exterior chama-se o **induzido**.*

O efeito que permite a obtenção de correntes induzidas designa-se por **indução electromagnética**.

E mais…

À custa do movimento relativo do indutor e do induzido ou de uma corrente eléctrica variável no circuito indutor, é possível obter um campo magnético, variável ao longo do tempo, que tem como consequência o aparecimento de uma força electromotriz induzida nos terminais da bobina.

Ao ligarmos o interruptor a intensidade da corrente eléctrica na bobina interior varia de zero até um certo valor, criando na sua vizinhança, um campo magnético que vai aumentando. Durante este curto intervalo de tempo, o campo magnético variável provoca na bobina exterior uma corrente que é detectada pelo galvanómetro, através do desvio da agulha num dos sentidos.

Variar um campo magnético numa espira de uma bobina significa variar a densidade de linhas de força e, consequentemente, o fluxo magnético que a atravessa. São as variações de fluxo que originam a força electromotriz.

O módulo da força electromotriz, ε, induzida numa espira de um condutor metálico é igual à variação do fluxo magnético, $\Delta\phi$, por intervalo de tempo, Δt - Lei da indução electromagnética ou Lei de Faraday:

$$\varepsilon = \frac{\Delta\phi}{\Delta t}$$

Aparelho de Arago – Nesta actividade espera-se que o aluno entenda que uma corrente eléctrica variável produz um campo magnético.

Figura 14 - Fot. da réplica "Aparelho de Arago".

Instrução

- Rodar o disco de cobre e observar o que acontece à agulha magnética.
- Repetir, rodando o disco no sentido contrário.

E então?

Tal como se consegue obter uma corrente eléctrica num fio condutor, movimentando rapidamente um íman dentro de uma bobina, também se pode estabelecer uma corrente eléctrica numa placa metálica.

Quando o disco de cobre é posto a rodar, a agulha magnética roda, também, no mesmo sentido, por influência das correntes circulares produzidas.

E mais…

Devido à acção do campo magnético da agulha, são induzidas no disco correntes eléctricas que, por sua vez, vão ser fontes de um campo magnético. Este interage com o campo magnético da agulha e produz-se um efeito de travagem.

Estas correntes circulares, induzidas em corpos metálicos maciços designam-se por **correntes de Foucault** e são normalmente indesejáveis, por produzirem aquecimento e perda de potência.

Contudo, podemos ver aplicações muito curiosas deste fenómeno como, por exemplo, no amortecimento das oscilações dos ponteiros das balanças, no sistema de travagem dos comboios e nos velocímetros dos automóveis.

Por sua vez, o efeito térmico destas correntes é aproveitado nos fogões com placa, onde um campo magnético variável produz correntes induzidas num tacho metálico, sem que a placa sofra aquecimento, uma vez que não é de metal.

2 – Validação dos materiais construídos e outros estudos

Os textos elaborados foram validados numa primeira fase, por especialistas, dois professores universitários, que sugeriram algumas correcções. Nesta fase do trabalho não se elaborou qualquer grelha ou outro instrumento de avaliação específico.

Foram depois reformulados, tendo em conta as recomendações destes peritos. Numa segunda fase, os textos já reformulados, bem como as próprias réplicas da exposição foram validados por professores dos Ensinos Básico e Secundário durante uma Acção de Formação.

2.1 – A Acção de Formação

A acção de formação foi intitulada "O Museu como um ambiente de aprendizagem não formal: preparação de uma visita".

Esta acção teve como objectivos gerais:

- Cooperar com os professores na resolução de problemas suscitados pelas visitas de estudo a Museus/Centros de Ciência.
- Problematizar o papel de uma visita de estudo a um Museu/Centro de Ciência.
- Propor novas metodologias para a organização de visitas de estudo a Museus/Centros de Ciência.
- Reflectir sobre o papel do professor numa visita de estudo a um Museu de Ciência.
- Familiarizar os professores com o espaço, os instrumentos científicos e as réplicas interactivas.

Consideraram-se como objectivos específicos:

- Observação de impacto e dificuldades de exploração das réplicas.
- Avaliação dos textos de instruções e explicações do funcionamento das réplicas.

Para a realização da acção concebeu-se um desdobrável que se enviou para escolas da cidade e arredores (Anexo 2).

2.1.1 - Caracterização da amostra dos professores

Frequentaram a acção de formação 19 professores, pertencentes a 8 escolas: Escola Secundária Avelar Brotero - Coimbra; Escola Secundária da Lousã; Escola Secundária com 3º Ciclo Dr. Bernardino Machado – Figueira da Foz; Escola Secundária com 3º Ciclo Gomes Anes Bandarra – Trancoso; Escola Básica 2,3 e Secundária João Garcia Bacelar – Tocha; Escola Básica 2,3 D. Inês de Castro – Coimbra; Escola Básica 2,3 Dr. Daniel de Matos – Vila Nova de Poiares e Escola Básica 2,3 Martim de Freitas – Coimbra.

O grupo de professores que participou na acção era maioritariamente do sexo feminino (78,9%).

A faixa etária era bastante larga: 6 professores com idades compreendidas entre os 25 e os 30; 6 com idades compreendidas entre os 31 e os 40; 5 com idades compreendidas entre os 41 e os 50 e 2 com mais de 50 anos.

Tabela 2 - Distribuição percentual das idades dos professores.

25 a 30 anos	31,6
31 a 40 anos	31,6
41 a 50 anos	26,3
Mais de 50 anos	10,5

Relativamente à experiência profissional a tabela seguinte apresenta a distribuição percentual dos anos de docência.

Tabela 3 - Distribuição percentual dos anos de docência dos professores.

Menos de 1 ano	15,8
1 a 5	15,8
6 a 10	10,5
11 a 15	21,1
Mais de 15	36,8

O gráfico abaixo mostra a distribuição dos níveis de ensino leccionados pelos professores nos últimos quatro anos lectivos.

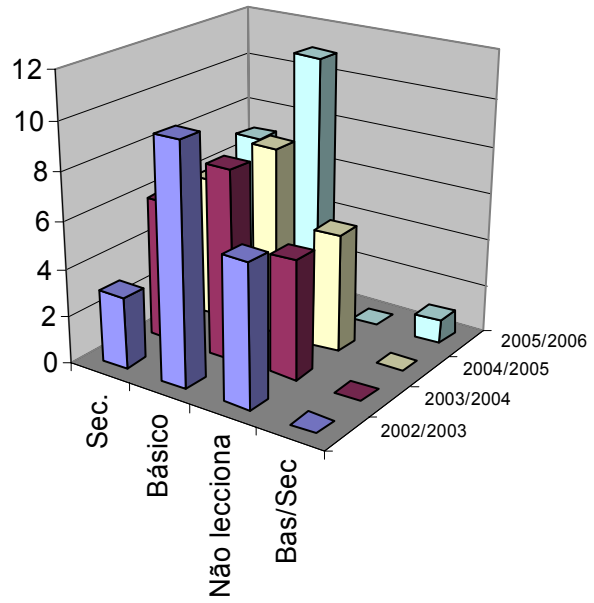


Figura 15 – Gráfico dos níveis de ensino leccionados pelos professores nos últimos quatro anos lectivos.

Dos 19 professores que participaram na acção de formação apenas 3 (16%) já tinham tido alguma formação em preparação de visitas de estudo a Centros Interactivos de Ciência. Dos professores supracitados, 2 obtiveram essa formação em acções de formação promovidas pelo Exploratório, Centro Ciência Viva de Coimbra e um através de leitura de livros, artigos e Internet.

Todos os professores já tinham visitado um Museu ou Centro Interactivo de Ciência, 15 (78,9%) visitaram Museus e Centros apenas em Portugal, 4 (21,1%) visitaram Museus e Centros Interactivos de Ciência em Portugal e no Estrangeiro. O que parece comprovar a opinião de Bragança Gil (1999) que cada vez mais os Museus e Centros de Ciência chegam a mais e mais pessoas: "hoje em dia, vamos almoçar ao Museu, entramos em exposições bem iluminadas, os objectos são expostos contextualmente para que aprendamos mais e melhor, assistimos a uma palestra ou a uma sessão multimédia, navegamos na INTERNET e ainda podemos comprar um *souvenir…*".

Na tabela 4 estão descritos os CC e MC mais visitados por estes professores em Portugal e no estrangeiro.

Tabela 4 – Distribuição percentual dos C.C. e/ou M.C. mais visitados pelos professores.

Visionarium	78,9
Exploratório	73,7
Pavilhão do Conhecimento	63,2
Centro Multimeios de Espinho	15,8
Museu de Ciência de Lisboa	10,5
Museu de Física	10,5
Planetário de Lisboa	10,5
Museu de Ciência de Faro	5,3
Fábrica Ciência Viva	5,3
Centro Ciência Viva de Vila do Conde	5,3
Centro Ciência Viva de Estremoz	5,3
Parque Biológico de Gaia	5,3
Museu da Ciência e da Técnica	5,3
Casa de Ciência da Coruña	5,3
Domus Coruna	5,3
Lavillete	5,3
Outros	10,5

2.1.2 – Planificação da Acção de Formação

A acção foi planeada para um dia (7 horas), no Museu de Física, e abriram-se inscrições para professores de Ciências Físico-Químicas dos Ensinos Básico e Secundário.

Apresenta-se em baixo o programa da acção de formação:

Tabela 5 – Programa da Acção de Formação dos professores.

9:00 h	Entrega de documentação
9:30 h	"Os museus como ambientes de aprendizagem não formal" Doutora Helena Caldeira
10:15 h	"A História da Física no ensino" Doutora Maria da Conceição Ruivo
10:45 h	"História do Museu de Física" Doutora Ermelinda Antunes
11:15 h	Exploração de réplicas de Óptica
12:35 h	Almoço
14:00 h	Visita ao Museu de Física
14:45 h	Exploração das réplicas da exposição "Oriente-se"
16:30 h	Apresentação e discussão dos trabalhos de grupo
17:30 h	Encerramento

No início da acção pediu-se aos professores que preenchessem um questionário (Anexo 3). Utilizaram-se os instrumentos de análise concebidos por Paula Cruz (2004) com pequenas adaptações ao nosso caso específico. O questionário sobre visitas a Museus e Centros Interactivos de Ciência foi utilizado com os objectivos de promover alguma reflexão para o tema, motivar para a acção e possibilitar alguma recolha de informação sobre quais as ideias e crenças que os professores possuíam e, se possível, proceder a alguma comparação com o estudo anteriormente feito. O questionário é constituído por três partes: uma primeira para caracterização da amostra, a segunda com questões sobre visitas de estudo em geral e a terceira sobre visitas de estudo a Centros de Ciência Viva e/ou Museus de Ciência.

No final da acção de formação foi solicitado aos professores que preenchessem um outro questionário semelhante ao inicial, apenas salientando as intenções futuras (Anexo 4).

2.1.3 – Descrição da Acção de Formação

A acção de formação iniciou-se com a recepção aos formandos, distribuição da documentação e apresentação do programa. Seguidamente os professores preencheram o questionário sobre visitas a Museus e Centros de Ciência, com o objectivo de obter alguma informação, sobre as suas ideias e crenças, mas também para os fazer reflectir sobre o tema.

Abordou-se o tema "Os museus como ambientes de aprendizagem não formal" em que se salientou a importância destes espaços na aquisição de capacidades e competências e a necessidade da preparação das visitas de estudo dos alunos.

Seguidamente foi abordado o tema "A História da Física no Ensino" e a "História do Museu de Física" para que os professores ficassem familiarizados não só com o espaço mas também detentores de mais informação que lhes permitisse melhorar a sua prática pedagógica.

Como esta formação tinha uma primeira parte de actividade prática "Exploração de réplicas de Óptica" (outro conjunto de réplicas existente no Museu), os professores foram divididos em pequenos grupos, e a tarefa consistiu na exploração e análise crítica dessas réplicas. Foi-lhes fornecida uma pequena ficha de trabalho.

Esta formação foi complementada com uma visita às salas com a exposição permanente do Museu de Física.

Seguidamente houve uma segunda sessão de actividade prática "exploração das réplicas da exposição "Oriente-se! A bússola e os rumos da experiência". À semelhança do que acontecera na sessão experimental da manhã foi fornecida aos professores uma pequena ficha de trabalho com vista à exploração das réplicas de Electromagnetismo (Anexo 5).

Após esta sessão procedeu-se a um debate em que os professores apresentaram as suas críticas e sugestões de melhoria com vista a uma exploração mais eficaz por parte dos alunos e as suas sugestões para melhoria dos textos.

Para isso construiu-se um questionário que permitisse alguma recolha de informação relativamente à dificuldade ou não de manuseamento das réplicas mas também da compreensão dos textos que lhes estavam associados (Questão 3 - Anexo 5). Relativamente aos textos apenas se inquiriu sobre a adequação da instrução, da explicação e relevância dos painéis.

As críticas e sugestões dos professores em relação aos textos incidiram apenas nas instruções de algumas réplicas de instrumentos ópticos, pelo que não foi necessária nova reformulação dos textos de Electromagnetismo.

Após a formação dos professores e da sua reacção na exploração das réplicas de Electromagnetismo, em que foi por eles salientado com agrado o potencial da exposição no sentido de promover a compreensão de conceitos de Electromagnetismo pelos alunos; a oportunidade de explorar e manipular estes conceitos e a marcação de visitas para os alunos, foi decidido, então, proceder a um estudo com alunos dos Ensinos Básico e Secundário.

2.2 – Primeiro Estudo com alunos dos Ensinos Básico e Secundário

Foi realizado um primeiro estudo do comportamento de alunos dos Ensinos Básico e Secundário na exposição, bem como sobre alguma compreensão acerca de tópicos de Electromagnetismo nela versados. Pediu-se ainda uma avaliação da visita aos alunos.

Foram objectivos deste estudo**:**

- Contribuir para uma melhor compreensão em Electromagnetismo, em ambiente de aprendizagem não formal;
- Avaliação dos textos de instruções e explicações do funcionamento das réplicas;
- Observação de impacto e dificuldades de exploração das réplicas.

Com esta visita pretendia fazer-se: uma avaliação do grau de compreensibilidade dos textos de instruções e explicações que acompanhavam cada réplica; uma investigação sobre a utilidade das réplicas e compreensão de conceitos; uma observação do impacto e dificuldades de utilização junto de público escolar.

Para a consecução deste objectivos específicos aplicaram-se questionários e fez-se observação, como a seguir se descreve.

2.2.1 – Caracterização da amostra

Neste estudo participaram alunos do 9º, 10º e 11º anos de escolaridade, de ambos os sexos, num total de 313, conforme a tabela 6.

Tabela 6 – Caracterização da amostra de alunos, que participaram no primeiro estudo, em termos de escola de proveniência e ano lectivo.

EB 2,3 Martim de Freitas - Coimbra	9º Ano	95	95
Escola Secundária Emídio Navarro - Viseu	10º Ano	41	81
Centro de Estudos Educativos de Ançã	10º Ano	40	
Esc. Sec. Dr. João L. Morais - Mortágua	11º Ano	27	137
Esc. Sec. de Penacova	11º Ano	15	
Esc. Sec. Avelar Brotero - Coimbra	11º Ano	10	
Centro de Estudos Educativos de Ançã	11º Ano	17	
Esc. Sec. Joaquim de Araújo - Penafiel	11º Ano	55	
Esc. Sec. Emídio Navarro - Viseu	11º Ano	13	

Esta amostra não constituiu uma escolha aleatória de sujeitos mas foi a amostra possível tendo em atenção as marcações de visitas de alguns dos professores presentes na acção de formação e outras já previamente marcadas.

Assim, o grupo de 9º ano foi constituído apenas por alunos de uma escola da cidade de Coimbra. Nos outros anos de escolaridade já houve grupos de várias escolas de diversas localidades.

2.2.2 – Planificação do estudo

2.2.2.1 – Os questionários

A investigação quantitativa pressupõe a utilização de forma sistemática de processos de medida, métodos experimentais ou *quasi-experimentais*, com análise estatística de dados e utilização de modelos matemáticos para testar hipóteses, identificar relações causais e funcionais e pretende descrever de forma rigorosa situações educacionais. Até há alguns anos atrás, a investigação quantitativa era preponderante e permitiu avanços significativos no processo de conhecimento do ensino, da aprendizagem e da educação em geral. Porém, reconhecem-se as limitações inerentes aos métodos que lhe são específicos. Estas limitações podem ser atenuadas pelos métodos da investigação qualitativa, onde se combinam diferentes metodologias – observações, inquéritos e/ou entrevistas.

Neste estudo usaram-se os dois tipos de abordagem, quantitativo e qualitativo.

Para este estudo e para cada grupo de alunos utilizaram-se dois momentos de avaliação, aplicando dois questionários (um pré-teste e um pós-teste) em visitas de

alunos à exposição “Oriente-se! A bússola e os rumos da experiência”, sendo o pré-teste, antes da manipulação da exposição e o pós-teste, após tal manipulação. (Almeida e Freire, 2003).

Considerou-se, assim, um grupo experimental (G_1) sujeito a um pré-teste (O_1), à intervenção (X) e seguidamente ao pós-teste (O_2).

G_1	O_1	X	O_2

Segundo Almeida (2003), “esta avaliação é particularmente valorizada em intervenções dirigidas à modificação de comportamentos ou à facilitação de mudanças e aprendizagens”.

Esta fase do trabalho decorreu do seguinte modo:

Para cada grupo, de 30 alunos, na visita com a duração de 1 hora, sensivelmente, utilizou-se a estratégia a seguir esquematizada:

Preenchimento do pré-teste $\rightarrow$ Exploração das actividades $\rightarrow$ Preenchimento do pós-teste

No início de cada visita, os alunos eram recebidos numa sala, ao lado da que continha a exposição, onde lhes era solicitado que respondessem a um pré-teste (Anexo 6). Com este questionário pretendia-se investigar as ideias dos alunos em relação a alguns conteúdos de Electromagnetismo. Este tema podia ainda não ter sido leccionado na escola (no caso do 9º ano).

Estes questionários foram concebidos com perguntas de escolha múltipla e com mais de uma resposta correcta sobre aspectos de duas das réplicas da exposição, deliberadamente seleccionadas: “Agulha Magnética” e “Indução Electromagnética”. Esta opção resultou da análise que se fez com a exploração feita pelos professores na acção de formação e de modo a que os questionários não fossem demasiado longos, permitindo que fossem respondidos em poucos minutos.

Seguidamente os alunos dirigiam-se para a sala onde estava a exposição e onde a exploraram livremente. Na exposição estavam disponíveis dois monitores que podiam ajudar na execução das experiências quando solicitados.

Após a exploração, os alunos voltaram à sala para responderem ao pós-teste (Anexo 7). Foi ainda solicitado aos alunos que preenchessem um outro questionário sobre a avaliação da visita (Anexo 8).

Embora nem todos os projectos de pesquisa utilizem o questionário para recolha e avaliação de dados, este pode constituir um instrumento muito importante na pesquisa científica e especialmente em Ciências da Educação. Visa recolher informação baseando-se, geralmente, na inquisição de um grupo que pode ser ou não representativo da população.

As questões elaboradas abrangem um tema de interesse para o investigador, podendo até nem haver interacção directa entre este e o inquirido. A importância do questionário passa ainda pela facilidade com que se interroga um elevado número de pessoas, com economia de meios e num intervalo de tempo reduzido.

Os questionários podem ser de natureza social, económica, familiar, profissional, relativos a opiniões, à atitude em relação a opções, às suas expectativas, ao seu nível de conhecimentos ou consciência de um acontecimento ou de um problema, etc.

Apesar de não existir um modo padrão de formular um questionário, existem recomendações e factores que se devem ter em conta quando se elabora um instrumento destes.

A construção das questões deve ter em atenção a linguagem – ser cuidadoso na formulação das questões, não utilizar questões ambíguas que podem ter diferentes interpretações. As questões devem ser reduzidas e adequadas à pesquisa em questão. Devem ser desenvolvidas tendo em conta três princípios básicos:

- Clareza – questões claras e concisas;
- Coerência – as questões devem corresponder à intenção da pergunta;
- Neutralidade – as questões não devem induzir determinada resposta.

Existem dois tipos de questões:

- De resposta aberta – permitem ao inquirido elaborar a resposta, usando as suas palavras, permitindo maior liberdade de expressão;
- De resposta fechada – em que o inquirido selecciona a/as opção/opções que melhor se adequam à sua opinião.

Na tabela seguinte resumem-se as vantagens e desvantagens dos dois tipos de questões:

Tabela 7 – Vantagens e desvantagens dos dois tipos de resposta num questionário.

Tipo de questões	Vantagens	Desvantagens
Resposta aberta	• Preza o pensamento livre e a originalidade; • Surgem respostas mais variadas; • Respostas mais representativas e fiéis da opinião do inquirido; • O inquirido concentra-se mais sobre a questão; • Vantajoso para o investigador, pois permite-lhe recolher variada informação sobre o tema em questão.	• Dificuldade em organizar e categorizar as respostas; • Requer mais tempo para responder às questões; • Muitas vezes a caligrafia é ilegível; • Em caso de baixo nível de instrução dos inquiridos, as respostas podem não representar a opinião real do próprio.
Resposta fechada	• Rapidez e facilidade de resposta; • Maior uniformidade, rapidez e simplificação na análise das respostas; • Facilita a categorização das respostas para posterior análise; • Permite contextualizar melhor a questão.	• Dificuldade em elaborar as respostas possíveis para cada questão; • Não estimula a originalidade e a variedade de resposta; • Não preza uma elevada concentração do inquirido sobre o assunto em questão; • O inquirido pode optar por uma resposta que se aproxima mais da sua opinião não sendo esta uma representação fiel da realidade.

Parece consensual que avaliar a aprendizagem de qualquer visitante é uma tarefa muito complexa e dependente de inúmeros factores. A utilização de questionários para, de algum modo, se conseguir "avaliar" o que os visitantes aprendem ou não numa exposição de Ciência não é um processo simples. Tal como sugere Anderson *et al.* (2003), primeiro deve definir-se o que se entende por aprendizagem. Esta definição também não é consensual para todos os autores. Partilhamos da opinião de autores tal como Falk e Dierking (1992) de que actualmente e, no espaço do Museu ou Centro de Ciência, "aprendizagem" não é só adquirir novos factos ou conceitos, mas que pode significar também consolidar os preexistentes ou apenas viver momentos inesquecíveis ou ainda adquirir novas competências a nível psicomotor.

No caso deste estudo, em que se pretendia verificar se os visitantes liam os textos da exposição e pensando que esta atitude poderia conduzir a alguma aprendizagem então o uso de um pré-teste e um pós-teste pode permitir quantificar a informação que um visitante adquiriu ou pelo menos saber que modificação ocorreu devido à exploração da exposição ou à leitura dos textos.

Assim, numa tentativa de obter informação acerca das ideias prévias dos alunos e/ou verificar se houve aquisição conceptual e factual de informação optámos pela elaboração de questionários (pré-testes e pós-testes já referidos) fechados, de escolha múltipla e com várias opções correctas. Foram elaborados questionários diferenciados para os Ensinos Básico e Secundário contendo, porém, algumas questões iguais. Cada questionário tinha 7 questões com 5 hipóteses de resposta num total de 18 opções correctas (cientificamente aceites) para o Ensino Básico e 17 opções correctas para o Ensino Secundário, uma vez que as questões para o Ensino Básico podiam ser diferentes das do Ensino Secundário em que os conteúdos programáticos são diferentes e o formalismo matemático também.
Para a construção do questionário e após a selecção das duas réplicas definiram-se os objectivos para cada uma, quer para o Ensino Básico quer para o Ensino Secundário.

Réplica "Agulha magnética"

Objectivos

1º Nível (3º Ciclo – Ensino Básico)

- Reconhecer que apenas alguns objectos metálicos são atraídos por ímanes.
- Reconhecer como se comporta um íman na presença de outros.
- Identificar a agulha magnética como um íman que nos permite orientar na Terra.
- Identificar os pólos magnéticos (N e S) num íman.

2º Nível (Ensino Secundário)

- Identificar um campo magnético criado por ímanes através da acção que este exerce sobre outros ímanes.
- Reconhecer que um íman exerce interacções à distância.
- Identificar materiais ferro-magnéticos.
- Reconhecer o campo magnético como responsável pela orientação da agulha.

Réplica "Indução electromagnética"

Objectivos

1º Nível (3º Ciclo - Ensino Básico)

- Reconhecer que o movimento de vaivém de um íman dentro de uma bobina produz uma corrente eléctrica (induzida).
- Verificar que ao colocar um galvanómetro no circuito, o seu ponteiro ora se desloca num sentido ora se desloca no outro.
- Reconhecer que o mesmo fenómeno ocorre se se substituir o íman por outra bobina em que se estabeleceu uma corrente eléctrica e a movermos ou fizermos variar a intensidade da corrente.
- Reconhecer no sistema que o íman ou a bobina interior se designa por indutor e a bobina exterior por induzido.
- Reconhecer o fenómeno da indução como o efeito que permite a obtenção de correntes induzidas.

2º Nível (Ensino Secundário)

- Reconhecer que é possível obter um campo magnético ($\vec{B}$) variável à custa do movimento relativo do indutor e do induzido ou de uma corrente eléctrica variável no circuito indutor.
- Reconhecer que são as variações do fluxo magnético que originam a força electromotriz.
- Reconhecer que a lei da indução electromagnética ou lei de Faraday é dada pela expressão $\varepsilon = \frac{\Delta\phi}{\Delta t}$.

Toda a informação necessária para as respostas ao questionário estava contida na informação escrita da exposição e parte podia ser obtida pela manipulação das réplicas.

2.2.2.2 – A observação

Citando Carmo e Ferreira (1998) "observar é seleccionar informação pertinente, através dos órgãos sensoriais e com recurso à teoria e à metodologia científica, a fim de poder descrever, interpretar e agir sobre a realidade em questão".

Nesta fase, tendo em conta que a utilização de câmaras de vídeo pode levantar algumas questões de ética e até ser inibidora de determinados comportamentos pelos alunos decidiu-se pela sua não utilização e optar apenas pela observação directa.

Para que se justifique a observação levantaram-se duas questões: *observar o quê* (conjunto de dados que a investigadora necessita para responder às questões da investigação) e *observar como* (construção de uma grelha com itens susceptíveis de recolher ou produzir a informação pertinente).

Falk e Dierking (1992) sugerem que se averigúe:

- de que modo o visitante vive a experiência, se cria o seu próprio entendimento ou se a exposição lho proporciona;
- se o visitante lê as informações escritas;
- se as conversas que os visitantes mantêm entre si dizem respeito à exposição ou não.

Com o intuito de registar os comportamentos dos visitantes, as dificuldades de exploração e até o seu desempenho foi elaborada uma grelha de observação (Anexo 9) preenchida pela investigadora durante as visitas. A observação permite determinar se as actividades interactivas promovem mudanças, indiciam conflitos sócio-cognitivos ou auxiliam a aprendizagem. A estratégia de observação situou-se maioritariamente ao nível da observação directa mas sem intervenção do observador; centrou-se essencialmente no registo do modo de exploração das actividades, observação de comportamentos e expressões verbais ou faciais.

Para a construção do instrumento referido houve uma primeira fase em que se realizou uma observação do tipo naturalista de público que visitava a exposição. Assumindo que o registo de todos os comportamentos e atitudes é de facto impossível concebeu-se então uma grelha de observação com vários itens para a observação de comportamentos dos alunos na interacção com todas as réplicas da exposição. Este instrumento foi validado por dois professores universitários.

2.2.2.3 – Avaliação da visita

Com o fim de obter algum conhecimento sobre a avaliação que os alunos fariam da visita foi elaborado um pequeno questionário (Anexo 8) com quatro questões destinadas a aferir diversos aspectos da visita vivida pelos alunos.

2.3 – Segundo estudo com alunos

Foi realizado um estudo exploratório do impacto de uso de réplicas interactivas com *design* diferente nas duas instituições.

Com este estudo pretendia-se responder à questão de investigação:

- Será que o *design* das actividades (mais coloridas ao invés das cópias dos instrumentos do passado – Anexo 10) vai despertar maior interesse?

Para a consecução deste objectivo específico aplicaram-se questionários (Anexo 10) após as visitas nas duas instituições e fez-se observação, como a seguir se descreve.

2.3.1 – Caracterização da amostra

Neste estudo participaram alunos de várias turmas do 11º ano que visitaram o Museu de Física e o Exploratório apenas durante uma tarde no mês de Maio de 2006.

