



UNIVERSIDADE DE COIMBRA

Faculdade de Ciências e Tecnologia

Departamento de Física

A História da Electricidade no Século XVIII e o Ensino da Física



Maria do Carmo Nunes Ferraz Mendonça

**Coimbra
2007**



UNIVERSIDADE DE COIMBRA

Faculdade de Ciências e Tecnologia

Departamento de Física

A História da Electricidade no Século XVIII e o Ensino da Física

Maria do Carmo Nunes Ferraz Mendonça

**Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências e Tecnologia
da Universidade de Coimbra para apreciação em provas de
Mestrado em Ensino da Física e da Química.**

Orientadora: Professora Doutora Maria da Conceição Espadinha Ruivo

**Coimbra
2007**

*Sois melhores que todas as baladas
que jamais foram cantadas ou faladas
pois sois poemas vivos
e todos os outros já morreram.*

H. W. Longfellow

Ao Gonçalo, ao João e à Catarina

Índice

1. Introdução	1
2. A Importância da História da Ciência	4
2.1 Enquadramento e motivação	4
2.2 Breve nota sobre o desenvolvimento da história da ciência	6
3. A História da Ciência no Ensino	10
3.1 Vantagens e inconvenientes	10
3.2 Experiências e estratégias	13
4. A Electricidade no Século das Luzes	17
4.1 Introdução	17
4.2 O iluminismo e a ciência	18
4.3 O desenvolvimento das diferentes ciências	20
4.4 Breve história da electricidade	22
4.4.1 A descoberta das primeiras manifestações da electricidade	22
4.4.2 O despertar da electricidade a partir do século XVII	23
4.4.3 Novos instrumentos e novos conceitos	24
4.4.4 Benjamin Franklin entra na história da electricidade	27
4.4.5 Cartas de Benjamin Franklin	28
4.4.5.1 Poder das pontas	29
4.4.5.2 Explicação do "fogo eléctrico": carga positiva e negativa	30
4.4.5.3 Garrafa de Leyden	32
4.4.5.4 A electricidade como espectáculo	36
4.4.5.5 A natureza eléctrica do raio – o pára-raios	37
4.4.6 Comentário sobre a obra de Benjamin Franklin	37
4.4.7 A electricidade no virar do século XVIII	39
4.4.8 As primeiras aplicações da electricidade	40
4.5 A electricidade em Portugal no século XVIII – breve apontamento	41
4.5.1 Considerações gerais	41
4.5.2 Franklin na Academia de Ciências de Lisboa	42
4.5.3 O primeiro manual de electricidade em Portugal – o livro de Faria de Aragão	43
5. Actividades e Estratégias de Ensino	46

5.1 Objectivos e motivação	46
5.2 Apresentação e análise do inquérito	47
5.2.1 Introdução	47
5.2.2 O inquérito: análise quantitativa e qualitativa	47
5.2.3 Reflexões	60
5.3 Actividades na sala de aula	60
5.3.1 Introdução	60
5.3.2 Planificação e estratégias	61
5.4 Exposição: "O Mundo Mágico da Electricidade"	62
5.4.1 Preparação da exposição/motivação dos alunos	63
5.4.2 Descrição da exposição	64
5.4.3 Análise dos efeitos pedagógicos da exposição	65
5.5 Reflexão pessoal	66
6. Conclusões e Perspectivas	69
Bibliografia	72
Anexo A – Breve história da electricidade em <i>power point</i>	76
Anexo B – <i>Power point</i> sobre a vida de Benjamin Franklin	90
Anexo C – "O Mundo Mágico da Electricidade"	95
Preparação dos trabalhos	96
Cartaz da exposição	99
Guia de visita	101
Inquérito inicial	103
Experiências	105
Benjamin Franklin – vida e obra	115
Fotografias da exposição	121
Inquérito final	131
O que aprendeste	133
Comentários de alunos	135
Anexo D – Planificações	142
Anexo E – Fichas e teste	147
Anexo F – Inquérito	170
Anexo G – Desenhos de alunos	175

Agradecimentos

À Professora Doutora Conceição Ruivo, pelo grande apoio, incentivo, disponibilidade e exigência sempre demonstrados na orientação e crítica deste trabalho.