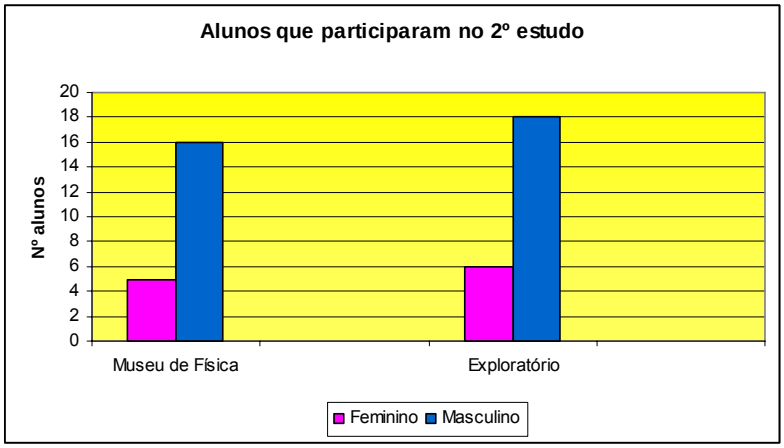


Figura 16 – Caracterização da amostra que participou no segundo estudo.

Considerou-se como amostra deste segundo estudo os alunos do 11º ano do Ensino Secundário que responderam ao questionário após terem visitado a exposição "Oriente-se" (21 alunos) e os que responderam ao mesmo tipo de questionário no Exploratório (24 alunos).

2.3.2 – Planificação do estudo

Em Maio fez-se uma primeira tentativa de comparação de impacto das réplicas nas duas instituições para um número reduzido de visitantes. De entre os visitantes que acorreram às instituições e no final da visita solicitou-se aos que frequentavam o 11º ano do Ensino Secundário que colaborassem num projecto de investigação respondendo a um questionário.

Recorreu-se ainda à observação directa conforme se descreve abaixo.

2.3.2.1 – O questionário

Para estes grupos recorreu-se à utilização de apenas um questionário (Anexo 11) nas duas instituições, não só por razões de economia de tempo mas também por que se pretendia aferir de algum impacto imediato. Neste sentido a utilização do questionário, logo após a visita evitava que os visitantes ficassem expostos a outras fontes de informação que alterassem as suas respostas.

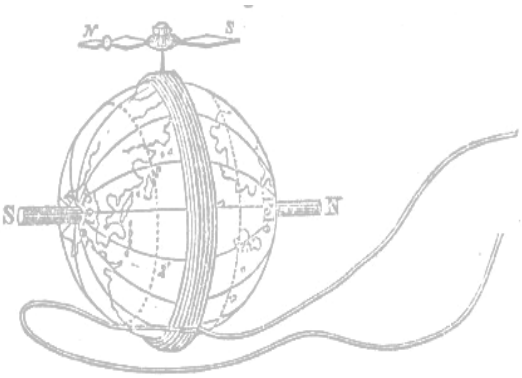
McManus (1993) refere que passar um questionário imediatamente após a visita é um método frequente, pois permite avaliar a satisfação dos visitantes. Contudo acrescenta que se os visitantes tiveram em atenção aspectos diferentes dos que são questionados podem apresentar desempenhos fracos.

Cada vez se advoga mais o uso de entrevistas ou então o uso de questionários respondidos alguns meses após a visita o que permite inferir do impacto a longo prazo. Este tipo de estudo, por vezes, implica que apesar de se enviarem os questionários e de se custearem os respectivos reenvios existe uma grande percentagem de visitantes que não responde.

Este questionário diferia do utilizado no primeiro estudo pelo facto de não versar apenas as questões relativas às réplicas mas também apelar à sua motivação, assim como, se pretendia registar algum impacto na exploração das actividades em dois ambientes distintos.

2.3.2.2 – A observação

A observação directa, nas duas instituições Museu de Física e Exploratório, Centro Ciência Viva de Coimbra, foi realizada por dois observadores directos em cada instituição. Utilizou-se a mesma grelha de observação (Anexo 8) já utilizada no primeiro estudo, mas apenas sobre as duas réplicas seleccionadas “Agulha magnética” e “Indução electromagnética”.



Capítulo III

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Análise e discussão dos resultados

Neste capítulo, iremos apresentar e analisar os resultados da investigação efectuada atendendo aos objectivos definidos. Assim, tendo em conta os resultados obtidos, dividiu-se este capítulo em sub-capítulos de acordo com o estudo descrito:

1 – Resultados obtidos na Acção de Formação
- 1.1 – Análise dos questionários aplicados aos professores
- 1.2 – Análise da interacção dos professores com a exposição
- 1.3 – Análise da adequabilidade dos textos

2 – Resultados do primeiro estudo com alunos na exposição "Oriente-se!"
- 2.1 – (Pré-teste e Pós-teste) – Resultados globais
- 2.2 – Observação
- 2.3 – Avaliação da vista

3 – Resultados obtidos no segundo estudo com alunos do Ensino Secundário
- 3.1 – Questionários – Resultados globais
- 3.2 – Observação

1. Resultados obtidos na Acção de Formação

1.1 – Análise dos questionários passados aos professores

1.1.1 – Relativamente à organização de visitas de estudo em geral e a Museus e Centros de Ciência em particular

Procedeu-se à comparação das respostas que os professores deram ao questionário no início da formação – que designaremos como "antes" – com as respostas dadas após a conclusão da formação e que designaremos "após". Apesar de as questões não serem exactamente iguais – uma vez que o primeiro se refere às atitudes que os professores tinham e o segundo se refere a intenções posteriores de organizar visitas e de fazer preparação adequada – apresentam-se as respostas em paralelo.

Os professores que frequentaram a acção mostraram já ter algum conhecimento e experiência em visitas a Centros de Ciência (C.C.) e a Museus de Ciência (M.C.).

A tabela 9 mostra a percentagem de professores que organizavam visitas de estudo em geral (questão Q.1 do questionário – Anexo 3) e visitas a Centros ou Museus de Ciência (Antes: Q.4; Após Q.3).

Tabela 8 – Percentagem de professores que afirmaram organizar visitas de estudo em geral e a C.C. e/ou M.C.

	Visitas de estudo em geral		Visitas de estudo a C.C. e/ou M.C.	
	Sim	**Não**	**Sim**	**Não**
Antes	78,9	21,1	84,2	15,8
Após	69,2	30,8	84,6	15,4

Pode verificar-se que a intenção de preparar visitas de estudo em geral diminuiu após a realização da acção de formação. Relativamente às visitas a Centros de Ciência e/ou Museus de Ciência verifica-se um pequeno acréscimo.

Quanto à frequência com que os professores organizam visitas de estudo (Q.5), a tabela 10 mostra a percentagem de professores que respondeu nos dois questionários a cada uma das hipóteses.

Tabela 9 – Percentagem de professores que afirmaram organizar visitas de estudo em geral e a C.C. e/ou M.C.

	Visitas de estudo em geral	Visitas de estudo a C.C. e/ou M.C.	
		Antes	Após
Varias por ano	26,7	12,5	45,5
Uma por ano	40,0	12,5	54,5
Apenas em alguns anos	33,3	75,0	0
Não respondeu	0	0	0

Assim, verificámos que após a Acção de Formação a intenção de organizar uma ou várias visitas por ano lectivo registou um aumento significativo. Não obstante, os professores para justificarem a intenção de apenas organizarem uma visita de estudo salientam sempre a extensão dos programas curriculares e a “falta de tempo para os cumprir”.

Quanto à não organização de visitas de estudo (Q.6), a tabela seguinte mostra a percentagem de professores que referem os motivos pelos quais as não organizam.

Tabela 10 – Percentagem de professores que não organizam visitas de estudo em geral e a C.C. e/ou M.C.

	Antes	Após
Não ter conhecimento da existência e localização dos Centros Interactivos de Ciência	5,3	0
Não existir nenhum Centro Interactivo de Ciência próximo da escola onde lecciona, que permita realizar a visita num único dia	0	0
Nunca ter ido a um Centro Interactivo de Ciência	0	0
Não haver tempo, pois os programas são muito longos	10,6	0
Ter dificuldade em fazer integração entre o que se observa e o dia-a-dia dos alunos	0	0
Recear não se sentir preparado para responder a questões, levantadas pelos alunos, sobre esses espaços	0	0
A aprendizagem que se faz nas visitas de estudo ser irrelevante para o programa	0	0
Nestas visitas, se brincar muito e se aprender pouco	0	0
Nestas visitas não ser possível qualquer aprendizagem	0	0
Valorizar a aprendizagem efectuada em cenários de sala de aula	0	0
Estas visitas terem custos elevados para os alunos	5,3	0
Outras	0	15,4

Os professores justificaram a intenção de não organizar as visitas pela falta de tempo, pois afirmam que os programas são muito longos e, também, que as visitas têm custos elevados para os alunos.

1.1.2 – Relevância das visitas de estudo

Para analisar a relevância atribuída a alguns aspectos em relação às visitas de estudo em geral (Questões Antes: Q.3.1 a Q.3.8 e Q.6.1; Após Q.2.1 a Q.2.8) e às visitas de estudo a Centros de Ciência e/ou Museus de Ciência (Questões Antes: Q.19.1 a Q.19.8 e Q.6.1; Após Q.18.1 a Q.18.8), calculámos as médias ponderadas de cada aspecto, atribuindo um peso que valorizámos de “1” “nenhuma/nada”, “2” “pouca”, “3” “alguma” e “4” “muita”.

A tabela 12 mostra os valores das médias obtidas para cada aspecto no questionário respondido antes da Acção de Formação e no questionário respondido após a sua realização. Nesta tabela estão as respostas dadas pelos professores relativamente

aos dois tipos de visitas de estudo (visitas em geral e a Centros Interactivos e/ou Museus de Ciência) correspondendo as duas últimas colunas às relevâncias atribuídas no caso das visitas de estudo a Centros Interactivo de Ciência e/ou Museus.

Tabela 11 – Relevância atribuída pelos professores a aspectos relativos às visitas de estudo em geral e a C.C. e/ou M.C., antes e após a Acção.

	Visitas em geral		**Visitas a C.C. e/ou Museus de Ciência**	
	Antes	Após	Antes	Após
São um recurso educativo	3,56	3,59	3,59	3,54
Podem contribuir para aprendizagens de qualidade	3,32	3,69	3,61	3,69
Podem constituir momentos importantes de aprendizagem	3.67	3,77	3,72	3,77
Podem ser simples divertimento	2,39	2,85	2,72	2,62
São momentos de confraternização entre professores e alunos	3,44	3,08	3,29	2,69
Não aprendendo muito, os alunos observam coisas diferentes do cenário de sala de aula	2,94	2,92	2,82	2,54
Fomentam a relação Escola/Meio	3,47	3,15	3,33	3,23

No que concerne às visitas a Centros Interactivos de Ciência e/ou Museus, os professores, após a acção de formação, atribuíram maior relevância ao facto de "poderem constituir momentos importantes de aprendizagem", "poderem contribuir para aprendizagens de qualidade" e serem um recurso educativo, do que a que tinham atribuído antes da acção de formação. Salienta-se ainda o facto de os professores atribuírem menor relevância a "Podem ser simples divertimento". Esta mudança pode indiciar algum efeito positivo conseguido pela acção de formação realizada.

Apresentamos, em seguida, alguns excertos de respostas de professores sobre outros aspectos que consideraram pertinentes relativos às visitas de estudo em geral:

Antes da acção de formação

- *"Para muitos alunos é a única oportunidade de conhecerem o país onde vivem e o que nele existe em termos tecnológicos, industriais, históricos, etc."*
- *"Organização e preparação prévia da visita é fundamental para conduzir à muita relevância dos pontos Q3.1 e Q3.2"*

- *"Desenvolver nos alunos o gosto pela Cultura Científica de modo a que passem a visitar com os familiares e mais tarde enquanto adultos, museus, Centros de Ciência, feiras de Ciência e acompanhem os assuntos relativos à Ciência veiculados nos média de forma mais frequente"*
- *"Elaboração de questionários para os alunos acerca das visitas de estudo, pois este aspecto é importante para os manter atentos aos temas das visitas".*

Após a acção de formação

- *"Relações professor/aluno e aluno/aluno, experiências fora da Escola."*

Relativamente às visitas de estudo a Centros Interactivos de Ciência e/ou Museus de Ciência foram ainda considerados relevantes os seguintes aspectos:

Antes da acção de formação

- *"Elaboração de questionários para os alunos acerca das visitas de estudo, pois este aspecto é importante para os manter atentos e atingirem melhores resultados na visita realizada".*
- *"Desenvolver nos alunos o gosto pela Cultura Científica de modo a que passem a visitar com os familiares e mais tarde enquanto adultos, museus, Centros de Ciência, feiras de Ciência e acompanhem os assuntos relativos à Ciência veiculados nos média de forma mais frequente"*
- *"Os alunos gostam muito de "mexer" nas experiências e tentar perceber o porquê do fenómeno".*

Após a acção de formação

- *"Podem encontrar aplicações práticas dos conceitos teóricos que estudam".*
- *"Permitem desenvolver diversas capacidades: observação, questionamento e crítica".*

1.1.3 – Preparação das visitas de estudo

Na tabela 13 apresentam-se os resultados referentes à questão sobre a preparação que os professores fazem das visitas de estudo a Museus e Centros de Ciência (Antes: Q.7 em que as opções eram "sempre", "algumas vezes", "raramente" e "nunca") e após a formação (Q.6) se tinham intenção ou não de efectuar essa preparação.

Tabela 12 – Percentagem de respostas sobre a preparação (antes) e/ou intenção futura de preparar as visitas de estudo a C.C. e/ou M.C.

	Antes (Q.7)	Após (Q.6)	
Sempre	36,8		
Algumas vezes	47,3	Sim	Não
Raramente	5,3		
Nunca	5,3		
Não respondeu	5,3	84,6	15,38

Os professores que responderam raramente ou nunca (Q.8), justificam com "Não sabe como fazer essa preparação".

De salientar que a questão Q.6, no questionário final, tinha como objectivo saber da intenção ou não de preparar visitas e revelou que uma percentagem significativa dos professores mostra intenção de preparar as visitas (84,6%). Os professores que não demonstraram intenção de preparar as visitas justificam-no com o problema de falta de tempo.

1.1.4 – Preparação de actividades durante as visitas de estudo

Na tabela seguinte apresentam-se, em percentagem, as respostas dos professores quando inquiridos se preparavam actividades para os alunos realizarem durante as visitas a Centros Interactivos de Ciência (questões Q.9 a Q.11).

Tabela 13 – Percentagem, dos professores que preparavam e tencionavam preparar, actividades para os alunos realizarem durante as visitas a C.C. e/ou M.C.

	Antes	**Após**
SIM	50,0	84,6
NÃO	50,0	15,6

De realçar o aumento significativo da intenção de preparar futuras visitas de estudo. Os professores que manifestaram a intenção de não preparar as futuras visitas justificam com *"falta de tempo"*.

Na tabela seguinte encontram-se as respostas dos professores quando questionados sobre o tipo de actividades que preparavam, ou pretenderiam vir a preparar, para os alunos realizarem durante a visita de estudo.

De realçar o aumento significativo de manifestações de intenção de preparação de actividades para realizarem durante as futuras visitas.

Tabela 14 – Percentagem e tipo de actividades que os professores, preparavam e tencionam preparar para os alunos realizarem durante as visitas de estudo a C.C. e/ou M.C.

	Antes	Após
Entrevistas	22,2	20,0
Questionários	77,8	90,0
Jogos	33,3	30,0
Pedipaper	0	40,0
Filmagens	0	20,0
Outra	0	0

O tipo de actividades que os professores afirmaram preparar para as visitas são essencialmente semelhantes às do ensino formal: questionários, jogos e entrevistas. Após a acção de formação a intenção de preparar actividades para os alunos realizarem em visitas futuras é mais diversificado: questionários, *pedipape*r, jogos, filmagens, entrevistas.

De realçar que, ao questionar os professores sobre "como prepara essas actividades?" (Q.11 - antes) onze dos professores não respondem (57,9 %) e oito (42,1%) responderam de que forma efectuavam a preparação das actividades. Das respostas dadas pelos professores pode concluir-se que todos tentavam obter informação sobre o Centro a visitar para posteriormente elaborar as actividades.

As respostas dos professores foram:

- *"Forneço algumas informações; sugiro "locais" de consulta de informação sobre o local a visitar; tenho o cuidado em leccionar/focar os assuntos/conteúdos que poderão ser necessários à compreensão do que se irá observar na visita."*
- *"Familiarizando-me previamente com o centro e actividades nele desenvolvidas".*
- *"Procuro ir previamente ao local, na impossibilidade de tal acontecer procuro informação na Internet ou junto do centro a visitar".*

- *"Procuro ir previamente ao local, selecciono informação que respeite os conteúdos tratados nas aulas e a partir daí penso em possíveis questionários e os próprios alunos encarregam-se de elaborar alguns jogos".*
- *"A partir da informação que o centro fornece (folhetos) ou visita atempada".*
- *"De acordo com as características dos alunos, os seus interesses e o que pretendo que aprendam".*
- *"Elaboração de um questionário a preencher individualmente por cada aluno acerca dos temas constantes na visita de estudo".*

No questionário final, os 10 professores que responderam que pretendiam preparar actividades para os alunos realizarem durante a visita de estudo, justificaram a forma dessa preparação. Comparando com as respostas dadas no questionário inicial, verifica-se que mais professores descreveram a forma como prepariam essas actividades em articulação com os Museus e Centros de Ciência.

- *"Em colaboração com os técnicos dos museus interactivos fazendo uma deslocação prévia".*
- *"Em colaboração com os Centros/Museus ou grupo disciplinar".*
- *"Fazendo uma visita atempada ao Centro/Museu e consultando alguma bibliografia e o site".*
- *"Elaborava um questionário relativo aos temas a abordar na visita e auscultava o que é que os alunos gostavam de ver/experimentar".*
- *"Com base nas actividades propostas elaboraria um questionário que os alunos teriam de preencher à medida que as executassem".*
- *"Articulando os assuntos leccionados na sala de aula com a temática do centro e ou museu".*
- *"Elaborar um questionário, se as actividades propostas forem adequadas poderia preparar-se um pedipaper e, se fosse possível, fazer fotografias e filmagens para mais tarde rever".*

A maioria dos professores afirmou pretender iniciar a preparação com uma visita ao local, para recolher informação e materiais.

1.1.5 – Preparação de actividades após as visitas de estudo

As tabelas 15 e 16 referem-se à preparação de actividades após a visita de estudo (questões Q.12 e Q.13).

Tabela 15 – Percentagem, dos professores que preparavam e tencionavam preparar actividades para os alunos realizarem após as visitas a C.C. e/ou M.C.

	Antes	Após
SIM	42,1	100,0
NÃO	52,6	0
Não respondeu	5,3	0

De realçar o aumento significativo da intenção de preparar futuras visitas.

Tabela 16 – Percentagem do tipo de actividades que os professores que frequentaram a acção de formação, preparavam e tencionavam preparar para os alunos realizarem após as visitas de a C.C. e/ou M.C.

	Antes	Após
Questionários	26,3	38,5
Perguntas para serem respondidas na sala de aula	42,1	69,2
Jogos	15,8	7,7
Relatórios	10,5	53,9

Pode concluir-se através da análise da tabela anterior que os professores afirmam pretender diversificar as actividades, isto é, realizar diferentes actividades após uma mesma visita.

Relativamente à questão Q. 14 onde se inquiria de que forma planeia essas actividades 15 dos professores não respondem (79%). Quatro dos professores descreveram a forma como planeavam as actividades:

- "*Questionários e jogos de pergunta resposta baseados nos temas das visitas de estudo".*
- *"De acordo com a vivência dos alunos durante a visita de estudo, as experiências realizadas e com base na programa da disciplina".*
- *"Estabelecendo relação entre o que se viu e o que se está a dar".*
- *"Após a visita procuro saber o "feed-back" dos alunos através de questionários ou relatórios".*

No final das acções de formação, os professores explicaram como planeariam essas actividades, que se cingem essencialmente aos questionários, relatórios ou debate na sala de aula.

- "*As perguntas não seriam escritas, mas sim na sequência de um diálogo em que os alunos comentariam a visita".*
- *"Pensando no que os alunos tinham visto, e na relação actividades/quotidiano".*
- *"Os alunos teriam que elaborar um relatório sobre o que fizeram e teriam o questionário para auxiliar. Teriam que referir as actividades, conteúdos relacionados e conclusões".*
- *"Articulando os assuntos leccionados na sala de aula com a temática do centro/museu".*

A tabela seguinte reflecte a opinião dos professores acerca dos objectivos com que realizavam e tencionavam vir a realizar as actividades pós-visita (Q.15).

Tabela 17 – Objectivo com que os professores preparavam e tencionam preparar as actividades após a visita de estudo a C.C. e/ou M.C.

	Antes	Após
Consolidar conhecimentos adquiridos	36,8	84,6
Relacionar a visita de estudo com tópicos que se encontra a leccionar no momento	42,1	84,6
Relacionar a visita com tópicos que já leccionou	47,4	76,9
Relacionar a visita com tópicos que irá leccionar	42,1	53,9
Outra	0	0

Após a acção de formação, o número de respostas é significativamente superior ao anterior à acção de formação, o que está de acordo com todas as questões que temos vindo a analisar: há maior intenção de organizar visitas a Centros Interactivos de Ciência, maior intenção em preparar essas visitas e em elaborar actividades. Estas modificações surgem, provavelmente porque passaram a reconhecer que é possível atingir, com uma preparação cuidada da visita de estudo, um maior proveito para os seus alunos.

1.1.6 – Importância atribuída à qualidade da aprendizagem nas visitas de estudo a Museus e Centros de Ciência

Para a questão: "As visitas de estudo a Centros Interactivos de Ciência e/ou Museus de Ciência fomentam e desenvolvem aprendizagens da mesma qualidade, que os cenários de sala de aula?" (Q.20) estabeleceu-se a comparação entre as respostas no questionário inicial e no questionário final. Com base nas justificações dos professores dividiram-se as respostas em dois grupos, o dos professores que consideram que as visitas de estudo a Centros Interactivos de Ciência e/ou Museus de Ciência desenvolvem aprendizagens de qualidade superior e o dos que consideram que desenvolvem aprendizagens de qualidade inferior à dos cenários de sala de aula.

Tabela 18 – Comparação percentual da qualidade das aprendizagens em visitas de estudo a C.C. e/ou M.C. e na sala de aula, a partir das respostas dos professores.

	SIM		NÃO			NÃO RESPONDEU
	Não Justificou	Superior	Não Justificou	Inferior	Superior	
Antes	21,1	21,1	0	15,8	31,6	10,5
Após	0	46,2	0	15,4	38,5	0

Os professores que responderam sim e justificaram consideram que a aprendizagem em Centros Interactivos de Ciência e/ou Museus é da mesma qualidade que a dos cenários de sala de aula. Justificam dando respostas que levam a entender que essa aprendizagem pode ser de qualidade superior. Por exemplo:

- *"Porque são mais atractivos/estimulantes e porque costumam fomentar capacidades nos alunos que são retraídas na sala de aula".*
- *"Porque realizam experiências diferentes das da sala de aula".*
- *"Porque o aluno, de forma mais descontraída e pessoal, participa na aquisição do conhecimento como que construindo-o ele".*
- *"Se forem bem planeadas tendo em conta o objectivo que o professor pretende podem até ser de melhor qualidade".*
- *"Permitem o contacto com "realidades" que não existem na Escola".*
- *"Este tipo de visita de estudo, se bem preparado pode até desenvolver aprendizagens de qualidade superior aos cenários de sala de aula, pelo conjunto, vasto de recursos que possui e pelo facto desses mesmos recursos estarem "explorados" de uma forma muito adequada, com objectivos de aprendizagem muito específicos e bem identificados".*

As respostas "não" podem ter diferentes interpretações: umas correspondem a aprendizagens de:

Qualidade superior:

- *"As salas de aula estão em desvantagem relativamente a equipamentos e materiais. Os espaços das exposições, regra geral, não têm a rigidez de uma sala de aula, são mais apelativos".*
- *"Nos Centros de Ciência e ou Museus, os alunos realizam actividades diferentes das da sala de aula e também o local é mais propício para uma aprendizagem mais significativa, feita com gosto".*

Qualidade inferior:

- *"As ideias ou os conceitos são abordados numa visita de estudo de uma forma mais superficial. A sala de aula é um local privilegiado para desenvolver, de forma mais aprofundada, esses conceitos"*
- *"A limitação de tempo da visita e demasiada informação em tão pouco tempo para poder ser apreendida pelos alunos".*

O resultado da análise que se fez indicia que a maioria dos professores considera a qualidade da aprendizagem superior à efectuada na escola, tendo-se verificado um aumento dessa tendência nos questionários finais.

1.1.7 – Importância atribuída ao papel do professor nas visitas de estudo a Museus e Centros de Ciência

Da análise da questão "Para que uma visita a um Centro Interactivo de Ciência e/ou Museu de Ciência promova aprendizagens de qualidade, o papel do professor é: Irrelevante, Acessório, Importante ou Fundamental", elaborámos a tabela 19, onde se encontram representadas as percentagens das respostas dos professores.

Tabela 19 – Importância atribuída pelos professores, que frequentaram as acções de formação, ao papel do professor numa visita de estudo a C.I.C. e/ou M.C, para que esta promova aprendizagens de qualidade.

	Antes	**Após**
Irrelevante	0	0
Acessório	0	0
Importante	52,6	53,9
Fundamental	47,4	46,1

Tanto no questionário inicial como no final a maioria dos professores considerou que o papel do professor era "importante" ou "fundamental".

A tabela 20 apresenta as respostas dadas pelos professores quando inquiridos sobre os factores que têm em consideração quando optam por um Centro de Ciência e/ou Museu de Ciência.

Tabela 20 – Relevância dos factores a ter em conta ao preparar a visita de estudo a C.C. e/ou M.C.

Factores a ter em conta na escolha do C.C. e/ou M.C.	**MEDIA**	
	Antes	Após
Ser apelativo	3,42	3,85
Abordar conteúdos que se encontra a leccionar	3,42	3,31
Ser próximo da escola	2,21	2,00
Não ter entradas muito dispendiosas	3,68	3,69
Abordar um grande leque de temas	2,47	2,54
Ter facilidade de estacionamento	2,58	2,92
Ter pessoal especializado no local	3,58	3,92
Fazer visitas de estudo guiadas	3,53	3,46
Possibilitar grande interactividade	3,79	3,85
Fornecer guiões e material de apoio	3,26	3,54
Ter um espaço envolvente agradável e preparado para actividades ao ar livre	2,89	2,85
Ser um lugar seguro para levar os alunos	3,84	3,77
Já lhe ser familiar, isto é, já conhecer o espaço	2,26	2,46

De realçar que antes da Formação, os factores a que os professores atribuíam maior importância eram: "Ser um lugar seguro para levar os alunos", "Possibilitar grande interactividade", "Não ter entradas muito dispendiosas", "Ter pessoal especializado no local" e "Fazer visitas de estudo guiadas".

Após a Acção de Formação os factores a que atribuíram maior importância foram: "Ter pessoal especializado no local", "Possibilitar grande interactividade", "Ser apelativo", "Ser um lugar seguro para levar os alunos" e "Não ter entradas muito dispendiosas".

Tal como Cazzelli *et al.* (1998) verificaram, após um estudo para analisar os objectivos dos professores que visitaram Museus de Ciência, os professores:

- relacionam as visitas com a prática pedagógica, dado que eles entendem estas instituições como um local alternativo de aprendizagem;
- consideram que os conteúdos apresentados nos Museus podem ser abordados de uma forma interdisciplinar ou enfatizando relações com o quotidiano dos alunos.

Também se pode concluir que este grupo de professores dá muita importância aos Museus de Ciência porque parecem reconhecer que podem contribuir para aprendizagens de qualidade ou constituir momentos importantes de aprendizagem.

Podemos, de um modo geral, concluir que a aprendizagem conseguida na Acção de Formação criou a satisfação e parece ter aumentado a segurança e a auto-estima pretendidas, factores essenciais na indução de mudança de atitudes e de comportamentos.

No que diz respeito às limitações deste estudo e recordando as afirmações de Gaber e Rubba (1979), "a mudança de atitudes faz-se ao longo do tempo e não se conseguem mudanças persistentes com acções de curta duração", pensamos que seria útil poder analisar o efeito das acções após um período mais longo de tempo, no sentido de verificar se a mudança de atitudes persistiu. Igualmente seria útil realizar maior número de Acções de Formação ou durante mais tempo com os mesmos formandos.

1.2 – Análise da interacção dos professores com a exposição

Após a exploração que fizeram das réplicas em pequenos grupos, onde puderam partilhar informação, os formandos preencheram a ficha que lhes foi fornecida (Anexo 5). A reacção dos professores superou as expectativas: para além de mostrarem o seu apreço pela exposição, também exploraram e manipularam as réplicas com muito entusiasmo.

Na tabela seguinte apresentamos os resultados da questão 1:

Tabela 21 – Percentagem de respostas obtidas para a exploração das réplicas.

	Mais atractiva	Menor interesse	Mais fácil de compreender	Mais difícil de compreender	Mais fácil de relacionar com fenómenos do dia a dia	Mais fácil de relacionar com assuntos estudados na aula
Agulha magnética	0	16	68	0	11	5
Agulha magnética de Oersted	0	0	0	11	11	11
Aparelho de Arago	0	26	0	16	1	1
Aparelho de Barlow	11	11	0	5	5	0
Arco de Delezenne	0	5	5	32	0	5
Bússola de declinação e bússola de inclinação	0	37	0	32		0
Eletroíman	32	0	11	0	26	16
Imagens de espectros magnéticos sobre o retroprojector	32	0	16	0	0	26
Indução electromagnética	11	5	0	5	5	16
Solenóide	0	0	5	0	0	0
Todas	16	0	0	0	11	0
Não responde	0	0	0	0	21	16
Várias	0	0	0	0	5	0

Foi ainda solicitado aos professores que seleccionassem uma réplica e que apresentassem a sua exploração numa forma que considerassem adequada para o nível etário dos seus alunos, tendo a preocupação de indicar aspectos cognitivos que lhe estivessem associados e capacidades e atitudes que pudessem desenvolver.

As escolhas dos professores recaíram sobre as réplicas: “Agulha magnética” – 4, “Indução Electromagnética” – 6, “Imagens dos Espectros Magnéticos sobre o retroprojector” – 2. Sete professores não responderam (NR).

Alguns professores definiram objectivos tais como: *"reconhecer que os ímanes têm dois pólos distintos"*; "*reconhecer propriedades magnéticas dos materiais*"; "*reconhecer que pólos diferentes se atraem e iguais se repelem*".

Relativamente às capacidades, referiram essencialmente: "*desenvolver o espírito crítico, capacidade de raciocínio, a importância da experiência e a ligação ao quotidiano*".

Figura 17 – Percentagem de professores que seleccionaram uma réplica e sugeriram exploração.

1.3 – Análise da adequabilidade nos textos

Os professores manifestaram a sua opinião relativamente à informação escrita, usando as opções: "pouca", "alguma" e "muita" para cada um dos itens a seguir referidos (Q.3 – Anexo 5):

- a adequação da instrução à experiência;
- o grau de compreensibilidade da explicação para os alunos dos Ensinos Básico e Secundário;
- a relevância dos painéis.

A análise dos dados obtidos permitiram proceder a uma avaliação dos textos da exposição.

Os gráficos seguintes mostram a percentagem de respostas para cada item:

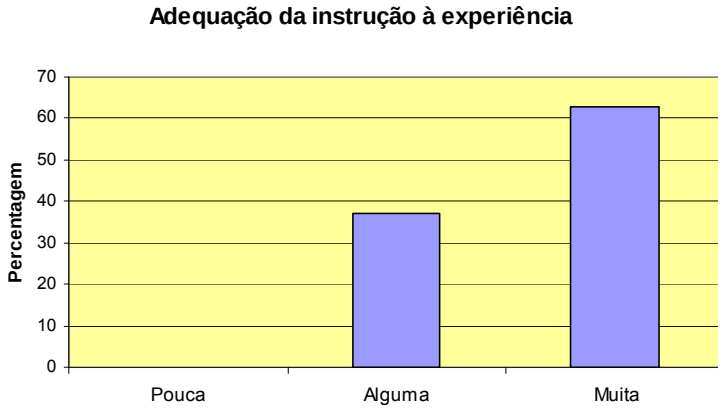


Figura 18 – Percentagem de professores que refere como adequada a instrução à actividade.

A maioria dos professores considera adequada a instrução à experiência. Os que seleccionaram a opção "Alguma" salientaram o facto de haver réplicas com várias instruções o que poderia dificultar a compreensão dos alunos.

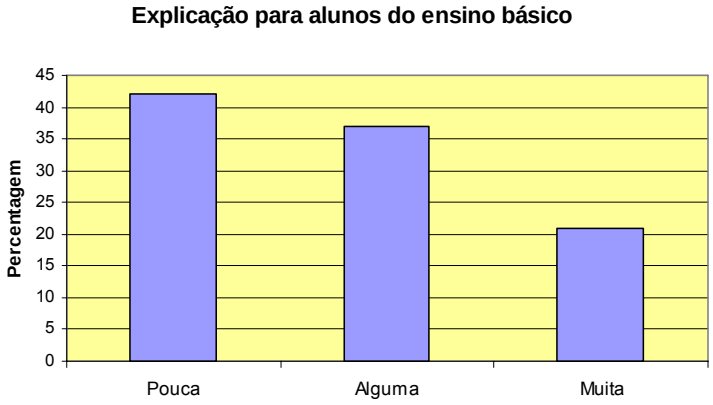


Figura 19 – Relevância da explicação para alunos do Ensino Básico.

Os professores consideraram as explicações a dois níveis demasiado extensas para os alunos do Ensino Básico, referindo que a explicação *E mais*… era excessiva. Parece que não identificaram que a instrução correspondente ao nível do Ensino Básico poderia ficar pelo *E então?.*

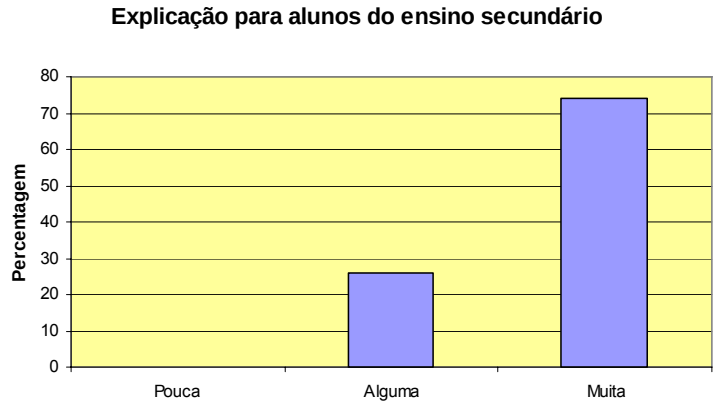


Figura 20 – Relevância da explicação para alunos do Ensino Secundário.

Os professores salientaram o facto de as explicações estarem adequadas ao nível dos alunos do Ensino Secundário, sugerindo ainda que estas poderiam conter mais informação ligada às novas tecnologias.

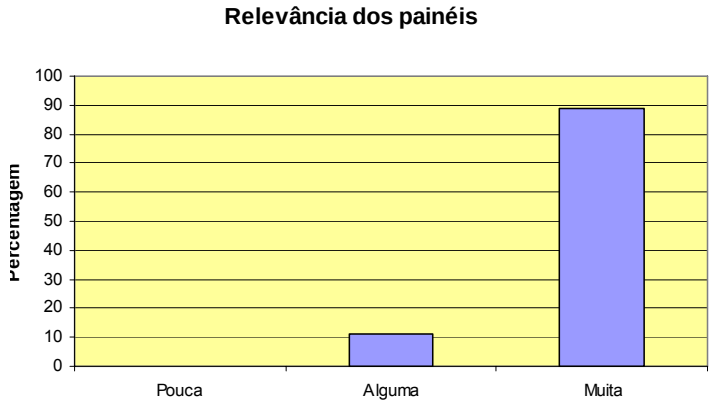


Figura 21 – Relevância dos painéis na exposição.

Quanto aos painéis, foi salientado pelos professores que constituíam elementos gráficos muito apelativos, que se enquadravam perfeitamente na exposição e que na sua opinião a ligação à História era muito importante.

2 – Resultados do primeiro estudo com alunos na exposição "Oriente-se!"

2.1 – (Pré-teste e Pós-teste) – Resultados globais

Os questionários aplicados aos alunos foram alvo de uma análise quantitativa e também descritiva.

Essa análise, que seguidamente se descreve e quantifica, sempre que possível, não pode esquecer que têm sido efectuadas diversas pesquisas sobre a aprendizagem em Museus e que "os resultados das pesquisas sobre este tema têm indicado que espaços como Museus promovem a curiosidade, estimulam, motivam e socializam, sendo estes elementos fundamentais no processo de ensino aprendizagem" (Ramey-Gassert *et al.* cit. por Marandino 2001).

A análise das opções feitas pelos alunos no questionário mostram que nenhum aluno seleccionou todas as opções correctas: 18 no Ensino Básico e 17 no Ensino Secundário.

As médias das pontuações totais que foram atingidas no pós-teste por cada grupo de alunos são superiores às dos respectivos pré-testes, conforme os valores registados na tabela seguinte:

Tabela 22 – Resultados globais em termos de médias e percentagens nos pré e pós-teste.

		Média[10]		Percentagem		
Ano	Nº alunos	Pré-teste	Pós-teste	Pré-teste	Pós-teste	Diferença[11]
9º	95	7.4	8.8	41	49	8
10º	81	6.3	7.8	37	46	9
11º	137	7.4	9.2	44	56	12

De acordo com estes resultados, é provável que as diferenças [Pós-teste]-[Pré-teste] verificadas em cada grupo possam dever-se à participação na exposição "Oriente-se". Para verificar se o progresso obtido pelos alunos do pré para o pós-teste foi estatisticamente significativo recorreu-se ao teste *t-student*, considerando a natureza e o nível de mensuração, para amostras não-independentes (Best, 1989:285). Neste caso, adoptou-se o nível de significância de 0,05.

[10] A pontuação máxima do teste do Ensino Básico é de 18 pontos e o do Ensino Secundário é de 17 pontos
[11] [Pós-teste]-[Pré-teste]

Estabeleceu-se, para efeitos estatísticos, como hipótese nula que o desempenho dos alunos seria, em média, igual nos dois testes (H0: Pré = Pós).

Os valores obtidos para o *t-student* para os alunos dos Ensinos Básico e Secundário apresentam-se na tabela seguinte:

Tabela 23 – Diferenças (Pós-teste – Pré-teste).

	Nº alunos	Média (pós-pré)	Percentagem (pós-pré)	*t student*
Básico	95	1,40	8 %	3,88
Secundário	218	1,71	8 %	11,68

Os valores *t* obtidos para cada um dos níveis excedem o *t* critico correspondente ao da distribuição do *t de student*, para teste *two-tailed*, para um nível de significância de 0,05. Deste modo é rejeitada a hipótese nula. As diferenças obtidas são estatisticamente significativas, com um erro de amostragem de 5%.

De acordo com este teste de significância, há pois, 95 % de probabilidade de que as diferenças (pós-teste – pré-teste) se devam à participação na exposição “Oriente-se”.

2.1.1 – Resultados parciais

Magnetismo

Esta questão foi igual para os alunos do Ensino Básico e do Ensino Secundário.

Questão 1.1

Um íman atrai…

A	todos os objectos metálicos	
B	objectos de latão	
C	apenas alguns objectos metálicos.	correcta
D	objectos de ferro e aço	correcta
E	Outra	

Relativamente à opção *"outra"* os alunos poderiam dizer que outros tipos de objectos são atraídos por ímanes.

Na tabela seguinte constam as percentagens de respostas obtidas em cada item da questão 1.1.

Tabela 24 – Resultados obtidos para a questão 1.1

			1.1				
			A	B	C	D	E
Básico	9º ano	Pré-teste	47	4	**48**	**22**	2
		Pós-teste	19	4	**74**	**44**	3
Secundário	10º ano	Pré-teste	53	4	**41**	**25**	0
		Pós-teste	21	6	**60**	**33**	0
	11º ano	Pré-teste	44	8	**37**	**40**	1
		Pós-teste	15	1	**64**	**47**	1

As opções correctas C e D foram as mais escolhidas no pós-teste. A opção A, das mais escolhidas no pré-teste, foi muito menos indicada no pós-teste. Assim, parece que a ideia inicial dos alunos de que um íman atrai todos os objectos metálicos foi alterada. De facto, os alunos passaram a identificar que tipos de metais são atraídos pelo íman.

Ao fazer uma análise mais detalhada sobre o número de alunos que seleccionou todas as opções correctas, verificou-se que, conforme demonstra o gráfico seguinte, este número aumentou.

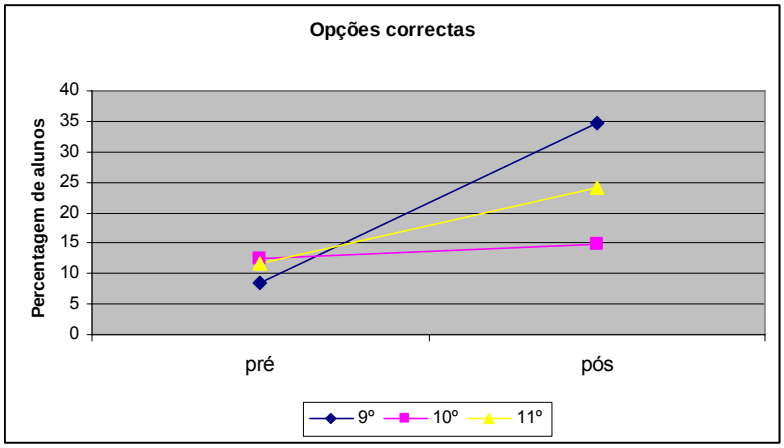


Figura 22 – Percentagem de alunos que seleccionou as duas opções correctas da questão 1.1

Esta melhoria de resultados poderá dever-se à leitura das explicações da réplica "Agulha magnética", mas, também, à sua exploração.

De realçar o aumento da percentagem de alunos do 9º ano que selecciona as duas opções correctas no pós-teste em relação aos alunos do Ensino Secundário. Estes resultados parecem indiciar que esta réplica foi explorada de forma mais significativa por estes alunos.

Questão 1.2

Esta questão foi igual para os alunos do Ensino Básico e do Ensino Secundário.

Ao aproximarem-se as extremidades de dois ímanes estes…

A	atraem-se sempre	
B	repelem-se sempre	
C	atraem-se quando os pólos são de tipos diferentes	Correcta
D	repelem-se quando os pólos são do mesmo tipo	Correcta
E	Outra	

Na tabela seguinte constam as percentagens de respostas obtidas em cada item da questão 1.2.

Tabela 25– Resultados obtidos para a questão 1.2

			1.2				
Básico	9º ano	Pré-teste	17	6	**84**	**63**	0
		Pós-teste	11	8	**76**	**67**	3
Secundário	10º ano	Pré-teste	4	9	**78**	**74**	0
		Pós-teste	1	10	**83**	**74**	0
	11º ano	Pré-teste	6	2	**82**	**77**	0
		Pós-teste	1	1	**93**	**79**	0

As opções correctas C e D foram largamente identificadas em ambos os testes, não se registando grandes alterações do pré-teste para o pós-teste. De facto, o comportamento de um íman na presença de outro já deveria ser do conhecimento dos alunos destes níveis de escolaridade.

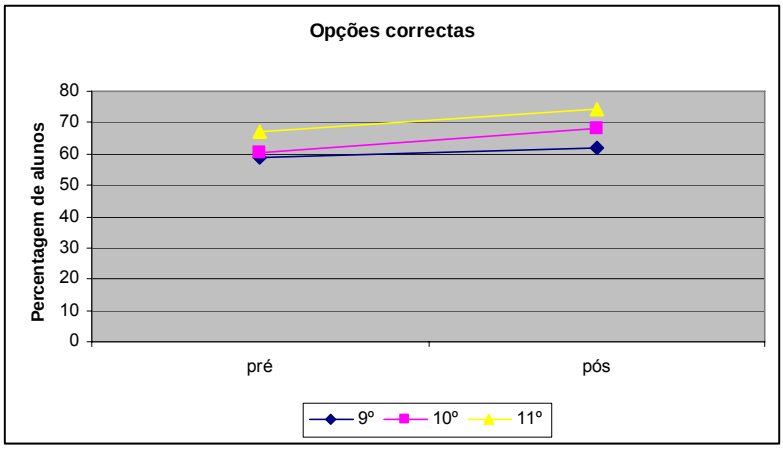


Figura 23 – Percentagem de alunos que seleccionou as duas opções correctas da questão 1.2

As opções correctas foram largamente escolhidas pela grande maioria dos alunos. Estes resultados parecem indiciar que:

- o conhecimento acerca do comportamento de um íman na presença de outro, já fazia parte do conhecimento prévio dos alunos;
- a exploração da réplica permitiu melhorar o desempenho dos alunos, sendo este superior nos alunos do Ensino Secundário.

Questão 1.3

Um íman…

A	exerce interacções à distância sobre objectos de níquel	correcta
B	cria um campo magnético	correcta
C	orienta-se no campo magnético terrestre	correcta
D	cria um campo eléctrico	
E	Outra	

Para os alunos do Ensino Secundário, esta questão apresentava já algum formalismo matemático tendo associados os vectores campo magnético e campo eléctrico.

Na tabela seguinte constam as percentagens de respostas obtidas em cada item da questão 1.3.

Tabela 26 – Resultados obtidos para a questão 1.3

			1.3				
Básico	9º ano	Pré-teste	**12**	**75**	**17**	13	1
		Pós-teste	**21**	**73**	**28**	14	3
Secundário	10º ano	Pré-teste	**15**	**59**	**28**	11	0
		Pós-teste	**16**	**79**	**31**	7	0
	11º ano	Pré-teste	**11**	**73**	**23**	19	1
		Pós-teste	**18**	**82**	**23**	15	3

Das opções correctas A, B e C, a B é a mais indicada em ambos os testes. No pós-teste dos grupos do Ensino Secundário, esta opção ainda foi mais escolhida.

Embora a maioria tenha identificado que um íman cria um campo magnético, grande parte dos alunos não reconheceu que aquele exerce interacções à distância sobre objectos de níquel e que se orienta no campo magnético terrestre. A informação correspondente a estas opções poderia ser recolhida lendo as explicações da réplica "Agulha magnética", o que parece não ter sido relevante para aqueles alunos.

Salienta-se também o facto de poucos alunos terem escolhido as três opções correctas.

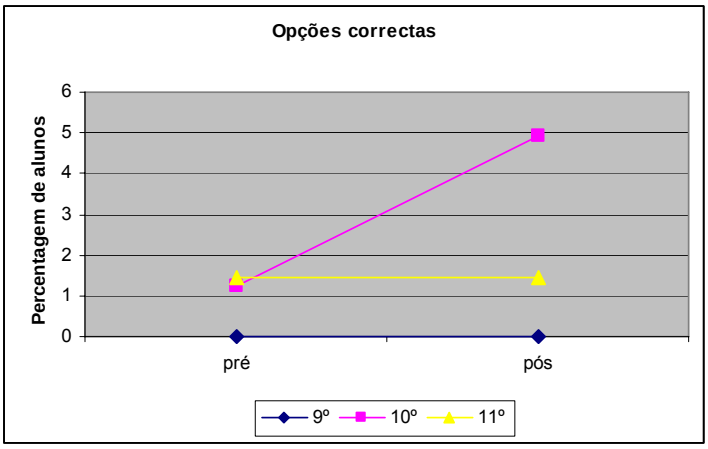


Figura 24 – Percentagem de alunos que seleccionou as três opções correctas da questão 1.3

De realçar que apesar de os resultados parciais para esta questão terem evoluído do pré para o pós-teste, excluindo a opção C e para o 11º ano, o desempenho obtido a nível do 11º ano parece algo estranho pois a percentagem de alunos que selecciona as três opções correctas é igual no pré e pós-teste. Nos alunos do 10º ano verifica-se um acréscimo na percentagem de alunos que selecciona as três opções correctas.

Questão 1.4

A agulha magnética…

A	é provavelmente oriunda da China	correcta
B	é provavelmente oriunda da Europa	
C	foi descrita detalhadamente pela primeira vez por *Petrus Perigrini*	correcta
D	foi descrita detalhadamente pela primeira vez por *William Gilbert*	
E	Outra	

Na tabela seguinte constam as percentagens de respostas obtidas em cada item da questão 1.3.

Tabela 27 – Resultados obtidos para a questão 1.4

			1.4				
Básico	9º ano	Pré-teste	**49**	27	**35**	23	0
		Pós-teste	**54**	26	**34**	31	5
Secundário	10º ano	Pré-teste	**28**	47	**15**	27	1
		Pós-teste	**52**	33	**38**	20	1
	11º ano	Pré-teste	**45**	37	**20**	14	2
		Pós-teste	**64**	18	**49**	8	1

As opções dos alunos incidiram sobre as correctas A e C, embora não fossem notoriamente as mais escolhidas. Verifica-se uma evolução do pré-teste para o pós-teste, excepto na opção C do grupo do Ensino Básico. Parece, pois, que os alunos leram a informação correspondente a estas opções que constava do painel da réplica "Agulha magnética":

> *E se a pedra for desviada mil vezes, mil vezes voltará à mesma posição, por instinto natural*, escreveu Petrus Peregrinus de Maricourt, no século XIII, depois de observar um pedaço de magnetite a flutuar na água.
>
> Não se sabe ao certo nem o local, nem a data, nem a época em que se inventou a agulha magnética, antepassado da bússola. Provavelmente oriunda da China, apenas no séc. XII terá sido trazida para a Europa pelos árabes. No entanto, a primeira descrição detalhada de uma agulha magnética aparece na *Epistola* do monge francês Petrus Perigrinus, escrita em 1269.

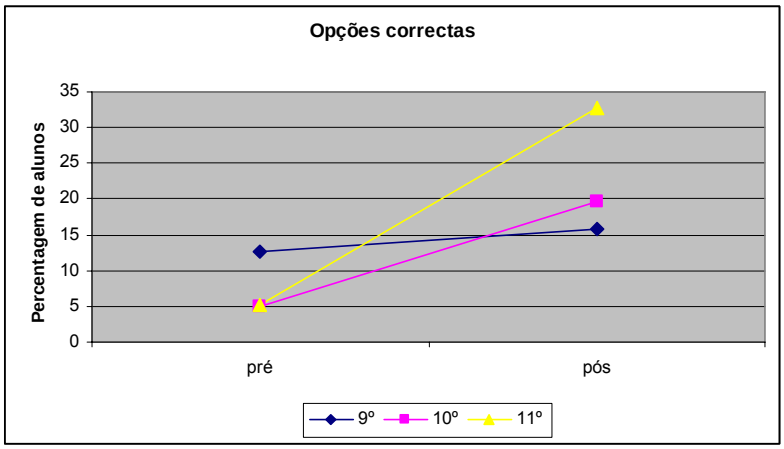


Figura 25 – Percentagem de alunos que seleccionou as duas opções correctas da questão 1.4

De salientar o melhor desempenho dos alunos do 11º ano. Este desempenho pode dever-se à leitura do painel correspondente.

Indução electromagnética

Questão 1.5

Esta questão foi diferente para os testes do Ensino Básico e do Ensino Secundário.

Para o Ensino Básico:

Ao movimentar um íman rapidamente no interior de uma bobina...

A	nada acontece	
B	vemos o ponteiro de um galvanómetro deslocar-se.	correcta
C	consegue obter-se uma corrente eléctrica	correcta
D	obtém-se uma corrente eléctrica induzida	correcta
E	Outra	

Tabela 28 – Resultados obtidos para a questão 1.5 (para os alunos do Ensino Básico)

			1.5				
Básico	9º ano	Pré-teste	5	**40**	**44**	**33**	3
		Pós-teste	2	**82**	**29**	**27**	1

Para o Ensino Secundário:

O fenómeno da indução electromagnética...

A	obtém-se introduzindo um íman dentro de uma bobina e mantendo-o imóvel	
B	obtém-se introduzindo uma bobina dentro de outra bobina e mantendo-a imóvel	
C	obtém-se à custa do movimento de vaivém de um íman dentro de uma bobina	correcta
D	obtém-se à custa do movimento de vaivém de uma bobina, onde se estabeleceu uma corrente eléctrica contínua dentro de outra	correcta
E	Outra	

Tabela 29 – Resultados obtidos para a questão 1.5 (para os alunos do Ensino Secundário)

Secundário	10º ano	Pré-teste	9	25	**42**	**30**	0
		Pós-teste	9	23	**60**	**38**	1
	11º ano	Pré-teste	8	9	**69**	**24**	0
		Pós-teste	2	9	**81**	**55**	2

No caso do Ensino Básico, as opções correctas A, B e C foram as mais seleccionadas, mas apenas se verifica uma grande incidência de respostas à opção B no pós-teste. É, pois, mais provável que a exposição tenha contribuído para estes resultados com a exploração da réplica "Indução electromagnética" em que os alunos observavam o desvio do ponteiro do galvanómetro.

No caso dos alunos do Ensino Secundário, estes indicaram em maior número as opções correctas C e D, verificando-se evolução do pré-teste para o pós-teste, o que sugere dever-se à exploração da réplica "Indução electromagnética".

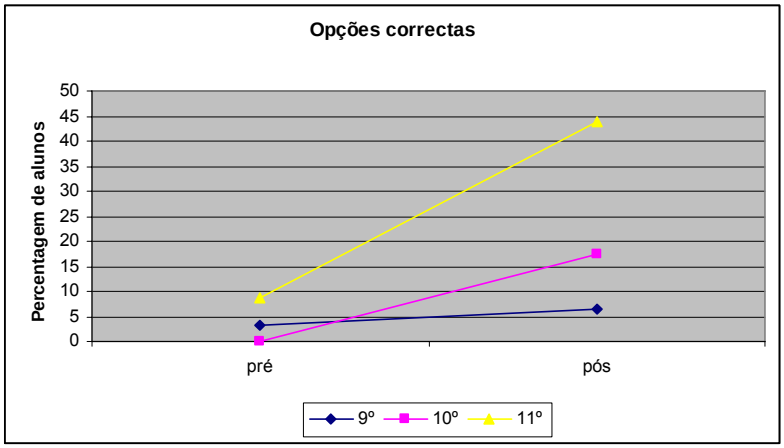


Figura 26 – Percentagem de alunos que seleccionou todas as opções correctas (três no caso do 9º ano e duas no caso dos 10º e 11º anos) da questão 1.5

De realçar o desempenho dos alunos do 11º ano em que a percentagem de alunos que modifica as suas opções do pré-teste para o pós-teste aumentou significativamente. Isto pode dever-se à exploração da réplica e à leitura dos textos mas também ao facto de este assunto ser abordado neste nível de escolaridade: a possibilidade de explorar esta réplica poderá ter criado nos alunos a oportunidade de estabelecer relações, aprofundar ou mesmo produzir conhecimento.

Questão 1.6

Para o Ensino Básico:

A indução electromagnética...

A	resulta do movimento de vaivém de um íman dentro de uma bobina	correcta
B	resulta do movimento de uma bobina onde se estabeleceu uma corrente eléctrica dentro de outra	correcta
C	é o efeito que permite a obtenção de correntes induzidas	correcta
D	é o efeito que permite obter corrente contínua	
E	Outra	

Tabela 30 – Resultados obtidos para a questão 1.5. (para os alunos do Ensino Básico)

			1.6				
Básico	9º ano	Pré-teste	**21**	**37**	**39**	26	1
		Pós-teste	**60**	**41**	**37**	15	1

Para o Ensino Secundário:

Variar um campo magnético numa espira significa...

A	variar a densidade das linhas de força	correcta
B	variar o fluxo magnético que a atravessa	correcta
C	originar uma força electromotriz cujo módulo é igual à variação do fluxo magnético ($\Delta\phi$) por intervalo de tempo (Δt)	correcta
D	originar uma força electromotriz cujo módulo é a variação do fluxo magnético ($\Delta\phi$)	
E	Outra	

Tabela 31 – Resultados obtidos para a questão 1.5 (para os alunos do Ensino Secundário)

Secundário	10º ano	Pré-teste	**15**	**54**	**28**	12	0
		Pós-teste	**10**	**56**	**37**	14	0
	11º ano	Pré-teste	**4**	**66**	**39**	10	0
		Pós-teste	**15**	**66**	**44**	8	0

Esta questão, embora diferente para os testes do Ensino Básico e do Ensino Secundário, tem em ambos os casos as opções correctas A, B e C. No caso do Ensino Básico, as respostas correctas foram as mais escolhidas, prevalecendo notoriamente a escolha A no pós-teste. A informação correspondente às opções correctas estava igualmente explícita nas explicações ao nível básico da réplica "Indução electromagnética". Assim, em vez da leitura das explicações, a exploração da réplica poderá ter contribuído para que os alunos associassem aquele fenómeno ao movimento de vaivém de um íman dentro de uma bobina.

Quanto ao grupo do Ensino Secundário, das opções correctas a A foi pouco escolhida em ambos pré e pós-testes. Para fazer esta escolha seria necessário ler a explicação ao nível do secundário da réplica "Indução electromagnética", o que os resultados sugerem não ter acontecido.

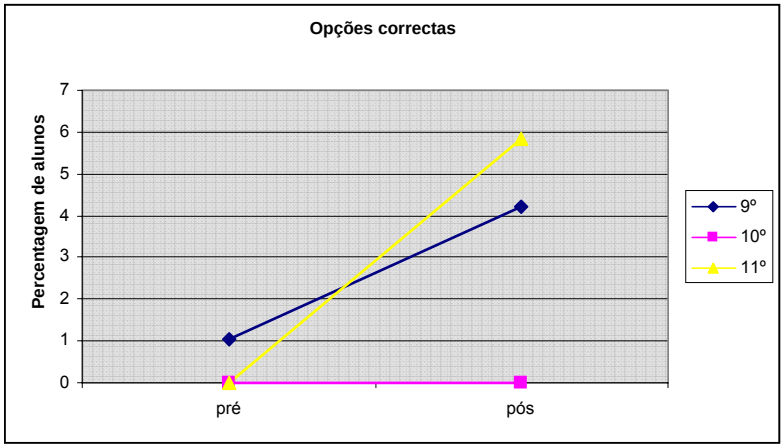


Figura 27 – Percentagem de alunos que seleccionou as três opções correctas da questão 1.6

De realçar o desempenho dos alunos do 11º ano em que a percentagem de alunos que modifica as suas opções do pré-teste para o pós-teste aumentou, mas não parece significativo. Isto pode dever-se à exploração da réplica e leitura dos textos mas também por este assunto ser abordado a este nível de escolaridade e através da exploração conseguir-se algum conhecimento adicional.