Ao Museu de Física, pelo acesso ao livro de Benjamin Franklin, que me permitiu seleccionar e traduzir algumas das suas cartas.

Aos alunos do 7º1, 7º2, 7º3, 9º5 da Escola Secundária Dr. Ângelo Augusto da Silva do ano lectivo 2005/2006 e muito em especial ao grupo de alunos voluntários do 1º ano do curso de mecânica.

Ao Conselho Directivo da Escola Secundária Dr. Ângelo Augusto da Silva, em particular à sua Presidente, Dra. Maria Gorete Silva, por todo o apoio dispensado nas iniciativas concretizadas.

Um agradecimento a todos os colegas que colaboraram e ajudaram de diferentes formas na elaboração deste trabalho.

Aos meus pais, sogros e restante família pelo apoio e pelas palavras encorajadoras.

Ao meu marido e aos meus filhos, um agradecimento pelo apoio e compreensão nas vezes em que estive ausente, ao longo deste percurso.

Um agradecimento às minhas amigas Maria João, Maria José, Margarida e Nanda pela simpatia, apoio e ajuda durante a minha estadia em Coimbra.

Resumo

Este trabalho tem como objectivo mostrar a importância de inserir a História da Ciência no estudo da Física, e mostrar que esta inserção é muito positiva, tanto na formação dos alunos, como na sua motivação e na posterior aquisição de conhecimentos.

Apresentam-se os fundamentos teóricos desta abordagem da História da Ciência no ensino da Física. Uma vez que o tema escolhido foi a Electricidade, apresenta-se uma breve História da Electricidade no século XVIII, com especial destaque para a vida e obra de Benjamin Franklin. Para o efeito foram analisadas algumas das cartas de Franklin a Peter Collinson, bem como as experiências realizadas por Franklin. Também foi focada a repercussão em Portugal, no século XVIII, das ideias e das experiências neste domínio.

Fez-se um estudo prático sobre a utilização da História da Ciência no ensino, e discutiu-se, através de um inquérito realizado aos alunos, a imagem que os alunos actuais têm dos cientistas, da ciência e da sua importância na sociedade.

Este trabalho, teve uma componente prática muito grande, pois os alunos aprenderam a montar circuitos eléctricos e obtiveram noções de electricidade com o objectivo de elaborarem trabalhos sobre a temática estudada. Como forma de ligar o tema à estratégia de ensino, foi realizada uma exposição contendo os diferentes trabalhos dos alunos.

Igualmente, foram elaborados guias de visita à exposição assim como um inquérito realizado aos alunos de forma a identificar as suas preferências e a forma como uma exposição deste tipo tem importância pedagógica junto dos alunos.

Finalizamos este trabalho com as novas conclusões e perspectivas de trabalho futuro.

Abstract

The aim of this project is to show the importance of including the History of Science in the study of Physics as well as to point out that by including it in a student's education, it is very positive both for bringing about motivation and consequently in further knowledge acquisition.

The theoretical basis for the inclusion of the History of Science in the teaching of Physics is introduced and, since our option for this study has been electricity, a brief the History of Electricity in the 18th century is presented, focusing on Benjamin Franklin's life and work. This is done by analysing some of his letters to Peter Collinson, mentioning some of his experiments. The influence of the new ideas and experiments of the 18th century in Portugal is also focused, particularly in the domain of electricity.

In this project a practical study of this inclusion is made. There is also a survey carried out on students and, from this study, students ideas about scientist, science and their importance in society are discussed.

There is a large practical component in this project as students learnt how to put electrical circuits together and thus get a notion of what electricity is about. They were then able to produce projects on this subject. An exhibition of the students' works was held as a means of connecting the subject to the teaching strategy.

A visitors' guide was produced for the exhibition and another survey was done on the students in order to find out their preferences and how an exhibition of this type can be pedagogically important to students.

This project ends with ideas for work of this kind in the future.

1. Introdução

A Ciência é um misto de exploração e divertimento

Albert Einstein

O principal objectivo deste trabalho foi o de introduzir a História da Ciência no ensino, usando uma metodologia interactiva. De acordo com diversos investigadores e educadores, a introdução de História da Ciência nos currículos tem a vantagem de proporcionar meios para reflectir sobre a natureza da ciência, como se processa a produção de conhecimento científico, qual a sua relação com a sociedade.

A História da Ciência tem demonstrado ser um importante instrumento interdisciplinar sendo esta uma condição essencial à produção e alteração do conhecimento, abrindo caminhos na busca da aprendizagem.

Assim, um motivo que me levou a escolher este tema foi o de poder aprender mais sobre História da Ciência, pois no meu entender é necessário que um professor de ciências tenha esses conhecimentos, para melhor transmitir aos seus alunos factos em que é necessário compreender a época e consequentemente as mentalidades.

Dada a importância da Física na sociedade actual, tanto para a formação de futuros especialistas como para a formação do cidadão, é necessário fazer algo que motive os alunos para esta disciplina.

As estratégias utilizadas têm de ser diferentes das tradicionais, é sempre necessário a resolução de fichas de trabalho assim como a leccionação integral dos conteúdos programáticos, mas para motivar os alunos é necessário ir mais além, é preciso que os alunos vivam situações de aprendizagem que os estimulem, que entendam e que os faça querer aprender mais. A ciência não pode ser leccionada como um conjunto de fórmulas ou conceitos, a ciência tem de ser leccionada como tendo uma história por detrás e, muitas vezes, essa história da ciência, mesmo com algumas imperfeições, é muito mais estimulante para os alunos do que uma ciência "despida".

É preciso ser capaz de incutir nos mais novos o prazer de descobrir e de imaginar, por isso são necessárias actividades que incentivem uma atitude de abertura aos outros e ao mundo.

Por isso, na leccionação do tema "Sistemas Eléctricos e Electrónicos" do 9ºano, optei por uma metodologia interactiva, onde tem lugar de destaque a História da Electricidade no Século XVIII.

Para atingir estes objectivos, comecei por realizar uma pesquisa sobre a História da Ciência, bem como sobre a história da electricidade no século XVIII. Com vista a compreender as concepções dos alunos sobre ciência, cientistas e sociedade, realizei um inquérito com fins exploratórios.

A experiência pedagógica foi efectuada ao nível do 9º ano de escolaridade, onde se procurou pôr em prática um ensino da Física integrando elementos da história desta disciplina e apelando à participação de todos alunos.

Tendo sempre a noção que os alunos neste nível de escolaridade estão praticamente a iniciar o estudo das ciências, tive sempre o cuidado, na programação dos trabalhos práticos, de realizar trabalhos que os motivassem, tornando-os assim mais confiantes no estudo desta ciência. Deste modo utilizamos a construção de maquetas, a elaboração de jogos, iluminações, legos, desenhos e outras aplicações.

A actividade mais motivadora foi a realização de uma exposição com a participação activa dos alunos. Conseguimos com esta exposição uma interdisciplinaridade, aliando a ciência com a tecnologia a arte e a história. Apesar de haver uma diferença entre ciência e as outras áreas não é difícil pensar que se interpenetram sendo sempre útil para o conhecimento diversificado dos alunos.

Deste modo, o texto desta dissertação apresenta a seguinte estrutura:

No capítulo 2, começa-se por fazer uma exposição sobre a importância da História da Ciência, seu desenvolvimento e aplicação no ensino.

No capítulo 3, estuda-se a aplicação da História da Ciência no ensino, focando as suas vantagens e inconvenientes não esquecendo as controvérsias que tem suscitado entre os historiadores e professores.

No capítulo 4, procura-se expor um pouco da História da Electricidade, com especial relevância para o século XVIII e para a vida e obra de Benjamin Franklin, referindo ainda alguns elementos sobre a recepção das novas ideias em Portugal no domínio da electricidade.

No capítulo 5, apresenta-se um estudo realizado com alunos do ensino básico, procurando saber o que os alunos nos dias de hoje pensam da ciência, dos cientistas e da sua importância na sociedade. É apresentado um inquérito aos alunos, bem como a análise dos seus resultados, que permitiram idealizar estratégias de forma a alterar as concepções que os alunos tinham sobre ciência e desmistificar a ideia pouco humanizada do cientista.