Salienta-se o facto de nenhum aluno do 10º ano ter seleccionado as três opções correctas, apesar do aumento de escolhas das opções B e C do pré para o pós-teste.

Questão 1.7

O aparelho para demonstrar a indução electromagnética...

A	mostra que um campo magnético variável pode originar uma corrente eléctrica induzida	correcta
B	mostra que um campo eléctrico variável pode originar uma corrente eléctrica induzida	correcta
C	surge na sequência dos trabalhos de *Michael Faraday*..	correcta
D	surge na sequência dos trabalhos de *Albert Einstein*	
E	Outra	

Tabela 32 – Resultados obtidos para a questão 1.7

			1.7				
Básico	9º ano	Pré-teste	**39**	**46**	**34**	28	2
		Pós-teste	**35**	**51**	**46**	14	1
Secundário	10º ano	Pré-teste	**43**	**28**	**25**	19	0
		Pós-teste	**51**	**19**	**43**	11	0
	11º ano	Pré-teste	**51**	**36**	**42**	8	0
		Pós-teste	**62**	**26**	**60**	4	0

As diferenças obtidas entre o pós-teste e o pré-teste relativamente ao número de escolhas da opção C sugere que os alunos tenham lido o painel correspondente à réplica "Indução electromagnética", em que se associa Faraday à descoberta daquele fenómeno.

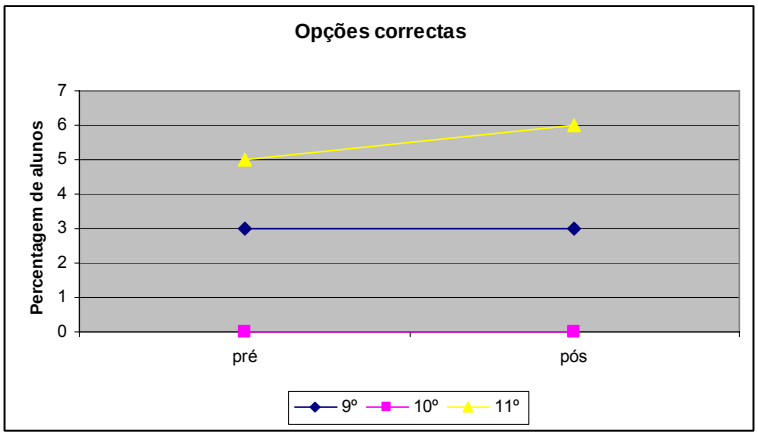


Figura 28 – Percentagem de alunos que seleccionou as três opções correctas da questão 1.7

De realçar o desempenho dos alunos do 11º ano em que a percentagem de alunos que selecciona todas as opções correctas do pré-teste para o pós-teste aumentou ligeiramente (1%). Este facto pode dever-se à leitura do painel correspondente.

Salienta-se o facto de serem os alunos do 10º ano a mostrar um desempenho mais fraco e que nenhum aluno deste nível tenha seleccionado as três opções correctas, embora a selecção das opções C e D tenham sofrido um acréscimo do pré para o pós-teste.

2.2 – Observação

Segundo Griffin (1998), as visitas a Museus de Ciência permitem ao aluno uma aprendizagem prática da Ciência de um modo natural, ou seja, é ele próprio a orientar a sua aprendizagem pelo seu próprio interesse e curiosidade. Foi com base neste e noutros autores, nomeadamente Falk & Dierking (1992), Gaspar (1993), Hodson (1996), Hein (1998), Marandino (2001), que se tomou a iniciativa de observar os comportamentos dos alunos, durante as visitas à exposição. A observação dos visitantes não esgota, por muito exaustiva que seja a informação que se procura obter.

A observação directa foi realizada, entre Fevereiro e Abril de 2006, numa sala do Departamento de Física da Universidade de Coimbra onde estava colocada a exposição "Oriente-se! A Bússola e os rumos da experiência", para a análise dos comportamentos dos visitantes.

Apesar de ter havido 313 alunos – amostra do estudo – a visitar a exposição entre Fevereiro e Abril, não foi possível fazer o registo de observação de todos. Só foi possível "seguir" um grupo de três alunos por cada período de 1 hora de visita (uma vez que a observação foi realizada apenas pela investigadora). Porém, todos responderam aos questionários.

Foram assim observados 35 alunos, grupo da análise que a seguir se descreve.

Ao entrarem na exposição os alunos eram divididos em grupos de 3. Esses grupos percorriam a exposição livremente havendo sempre dois monitores disponíveis, que quando solicitados ajudavam os alunos.

Para realizar a observação directa decidiu-se seguir um grupo por toda a exposição, tentando preencher a grelha (Anexo 9) e registar todas as expressões faciais e orais dos alunos, bem como alguns dos seus comportamentos.

- Verificou-se que a maioria dos alunos (88,6%), tanto do Ensino Básico, como do Ensino Secundário, ao dirigirem-se aos módulos iniciavam a leitura da instrução (por vezes efectuada em "voz alta" para os outros elementos do grupo), antes de realizar a experiência.
- Os alunos que apenas observavam ou que iniciavam a exploração sem ler (11,4%) pareciam que "mexiam sem intenção".
- 74,3% dos alunos lia a instrução com cuidado, uma vez que iam executando a instrução passo a passo.
- Na réplica "Indução electromagnética", houve alunos que iniciaram a leitura da instrução e depois desistiam (5,7%), passando de imediato a outra actividade.
- Para aferir da exploração das réplicas, usaram-se valores médios uma vez que apenas se consideraram os alunos que executaram as actividades com as réplicas tendo maior dificuldade em algumas e menor noutras:
    - 68,6% manusearam facilmente;
    - 14,3% sentiram alguma dificuldade mas conseguiu sozinho;
    - 17,1% pediram ajuda ou ao monitor ou à investigadora;
    - 2,9% desistiram abandonando a actividade e passando a outra.
- Durante a realização das experiências, os alunos mostravam-se muito empenhados e interessados, trocavam comentários entre si, estavam muito sorridentes e por vezes dirigiam comentários para os colegas, professores e até para a investigadora. "Acertei isto!"; "Afinal nem todos os metais são atraídos pelo íman!"; "Olha, vem ver isto!"…. Na réplica "Agulha magnética" um aluno retirou uma moeda do bolso e verificou que era atraída pelo íman. Riu e chamou o professor e os colegas para verem.
- Após a realização da experiência:
    - 8,6% dos alunos observados iniciavam a leitura das explicações. Salienta-se o facto de apenas um aluno do 10º ano e dois do 11º ano terem lido todas as explicações.
    - 88% dos alunos observados embora iniciassem a leitura das explicações, desistiam e passavam imediatamente a outra. Nenhum dos alunos de 9º ano leu todas as explicações nem ao primeiro nível.
    - Relativamente à leitura dos painéis verificou-se que um grupo de três alunos do 10º ano e outro do 11º ano leram os painéis.

- O tempo que passavam em actividade variou desde os 90 segundos até mais de 5 minutos. Os módulos onde passaram mais tempo foram:
    - "Electroíman", onde os alunos o exploravam como um jogo (colocando o maior número de sacos de areia na plataforma até que a força exercida a fizesse cair).
    - "Indução electromagnética", pela existência de instruções de realização de diversas tarefas que obrigavam a um maior tempo de exploração.
- Relativamente aos professores que acompanharam os alunos, apesar de não se preencher grelha de observação, foi possível constatar que muitos liam as instruções, explicações e painéis e, quando eram solicitados pelos alunos, lhes respondiam e lhes chamavam a atenção para determinados pormenores tanto das explicações como dos painéis.
- Verificou-se que os alunos do 10º e 11º anos interagiam mais, repetiam a exploração de actividades e, após a execução de algumas experiências, chamavam muitas vezes outros colegas e até o professor para ver.
- Verificou-se também uma maior interacção entre os professores do Ensino Secundário com os alunos.

2.3 – Avaliação da visita

É muito importante que os alunos também reflictam sobre o que viram, fizeram e sentiram. Neste sentido decidiu-se aplicar um questionário (Anexo 8) que desse oportunidade aos alunos de manifestarem as suas opiniões quanto à avaliação que fizeram da visita.

Tabela 33 – Percentagem de respostas dos alunos em cada item da questão 1.

A visita de estudo…	9º	10º	11º
Foi um simples divertimento	11	7	6
Permitiu que observasse coisas diferentes das realizadas em sala de aula	68	74	61
Contribuiu para a minha aprendizagem	71	60	74
Foi um momento importante para a minha formação	16	23	23
Outra	3	2	1

De realçar que a maioria dos alunos refere que a visita efectuada à exposição "Oriente-se!" lhes "Permitiu que observasse coisas diferentes das realizadas em sala de aula" e "Contribui para a minha aprendizagem".

Na opção "Outra" foi referido pelos alunos que:

- *"Gostei muito!"*
- *"Estava muito interessante."*

Tabela 34 - Percentagem de respostas dos alunos em cada item da questão 2.

Durante a visita de estudo…	9º	10º	11º
Compreendi sem dificuldade as instruções	61	47	63
Tive dificuldade em compreender as instruções	16	28	14
Compreendi sem dificuldade as explicações	59	73	64
Tive dificuldade em compreender as explicações	11	9	7
Outra	5	0	1

A maioria dos alunos selecciona as opções "Compreendi sem dificuldade as instruções" e "Compreendi sem dificuldade as explicações". Salienta-se o facto de serem poucos os alunos que na opção "Outra" referirem que:

- *"Tive dificuldades em algumas instruções e/ou explicações".*

Tabela 35 - Percentagem de respostas dos alunos em cada item da questão 3.

Realizei as experiências…	9º	10º	11º
Sem dificuldade	58	56	69
Com alguma dificuldade	28	42	28
Só com ajuda	9	5	3
Não consegui realizar	2	1	1
Outra	11	0	7

De realçar que a maioria dos alunos refere que realizou as experiências sem dificuldade. Salienta-se o facto de serem os alunos do 10º ano que mais referiram que tiveram alguma dificuldade na realização das experiências.

Os alunos usaram a opção "Outra" para mencionar o nome das experiências onde tiveram mais dificuldade. Algumas das afirmações dos alunos:

- *"A indução foi um bocado complicada".*
- *"Tive dificuldade na das bobinas".*
- *"A experiência da indução electromagnética é difícil".*

Outros referiram a experiência que mais gostaram:

- *"O electroíman é a experiência mais gira".*
- *"Gostei mais do electroíman. Consegui 23 Kg".*

A comparação dos resultados das opiniões dos alunos (avaliação que fizeram acerca da realização das experiências) com os resultados da observação (efectuada pela investigadora), mostram-se concordantes. Esta concordância parece indiciar que a réplica "Indução electromagnética" apresenta um grau de dificuldade superior ao das outras réplicas.

Tabela 36 - Percentagem de respostas dos alunos em cada item da questão 4.

As opções que seleccionei nos questionários resultam do que aprendi…

	9º	10º	11º
Anteriormente na escola	28	32	58
Ao realizar a experiência	69	77	71
Ao ler as explicações	51	53	43
ao ler os painéis	36	32	33
outra	3	0	1

As respostas a esta questão indiciam que a maioria dos alunos respondeu ao pós-teste com base na realização da experiência.

A maioria dos alunos do 9º e 10º anos refere a leitura das explicações e dos painéis. Este resultado contrasta com o resultado da observação em que apenas uma minoria iniciou a leitura das explicações e que quase não leram os painéis.

Salienta-se ainda o facto de a maioria dos alunos do 11º ano referirem os conhecimentos adquiridos anteriormente na escola, apesar do aumento de opções correctas do pré para o pós-teste. O que parece indiciar que talvez a exploração das actividades tenha contribuído para uma consolidação da aprendizagem de conceitos.

3 – Segundo estudo com alunos do Ensino Secundário

Tal como foi referido na planificação do estudo, foi realizada uma investigação exploratória do impacto de uso de réplicas interactivas com *design* diferente nas duas instituições, exposição "Oriente-se! A Bússola e os rumos da experiência" e no Exploratório.

Relembra-se que, apesar de este estudo apenas incidir sobre duas das réplicas "Agulha magnética" e "Indução electromagnética", na exposição "Oriente-se!" estava toda a exposição montada, enquanto que no Exploratório apenas se colocaram as duas réplicas correspondentes juntas em cima de uma base sem qualquer informação adicional nem painéis. No Exploratório exibiam-se mais dois módulos interactivos sobre Electromagnetismo a adicionar aos 112 módulos de interior de diversas áreas científicas.

A realização deste primeiro estudo exploratório teve algumas condições que poderemos chamar atípicas uma vez que foi efectuado numa tarde de sábado e incidiu sobre alunos do 11º ano que participaram nas provas regionais das Olimpíadas da Física no Departamento de Física da Universidade de Coimbra.

3.1 – Questionários – Resultados globais

Dos alunos observados na exposição "Oriente-se!" e no Exploratório pediu-se aos do 11º ano que respondessem a um questionário no final da visita (Anexo 10). Este questionário tinha algumas questões abertas e tinha cinco questões de escolha múltipla referentes às réplicas "Agulha magnética" e "Indução electromagnética" iguais às utilizadas nos pré e pós-testes do primeiro estudo (Q 1.1; 1.2; 1.3; 1.5; 1.6 do Anexo 7). Estas questões pretendiam funcionar como perguntas de controlo e permitiram proceder a correlações entre o que responderam na questão aberta "O que achas que aprendes-te neste módulo?" e as opções que seleccionaram nas questões de escolha múltipla.

Nas questões abertas questionava-se sobre:

- Se gostaram da exposição. O resultado foi que 100% dos inquiridos responderam que sim tanto na exposição "Oriente-se!" como no Exploratório.

- Qual o módulo que mais gostaram:
    - **Exposição "Oriente-se!"**: 38% referem a réplica "Imagens de espectros magnéticos"; 29% refere o "Arco de Delezenne"; 14% refere

a “Indução electromagnética”; 14% refere o “Electroíman” e 5 % refere a “Agulha magnética”

- **Exploratório**: as respostas recaíram sobre diferentes módulos deste espaço interactivo. Apenas 4% referem a “Agulha magnética” e 8% referem “Campo magnético” que não traduz o nome de um módulo, mas que se refere a um módulo interactivo denominado “Batota na TV”. Este resultado parece um pouco estranho e indicia que a colocação das réplicas juntas e talvez o haver dois observadores por perto lhes tenha chamado a atenção para estes módulos.

- A tabela 37 traduz a exploração dos módulos “Agulha magnética” e “Indução electromagnética” nas duas instituições.

Tabela 37 – Percentagem das respostas à exploração dos módulos

	Exp. "Oriente-se" N = 21		Exploratório N = 24	
	“Agulha magnética”	“Indução electromagnética”	“Agulha magnética”	“Indução electromagnética”
Sim	95	86	50	67
Não	5	14	46	25
Não Responde	0	0	4	8

N = número de alunos que responderam ao questionário

A maioria dos alunos afirma ter feito a exploração dos dois módulos. No entanto, esta exploração foi superior na sala onde estava colocada a exposição “Oriente-se!”.

- Na tabela seguinte apresentam-se as percentagens de respostas às questões sobre as recordações relativamente aos dois módulos:

Tabela 38 – Comparação da percentagem das respostas dos alunos para os dois módulos

	Exp. "Oriente-se" N = 21				Exploratório N = 24			
	“Agulha magnética”		“Indução. Electromagnética”		“Agulha magnética”		“Indução electromagnética”	
	R	NR	R	NR	R	NR	R	NR
O que se lembram?	86	14	81	19	38	63	46	54
O que acham que aprenderam?	81	19	81	19	38	63	46	54
Escreve algo de que te recordes …	81	19	81	19	17	83	38	63

R – Responde; NR – Não responde

De realçar que a percentagem de respostas dadas pelos alunos foi bastante superior na exposição "Oriente-se!". Esta quantidade de respostas pode dever-se ao facto de a exposição estar colocada apenas numa sala (como referido anteriormente) e no espaço do Exploratório aqueles dois módulos encontravam-se misturados com a restante exposição. Por contraste, a maioria dos alunos no Exploratório não responde a estas questões abertas.

Alguns exemplos das respostas dadas pelos alunos:

Exposição "Oriente-se!" – "O que se lembram?"

"Agulha magnética"

- *"Existem objectos como o zinco que não são afectados por campos magnéticos".*
- *"Que materiais ferro magnéticos são influenciados por campos magnéticos".*
- *"De que as agulhas ficam viradas para o íman".*
- *"A forma como as agulhas ficam dispostas".*
- *"Dois metais que não sofriam alterações com o íman e outro que sofria".*
- *"Que nem todos os metais são atraídos pelo íman".*
- *"Reacção dos vários metais em relação ao íman".*
- *"Nem todos os materiais são atraídos pelo íman".*
- *"Quando aproximamos um íman das agulhas estas mexem-se".*
- *"Pólos iguais repelem-se, pólos contrários atraem-se, nem todos os metais são atraídos pelo íman".*
- *"Das agulhas".*

"Indução Electromagnética"

- *"Que produz corrente eléctrica".*
- *"Quando se movimenta rapidamente um íman dentro de uma bobina, consegue-se obter corrente eléctrica".*
- *"Utilizavam-se duas bobinas (aparelhos para ilustrar a indução) e tinha de se movimentar um íman dentro da bobina".*
- *"Que a corrente eléctrica obtém-se quando é movimentado um íman ou uma bobina dentro de outra".*
- *"Bobina".*

Exploratório – "O que se lembram?"

"Agulha magnética"

- *"Que a agulha magnética indica o N quando na horizontal".*
- *"Existia uma agulha influenciada por campos".*
- *"Quando há movimento forma-se um campo magnético".*
- *"Das agulhas".*
- *"Agulha magnética comporta-se de maneiras diferentes em situações diferentes"*
- *"Os ímanes não atraem todos os materiais".*

"Indução Electromagnética"

- *"Que ao movimentar um íman dentro de uma bobina obtém-se uma indução electromagnética".*
- *"Produzir electricidade através do magnetismo".*
- *"Um campo magnético variável cria corrente eléctrica".*

Exposição "Oriente-se!" – "O que acham que aprenderam?"

"Agulha magnética"

- *"Que nem todos os metais são atraídos pelo campo magnético de um íman".*
- *"Que uma corrente eléctrica origina um campo magnético".*
- *"Existem alguns objectos metálicos que não são atraídos pelo íman, como latão e alumínio".*
- *"Existem objectos como o níquel, o ferro e o aço que são atraídos pelo íman".*
- *"A agulha magnética é um íman que nos permite orientar em relação aos pólos Norte e Sul da Terra".*
- *"Os ímanes quando aproximamos pólos iguais repelem-se e pólos diferentes atraem-se".*

"Indução Electromagnética"

- *"Que é possível obter corrente eléctrica (induzida) quando se movimenta muito rapidamente um íman dentro de uma bobina".*
- *"Os nomes dos módulos".*
- *"Que a obtenção de correntes induzidas estabelece-se por indução electromagnética".*
- *"Que correntes induzidas obtém-se por indução electromagnética".*
- *"Quando se movimenta uma bobina dentro de outra obtém-se uma corrente eléctrica".*

Exploratório – "O que acham que aprenderam?"

"Agulha magnética"

- *"Que a Bússola se guia pelo íman terrestre e porquê".*
- *"As agulhas orientam-se segundo o campo magnético".*
- *"Os diferentes pólos".*

"Indução Electromagnética"

- *"Como se cria a indução electromagnética".*

Salienta-se que as respostas dos alunos que visitaram a exposição "Oriente-se!" são em maior quantidade e mais adequadas aos módulos explorados.

Na questão onde se solicitava aos alunos que escrevessem algo que lhes recordasse a exploração, apenas focaram pequenos aspectos do módulo: "ímanes", "Bobinas". Não deram qualquer resposta mais completa.

Relativamente às questões de escolha múltipla, todos os alunos seleccionaram as opções que consideraram correctas. Na tabela seguinte apresentam-se os valores das médias e percentagens das opções para as cinco questões.

Tabela 39 – Resultados globais do segundo estudo em termos de média e percentagem

	Média	Percentagem
Exposição "Oriente-se!"	7.9	66
Exploratório	6.6	55

Apesar de os valores calculados para a média e percentagem global serem inferiores aos valores calculados para os alunos do 11º ano do primeiro estudo, verificou-se que o seu desempenho, em determinadas questões, foi superior.

3.1.1 – Resultados parciais

Magnetismo – "Agulha magnética"

Na tabela seguinte apresentam-se as percentagens de alunos que responderam a cada item da questão 1.1

Um íman atrai…

Tabela 40 – Percentagem de respostas no segundo estudo à questão 1.1

	1.1				
	A	B	C	D	E
Exp. "Oriente-se!"	5	5	**67**	**52**	0
Exploratório	17	17	**63**	**33**	**4**

Verificou-se que as opções correctas C e D foram as mais escolhidas. Na opção E foi referido por alunos que "objectos com propriedades magnéticas também eram atraídos pelo íman".

Comparando estes resultados com as opiniões dos alunos sobre o que acham que aprenderam, parece que a maioria dos alunos reconhece que os ímanes atraem alguns metais e a maioria dos alunos que visitou a exposição "Oriente-se" sabe que tipo de metais são atraídos por um íman, o que está de acordo com a transcrição das suas respostas. Como a maioria dos alunos que visitaram o Exploratório não responderam à questão "O que acham que aprenderam?" e uma vez que poucos alunos seleccionam as opções incorrectas A e B, várias hipóteses se podem levantar. Por exemplo: poderão ter seleccionado as opções correctas por acaso; este tipo de questões abertas não lhes suscitou interesse; ou poderão não ter conseguido sintetizar o que aprenderam.

Da análise dos dados verificou-se que, para esta questão, no Exploratório, apenas 8,3% dos alunos seleccionam as duas opções C e D correctas apesar de não responderam à questão aberta "O que achas que aprendeste neste módulos?" enquanto que na exposição "Oriente-se" 23,8% dos alunos o fazem.

Este resultado parece indiciar que os alunos preferiram responder aos questionários de escolha múltipla e não se disponibilizaram para fazer um esforço para tentar perceber o que tinham aprendido e elaborar essa síntese por escrito.

No gráfico da figura seguinte fazemos a comparação da percentagem obtida a cada item da questão 1 nos dois locais já referenciados (exposição e Exploratório)

quando comparada com a percentagem obtida no pós-teste dos alunos do 11º ano do primeiro estudo.

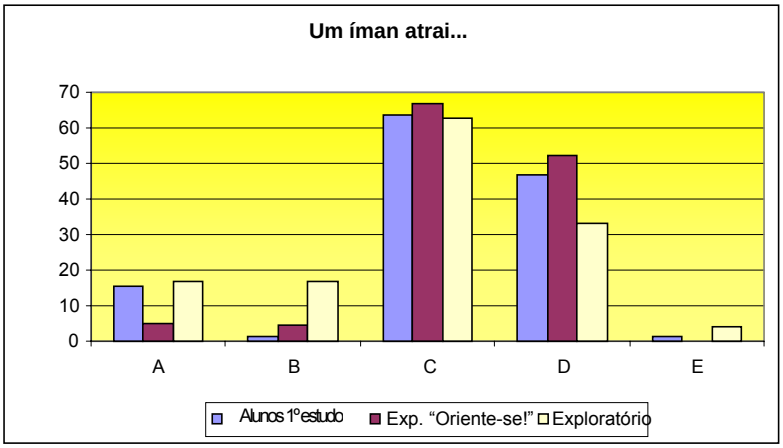


Figura 29 – Comparação, em percentagem, do desempenho dos alunos na questão 1.1.

Os resultados mostram que, para esta questão, os alunos obtiveram maior percentagem de respostas correctas C e D na exposição "Oriente-se".

Questão 1.2 – **Ao aproximarem-se as extremidades de dois ímanes estes**…

Tabela 41 - Percentagem de respostas no segundo estudo à questão 1.2

	1.2				
	A	B	C	D	E
Exp. "Oriente-se!"	0	0	**100**	**100**	0
Exploratório	0	0	**100**	**75**	0

Nesta questão registaram-se valores muito expressivos. Estes podem dever-se à manipulação dos módulos, mas também ao facto de este ser um assunto do conhecimento da maioria dos cidadãos.

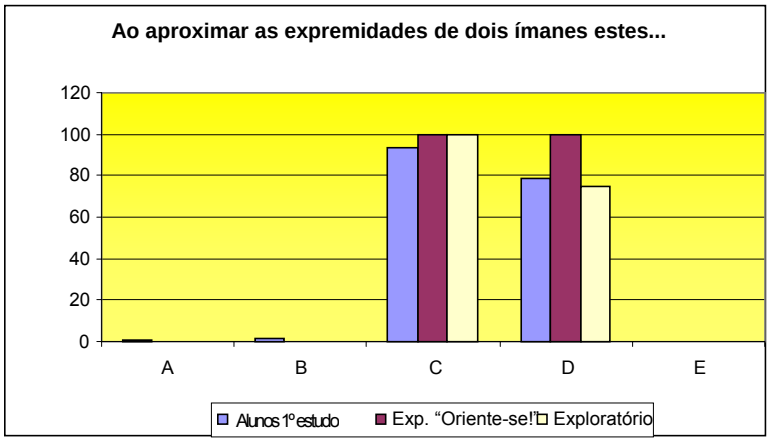


Figura 30 - Comparação, em percentagem, do desempenho dos alunos na questão 1.2

Mais de 75 % dos alunos escolheu as duas opções correctas, para esta questão.

Questão 1.3 – **Um íman…**

Tabela 42 – Percentagem de respostas no segundo estudo à questão 1.3

	1.3				
	A	B	C	D	E
Exp. "Oriente-se!"	**48**	**100**	**14**	0	0
Exploratório	**13**	**96**	**17**	13	0

Das opções correctas A, B e C, a B é a mais indicada. Tal como já tinha ocorrido no primeiro estudo, a maioria dos alunos identifica que um íman cria um campo magnético, porém não reconhece que aquele exerce interacções à distância sobre objectos de níquel e que se orienta no campo magnético terrestre. A informação poderia ser recolhida lendo as explicações do módulo "Agulha magnética".

Apenas 14,3% dos alunos seleccionam as três opções correctas na exposição "Oriente-se" e nenhum o fez no Exploratório.

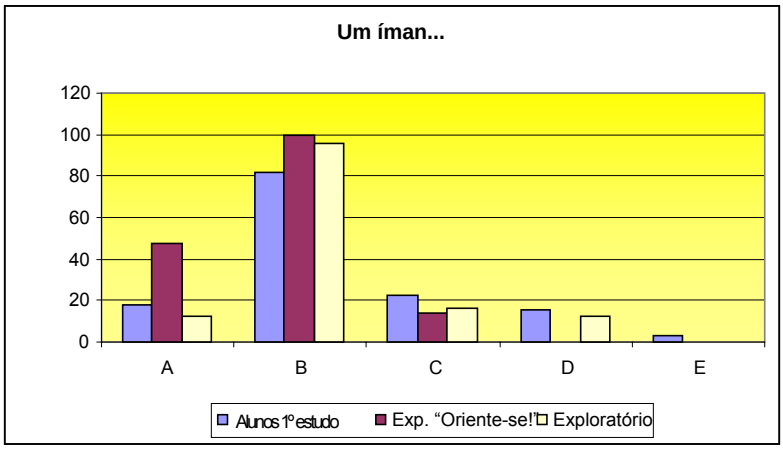


Figura 31 – Comparação, em percentagem, do desempenho dos alunos na questão 1.3

Os resultados mostram que, para esta questão, os alunos tiveram um melhor desempenho na exposição "Oriente-se".

Os resultados apresentados parecem indiciar que, apesar de os alunos não responderem na sua maioria à questão aberta, este facto não foi inibidor de apresentarem alguns resultados parciais expressivos. Este facto pode dever-se a que o assunto abordado neste módulo ser já do conhecimento dos alunos e nem exigir da parte deles uma exploração muito meticulosa.

Comparando a análise das opções feitas para as 3 questões de escolha múltipla Q. 1.1, Q 1.2 e Q 1.3 e o modo como responderam à questão "O que achas que aprendeste?", podemos salientar que:

Na **Exposição "Oriente-se"** – nenhum aluno seleccionou as 7 opções correctas para as 3 questões referidas. No entanto, para os alunos que seleccionaram 6 ou 5 destas opções: 9,5 % dos alunos afirmou que "aprendeu muita coisa", 4,8% são da opinião de que não aprenderam nada de novo, dizendo "nada apenas recordei". 52,3% dos alunos deu respostas, umas mais completas que outras, que indiciam que os alunos reconheceram os objectivos da réplica.

No **Exploratório** – nenhum aluno seleccionou as sete opções correctas para as 3 questões referidas. Apenas 1 aluno seleccionou 6 das opções correctas e não respondeu à questão aberta. Dos que seleccionaram 4 das opções correctas: 4,2% dos alunos afirmou que aprendeu "várias coisas", 4,2% disse que "Apenas confirmei o que já sabia" e 66,7% não respondeu à questão aberta.

Indução electromagnética

Questão 1.4 – **O fenómeno da indução electromagnética…**

Tabela 43 – Percentagem de respostas no segundo estudo à questão 1.4

	1.4				
	A	B	C	D	E
Exp. "Oriente-se!"	0	0	**100**	**67**	0
Exploratório	0	4	**88**	**46**	0

As opções correctas C e D foram as mais escolhidas. Estes resultados parecem dever-se à exploração do módulo.

Verificou-se também que 66,7% dos alunos na exposição "Oriente-se" seleccionaram as duas opções correctas, enquanto que no Exploratório esta percentagem foi de 33,3%.

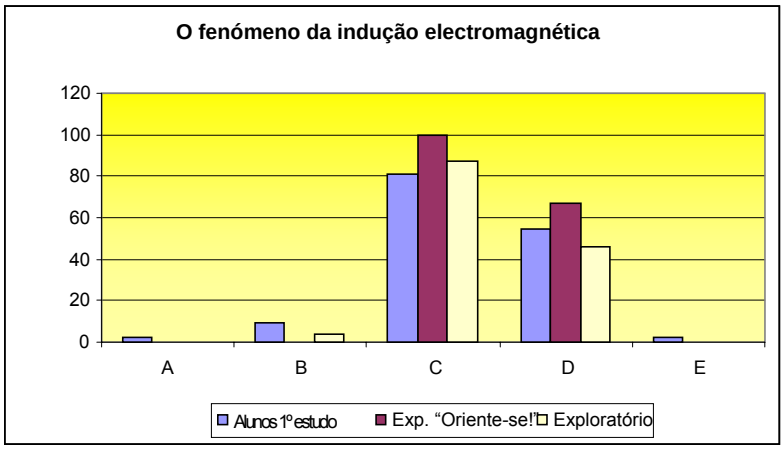


Figura 32 - Comparação, em percentagem, do desempenho dos alunos na questão 1.4

Os resultados mostram que, para esta questão, os alunos tiveram um melhor desempenho na exposição "Oriente-se".

Questão 1.5 – **Variar um campo magnético numa espira significa…**

Tabela 44 – Percentagem de respostas no segundo estudo à questão 1.5

	1.5				
	A	B	C	D	E
Exp. "Oriente-se!"	**14**	**71**	**57**	10	0
Exploratório	**13**	**63**	**58**	17	0

Das opções correctas A, B e C, a opção A foi a menos escolhida nos dois locais. Para responder correctamente seria necessário ler a explicação *E mais*…, ao nível do Secundário, do módulo "Indução electromagnética", o que os resultados sugerem não ter acontecido.

Verificou-se também que 9,5% dos alunos na exposição "Oriente-se" seleccionaram as três opções correctas, enquanto que no Exploratório esta percentagem foi de 4,2%.

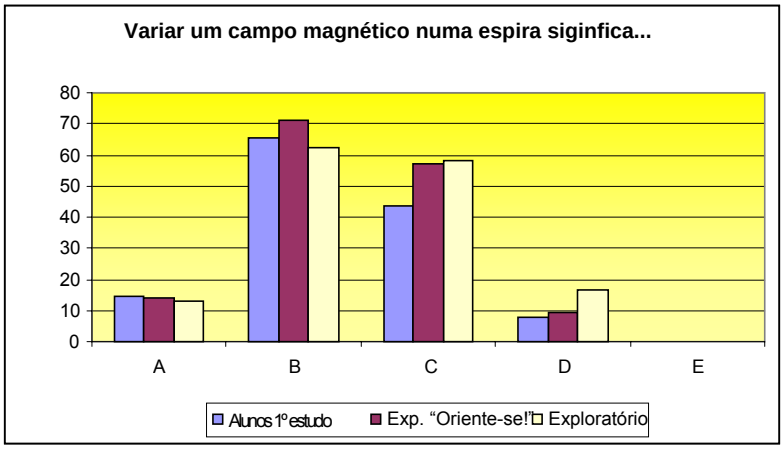


Figura 33 - Comparação, em percentagem, do desempenho dos alunos na questão 1.5

Tal como já acontecera com os alunos do Ensino Secundário do primeiro estudo também nestes grupos a maioria dos alunos apenas escolhe as opções B e C resultantes da exploração da réplica. Os resultados mostram que para esta questão os alunos tiveram um melhor desempenho na exposição "Oriente-se" e no segundo estudo.

Comparando a análise das opções feitas para as 2 questões de escolha múltipla Q. 1.4 e Q 1.5 e o modo como responderam à questão "O que achas que aprendeste?", podemos salientar que:

Na **Exposição "Oriente-se"** – 2 alunos seleccionaram as 5 opções correctas para as 2 questões referidas. Porém, 1 dos alunos referiu que esta experiência "foi uma oportunidade para o exame nacional" enquanto que o outro dá uma resposta aceitável de acordo com os objectivos do módulo *"Que é possível obter corrente eléctrica (induzida) quando se movimenta muito rapidamente um íman dentro de uma bobina".*

Dos alunos que seleccionaram 4 destas opções: 14,3 % dos alunos deu respostas aceitáveis, umas mais completas que outras, mas que indiciam que os alunos reconheceram os objectivos da réplica.

No **Exploratório** – 1 aluno seleccionou as 5 opções correctas para as 2 questões referidas e à questão aberta respondeu que "apenas confirmei o que já sabia". Os alunos que seleccionaram 4 das opções correctas (20,8 %) não responderam à questão aberta.

Todos estes resultados parecem confirmar a mais valia em termos de aprendizagem de uma visita organizada em torno de um objectivo específico, como foi o caso da visita à exposição (em que o objectivo seria consolidar ou promover aprendizagens de um único tema), identicamente a situações análogas, as "Aulas" no Museu ou no Exploratório, comparadas com as visitas sem objectivos definidos como a dos alunos analisados no Exploratório.

3.2 – Observação

Para este primeiro estudo comparativo foi efectuada observação directa nas duas instituições: Museu de Física – Exposição "Oriente-se" e Exploratório, Centro Ciência Viva de Coimbra. Foram designados dois observadores directos em cada instituição e a observação incidiu, apenas, em duas das réplicas: "Agulha magnética" e "Indução electromagnética.

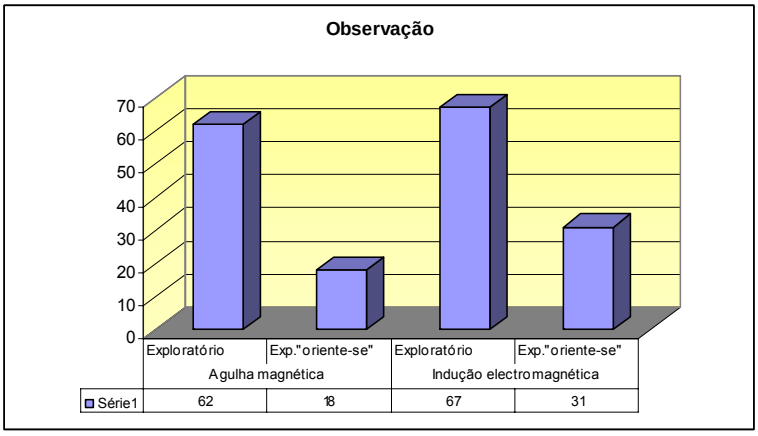


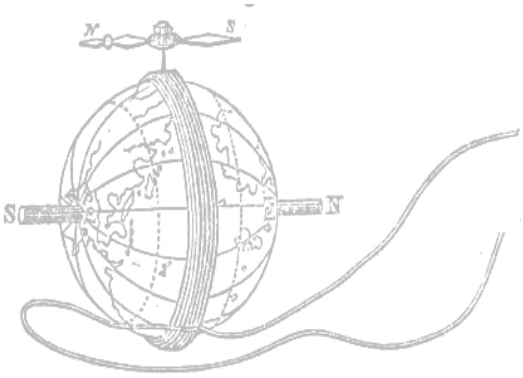
Figura 34 – Número de visitantes observados nas réplicas e nas duas instituições.

Na tabela seguinte apresentam-se as percentagens calculadas para os comportamentos manifestados pelos visitantes. Os observadores registaram todos os visitantes que se acercaram do módulo que o manipularam ou apenas observaram.

Tabela 45 – Comportamentos, em percentagem, registados durante a observação

		Agulha Magnética		**Indução Electromagnética**	
Interacção visitante réplica		Exp. "Oriente-se" N = 18	Exploratório N = 62	Exp. "Oriente-se" N = 31	Exploratório N = 67
Lê a instrução		44	10	29	10
Observa		56	8	23	10
Passa sem mexer		17	18	0	12
Experimenta sem ler a instrução	Sozinho	17	32	13	24
	Em grupo	28	29	6	34
Lê a instrução c/ cuidado		33	10	35	1
Experimenta em grupo		22	6	52	6
Lê primeiro a explicação		6	0	6	0
Manuseia	Facilmente	83	40	16	1
	Com dificuldade • Consegue • Pede ajuda • Desiste	 0 0 0	 24 0 13	 23 16 29	 12 0 30
Mostra: • Interesse • Entusiasmo • Desinteresse • Aborrecimento		78 6 11 6	40 2 31 10	45 26 10 3	15 7 19 9
Após a realização: • Lê as explicações • Vai embora		11 72	0 77	35 39	3 40

As réplicas colocadas no Exploratório estavam muito próximas e por vezes os visitantes exploravam uma delas e apenas “mexiam” na outra. Salienta-se também que o espaço do Exploratório é demasiado exíguo para tantos módulos onde por vezes se regista um saltitar constante de módulo para módulo, principalmente pelas crianças. A colocação de duas réplicas com o mesmo design dos módulos aí existentes e sem qualquer diferenciação parece ter passado despercebida à maior parte dos visitantes.



Capítulo IV

CONCLUSÕES E REFLEXÕES FINAIS

1. Conclusões e reflexões finais

Neste capítulo apresenta-se uma síntese das principais conclusões e uma reflexão final sobre o trabalho desenvolvido.

1.1 – Acção de Formação de professores

Face à validação pelos professores do Ensino Básico e Secundário dos resultados obtidos em contexto real, parece-nos que o trabalho desenvolvido constituiu uma mais valia, revelando-se de utilidade na promoção da acção educativa do Museu de Física e na aproximação Escola-Museu. A este propósito, cita-se Wagensberg (2000): "Ensinar, formar, informar, preservar o património, divulgar são algumas das funções dos museus porém nenhuma delas prioritária. A prioridade é criar a diferença, entre o antes e o após a visita a um Museu de Ciência que proporcione uma mudança de atitude com a Ciência e outras actividades relacionadas".

Sendo o professor um mediador entre o Museu e os alunos, cada vez mais tem um papel a desenvolver na educação em Ciência fora da escola. A Acção de Formação realizada indicia, de acordo com os resultados descritos no capítulo III, que os professores acreditam no potencial dos Museus e Centros de Ciência enquanto ambientes não-formais de aprendizagem. Em particular, o entusiasmo com que exploraram e manipularam as réplicas da exposição "Oriente-se! A Bússola e os rumos da experiência" parece revelar que uma exposição com estas características, para estes professores, constitui uma ferramenta valiosa na consecução dos objectivos a que se propuseram no ensino formal. Embora tenham frequentado uma só Acção, de apenas um dia (e essa é uma das limitações do estudo), os resultados permitem perspectivar um modelo de Acção deste tipo como indutor das mudanças de atitudes pretendidas. No futuro seria útil analisar o efeito das acções após um período mais longo de tempo, no sentido de verificar se a mudança de atitudes persistiu. Igualmente seria útil realizar maior número de Acções de Formação ou durante mais tempo com os mesmos formandos.

A partir da aplicação dos questionários aos docentes que frequentaram a Acção de Formação foi possível concluir que:

a) Estes docentes já possuíam algum conhecimento em visitas a Museus e Centros de Ciência Interactivos, não só em Portugal mas também no estrangeiro;

b) Quando planeiam uma visita de estudo a essas instituições fazem-no porque consideram que estes constituem um recurso educativo, contribuem para aprendizagens de qualidade e podem propiciar importantes momentos de socialização;

c) Geralmente realizam uma visita de estudo por ano e seleccionam locais que se relacionem com a sua prática pedagógica, uma vez que entendem estas instituições como um local alternativo de aprendizagem em que os conteúdos apresentados podem ser abordados de uma forma interdisciplinar ou enfatizando relações com o quotidiano dos alunos.

Relativamente aos textos que complementam a exposição, foram apuradas as seguintes conclusões: Este grupo de professores considerou que:

- os textos eram adequados aos alunos dos Ensinos Básico e Secundário. Salientou no entanto que as explicações a dois níveis eram excessivas para o Ensino Básico e devidamente apropriadas para o Ensino Secundário.
- a ligação à História da Ciência nos painéis – elemento cénico muito apelativo – é de grande utilidade, permitindo aos alunos uma visão histórica da evolução do Electromagnetismo.

Sugerem ainda que na medida do possível, se estabeleçam mais pontes entre o fenómeno observado e o quotidiano dos alunos.

É consensualmente aceite que tanto as Escolas como os Museus e Centros de Ciência devem urgentemente pugnar pela melhoria da educação e da qualidade das aprendizagens. Em ambos os casos, os professores desempenham o papel central. Assim, considera-se decisiva a mudança de atitude face ao ensino não-formal e às suas potencialidades, com vista a deixar-se de ter meros passeios àqueles espaços lúdicos e passar-se a organizar reais visitas de estudo, o que supõe a necessidade de formação neste sentido.

Parece, pois, imprescindível que, ao nível da formação (inicial e contínua), se desenvolvam nos professores competências que lhes permitam:

- reconhecer e saber aproveitar as potencialidades dos ambientes não-formais de aprendizagem, concretamente, dos Museus;
- colaborar com estes, enquanto parceiros, mantendo-se informados das actividades que os Museus têm para oferecer e dando sugestões que possam permitir um aperfeiçoamento do serviço educativo dos mesmos;
- preparar os alunos previamente para a visita de estudo e promover actividades quer durante quer após a visita.

1.2 – Relativamente aos estudos com alunos dos Ensinos Básico e Secundário

Nas últimas décadas, os museus e Centros de Ciência têm sido instrumentos recorrentes nas políticas de promoção da cultura científica. A exploração de objectos tridimensionais no contexto de uma exposição parece assegurar uma transmissão mais eficaz de conhecimentos produzidos pelo sistema científico, podendo promover uma maior confiança dos jovens e dos cidadãos em geral nos cientistas, nos produtos da Ciência e nas suas aplicações tecnológicas.

Como qualquer aprendizagem, a que ocorre nos Museus e Centros de Ciência, está condicionada pelas ideias prévias dos visitantes, pela compreensão da Ciência, pelas suas expectativas e atitudes. Porém, os Museus e Centros de Ciência constituem um ambiente apropriado para a aprendizagem da Ciência, pois alia-se o rigor científico e a transmissão de conhecimentos ao prazer de descobrir, à compreensão dos fenómenos, à surpresa e ao fascínio.

Segundo Mariano Gago (2003) "o conceito de exposição interactiva visa precisamente envolver o visitante e devolver-lhe ingenuidade e curiosidade, usando formas de interactividade que não passam exclusivamente pelo texto, pela leitura e pela escrita, mas apelam ao envolvimento corporal e à mobilização das nossas próprias percepções".

1.2.1 – Primeiro estudo com alunos

Os resultados obtidos indiciam que a generalidade dos alunos apreciou a exposição e a exploração que fizeram em grupo. De salientar que este tipo de actividades constitui um importante factor de motivação, acrescendo que os alunos acharam a exposição inovadora. Porém, a leitura dos textos parece não ter um papel fundamental para a exploração que os alunos fazem, o que está em conformidade com muita da investigação até hoje realizada sobre este tema.

Mesmo assim, a interacção com as actividades e o desempenho dos alunos, nos pré-testes e pós-testes, denuncia uma relação evolutiva no âmbito da profundidade – de *hands-on* e *hearts-on* a *minds-on* – com vista a melhor literacia ou conhecimento em Ciência. Recorde-se que os alunos, e o cidadão comum, aprendem Ciência e Tecnologia fora da escola, em particular com a observação e as experiências vivenciadas no mundo real. Estas experiências contribuem significativamente para o seu conhecimento, compreensão e atitudes positivas perante a Ciência. Mas esta aprendizagem depende da sua vontade de querer saber mais. No âmbito não-formal, quase sempre é o aluno que

inicia este processo. O nível de profundidade atingido depende, contudo, muito de ajudas adequadamente organizadas.

Os resultados parecem evidenciar que:

- Os alunos consideraram que a visita de estudo contribuiu para a sua aprendizagem e permitiu que observassem coisas diferentes das realizadas em sala de aula.
- Os alunos exploraram as actividades com empenho, recorrendo primeiro às instruções para a exploração da actividade mas sem lerem as explicações ou os painéis. Contudo a maioria dos alunos declarou que "Compreendi sem dificuldade as instruções" e "Compreendi sem dificuldade as explicações".
- A maioria dos alunos não apresentou dificuldade na exploração da maior parte das réplicas. No entanto as dificuldades reveladas na réplica "Indução electromagnética" parecem indiciar que esta apresenta um grau de complexidade superior, ou que, como se trata de uma actividade com diversas instruções, estas tenham constituído um obstáculo à exploração pelos alunos.

O estudo que foi realizado com alunos dos diferentes níveis de escolaridade parece indiciar que foi possível contribuir para uma melhor compreensão sobre Electromagnetismo, que os textos se apresentavam adequados e que a exploração não apresentou dificuldades.

Finalmente, não pode ignorar-se a importância de vir a ser realizada uma avaliação do impacto algum tempo depois da exploração, por exemplo, através de alguns questionários enviados aos alunos e comparação com os resultados anteriormente obtidos.

1.2.2 – Segundo estudo com alunos

O estudo exploratório desenvolvido com módulos com a mesma função mas *design* diferente e em ambientes diferentes – Museu e Centro de Ciência - aponta para a necessidade de aprofundar estes trabalhos no futuro, porém, reduzindo o número de variáveis em estudo e tentando uniformizar o mais possível as condições físicas para a investigação decorrer com sucesso. Ter em atenção considerações de espaço e de contexto. Não houve possibilidade, mas o estudo comparativo de impacto deveria ser realizado, tendo, no Exploratório, um espaço diferenciado em que se pudessem expor

várias, ou de preferências todas as réplicas existentes na exposição "Oriente-se!", embora com design diferente, de acordo com o que é utilizado nos módulos do Exploratório.

1.3 – Sugestões para futuras investigações

Os estudos sobre os resultados conseguidos com visitas a Museus e Centros de Ciência, em todo o Mundo, estão longe ainda de poderem considerar-se suficientes e satisfatórios.

A prioridade na agenda de investigação para os próximos anos continua a ser, conforme referia Falk no congresso organizado pela Associação Americana de Museus, em 1995, estabelecer uma definição credível do papel educacional e cultural que os Museus e Centros de Ciência desempenham na Sociedade.

Para isso, é necessário que cada vez mais a investigação que aí decorre:

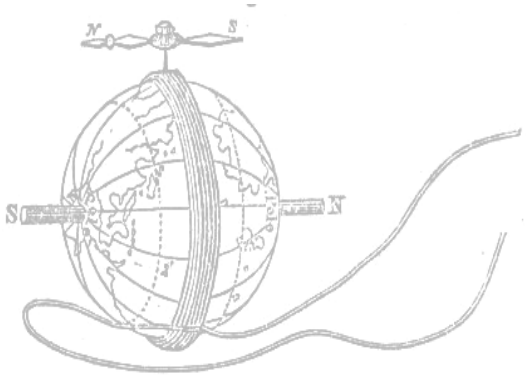
- Permita avaliar o impacto de longa duração: passados vários meses ou até vários anos.
- Tenha em conta os contextos sociais, culturais e até educacionais dos visitantes.
- Realize investigações que possam ser generalizadas a diferentes tipos de Museus.
- Implemente investigações qualitativas e quantitativas reconhecendo o valor intrínseco de cada uma.

A investigação deve, cada vez mais, dar resposta a "quando e como" se processou a aprendizagem nestes espaços. Devem ser implementados estudos que permitam verificar que mudanças operam no seu dia a dia após as visitas, que comportamentos têm os alunos noutros contextos de aprendizagem e que benefícios podem ser mensuráveis das diversas visitas de estudos que fizeram a Museus e, até talvez, que carreiras académicas seguiram posteriormente.

Devem ainda ser utilizados novos instrumentos, nomeadamente as entrevistas, que forneçam maior número de informações sobre as visitas dos alunos, mas também sobre as suas emoções, estimulando o visitante a responder sobre as suas experiências pessoais, para permitir avaliar as alterações na sua auto-estima.

Seria igualmente interessante fazer um estudo comparativo entre uma turma em que o professor promovesse uma preparação prévia da visita e outra em que esta preparação não fosse efectuada para aferir de diferenças.

Uma vez que a questão dos textos tem assumido uma importância crescente para muitos investigadores seria útil fazer um estudo em que se usasse esta ou outra exposição e utilizando estímulos no sentido da promoção da leitura se focasse maioritariamente a nível da leitura e compreensão dos textos escritos tal como sugere Marandino (2002), através de pequenas modificações controladas.



BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

Allen, S. (2004). Designs for learning: Studying science museums exhibits that do more than entertain. *Science Education*, 88 (7), 17-33.

Almeida, L. S. e Freire T. (2003). *Metodologia da Investigação em Psicologia e Educação*. Braga: Psiquilibrios.

Alonso, A. e Manassero, M. A. (1999). Características del conocimiento científico: creencias de los estudiantes. *Enseñanza de las Ciencias*, 17 (3), 377-395.

Anderson, D. e Lucas, K. B. (1997). The effectiveness of orienting students to the physical features of a science museum prior to visitation. *Research in Science Education*, 27(4), 485-494.

Anderson, D., Lucas, K.B., Ginns, I. S. e Dierking, L. (2003). Development of knowledge about electricity and magnetism during a visit to a science museum and related post-visit activities. *Science Education*, 84, 658-659.

APOM (1987). *A Escola vai ao Museu*. Lisboa.

APOM (Ed.) (1971). *Museus e Educação*. Lisboa.

Associação de Museus e Centros de Ciência de Portugal (2004). *Roteiro de Museus e Centros de Ciência de Portugal (mc^2p).*

Ayres, R. & Melear, C.T. (1998, April). *Increased learning of physical science concepts via multimedia exhibit compared to hands-on exhibit in a science museum*. Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, San Diego, CA.
www.eric.ed.gov/ERICWebPortal/recordDetail?accno=ED418873, disponível em 20/5/2007.

Baldwin, R. G., e Lawrenz, F. (1994). Observations and considerations. *In* S.J. Fitzsimmons, e L. C. Kerpelman (Eds.), *Teacher enhancement for elementary and secondary science and mathematics: Status, issues, and problem*s. Washington, DC: National Science Foundation, 9.1-9.9.

Baptista, G. S. (2004). O construtivismo representará um paradigma no campo da educação? *A página da educação*, Ano XIII, n.º 137, 26-27.

Bello, A. e Caldeira, H. (2004). *Ontem e Hoje – Guia do professor, Física e Química A – Física 11º ano*, Porto Editora.

Best, J. W. e Kahn, J. (1989). *Research in Education*, Prentice Hall. UK: Englewood Cliffs.

Bitgood, S. (1993). What do we know about school field trips? *What research says about learning in science museums*, 2, 12-16. Washington, DC: Association of Science.

Bitgood, S., Serrell, B. e Thompson, D. (1994). The impact of informal education on visitors to museums. *In* V. CRANE, H. NICHOLSON, M. CHEN, e S. BITGOOD (Eds.), *Informal science learning*, 61-106. Dedham, MA: Research Comunications, Ltd.

Blanco, A. G. (1994). *Didáctica del Museu: El descubrimiento de los Objectos*. Madrid: Ediciones de la Torre.

Boisvert, D. e Slez, B. J. (1995). The relationship between exhibit characteristics and learning-associated behaviours in a science museum discovery space, *Science Education*, **79** (5), 503-518.

Borges, C. (2005). *Uma aula no Museu: concepção e produção de recursos didácticos*. Dissertação de Mestrado em Ensino da Física. Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, não publicada.

Borges, R. (2001). Natureza do conhecimento científico e educação em Ciências: concepções de professores em visita a um museu interactivo com seus alunos. In Moreira, M. *et al*. (Org.). *Actas do III Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. Atíbaia, SP

Botelho, A. (2001). *Museus de Ciência e desenvolvimento científico: estudo sociológico de desempenhos e aprendizagens dos alunos*, Tese de Mestrado, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.

Brooke, H. e Solomon, J. (1996). Hands-on, brains-on; playing and learning in an interactive science centre. *Primary Science Review*, 44, 14-16.

Brown, A. L. (1992). Design experiments: Theoretical and methodological challenges in creating complex interventions in classroom settings. *Journal of the Learning Sciences*, 2, 141-178.

Bucchi, M. (1998). *Science and the Media: Alternative Routes in Scientific Communication*, London: Routledge.

Burns, T. W., O'Connor, D. J., & Stocklmayer, S. (2003). Science communication: A contemporary definition. *Public Understanding of Science*, 12, 183 - 202.

Cachapuz, A. F. (1992) *Ensino das Ciências e Formação de Professores Número 1 – Projecto MUTARE*. Aveiro: Universidade de Aveiro.

Cachapuz, A., Praia, J. E Jorge, M.(2002). *Ciência, Educação em Ciência e Ensino das Ciências*, Lisboa: Instituto de Inovação Educacional.

Caldeira, H., Antunes E. (2006). O Museu de Física da Universidade de Coimbra: Das origens às preocupações actuais. In. Semedo, A. (coord). *Colecções de Ciências Físicas e Tecnológicas em Museus Universitários: Homenagem a Fernando Bragança Gil*. Faculdade de Letras da Universidade do Porto.

Caldeira, M. H. (2006). Promover a aprendizagem em Museus e Centros de Ciência, *In*: M. de Fátima Paixão (coord.), *Educação em Ciência Cultura e Cidadania*. *Encontros em Castelo Branco.* Coimbra: Editora Alma Azul.

Caldeira, M., Pina, E. e Santos M. (2003). *Luz, Cor e Visão. Caderno do Professor*. Coimbra: Exploratório – Centro Ciência Viva.

Caldeira, M. H., Bello, A., San-Bento, C. e Prata Pina, E., (2003). *Programa de Física e Química A – 11º Ano*. Lisboa: Departamento do Ensino Secundário, Ministério da Educação.

Caldeira, M. H.; Bello, A., San-Bento, C. e Prata Pina, E. (2001). *Programa de Física e Química A – 10º Ano*. Lisboa: Departamento do Ensino Secundário, Ministério da Educação.

Campbell, D. T. e Stanley, J. C. (1963). *Experimental and Quasi-experimental Design for research*. London: Houghton Mifflin Company.

Campos, C. (1996). *Imagens de Ciência veiculados por manuais de Química do Ensino Secundário. Implicações na formação de professores de Física e Química*. Tese de mestrado (não publicada), Universidade de Aveiro.

Canavarro, J. M. (2000). *O Que se pensa sobre a Ciência*. Coimbra: Quarteto Editora.

Canavarro, J. M. (1999). *Ciência e Sociedade*. Coimbra: Quarteto Editora.

Caraça, J. (2001). *O que é a Ciência?* Coimbra: Quimera.

Carmo, H. e Ferreira, M. M. (1998). *Metodologia da Investigação - Guia para Auto-aprendizagem*, Lisboa: Universidade Aberta.

Carvalho, A. (1993). Os museus e o ensino das Ciências. *Revista Educação*, Vol. III, 61-66.

Cazelli, S., Marandino, M. e Studart, D. (2003). Educação e Comunicação em Museus de Ciência: aspectos históricos, pesquisa e prática. *Educação e Museu*. Rio de Janeiro, 83-106.

Cazelli, S., Gouvêa, G., Valente, M., Marandino e M. Franco, C. (1998). *Relação Museu-Escola: avanços e desafios na (re) construção do conceito de museu*. 21° Reunião da Anped, Caxambu.
www.educacaoonline.pro.br/lista_secao.asp?p_id_secao=3, Disponível em: 20/03/2007.

Chagas, I. (1993). Aprendizagem não formal/formal das Ciências. Relações entre os Museus de Ciência e as Escolas. *Revista de Educação*, Vol. III, 51-59.

Cobb, P., Confrey, J., diSessa, A., Lehrer, R. e Schauble, L. (2003). Design experiments in educational research. *Educational Researcher*, 32 (1), 9-13.

Collins, A. (1999). The changing infrastructure of education research. *In* E. C. Lagemann e L. S. Shulman (Eds.), *Issues in education research: Problems and possibilities*. San Francisco: Jossey-Bass.

Costa, A.F., Ávila, P. & Mateus, S. (2002). *Públicos da Ciência em Portugal*. Lisboa: Gradiva.

Cruz, M. P. (2004). *A Formação de professores e a aprendizagem das Ciências em Museus e Centros Interactivos de Ciência*. Tese de Mestrado em Supervisão Pedagógica (Física), não publicada. Universidade do Minho.

Cuesta, M. Diaz, P., Echevaria, I., Morentim, M. (2003). Utilización del museo de ciencias como recurso didáctico en educación social. *Revista Psicodidáctica*, 15 (16), 85-94.

Cuesta, M., Diaz, P., Echevaria, I., Morentim, M. (2002). *Centros Interactivos de Ciência: Su Papel en el Aprendizaje de la Física, en Aspectos Didácticos de Física y Química*. (Física). Zaragoza: ICE. Universidade de Zaragoza.

Cuesta, M., Diaz, P., Echevaria, I., Morentim, M., Perez, C. (2000). Los museos y centros de ciencia como ambientes de aprendizaje. *Alambique – Didáctica de Las Ciencias Experimentales*, 26, 21-28.

Cuesta, M., Diaz, P., Echevaria, I., Morentim, M., Perez, C. (1999). Los museos y centros de ciencia como ambientes de aprendizaje. *Alambique – Didáctica de Las Ciencias Experimentales*, 21, 49-52.

DeBoer, G. E. (2000). Scientific Literacy: Another Look at its Historical and Contemporary Meanings and its Relationship to Science Education Reform. *Journal of Research in Science Teaching*, 37 (6), 582-601.

Delicado, A. (2006). Os Museus e a promoção da Cultura Científica em Portugal, *Sociologia, Problemas e Práticas*, 51, 53-72.

Delicado, A. (2004). *Para que servem os Museus científicos? Funções e finalidades dos espaços de musealização da Ciência*. Comunicação apresentada no VIII Congresso Luso-Afro-Brasileiro de Ciências Sociais: www.ces.uc.pt/lab2004/pdfs/AnaDelicado.pdf, (consultado em 20 de Abril de 2007)

Diaz, J. V. (1999). Divulgación cientifica y democracia. *Alambique - Didáctica de las Ciências Experimentales*, 21, (17-25).

Dierking, L. D. e Falk, J. H. (1994). Family behavior and learning in informal science settings: A review of the research. *Science Education*, 78, 57-72.

Dierking, L.D., Ellenbogen, K. M. e Falk, J. H. (2004). In principle, in practice: Perspectives on a decade of museum learning research (1994-2004). *Science Education*, 88 (7), 1-3.

Eratüuli, M. e Sneider C. (1990). The Experiences of Visitors in a Physics Discovery Room. *Science Education*,74 (4), 481-493.

Falk, J. H. (2004). The Director's Cut: Toward an Improved Understanding of Learning from Museums. *Science Education*, 88 (7), 83-96.

Falk, J. H. (1997). Testing a museum exhibition design assumption: Effect of explicit labeling of exhibit clusters on visitor concept development. *Science Education*, 81 (6), 679-688.

Falk, J. H. (1993). Assessing the impact of exhibit arrangement on visitor behaviour and learning. *Curator: The Museum Journal*, 36 (2), 133 – 146.

Falk, J.H. e Dierking, L. D. (2002). *Learning without limits: How free-choices learning is transforming education*. Walnut Creek, CA: AltaMira Press.

Falk, J. H. e Dierking, L. D. (2000). *Learning from museums: Visitor experiences and the making of meaning.* Walnut Creek, CA: AltaMira Press.

Falk, J.H. e Dierking, L. D. (1997). School field trips: Assessing their long term impact. *Curator*, 40 (3), 211-218.

Falk, J., Dierking, L. (eds.) (1995). *Public institutions for personal learning: establishing a research agenda*. Washington DC: American Association of Museums.

Falk, J.H. e Dierking, L. D. (1992). *The Museum Experience.* Washington, D.C.: Whalesback Books.

Feher, E. (1993). Learning science whith interactive exhibits. *Curator*, 36 (4), 246-247.

Fenton, N., Bryman, A., Deacon, D., Birmingham, P. (1998). *Mediating Social Science*, London: Sage.

Ferguson, L. (1996). *Evaluating learning*. Paper presented at Museums Australia Conference, 1996, Sydney—Power and Empowerment. http://amol.org.au/evrsig/pdf/ferguson96.pdf, Disponível no dia 16/11/05.

Fourez, G. (1997). Scientific and technological literacy as a social practice. *Social Studies on Science,* 27, 903-922.

Freitas, M. (1999). Os Museus e o Ensino das Ciências. *Comunicar Ciência*. 3, (1-7).

Friedman, S., Dunwoody, S. & Rogers, C. (eds.) (1986). *Scientists and Journalists: Reporting Science as News*, New York: Free Press.

Gaber, D. e Ruba, P. (1979). Attitude changes of elementary teachers according to the curriculum studied during workshop participation and their role as model science teachers. *Journal of Research in Science Teaching*, 16 (1), 19-24.

Gago, J. M. (1990). *Manifesto para a Ciência em Portugal*, Lisboa: Gradiva.

Gago, J. M. (2003). O exercício prático da Cultura Cientifica. *In* Boaventura de Sousa Santos (Org.), *Conhecimento Prudente para uma Vida Decente: Um Discurso sobre as Ciências revisitado.* Porto: Edições Afrontamento, 569-579.

Galvão, C., Neves, A., Freire, A. M., Lopes, A., Santos, M. C., Vilela, M. C., Oliveira, M. T. e Pereira, M. (2001). *Ciências Físicas e Naturais – Orientações Curriculares* – 3º Ciclo. Lisboa: Departamento de Educação Básica, Ministério da Educação.

Gaspar, A. (1993). *Museus e Centros de Ciência – Conceituação e Proposta de um Referencial Teórico*. Tese de Doutoramento (não publicada). FE – USP, São Paulo.

Gil, F. B. (1998). Museums of Science or Science Centers: Two opposite realities? *In* M. Ferreira and J. Rodrigues, *Museums of Science and Technology*. Lisboa: Fundação Oriente, 21-39.

Gil, F. B. (1988). Museus de Ciência: Preparação do Futuro, Memória do Passado. *Colóquio/Ciências Revista de Cultura Científica*, 3 (10), 72-89.

Gonçalves, M.E. (org.) (2003). *Os Portugueses e a Ciência*, Lisboa: Dom Quixote.

Griffin, J. (2004). Research on Students and Museums: Looking More Closely at the Students in School Groups. Science Educations: Wiley Periodicals, Inc. (S59-S70). http://www.interscience.wiley.com, Disponível no dia 20/04/2005.

Griffin, J. (1998). Learning Sciences Trough Practical Experiences, in Museums. *International Journal of Science Education*, 20 (6), 655-663.

Griffin, J. (1996 a). Taking students to learning settings outside the classroom. Stant Magazine Term 1.

Griffin, J. (1996 b). Looking for evidence of learning. Comunicação apresentada na *Annual Conference of Australasian Science Education Research Association*, Camberra.

Griffin, J. (1995). *School-museum learning: integrating new approaches*. Comunicação apresentada na Annual Conference of the National Association for Research in Science Teaching, San Francisco.

Griffin, J. (1994 a). Learning to learn in informal science settings. *Research in Science Education*, 24, 121-128.

Griffin, J. (1994 b). *Museums are educational intitutions but are they places of learning?* Comunicação apresentada na Inaugural Museums Australia Conference, Fremantle, Western Australia.

Griffin, J. (1989). Learning Science at specialialised hands-on science centres. *In* B. N. Honeyman (Ed), *Proceedings of the Science Education and Quality of Life*: ICASE World Conference, CONASTA 37, ACT, Australian Science Teachers Association, Camberra, Australia.

Griffin, J. e Symington, D. (1997). Moving from task-oriented to learning-oriented strategies on school excursions to museums. *Science Education*, 81, 763-779.

Grinell, S. (1988). Science centers come of age. *Issues in Science and Technology*, 4 (3), 70-75.

Guisasola, J., Azcona, R., Etxanis M., Mujika, E. e Morentin, M. (2005). Diseño de estratégias centradas en el aprendizage para las visitas escolares a los museus de ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*. 2 (1), 19-32.

Guisasola, J. e Intxausti, S. (2000). Museus de ciencia y educación científica: una perspectiva histórica. *Alambique – Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 26, 7-14.

Hein, G. (1998). *Learning in the museums*. London. Routledge.

Hodson, D. (1996). Practical work in school science: exploring some directions for change. *International Journal of Science Education*, 18 (7), 755-760.

Hooper-Greenhill, E. (1994). Learning from learning theory in museums. *GEM News*, 55, 23-30.

Hurd, P. D. (1998). Scientific literacy: new minds for a changing world, *Science Education*, 82, 407-416.

Janeira, A. L. (1995). *A Função Educativa dos Museus das Ciências. Fazer-Ver para Fazer- Saber: Os Museus de Ciência*. Lisboa: Edições Salamandra.

Janousek, I. (2000). The 'context museum': Integrating science and culture. *Museums International*, 52 (4), 21-24.

Jarvis, T. e Pell, A. (2005). Factors Influencing Elementary School Children's Attitudes toward Science, before, during, and after a Visit to the UK National Space Centre. *Journal of Research in Science Teaching*. 42(1), 53-83.

Johnston, D. J. (1996). *Do science centers do what science centers are supposed to do? The visiting public give their veredict on a test case conducted over the last three years in Perth, Western Australia*. Comunicação apresentada no 1st Science Center World Congress, Vantua, Finlândia.

Laugksch, R. (2000). Scientific literacy: a conceptual overview. *Science Education*, 84, 71-94.

Lopes, B. (2004). *Aprender e Ensinar Física*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.

Lourenço, F. (1999). Que ganhamos hoje em levar os nossos alunos a um Museu? *Comunicar Ciência*, Ano I, N.º 3.

Lucas, A.M. (1983). Scientific literacy and informal learning. *Studies in Science Education*. 10, 1-36.

Maarschalk, J. (1988). Scientific literacy and informal science teaching. *Journal of Research in Science Teaching*, 25, 135-146.

Marandino, M. (2002). A Biologia nos Museus de Ciências: A questão dos textos em Bioexposições. *Ciência & Educação,* 8 (2), 187-202.

Marandino, M. (2001). Interface na Relação Museu-Escola. *Cadernos Catarinenses do Ensino da Física*, 18 (1), 85-100.

Martin, L. (2004). An emerging research framework for studying informal learning and schools. *Science Education*, 88 (7), 71-82.

Martins, I. P. (2006). Educação em Ciência, Cultura e Desenvolvimento, *In*: M. de Fátima Paixão (coord.), *Educação em Ciência Cultura e Cidadania*, *Encontros em Castelo Branco*. Coimbra: Editora Alma Azul.

Martins, I. P. e Alcântara, F. (2000). *Intercompreensão na Educação Formal e Não-Formal em Ciências – O desafio actual.* Aveiro: Gabinete para a divulgação das Ciências e das Artes, Universidade de Aveiro.

McManus, P. (1993). Memories as indicators of the impact of Museums Visits. *Museum Management and Curatorship*, 12, 367-380.

McManus, P. (1992). Topics in museums and science education. *Studies in Science Education*, 20, 157-182.

Membiela, P. (2002). Las temáticas transversales en la alfabetización científica. *Alambique – Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 32, 17-23.

Millar, S. (1992). Writing, Comprehending and Memorising in Science. *The Australian Science Teachers Journal*, 38(4), 39-41.

Miller, J. D. (1994). Scientific Literacy: na update conceptual and empirical review. Em J. M. Gago (coord.), *O Futuro da Cultura Científica*, Lisboa: Instituto de Prospectiva.

Mueller, F., Riess, F. e Sichau, C. (2000). *Popularising science by performing historical experiments*. BSHS Conference Science Communication Education and the History of Science, Royal Society.
Disponível em 02.05.2007 http://www.ucl.ac.uk/sts/bshs2000/abstract/

NSTA (1982). *Science-technology-society. Science education for the 1980´s, position statement.* Washington (D. C.): National Science Teachers Association

Orion, N. e Hofstein, A. (1994). Factors that influence learning during a Scientific Field Trip in a natural environment. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(10), 1097- 1119.

Orion, N. e Hofstein, A. (1991). The Measurement of Student's Attitudes Towards Scientific Field Trips. *Science Education*, 75 (5), 513-523.

Padilha, J. (1997). *Diseño, Construcción Y Operatividad de Exhibiciones Interactivas*. Comunicação apresentada na V Reunión de la Red de Popularización de la Ciencia y la Tecnología en América Latina y Caribe (Red-POP), (org.) Secretaria Ejecutiva da la Red, UNESCO/ORCYT y el Programa Mundo Nuevo de la Universidad Nacional de La Plata.

Padilla, J. (1998). *Museos y Centros de Ciência en México*. Comunicação apresentada na 50ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, Natal, Rio Grande do Norte.

Palmer, D. H. (2001). Factors Contributing to Attitude Exchange Amongst Preservice Elementary Teachers. *Science Education*, 86, 122-138.

Pedretti, E. (2004). Perspectives on learning through research on critical issues-based science center exhibitions. *Science Education*, 88 (7), 34-46.

Pedersen, J. E. e McCurdy, D.W. (1992). The effects pf Hands-on, Minds-on teaching experiences on attitudes of preservice elementary teachers. *Science Education*, 76, 141-146.

Pereira, A. (2002). *Educação para a Ciência*. Lisboa: Universidade Aberta.

Perry, D. (1989). *The creation and verification of a developmental model for the design of a museum exhibit*. Ph. D. diss., Indiana University.

Piburn, M. e Baker, D. (1993). If I Were Teacher… Qualitative Study of Attitude Toward Science. *Science Education*, 77 (4), 393-406.

Price, S. e Hein, G. E. (1991). More than a field trip: science programmes for elementary school groups at museums. *International Journal of Science Education*, 13 (5), 505-519.

Ramey-Gassert, L., Walberg III e H. J., Walberg, H. J. (1994). Reexamining connections: museums as science learning environments. *Science Education*, **78** (4), 345-363.

Rennie, L. (1994). Measuring affective outcomes from a visit to a science education centre. *Research in Science Education*, 24, 261-269.

Rennie, L. et al. (2003). Toward an Agenda for Advancing Research on Science Learning in Out-of-Scool Settings. *Journal Of Research In Science Teaching*, 40 (2), 112-120.

Rennie, L. e Johnston, D. J. (2004). The nature of learning and its implications for research on learning from museums. *Science Education*, 88 (7), 4-16.

Rennie, L. e McClafferty, T. (1996). Science Centres and Science Learning. *Studies in Science Education*, 27 (53-98).

Rennie, L. e McClafferty, T. (1995). Don't compare, complement: Making the best use of Science Centres and Museums. *Research Information for Teachers*, 1, 1-4.

Rennie, L. e Williams G. (2002). Science Centres and Scientific Literacy: Promoting a Relationship with Science. *Science Education*, 86, 706-726.

Ruivo, M. C. (2003). A Ciência tal qual se faz out al qual se diz?. *In* Boaventura de Sousa Santos (Org.), *Conhecimento Prudente para uma Vida Decente: Um Discurso sobre as Ciências revisitado.* Porto: Edições Afrontamento, 553-567.

Russell, T. (1995). The enquiring visitor: useable learning theory for museum contexts. *Journal of Education in Museums,* 16: 19-21.

Santos, C. San-Bento (1996). *A utilidade de um museu de escola no ensino-aprendizagem da Física.* Dissertação de Mestrado em Ensino da Física da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, não publicada.

Santos, J. (2002). *História da Ciência no Ensino – Aprender com os Museus.* Dissertação de Mestrado em Ensino da Física da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra.

Serrell, B. (1997). Paying attention: The duration and allocation of visitors' time in museum exhibitions. *Curator*, 40 (2), 108-125.

Solbes, J. e Traver, M. J. (1996). La utilización de la Historia de las ciencias en la enseñanza de la Física e la Química. *Enseñanza de las Ciencias*, 14 (1), 103-112.

Solomon, J. (2001). Teaching for scientific literacy: what could it mean?. *International Journal of Science Education,* 21(3), 317-327.

Stevenson, J. (1991). The long-term impact of interactive exhibits. *International Journal of Science Education*, 13 (5), 521-531.

Stevenson, J. (1994). Getting to grips. *Musems Journal*, 5, 30-32.

Stewart, J. (1992). Writing in Science: A Practitioner's Account. *The Australian Science Teachers Journal*, 38(4), 42-44.

Swift, F. (1997). Time to go interactive?. *Museum Practice*, 2 (4) 12-15.

Tenreiro-Vieira, C. (2004). Formação em pensamento crítico de professores de Ciências: Impacte nas práticas de sala de aula e no nível de pensamento crítico dos alunos. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciências,* 3 (3). Disponível em 20.05.2007. http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen3/Numero3/ART1_VOL3_N3.PDF

Thomas, G. & Caulton, J.(1996). Communication Strategies in Interactive Spaces. *In* Pearce, S., (ed.) *Exploring Science in Museums*. London: Athlone.

Van Praet, M.; Davallon, J. e Jacobi, D. (2005). Três olhares de além-mar: o museu como espaço de divulgação da Ciência. (Entrevistas concedidas a Luciana Sepúlveda Koptcke e Luísa Massarani). *História, Ciências, Saúde – Manguinhos*, 12 (suplemento), 349-364.

Wagensberg, J. (1998). In favour of scientific knowledge. The new museums. *In* M. A. Ferreira e J. F. Rodrigues (Eds) *Museums of Science and Technology*. Lisboa: Fundação Oriente.

Wellington, J. (2000). *Practical work in science education. Teaching and learning secondary science*. Londres:Routledge, (145-155).

Wellington, J. (1990). Formal and informal learning in science: the role of the interactive science centres, Physics Education, 25, 247-252.

Wolins, I.S., Jensen, N.,&Ulzheimer, R. (1992). Children's memories of museum field trips: A qualitative study. Journal of Museum Education, 17, 17–27.

Wynne, B. (1995). Public Understanding of Science, in Janasof, S. et al (eds), *Handbook of science and Technology studies*. London: Sage, 361-388.

Sites consultados

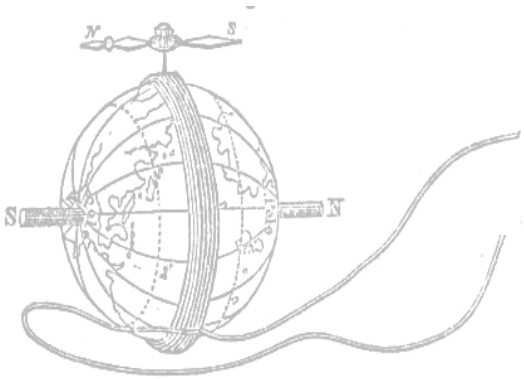
http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/pt/com/2007/com2007_0061pt01.pdf - disponível em 20/05/2007

http://icom.museum/hist_def_eng.html - disponível em 18/04/2007

http://www.cienciaviva.pt - disponível em 20/05/2007

http://www.gave.min-edu.pt - disponível em 30/04/2007

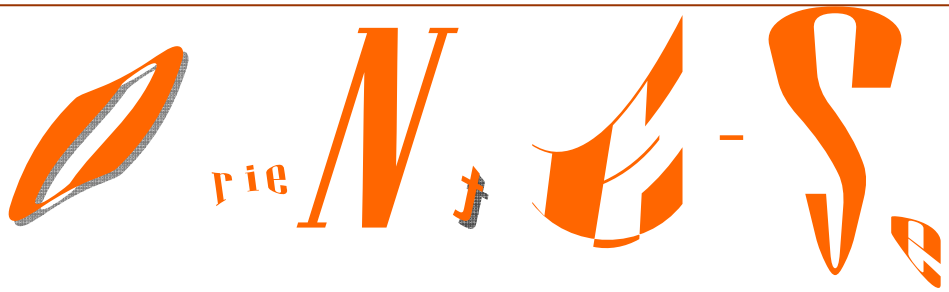
http://www.museumsassociation.org/ - disponível em 16/05/2007



ANEXOS

Anexo 1

Painéis da exposição “Oriente-se!”



ORIENTE-SE! A Bússola e os rumos da Experiência

VII Semana Cultural
da Universidade de Coimbra

Organização

Museu de Física Universidade de Coimbra

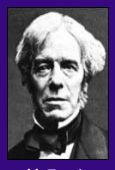
Exploratório - Centro Ciência Viva de Coimbra

APOIOS
Reitoria da Universidade de Coimbra
Faculdade de Ciências e Tecnologia
Departamento de Física

W. Gilbert

C. Oersted

A. M. Ampère


M. Faraday

C. F. Gauss

C. Delezenne

D. F. Arago

J. C. Maxwell

ORIENTE-SE! A Bússola e os rumos da Experiência

Uma fábrica de ideias : assim se poderia definir a história do Electromagnetismo.

Desde as remotas e misteriosas *virtudes magnéticas* da magnetite, reconhecidas na Antiguidade Grega, até à sua explicação cientifica e aplicação tecnológica em grande escala no final do séc. XIX, um longo caminho foi percorrido, onde se destacam nomes como Gilbert, Oersted, Ampère, Faraday e Maxwell.

A bússola de navegação (ou agulha magnética) pode ser considerada como o ícone dos primórdios do Geomagnetismo, um campo do conhecimento científico onde o contributo dos Portugueses merece ser salientado. De facto, se as observações realizadas pelos Navegadores Portugueses durante as Viagens Marítimas ao longo do séc. XV e XVI se alicerçam essencialmente num método empírico, inicialmente eivado ainda de alguma fantasia, como demonstra a explicação de Cristóvão Colombo acerca da *atracção da agulha pela Estrela Polar*, o contributo do *Tratado da Agulha de Marear*, de João de Lisboa, dedicado sobretudo ao estudo da declinação magnética, as observações rigorosas de D. João de Castro sobre o ângulo de declinação durante a sua viagem à Índia (1538), os instrumentos concebidos por Francisco Faleiro (1535) e Pedro Nunes (1537), o cosmógrafo de D. Manuel I, foram elementos que proporcionaram o avanço na alteração da visão científica do mundo.

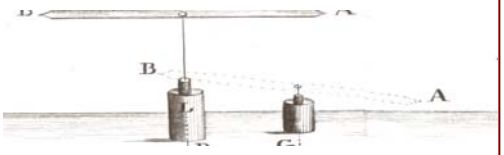
No século XIX, regista-se a vontade dos cientistas nacionais em participarem na construção do conhecimento sobre o magnetismo terrestre, com base no registo rigoroso das observações magnéticas, empreendido a nível internacional a partir da *União Magnética*, criada por Carl Friedrich Gauss no ano de 1836, em Göttingen.
As primeiras observações sistemáticas do campo magnético terrestre em Portugal foram iniciadas na 2ª metade do século XIX, nos Observatórios Geomagnéticos da Escola Politécnica de Lisboa e da Universidade de Coimbra. Iriam permitir a participação portuguesa nesse vasto projecto internacional, ao mesmo tempo que injectavam uma nova dinâmica no ensino da Física no território nacional.

Actualmente, o Observatório Magnético de Coimbra é o único em funcionamento contínuo em Portugal.

Agulha magnética

E se a pedra for desviada mil vezes, mil vezes voltará à mesma posição, por instinto natural, escreveu Petrus Peregrinus de Maricourt, no século XIII, depois de observar um pedaço de magnetite a flutuar na água.

Não se sabe ao certo nem o local, nem a data, nem a época em que se inventou a agulha magnética, antepassado da bússola. Provavelmente oriunda da China, apenas no séc. XII terá sido trazida para a Europa pelos árabes. No entanto, a primeira descrição detalhada de uma agulha magnética aparece na *Epistola* do monge francês Petrus Perigrinus, escrita em 1269.



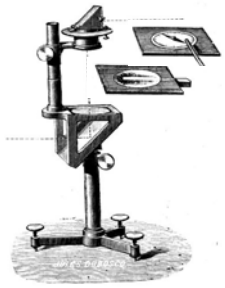
Construtor: Desconhecido
1773
Madeira, aço, bronze e latão
6,2 x 7 x 16,4
Museu de Física da Univ. de Coimbra

Neste notável trabalho, Perigrinus descreveu também algumas experiências que terá realizado com uma esfera de magnetite, a partir das quais estabeleceu a existência de dois pólos numa pedra magnética, e propôs a ideia da Terra como um grande íman, antecipando-se, mais de 300 anos, à *terrella* do famoso trabalho do inglês William Gilbert (1544 – 1603), De *Magnete (1600).*

De facto, seria Gilbert, o médico da rainha de Inglaterra Elisabeth I, que ficaria na História como o autor do primeiro estudo sistemático sobre magnetismo.

Imagens de espectros magnéticos -
Aparelho de projecção de Duboscq

Os desenvolvimentos e experiências nos domínios da Física no decurso do século XIX passaram frequentemente por uma relação muito próxima entre cientistas e competentes fabricantes de instrumentos científicos.
É assim que, em 1853, Jules Duboscq concebe um aparelho de projecção para ser usado por M. Becquerel nas suas aulas no *Conservatoire des Arts et Métiers.*

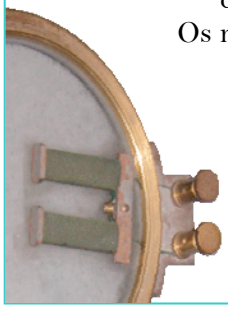


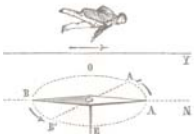
O uso de sistemas de projecção era comum em aulas pois permitia a visão clara e fácil, por uma larga audiência, de alguns fenómenos físicos, mas também de escalas e ponteiros de aparelhos de medida.

Neste instrumento, a imagem de um objecto iluminado por um espelho inclinado, amplificada por uma lente biconvexa, é projectada num alvo, por meio de um outro espelho inclinado ou de um prisma de reflexão total.

O aparelho vem acompanhado de alguns acessórios tais como ***"aparelho para a simetria dos imanes flutuantes"*** ou "***barras magnéticas para os fantasmas magnéticos***" com os quais era possível visualizar alguns fenómenos electro - magnéticos, através de imagens projectadas num ecrã.
Os retroprojectores actuais são baseados neste princípio.

Construtor: Jules Duboscq, Ph. Pellin, Paris
1878 - 1895
Latão, ferro ,cobre, vidro, espelho
73 x 33 x 30
Museu de Física da Univ. de Coimbra





Agulha magnética de Oersted

Até 1820, para a comunidade científica, electricidade e magnetismo eram realidades distintas. No Inverno de 1819, o físico dinamarquês **Hans Christian Oersted (1777 – 1851),** professor na Universidade de Copenhaga, ao proferir um conjunto de lições sobre electricidade e magnetismo, observou perante a audiência, o desvio de uma agulha magnética, quando, nas proximidades, se estabelecia uma corrente eléctrica.

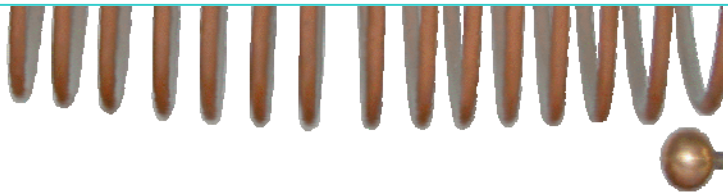
Construtor: E.M.Clarke, Londres
1840 - 1851
Madeira, latão, cobre e ferro magnetizado
24,2 x 33,5 x 13,2
Museu de Física da Univ. de

No artigo *Experimenta circa effectum conflitus electriciti in acum magneticam*, Oersted anunciou assim o efeito de uma corrente eléctrica sobre uma agulha magnética, fenómeno que causava, ainda, muitas perplexidades. Um novo desafio havia sido lançado aos cientistas: acabava de nascer o Electromagnetismo.

Com base na experiência de Oersted, **André Marie Ampère** (1775 -1836) desenvolveu um sistema astático, usado depois nos instrumentos de medida designados por galvanómetros.

Trata-se de um sistema de duas agulhas magnéticas, com os pólos em posições opostas. O conjunto assim formado não sofre a acção do campo magnético terrestre que orienta a agulha.

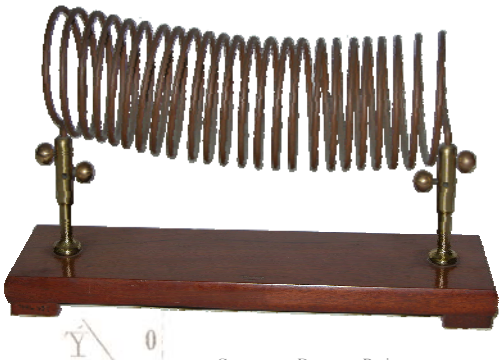
Par de agulhas magnéticas, astático



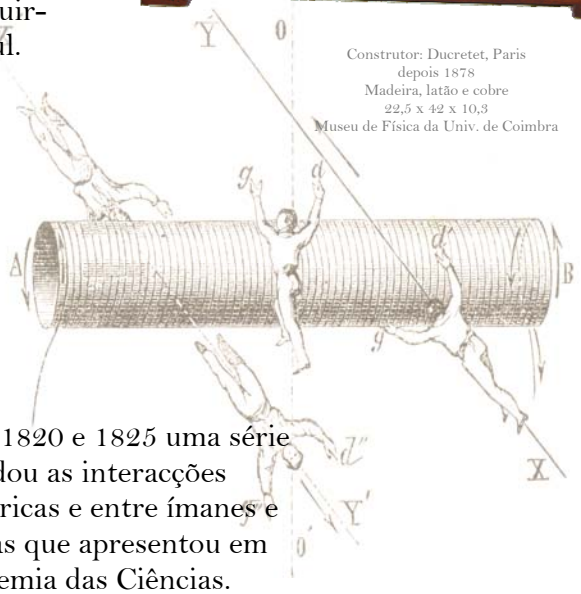
Solenóide

Após a rápida divulgação da experiência de Oersted, uma questão se colocou a **André Marie Ampère (1775 – 1836),** professor de Matemática na Universidade de Paris: se o comportamento dos ímanes e das correntes eléctricas apresentava tantas semelhanças, seria possível apontar um pólo norte e um pólo sul num fio condutor onde se estabelece uma corrente eléctrica?

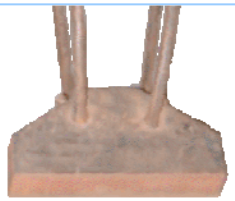
Ampère descobriu que, enrolando o fio condutor em espiral – solenóide -, o campo magnético produzido pela corrente eléctrica que o percorresse era idêntico ao produzido por um íman, podendo desta forma atribuir-lhe um pólo norte e um pólo sul.



Construtor: Ducretet, Paris
depois 1878
Madeira, latão e cobre
22,5 x 42 x 10,3
Museu de Física da Univ. de Coimbra



André M. Ampère realizou entre 1820 e 1825 uma série de experiências em que estudou as interacções magnéticas entre correntes eléctricas e entre ímanes e correntes eléctricas, experiências que apresentou em numerosas memórias à Academia das Ciências.



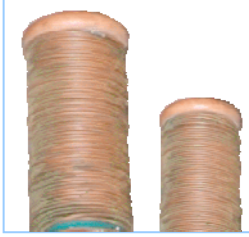
Electroíman de Pouillet

Uma das primeiras aplicações práticas dos conhecimentos sobre Electromagnetismo, decorrentes da descoberta de Oersted e dos trabalhos de Ampère e Faraday, consistiu na construção de electroímanes que constituem a base de numerosas máquinas eléctricas actuais.

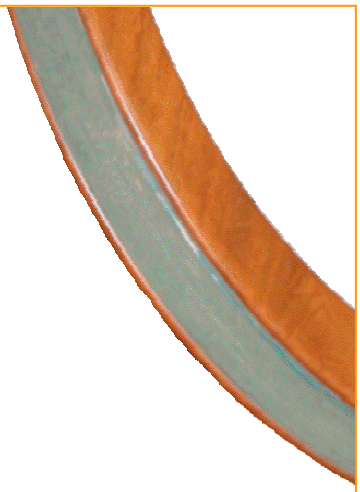
Um dos muitos cientista que contribuiu para o seu desenvolvimento foi o inglês William Sturgeon (1783 -1850) que descobriu que introduzindo uma barra de ferro numa bobina reforçava o campo magnético criado pela corrente.

Deve-se a **Claude Pouillet** (1790 – 1868), físico francês, professor na École Polytechnique e Director do *Conservatoire des Arts et Métiers*, a concepção do primeiro electroíman capaz de suportar objectos de peso elevado.

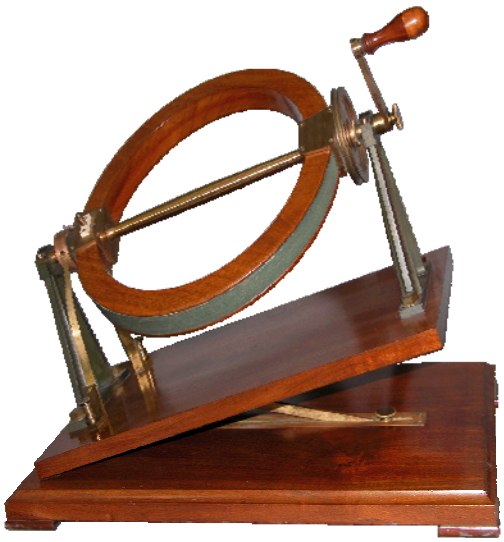
Construtor: Desconhecido
1863
Madeira, ferro, cobre
111 x 46 x 111
Museu de Física da Univ. de Coimbra



Arco de Delezenne



Charles Delezenne (1776 – 1866), físico francês, fez carreira como professor em Paris e Lille. Espírito curioso e inventivo, estudou muitos dos domínios da Física através de instrumentos por si desenvolvidos e construídos.



Estudou os fenómenos electromagnéticos e, com base no resultado das experiências de Ampère e Faraday, criou um dispositivo capaz de demonstrar claramente a ***indução telúrica***.

Construtor: Desconhecido
1864
Madeira, cobre e latão
Museu de Física da Univ. de Coimbra

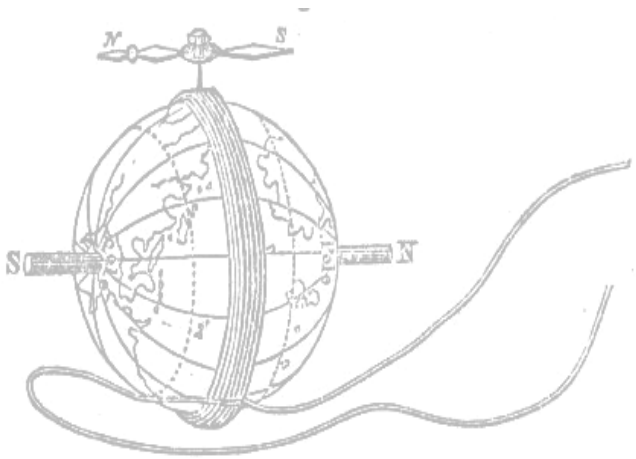
O Arco de Delezenne é constituído por um anel circular, em torno do qual está enrolado um fio de cobre, que pode efectuar um movimento de rotação em torno de um eixo. Estabelecendo a ligação dos terminais do fio de cobre a um galvanómetro suficientemente sensível, é possível detectar uma corrente induzida na bobina quando esta efectua um movimento de rotação em torno do eixo acima referido orientado segundo o meridiano magnético terrestre do lugar. Observa-se que o sentido da corrente eléctrica induzida depende do sentido de rotação do anel.

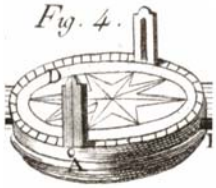
Aparelho de Barlow

A existência do campo magnético terrestre é conhecida desde Gilbert, que, em 1600, propôs no seu livro *De Magnete* que a Terra pudesse ser considerada um íman permanente. Para testar esta conjectura realizou uma experiência usando um magnete esférico a que chamou *terrella*.

Construtor: E. M. Clarke, London
1840 -1851
Madeira, cobre, fio de cobre, latão
39 x 41 x 25,8
Museu de Física da Univ. de Coimbra

No ano de **1824, Barlow** (1776 – 1862) expôs um aparelho por si desenvolvido, semelhante ao que aqui se apresenta, no Royal Institution of Great Britain, em Londres, com o qual explicou o Geomagnetismo em termos de correntes eléctricas que fluíam à superfície da crosta terrestre.





Bússola de declinação e bússola de inclinação

Embora não haja total acordo entre os historiadores, atribui-se geralmente a **Cristóvão Colombo** a descoberta da **declinação magnética**, em finais do **século XV**, durante as suas viagens marítimas através do Oceano Atlântico. Para a exploração deste fenómeno muito contribuíram as observações de navegadores portugueses, entre os quais se destaca **D. João de Castro**.

O reconhecimento da **inclinação magnética** é mais tardio e ficou a dever-se ao navegador e construtor inglês **Robert Norman** que, em 1581, tornava público, através do livro *The Newe Attractive*, um "novo segredo" sobre o comportamento da agulha magnética: o seu desvio em relação ao plano horizontal variava com o lugar.

Construtor: Desconhecido
1773
Madeira, latão, aço, vidro e papel
33,5 x 11,9 x 34,9
Museu de Física da Univ. de Coimbra

Neste instrumento conjuga-se uma bússola de inclinação e uma bússola de declinação, num mesmo suporte. A bússola de declinação está montada na base do suporte.

A leitura do ângulo que a agulha magnética forma com a horizontal indica a inclinação do campo magnético terrestre do lugar. A declinação magnética do lugar é medida com a bússola horizontal.

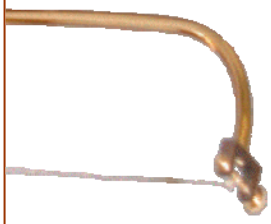
Aparelho para ilustrar a indução electromagnética

Os resultados obtidos por Oersted em 1820 suscitaram a questão *Se uma corrente eléctrica origina um campo magnético, será que um íman pode criar um campo magnético?* a que vários cientistas tentaram dar resposta.

No mesmo ano, **Michael Faraday** (1791 – 1867), um grande experimentador autodidacta, interpretou a natureza da força magnética através do conceito de campo.

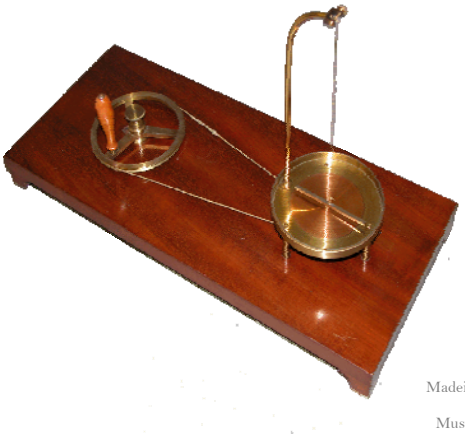
Construtor: Desconhecido
1868
Madeira, ferro e fio de cobre
28 x 11,2 x 20,5
Museu de Física da Univ. de Coimbra

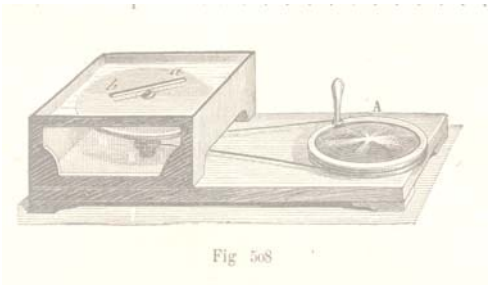
Onze anos mais tarde, demonstrava experimentalmente que um campo magnético variável poderia originar uma corrente eléctrica – estava descoberta a **indução electromagnética.**



Aparelho de Arago

Em 1824, alguns anos antes de Faraday descobrir os princípios da indução electromagnética, e na sequência das experiências de Oersted e Ampère, **Dominique François Jean Arago** (1786 – 1853), professor na École Polytechnique e Director do Observatório de Paris, comunicava à Academia das Ciências os resultados de experiências realizadas com um sistema por ele desenvolvido, com o qual observara o que se designaria na época por **magnetismo de rotação**.





Construtor: Desconhecido
depois de 1878
Madeira, cobre, latão, ferro magnetizado
31 x 50 x22
Museu de Física da Univ. de Coimbra

A ideia surgira-lhe durante os trabalhos de campo destinados à determinação do campo magnético terrestre, com uma agulha de declinação, na colina de Greenwich.

Consistia a experiência em fazer rodar um disco de cobre. Uma agulha magnética suspensa por cima dele é influenciada por este seu movimento de rotação devido às correntes induzidas no disco.

Este fenómeno, investigado por outros estudiosos, como, por exemplo, J. Herschell (1825), só mais tarde seria explicado por M. Faraday.

Anexo 2

Desdobrável da Acção de Formação

O Museu de Física, instalado no largo Marquês de Pombal, num edifício pombalino - Colégio de Jesus, possui uma colecção valiosa de instrumentos científicos e didácticos de Física dos séculos XVIII e XIX.

O espólio é exclusivamente constituído por instrumentos utilizados no Gabinete de Física Experimental da Universidade de Coimbra desde a sua origem em 1772, esta colecção de instrumentos de Física é uma das mais notáveis e raras no mundo.

Uma parte destes instrumentos encontra-se em exposição permanente em duas salas que mantêm as suas características desde a criação do Gabinete de Física. O Museu oferece ao visitante uma viagem a uma colecção de inestimável valor histórico.

DESTINATÁRIOS

Professores do 4º Grupo A/B dos Ensinos Básico e Secundário

INSCRIÇÕES

A Acção realizar-se-á, conforme escolha dos formandos, dia 25 de Janeiro ou dia 2 de Fevereiro de 2006 e terá a duração de 7 horas:
Manhã: 9 h às 12 h e 30 min.
Tarde: 14 h às 17 h e 30 min.

Data limite para inscrições: 18 de Janeiro de 2006.

A coordenação da acção bem como o material a fornecer são gratuitos.

CRITÉRIOS DE SELECÇÃO

Inscrições limitadas a 30 participantes.
Ordem de chegada dos boletins de inscrição.

Será passada uma declaração de participação na Acção.

ACÇÃO DE FORMAÇÃO

O Museu como um ambiente de aprendizagem não formal: preparação de uma visita.

Coordenação

Maria Helena Caldeira

Museu de Física
da Universidade de Coimbra

Tel. 239 410602 / 672
Fax: 239 829158
museufisica@ci.uc.pt

Anexo 2 – Desdobrável da Acção de Formação de professores

OBJECTIVOS

Para além das habituais visitas orientadas para públicos de todas as idades, o Museu de Física tem vindo a apostar na oferta de actividades educativas.

A melhor maneira de rentabilizar uma visita de estudo a um Museu/Centro de Ciência é prepará-la previamente. Neste sentido, pretende-se cooperar com os professores na resolução de problemas suscitados pelas visitas de estudo a Museus/ Centros de Ciência, problematizar o papel de uma visita de estudo e propor novas metodologias para a organização de visitas de estudo a estes espaços. Explicar-se-á o funcionamento dos instrumentos expostos, das réplicas interactivas e o modo como a visita deverá ser orientada de acordo com os diferentes níveis de escolaridade.

CONTEÚDOS

- **Importância das visitas de estudo.**
- Museus e Centros Interactivos de Ciência como ambientes de aprendizagem não formal.
- Pré-requisitos indispensáveis para aprendizagem significativa em Museus/Centros de Ciência.
- Papel do professor numa visita de estudo a um Museu/Centro de Ciência.
- A História da Física no ensino.
- Visita guiada ao Museu de Física.
- Exploração de réplicas de peças do Museu.
- Elaboração de materiais a utilizar pelos alunos antes, durante e após uma visita ao Museu.
- Abordagem, numa perspectiva construtivista, de alguns tópicos de Electromagnetismo.

Ficha de inscrição

Nome:_____

Morada: _____ Código Postal: _____

Telefone:_____

Escola:

Telefone: ____ **Fax:** ____ **Níveis de escolaridade que lecciona:**

____

Anexo 3

Questionários aplicados aos professores antes da Acção de Formação

Caro(a) colega,

Sou professora do 4º Grupo A e encontro-me a realizar um mestrado em Comunicação e Educação em Ciência.
Com vista à elaboração da dissertação do Mestrado, subordinada ao tema "Textos em actividades de ciência em ambiente informal: um exemplo e seu impacto", solicito a colaboração dos professores de Físico-Químicas, através do preenchimento deste questionário.
As respostas são confidenciais, destinando-se apenas aos fins supracitados, pelo que só terão utilidade futura se preenchidas com seriedade e respondendo o que realmente sente e não o que pensa que deveria responder.

Coloco-me ao seu dispor e agradeço, desde já, a sua compreensão e preciosa colaboração.

Com os melhores cumprimentos

Lina Ferreira

Informação geral sobre o professor

I.1. Sexo

Feminino ☐ Masculino ☐

I.2. Idade

Menos de 25 anos ☐ 25 a 30 anos ☐ 31 a 40 anos ☐
41 a 50 anos ☐ mais de 50 anos ☐

I.3. Anos de docência na presente data

Menos de 1 ☐ 1 a 5 anos ☐ 6 a 10 anos ☐
11 a 15 anos ☐ mais de 15 anos ☐

I.4. Em qual dos níveis de ensino tem exercido predominantemente a sua docência nos últimos anos?

	2002/03	2003/04	2004/05	2005/06
Ensino básico	☐	☐	☐	☐
Ensino secundário	☐	☐	☐	☐

I.5. Teve alguma formação (ou auto-formação) que o ajudasse a preparar visitas de estudo a Centros Interactivos de Ciência e/ou Museus?

Sim ☐ Não ☐

I.6. Se respondeu sim à questão anterior, que tipo de formação teve?

I.6.1. Acções de formação ☐

I.6.2. Trabalhos de investigação ☐

I.6.3. Auto-formação, leitura de artigos, livros, etc. ☐

I.6.4. Outra: _____

_____

_____

I.7. Se respondeu sim à questão I.5., onde obteve essa formação? _____

_____

_____

_____

_____

I.8. Se já visitou Centros Interactivos de Ciência e/ou Museus de Ciência (mesmo a título particular), onde o fez?

Em Portugal ☐ No estrangeiro ☐

Quais?_____

_____

_____

_____

Questionário

Parte I – Visitas de estudo em geral

Q.1. Costuma organizar visitas de estudo?

Sim ☐ Não ☐

Q.2. Se respondeu afirmativamente à questão anterior, com que frequência costuma organizar as visitas?

Várias visitas por ano lectivo ☐ Uma visita por ano lectivo☐ Apenas em alguns anos lectivos ☐

Q.3. Em relação às visitas de estudo indique, na coluna adequada, a relevância que atribui a cada um dos aspectos seguintes, de acordo com a escala:

Nenhuma/Nada - 1 Pouca – 2 Alguma – 3 Muita - 4

	1	2	3	4
Q.3.1. São um recurso educativo	☐	☐	☐	☐
Q.3.2. Podem contribuir para aprendizagens de qualidade	☐	☐	☐	☐
Q.3.3. Podem constituir momentos importantes de aprendizagem	☐	☐	☐	☐
Q.3.4. Podem ser simples divertimento	☐	☐	☐	☐
Q.3.5. São momentos de confraternização entre professores e alunos	☐	☐	☐	☐
Q.3.6. Não aprendendo muito, os alunos observam coisas diferentes do cenário de sala de aula	☐	☐	☐	☐
Q.3.7. Fomentam a relação Escola/Meio	☐	☐	☐	☐

Q.3.8. Indique outros aspectos que considere pertinentes a ter em conta nas visita de estudo: _____

_____

_____

Parte II – Visitas de estudo a Centros Interactivos de Ciência e/ou Museus de Ciência

Q.4. Já organizou (ou colaborou na organização) visitas de estudo a Centros Interactivos de Ciência e/ou Museus de Ciência?

Sim ☐ Não ☐

Q.5. Se respondeu afirmativamente à questão anterior, com que frequência tem organizado essas visitas?

Várias visitas por ano lectivo ☐ Uma visita por ano lectivo ☐ Apenas em alguns anos lectivos ☐

Outra: _____

_____

_____

Q.6. Se respondeu não à questão Q.4, a não organização dessas visitas de estudo deve-se ao facto de:

Q.6.1. Não ter conhecimento da existência e localização dos Centros Interactivos e/ou Museus de Ciência ☐

Q.6.2. Não existir nenhum Centro Interactivo e/ou Museu de Ciência próximo da escola onde lecciona, que permita realizar a visita num único dia ☐

Q.6.3. Nunca ter ido a um Centro Interactivo e/ou Museu de Ciência ☐

Q.6.4. Não haver tempo, pois os programas são muito longos ☐

Q.6.5. Ter dificuldade em fazer integração entre o que se observa e o dia-a-dia dos alunos ☐

Q.6.6. Recear não se sentir preparado para responder a questões, levantadas pelos alunos, sobre esses espaços ☐

Q.6.7. A aprendizagem que se faz nas visitas de estudo ser irrelevante para o programa ☐

Q.6.8. Nestas visitas, se brincar muito e se aprender pouco ☐

Q.6.9. Nestas visitas não ser possível qualquer aprendizagem ☐

Q.6.10. Valorizar a aprendizagem efectuada em cenários de sala de aula ☐

Q.6.11. Estas visitas terem custos elevados para os alunos ☐

Q.6.12. Outras _____

_____

_____

_____

Q.7. Costuma preparar-se e/ou preparar com os alunos as visitas de estudo a Centros Interactivos de Ciência e/ou Museus de Ciência?

Sempre ☐ Algumas vezes ☐ Raramente ☐ Nunca ☐

Q.8. Se respondeu raramente ou nunca à questão Q.7., não faz a preparação dessas visitas de estudo porque:

Q.8.1. Não tem tempo ☐
Q.8.2. Não sabe como fazer essa preparação ☐
Q.8.3. Apenas considera importante que os alunos saibam onde vão e os custos da visita ☐
Q.8.4. Outras _____
_____
_____

Q.9. Costuma preparar actividades com os alunos para estes realizarem durante as visitas de estudo a Centros Interactivos de Ciência e/ou Museus de Ciência?

Sim ☐ Não ☐

Q.10. Se respondeu sim, que tipo de actividades planeia?

Q.10.1. Entrevistas ☐
Q.10.2. Questionários ☐
Q.10.3. Jogos ☐
Q.10.4. *Pedipaper* ☐
Q.10.5. Filmagens ☐
Q.10.6. Outras:_____
_____
_____

Q.11. Como prepara essas actividades? _____
_____
_____
_____

Q.12. Costuma realizar actividades na sala de aula sobre a visita a efectuar a Centros Interactivos de Ciência e/ou Museus de Ciência?

Sim ☐ Não ☐

Q.13. Se respondeu sim, que tipo de actividades planeia?

Q.13.1. Questionários ☐
Q.13.2. Perguntas para serem respondidas em sala de aula ☐
Q.13.3. Jogos ☐
Q.13.4. Relatórios ☐
Q.13.5. Outras:_____

_____

_____

Q.14. Como planeia essas actividades? _____

_____

_____

Q.15. Se respondeu sim, à questão Q.12, essas actividades têm o objectivo de:

Q.15.1. Consolidar conhecimentos adquiridos ☐
Q.15.2. Relacionar a visita de estudo com tópicos que se encontra a leccionar no momento ☐
Q.15.3. Relacionar a visita com tópicos que já leccionou ☐
Q.15.4. Relacionar a visita com tópicos que irá leccionar ☐
Q.15.5. Outros: _____

_____

_____

Q.16. Costuma realizar actividades na sala de aula após a visita efectuada a Centros Interactivos de Ciência e/ou Museus de Ciência?

Sim ☐ Não ☐

Q.17. Se respondeu sim, que tipo de actividades realiza?

Q.17.1. Questionários ☐
Q.17.2. Perguntas para serem respondidas em sala de aula ☐
Q.17.3. Jogos ☐
Q.17.4. Relatórios ☐
Q.17.5. Outras:_____

_____

_____

_____

_____

Q.18. Como planeia essas actividades? _____

_____

_____

_____

_____

_____

Q.19. Em relação às visitas de estudo a Centros Interactivos de Ciência e/ou Museus de Ciência indique, na coluna adequada, a relevância que atribui a cada um dos seguintes aspectos, de acordo com a escala:

Nenhuma/Nada - 1 Pouca – 2 Alguma – 3 Muita - 4

	1	2	3	4
Q.19.1. São um recurso educativo	☐	☐	☐	☐
Q.19.2. Podem contribuir para aprendizagens de qualidade	☐	☐	☐	☐
Q.19.3. Podem constituir momentos importantes de aprendizagem	☐	☐	☐	☐
Q.19.4. Podem ser simples divertimento	☐	☐	☐	☐
Q.19.5. São momentos de confraternização entre professores e alunos	☐	☐	☐	☐
Q.19.6. Não aprendendo muito, os alunos observam coisas diferentes	☐	☐	☐	☐
Q.19.7. Podem fomentar a relação Escola/Meio	☐	☐	☐	☐

Q.19.8. Indique outros aspectos que considere pertinentes a ter em conta nestas visita de estudo: _____

_____

_____

_____

Q.20. As visitas de estudo a Centros Interactivos de Ciência e/ou Museus de Ciência fomentam e desenvolvem aprendizagens da mesma qualidade, que os cenários de sala de aula?

Sim ☐ Não ☐

Porquê? _____

_____

_____

_____

Q.21. Para que uma visita a um Centro Interactivo de Ciência e/ou Museu de Ciência promova aprendizagens de qualidade, o papel do professor é:

Irrelevante ☐ Acessório ☐ Importante ☐ Fundamental ☐

Porque:_____

_____

_____

_____

_____

Q.22. Apresentam-se, a seguir, alguns factores que poderão ser tomados em conta quando se decide a que Centro Interactivo de Ciência e/ou Museu de Ciência se vai realizar uma visita de estudo. Indique qual é , no seu entender, a importância que deve ser dada a cada factor, de acordo com a seguinte escala:

Muito pouco importante - 1 Pouco Importante - 2

Razoavelmente importante – 3 Muito importante – 4

	1	2	3	4
Q.22.1. Ser apelativo	☐	☐	☐	☐
Q.22.2. Abordar conteúdos que se encontra a leccionar	☐	☐	☐	☐
Q.22.3. Ser próximo da escola	☐	☐	☐	☐
Q.22.4. Não ter entradas muito dispendiosas	☐	☐	☐	☐
Q.22.5. Abordar um grande leque de temas	☐	☐	☐	☐
Q.22.6. Ter facilidade de estacionamento	☐	☐	☐	☐
Q.22.7. Ter pessoal especializado no local	☐	☐	☐	☐
Q.22.8. Fazer visitas de estudo guiadas	☐	☐	☐	☐
Q.22.9. Possibilitar grande interactividade	☐	☐	☐	☐
Q.22.10. Fornecer guiões e material de apoio	☐	☐	☐	☐
Q.22.11. Ter um espaço envolvente agradável e preparado para actividades ao ar livre	☐	☐	☐	☐
Q.22.12. Ser um lugar seguro para levar os alunos	☐	☐	☐	☐
Q.22.13. Já lhe ser familiar, isto é, já conhecer o espaço	☐	☐	☐	☐

Q.22.14. Outros:

_____

_____

Anexo 4

Questionários aplicados aos professores após a Acção de Formação

Caro(a) colega,

Conforme lhe pedi na Acção de Formação "O Museu como um ambiente de aprendizagem não formal: preparação de uma visita", agradeço o preenchimento e envio deste questionário.

Coloco-me ao seu dispor e agradeço, desde já, a sua compreensão e preciosa colaboração.

Com os melhores cumprimentos

Lina Ferreira

Informação geral sobre o professor

I.1. Sexo

Feminino ☐ Masculino ☐

I.2. Idade

Menos de 25 anos ☐ 25 a 30 anos ☐ 31 a 40 anos ☐

41 a 50 anos ☐ mais de 50 anos ☐

I.3. Anos de docência na presente data

Menos de 1 ☐ 1 a 5 anos ☐ 6 a 10 anos ☐

11 a 15 anos ☐ mais de 15 anos ☐

I.4. Em qual dos níveis de ensino tem exercido predominantemente a sua docência nos últimos anos?

	2002/03	2003/04	2004/05	2005/06
Ensino básico	☐	☐	☐	☐
Ensino secundário	☐	☐	☐	☐

Questionário

Parte I – Visitas de estudo em geral

Q.1. Agora que terminou a sua Acção de Formação pretende vir a organizar, com mais frequência, visitas de estudo?

Sim ☐ Não ☐

Q.2. Em relação às visitas de estudo indique, na coluna adequada, a relevância que atribui a cada um dos aspectos seguintes, de acordo com a escala:

Nenhuma/Nada - 1 Pouca – 2 Alguma – 3 Muita - 4

	1	2	3	4
Q.2.1. São um recurso educativo	☐	☐	☐	☐
Q.2.2. Podem contribuir para aprendizagens de qualidade	☐	☐	☐	☐
Q.2.3. Podem constituir momentos importantes de aprendizagem	☐	☐	☐	☐
Q.2.4. Podem ser simples divertimento	☐	☐	☐	☐
Q.2.5. São momentos de confraternização entre professores e alunos	☐	☐	☐	☐
Q.2.6. Não aprendendo muito, os alunos observam coisas diferentes do cenário de sala de aula	☐	☐	☐	☐
Q.2.7. Fomentam a relação Escola/Meio	☐	☐	☐	☐

Q.2.8. Indique outros aspectos que considere pertinentes a ter em conta nas visita de estudo: _____

_____

_____

_____

Parte II – Visitas de estudo a Centros Interactivos de Ciência e/ou Museus de Ciência

Q.3. Agora que terminou a sua Acção de Formação pretende vir a organizar, com mais frequência, visitas de estudo a Centros Interactivos e/ou Museus de Ciência?

Sim ☐ Não ☐

Q.4. Se respondeu afirmativamente à questão anterior, com que frequência gostaria de vir a organizar essas visitas?

Várias visitas por ano lectivo ☐ Uma visita por ano lectivo ☐ Apenas em alguns anos lectivos ☐

Q.5. Se respondeu não à questão Q.3, isso deve-se ao facto de:

Q.5.1. Não existir nenhum Centro Interactivo e/ou Museu de Ciência próximo da escola onde lecciona, que permita realizar a visita num único dia ☐

Q.5.2. Não haver tempo, pois os programas são muito longos ☐

Q.5.3. Ter dificuldade em fazer integração entre o que se observa e o dia-a-dia dos alunos ☐

Q.5.4. Recear não se sentir preparado para responder a questões, levantadas pelos alunos, sobre esses espaços ☐

Q.5.5. A aprendizagem que se faz nas visitas de estudo ser irrelevante para o programa ☐

Q.5.6. Nestas visitas, se brincar muito e se aprender pouco ☐

Q.5.7. Nestas visitas não ser possível qualquer aprendizagem ☐

Q.5.8. Valorizar a aprendizagem efectuada em cenários de sala de aula ☐

Q.5.9. Estas visitas terem custos elevados para os alunos ☐

Q.5.10. Outras _____

_____

_____

_____

Q.6. Agora que terminou a sua Acção de Formação pretende preparar as visitas de estudo que fizer futuramente a Centros Interactivos e/ou Museus de Ciência?

Sim ☐ Não ☐

Q.7. Se respondeu não à questão Q.6., não fará a preparação dessas visitas de estudo porque:

Q.7.1. Não tem tempo ☐

Q.7.2. Não sabe como fazer essa preparação ☐

Q.7.3. Apenas considera importante que os alunos saibam onde vão e os custos da visita ☐

Q.7.4. Outras _____

_____

_____

Q.8. Se respondeu sim à questão Q.6., indique as razões: _____

_____

_____

_____

Q.9. Agora que terminou a sua Acção de Formação pretende preparar actividades para os alunos realizarem durante as visitas de estudo a Centros Interactivos e/ou Museus de Ciência?

Sim ☐ Não ☐

Q.10. Se respondeu sim, que tipo de actividades gostaria de preparar?

Q.10.1. Entrevistas ☐

Q.10.2. Questionários ☐

Q.10.3. Jogos ☐

Q.10.4. *Pedipaper* ☐

Q.10.5. Filmagens ☐

Q.10.6. Outras:_____

_____

_____

Q.11. Como prepararia essas actividades?_____

_____

_____

_____

_____

Q.12. Se respondeu não à questão Q.9., indique as razões: _____

_____

_____

_____

Q.13. Agora que terminou a sua Acção de Formação pretende preparar actividades para os alunos realizarem após a visita de estudo a um Centro Interactivo de Ciência e/ou Museu de Ciência?

Sim ☐ Não ☐

Q.14. Se respondeu sim, que tipo de actividades pensa preparar?

Q.14.1. Questionários ☐

Q.14.2. Perguntas para serem respondidas em sala de aula ☐

Q.14.3. Jogos ☐

Q.14.4. Relatórios ☐

Q.14.5. Outras:_____

_____

_____

_____

Q.15. Como planearia essas actividades? _____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

Q.16. Se respondeu sim, à questão Q.13, essas actividades teriam o objectivo de:

Q.16.1. Consolidar conhecimentos adquiridos ☐

Q.16.2. Relacionar a visita de estudo com tópicos que se encontra a leccionar no momento ☐

Q.16.3. Relacionar a visita com tópicos que já leccionou ☐

Q.16.4. Relacionar a visita com tópicos que irá leccionar ☐

Q.16.5. Outros: _____

_____

Q.17. Se respondeu não à questão 13., indique as razões: _____

_____

_____

Q.18. Em relação às visitas de estudo a Centros Interactivos de Ciência e/ou Museus de Ciência indique, na coluna adequada, a relevância que atribui a cada um dos seguintes aspectos, de acordo com a escala:

Nenhuma/Nada - 1 Pouca – 2 Alguma – 3 Muita - 4

	1	2	3	4
Q.18.1. São um recurso educativo	☐	☐	☐	☐
Q.18.2. Podem contribuir para aprendizagens de qualidade	☐	☐	☐	☐
Q.18.3. Podem constituir momentos importantes de aprendizagem	☐	☐	☐	☐
Q.18.4. Podem ser simples divertimento	☐	☐	☐	☐
Q.18.5. São momentos de confraternização entre professores e alunos	☐	☐	☐	☐
Q.18.6. Não aprendendo muito, os alunos observam coisas diferentes	☐	☐	☐	☐
Q.18.7. Podem fomentar a relação Escola/Meio	☐	☐	☐	☐

Q.18.8. Indique outros aspectos que considere pertinentes a ter em conta nestas visita de estudo: _____

_____

Q.19. As visitas de estudo a Centros Interactivos de Ciência e/ou Museus de Ciência fomentam e desenvolvem aprendizagens da mesma qualidade, que os cenários de sala de aula?

Sim ☐ Não ☐

Porquê? _____

_____

_____

_____

_____

_____

Q.20. Para que uma visita a um Centro Interactivo de Ciência e/ou Museu de Ciência promova aprendizagens de qualidade, o papel do professor é:

Irrelevante ☐ Acessório ☐ Importante ☐ Fundamental ☐

Porque:_____

_____

_____

_____

_____

_____

Q.21. Apresentam-se, a seguir, alguns factores que poderão ser tomados em conta quando se decide a que Centro Interactivo de Ciência e/ou Museu de Ciência se vai realizar uma visita de estudo. Indique qual é , no seu entender, a importância que deve ser dada a cada factor, de acordo com a seguinte escala:

Muito pouco importante - 1 Pouco Importante - 2

Razoavelmente importante – 3 Muito importante – 4

	1	2	3	4
Q.21.1. Ser apelativo	☐	☐	☐	☐
Q.21.2. Abordar conteúdos que se encontra a leccionar	☐	☐	☐	☐
Q.21.3. Ser próximo da escola	☐	☐	☐	☐

Q.21.4. Não ter entradas muito dispendiosas	☐	☐	☐	☐
Q.21.5. Abordar um grande leque de temas	☐	☐	☐	☐
Q.21.6. Ter facilidade de estacionamento	☐	☐	☐	☐
Q.21.7. Ter pessoal especializado no local	☐	☐	☐	☐
Q.21.8. Fazer visitas de estudo guiadas	☐	☐	☐	☐
Q.21.9. Possibilitar grande interactividade	☐	☐	☐	☐
Q.21.10. Fornecer guiões e material de apoio	☐	☐	☐	☐
Q.21.11. Ter um espaço envolvente agradável e preparado para actividades ao ar livre	☐	☐	☐	☐
Q.21.12. Ser um lugar seguro para levar os alunos	☐	☐	☐	☐
Q.21.13. Já lhe ser familiar, isto é, já conhecer o espaço	☐	☐	☐	☐

Q.21.14. Outros: _____

_____

_____

_____

_____

Anexo 5

Ficha de exploração das réplicas de Electromagnetismo utilizada pelos professores na Acção de Formação

Exploração das réplicas de Electromagnetismo:

Faça a exploração das réplicas em grupo, com vista à utilização pelos seus alunos.
Nível de ensino: _____

Tendo em conta o nível etário, interesses e motivações, os programas curriculares no que respeita ao desenvolvimento cognitivo, assim como de capacidades e atitudes:

1. Escolha a réplica que na sua opinião é:

- Mais atractiva _____
- De menor interesse _____
- Mais fácil de compreender _____
- Mais difícil de compreender _____
- Mais fácil de relacionar com fenómenos do dia a dia _____
- Mais fácil relacionar com assuntos estudados na sala de aula __

2. Para uma das réplicas apresente uma exploração para o nível etário dos seus alunos, tendo a preocupação de indicar:

- Aspectos cognitivos que lhe estão associados;
- Capacidades e atitudes que podem desenvolver.

3. Relativamente à informação escrita:

	Pouca	Alguma	Muita
Adequação da instrução à experiência			
Explicação para alunos do ensino básico			
Explicação para alunos do ensino secundário			
Relevância dos painéis			

Anexo 6

Pré-teste aplicado aos alunos do primeiro estudo

PRÉ-TESTE

- Com este questionário pretendemos investigar as ideias dos alunos em relação a alguns conteúdos de Electromagnetismo.
- Contamos com o teu empenho e responsabilidade ao manifestares as tuas opiniões, mesmo sem nunca teres estudado este assunto.

Identificação do aluno:

Sexo Feminino ☐ Masculino ☐

Escola: _____

Turma: _____ **Ano: _____**

1. Nas questões seguintes selecciona a(as) afirmações que melhor exprimam a tua opinião:

1.1 – Um íman atrai…

☐ todos os objectos metálicos.
☐ objectos de latão.
☐ apenas alguns objectos metálicos.
☐ objectos de ferro e aço.
☐ Outra: _____

1.2 – Ao aproximarem-se as extremidades de dois ímanes estes…

☐ atraem-se sempre.
☐ repelem-se sempre.
☐ atraem-se quando os pólos são de tipos diferentes.
☐ repelem-se quando os pólos são do mesmo tipo.
☐ Outra: _____

1.3- Um íman …

☐ exerce interacções à distância sobre objectos de níquel.
☐ cria um campo magnético.
☐ orienta-se no campo magnético terrestre.
☐ cria um campo eléctrico.
☐ Outra: _____

1.4- A agulha magnética…

☐ é provavelmente oriunda da China.

☐ é provavelmente oriunda da Europa.

☐ foi descrita detalhadamente pela primeira vez por *Petrus Perigrini*.

☐ foi descrita detalhadamente pela primeira vez por *William Gilbert*.

☐ Outra: _____

1.5- Ao movimentar um íman rapidamente no interior de uma bobina…

☐ nada acontece.

☐ vemos o ponteiro de um galvanómetro deslocar-se.

☐ consegue obter-se uma corrente eléctrica.

☐ obtém-se uma corrente eléctrica induzida.

☐ Outra: _____

1.6- A indução electromagnética…

☐ resulta do movimento de vaivém de um íman dentro de uma bobina.

☐ resulta do movimento de uma bobina onde se estabeleceu uma corrente eléctrica dentro de outra..

☐ é o efeito que permite a obtenção de correntes induzidas.

☐ é o efeito que permite obter corrente contínua.

☐ Outra: _____

1.7- O aparelho para demonstrar a indução electromagnética…

☐ mostra que um campo magnético variável pode originar uma corrente eléctrica induzida.

☐ mostra que um campo eléctrico variável pode originar uma corrente eléctrica induzida.

☐ surge na sequência dos trabalhos de *Michael Faraday*..

☐ surge na sequência dos trabalhos de *Albert Einstein*.

☐ Outra: _____

PRÉ-TESTE

- Com este questionário pretendemos investigar as ideias dos alunos em relação a alguns conteúdos de Electromagnetismo.
- Contamos com o teu empenho e responsabilidade ao manifestares as tuas opiniões, mesmo sem nunca teres estudado este assunto.

Identificação do aluno:

Sexo Feminino ☐ Masculino ☐

Escola: _____

Turma: _____ **Ano:** _____

1. Nas questões seguintes selecciona a(as) afirmações que melhor exprimam a tua opinião:

1.1 - Um íman atrai…

☐ todos os objectos metálicos.
☐ objectos de latão.
☐ apenas alguns objectos metálicos.
☐ objectos de ferro e aço.
☐ Outra: _____

1.2 - Ao aproximarem-se as extremidades de dois ímanes estes…

☐ atraem-se sempre.
☐ repelem-se sempre.
☐ atraem-se quando os pólos são de tipos diferentes.
☐ repelem-se quando os pólos são do mesmo tipo.
☐ Outra: _____

1.3- Um íman …

☐ exerce interacções à distância sobre objectos de níquel.
☐ cria um campo magnético $\vec{B}$.
☐ orienta-se no campo magnético terrestre.
☐ cria um campo eléctrico $\vec{E}$.
☐ Outra: _____

1.4- A agulha magnética…

☐ é provavelmente oriunda da China.

☐ é provavelmente oriunda da Europa.

☐ foi descrita detalhadamente pela primeira vez por *Petrus Perigrini*.

☐ foi descrita detalhadamente pela primeira vez por *William Gilbert*.

☐ Outra: _____

1.5- O fenómeno da indução electromagnética...

☐ obtém-se introduzindo um íman dentro de uma bobina e mantendo-o imóvel.

☐ obtém-se introduzindo uma bobina dentro de outra bobina e mantendo-a imóvel.

☐ obtém-se à custa do movimento de vaivém de um íman dentro de uma bobina .

☐ obtém-se à custa do movimento de vaivém de uma bobina, onde se estabeleceu uma corrente eléctrica contínua dentro de outra.

☐ Outra: _____

1.6- Variar um campo magnético numa espira significa ...

☐ variar a densidade das linhas de força.

☐ variar o fluxo magnético que a atravessa.

☐ originar uma força electromotriz cujo módulo é igual à variação do fluxo magnético ($\Delta\phi$) por intervalo de tempo (Δt).

☐ originar uma força electromotriz cujo módulo é a variação do fluxo magnético ($\Delta\phi$).

☐ Outra: _____

1.7- O aparelho para ilustrar a indução electromagnética...

☐ mostra que um campo magnético variável pode originar uma corrente eléctrica induzida.

☐ mostra que um campo eléctrico variável pode originar uma corrente eléctrica induzida.

☐ surge na sequência dos trabalhos de *Michael Faraday*..

☐ surge na sequência dos trabalhos de *Albert Einstein*.

☐ Outra: _____

Anexo 7

Pós-teste aplicado aos alunos do primeiro estudo

PÓS-TESTE

- Com este questionário pretendemos investigar as ideias dos alunos em relação a alguns conteúdos de Electromagnetismo.
- Contamos com o teu empenho e responsabilidade ao manifestares as tuas opiniões, mesmo sem nunca teres estudado este assunto.

Identificação do aluno:

Sexo Feminino ☐ Masculino ☐

Escola: _____

Turma: _____ **Ano: _____**

1. Nas questões seguintes selecciona a(as) afirmações que melhor exprimam a tua opinião:

1.1- Um íman atrai…

☐ todos os objectos metálicos.
☐ objectos de latão.
☐ apenas alguns objectos metálicos.
☐ objectos de ferro e aço.
☐ Outra: _____

1.2 - Ao aproximarem-se as extremidades de dois ímanes estes…

☐ atraem-se sempre.
☐ repelem-se sempre.
☐ atraem-se quando os pólos são de tipos diferentes.
☐ repelem-se quando os pólos são do mesmo tipo.
☐ Outra: _____

1.3- Um íman …

☐ exerce interacções à distância sobre objectos de níquel.
☐ cria um campo magnético.
☐ orienta-se no campo magnético terrestre.
☐ cria um campo eléctrico.
☐ Outra: _____

1.4- A agulha magnética…

- ☐ é provavelmente oriunda da China.
- ☐ é provavelmente oriunda da Europa.
- ☐ foi descrita detalhadamente pela primeira vez por *Petrus Perigrini*.
- ☐ foi descrita detalhadamente pela primeira vez por *William Gilbert*.
- ☐ Outra: _____

1.5- Ao movimentar um íman rapidamente no interior de uma bobina...

- ☐ nada acontece.
- ☐ vemos o ponteiro de um galvanómetro deslocar-se.
- ☐ consegue obter-se uma corrente eléctrica.
- ☐ obtém-se uma corrente eléctrica induzida.
- ☐ Outra: _____

1.6- A indução electromagnética...

- ☐ resulta do movimento de vaivém de um íman dentro de uma bobina.
- ☐ resulta do movimento de uma bobina onde se estabeleceu uma corrente eléctrica dentro de outra..
- ☐ é o efeito que permite a obtenção de correntes induzidas.
- ☐ é o efeito que permite obter corrente contínua.
- ☐ Outra: _____

1.7- O aparelho para demonstrar a indução electromagnética...

- ☐ mostra que um campo magnético variável pode originar uma corrente eléctrica induzida.
- ☐ mostra que um campo eléctrico variável pode originar uma corrente eléctrica induzida.
- ☐ surge na sequência dos trabalhos de *Michael Faraday*..
- ☐ surge na sequência dos trabalhos de *Albert Einstein*.
- ☐ Outra: _____

PÓS-TESTE

- Com este questionário pretendemos investigar as ideias dos alunos em relação a alguns conteúdos de Electromagnetismo.
- Contamos com o teu empenho e responsabilidade ao manifestares as tuas opiniões, mesmo sem nunca teres estudado este assunto.

Identificação do aluno:

Sexo Feminino ☐ Masculino ☐

Escola: _____

Turma: _____ Ano: _____

1. Nas questões seguintes selecciona a(as) afirmações que melhor exprimam a tua opinião:

- Um íman atrai…

☐ todos os objectos metálicos.
☐ objectos de latão.
☐ apenas alguns objectos metálicos.
☐ objectos de ferro e aço.
☐ Outra: _____

1.2 - Ao aproximarem-se as extremidades de dois ímanes estes…

☐ atraem-se sempre.
☐ repelem-se sempre.
☐ atraem-se quando os pólos são de tipos diferentes.
☐ repelem-se quando os pólos são do mesmo tipo.
☐ Outra: _____

1.3- Um íman …

☐ exerce interacções à distância sobre objectos de níquel.
☐ cria um campo magnético $\vec{B}$.
☐ orienta-se no campo magnético terrestre.
☐ cria um campo eléctrico $\vec{E}$.
☐ Outra: _____

1.4- A agulha magnética…

☐ é provavelmente oriunda da China.

☐ é provavelmente oriunda da Europa.

☐ foi descrita detalhadamente pela primeira vez por *Petrus Perigrini*.

☐ foi descrita detalhadamente pela primeira vez por *William Gilbert*.

☐ Outra: _____

1.5- O fenómeno da indução electromagnética...

☐ obtém-se introduzindo um íman dentro de uma bobina e mantendo-o imóvel.

☐ obtém-se introduzindo uma bobina dentro de outra bobina e mantendo-a imóvel.

☐ obtém-se à custa do movimento de vaivém de um íman dentro de uma bobina .

☐ obtém-se à custa do movimento de vaivém de uma bobina, onde se estabeleceu uma corrente eléctrica contínua dentro de outra.

☐ Outra: _____

1.6- Variar um campo magnético numa espira significa ...

☐ variar a densidade das linhas de força.

☐ variar o fluxo magnético que a atravessa.

☐ originar uma força electromotriz cujo módulo é igual à variação do fluxo magnético ($\Delta\phi$) por intervalo de tempo (Δt).

☐ originar uma força electromotriz cujo módulo é a variação do fluxo magnético ($\Delta\phi$).

☐ Outra: _____

1.7- O aparelho para ilustrar a indução electromagnética...

☐ mostra que um campo magnético variável pode originar uma corrente eléctrica induzida.

☐ mostra que um campo eléctrico variável pode originar uma corrente eléctrica induzida.

☐ surge na sequência dos trabalhos de *Michael Faraday*..

☐ surge na sequência dos trabalhos de *Albert Einstein*.

☐ Outra: _____

Anexo 8

Questionário de avaliação da visita aplicado aos alunos do primeiro estudo

Identificação do aluno:

Sexo Feminino ☐ Masculino ☐

Escola: _____

Turma: _____ Ano: _____

1. Nas questões seguintes selecciona a(as) afirmações que melhor exprimam a tua opinião:

1.1 **- A visita de estudo**…

☐ foi um simples divertimento.
☐ permitiu que observasse coisas diferentes das realizadas na sala de aula.
☐ contribuiu para a minha aprendizagem.
☐ foi um momento importante para a minha formação.
☐ Outra: _____

1.2 – **Durante a visita de estudo**…

☐ compreendi sem dificuldade as instruções.
☐ tive dificuldade em compreender as instruções.
☐ compreendi sem dificuldade as explicações.
☐ tive dificuldade em compreender as explicações.
☐ Outra: _____

1.3 **– Realizei as experiências…**

☐ sem dificuldade.
☐ com alguma dificuldade.
☐ só com ajuda.
☐ não consegui realizar.
☐ Outra: _____

1.4- **As opções que seleccionei nos questionários resultam do que aprendi …**

☐ anteriormente na escola.
☐ ao realizar a experiência.
☐ ao ler as explicações.
☐ ao ler os painéis.
☐ outra _____

Anexo 9

Grelha de Observação

Grelha de observação da exposição "Oriente-se"

Escola	Ano de escolaridade:	Sexo:	Data:

Réplicas:			**Agulha Magnética**	**Solenóide**	**Ag. Magnética de Oersted**	**Electroíman**	**Bússola de declin. E inclinação**	**Imagens de espectros magnéticos**	**Arco de Delezenne**	**Aparelho de Arago**	**Ind. Electromagnética**	**Aparelho de Barlow**
Lê a instrução												
Apenas observa												
Experimenta sem ler a instrução	Sozinho											
	Em grupo											
Experimenta	Lê primeiro a instrução	C/ cuidado										
		S/ cuidado										
	Lê primeiro painel											
	Lê primeiro a explicação											
Como manuseia	Facilmente											
	Com alguma dificuldade	Consegue sozinho										
		Pede ajuda										
		Desiste										
Durante a realização da experiência demonstra	interesse	desinteresse										
	entusiasmo	aborrecimento										
Após a realização da experiência	Lê as explicações											
	Lê os painéis											
	Vai embora											
Quanto tempo passa na actividade												

Registo de expressões orais e faciais:_____

_____

Anexo 10

Questionário aplicado aos alunos do segundo estudo

Questionário

- Com este questionário pretendemos investigar as ideias dos alunos em relação à exposição e a alguns conteúdos de Electromagnetismo.
- Contamos com o teu empenho e responsabilidade ao manifestares as tuas opiniões, mesmo sem nunca teres estudado este assunto.

Identificação do aluno:

- **Sexo** Feminino ☐ Masculino ☐
  Turma: _____ Ano: _____

1. Gostaste da exposição? _____

2. Qual o módulo que mais gostaste? _____

3. Relativamente ao módulo "Agulha magnética".

Exploraste este módulo? _____

O que é que te lembras dele? _____

_____

- O que achas que aprendeste neste módulo? _____

_____

- Escreve algo de que te recordes quando reflectes sobre o que exploraste neste módulo: _____

_____

Para as questões seguintes selecciona as que consideras correctas:

Um íman atrai…

☐ todos os objectos metálicos.
☐ objectos de latão.
☐ apenas alguns objectos metálicos.
☐ objectos de ferro e aço.
☐ Outra: _____

Ao aproximarem-se as extremidades de dois ímanes estes…

☐ atraem-se sempre.
☐ repelem-se sempre.
☐ atraem-se quando os pólos são de tipos diferentes.
☐ repelem-se quando os pólos são do mesmo tipo.
☐ Outra: _____

Um íman …

- ☐ exerce interacções à distância sobre objectos de níquel.
- ☐ cria um campo magnético $\vec{B}$.
- ☐ orienta-se no campo magnético terrestre.
- ☐ cria um campo eléctrico $\vec{E}$.
- ☐ Outra: _____

4. Relativamente ao módulo "Indução electromagnética".

Exploraste este módulo? _____

O que é que te lembras dele? _____

_____

- O que achas que aprendeste neste módulo? _____

_____

- Escreve algo de que te recordes quando reflectes sobre o que exploraste neste módulo: _____

_____

- Para as questões seguintes selecciona as que consideras correctas

O fenómeno da indução electromagnética...

- ☐ obtém-se introduzindo um íman dentro de uma bobina e mantendo-o imóvel.
- ☐ obtém-se introduzindo uma bobina dentro de outra bobina e mantendo-a imóvel.
- ☐ obtém-se à custa do movimento de vaivém de um íman dentro de uma bobina .
- ☐ obtém-se à custa do movimento de vaivém de uma bobina, onde se estabeleceu uma corrente eléctrica contínua dentro de outra.
- ☐ Outra: _____

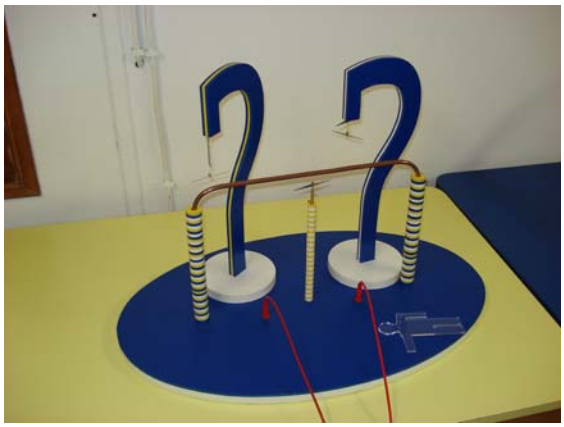
Variar um campo magnético numa espira significa ...

- ☐ variar a densidade das linhas de força.
- ☐ variar o fluxo magnético que a atravessa.
- ☐ originar uma força electromotriz cujo módulo é igual à variação do fluxo magnético ($\Delta\phi$) por intervalo de tempo (Δt).
- ☐ originar uma força electromotriz cujo módulo é a variação do fluxo magnético ($\Delta\phi$).
- ☐ Outra: _____

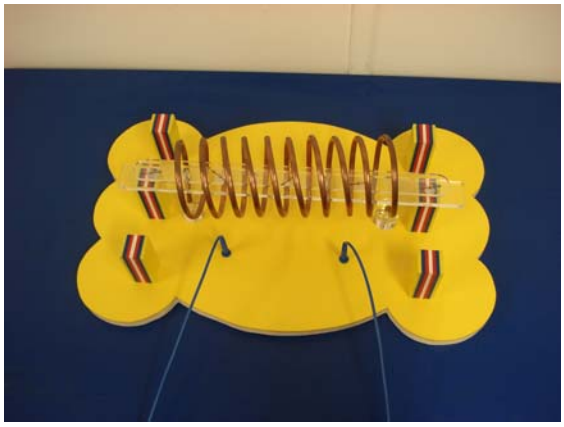
Anexo 11

Fotografias das réplicas com *design* do Exploratório

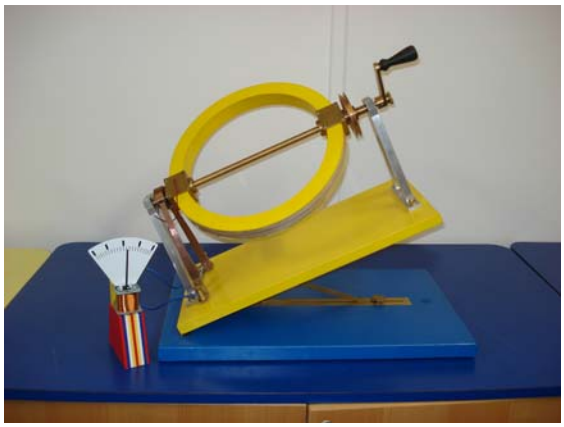
Agulha Magnética



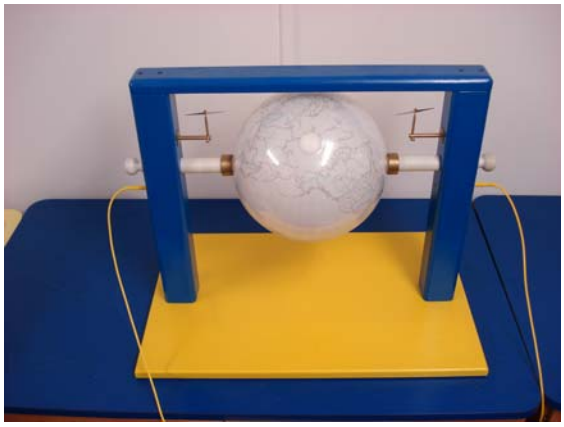
Agulha Magnética de Oersted



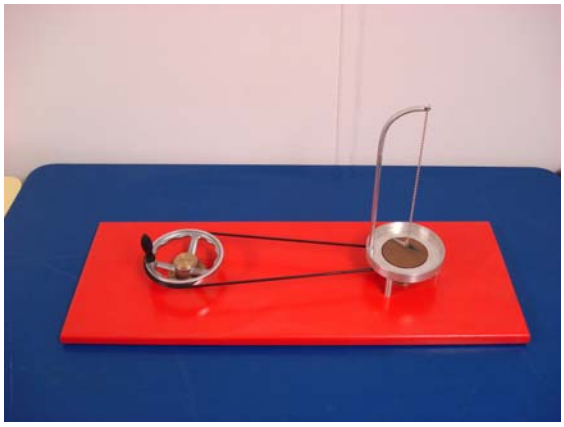
Solenóide



Arco de Delezenne


Aparelho de Barlow

Indução Electromagnética


Aparelho de Arago