São descritas diversas actividades realizadas com os alunos, nomeadamente trabalhos práticos, pesquisas sobre cientistas, trabalhos sobre sistemas eléctricos e electrónicos e a organização de uma exposição que teve lugar no final do ano lectivo, dirigida a toda a comunidade educativa, onde os trabalhos realizados pelos alunos foram expostos.

Os objectivos específicos destas actividades são descritos a seguir:

1. Estimular nos jovens o interesse, a curiosidade e o apreço pelo estudo dos fenómenos naturais e pela interpretação do meio físico onde estão integrados;
2. Familiarizar os jovens com os métodos, processos de trabalho e formas de pensar em Física, bem como o tratamento adequado da informação em geral;
3. Contribuir para a reflexão sobre a inter-relação ciência, tecnologia e sociedade e para o conhecimento em desenvolvimento permanente;
4. Incentivar a realização pessoal mediante o desenvolvimento de atitudes de autonomia, rigor, objectividade, tolerância, cooperação e solidariedade;
5. Ajudar os alunos a compreender o que é a energia de forma cientificamente correcta;
6. Apresentar situações do dia-a-dia que evidenciam a existência de energia;
7. Realizar actividades experimentais usando diferentes instrumentos de observação e medida;
8. Ler e reflectir sobre artigos da actualidade relacionados com ciência, publicados em jornais e revistas;
9. Usar adequadamente a língua portuguesa na intervenção em debates e na discussão de resultados de experiências e de pesquisa, bem como na produção de textos ou cartazes que traduzem os resultados da pesquisa: relatórios de experiências, questionários e inquéritos;
10. Usar adequadamente diversas técnicas, de forma a elaborar trabalhos práticos, com vista à realização de uma exposição de trabalhos de natureza diversa: maquetas, papel e pinturas.

Finalmente, no capítulo 6, apresento as principais conclusões deste trabalho, perspectivas e ainda propostas de actividades, que futuramente poderão ser realizadas.

2. A Importância da História da Ciência

A destruição do passado – ou melhor, dos mecanismos sociais que vinculam a nossa experiência pessoal à das gerações passadas – é um dos fenómenos mais característicos e lúgubres do final do século XX. Quase todos os jovens de hoje crescem numa espécie de presente contínuo, sem qualquer relação orgânica com o passado público da época em que vivem. Por isso os historiadores, cujo ofício é lembrar o que os outros esquecem, tornam-se mais importantes que nunca no fim do segundo milénio. Por esse mesmo motivo, porém, eles têm que ser mais que simples cronistas, memorialistas e compiladores.

Eric Hobsbawn

2.1 Enquadramento e motivação

A introdução de história da ciência nos currículos é hoje em dia uma preocupação de muitos educadores. Nesse sentido, é importante reflectir sobre a natureza da ciência, como se processa a produção de conhecimento científico, como se desenvolveu a história da ciência e quais são as perspectivas actuais.

A palavra ciência é originária do latim *scire* e significa conhecimento. Considerando o conhecimento como constituído por um conjunto de observações e percepções do mundo, verificamos que esse conhecimento não é estático e nunca está terminado.

A ciência não é um conjunto bem estabelecido de verdades imutáveis. Ela é, antes de tudo, um processo contínuo de revisão dos nossos próprios erros, uma superação constante do nosso estágio de ignorância. No entanto, neste processo há algo que se sedimenta, solidifica-se, mesmo se for para ser transformado logo a seguir com a proposta de novas hipóteses, com novas invenções. E isto que se estabelece e se fixa, constitui, o estoque básico de conhecimento, o conteúdo que pode ser transmitido e transformado.

(Bombassaro (1994), citado por Trindade (2003) p. 14)

A necessidade de introduzir a história da ciência nos currículos dos nossos alunos é justificada pela preocupação de formar cidadãos abertos e capazes de se compreender e compreender o mundo que nos rodeia. Para entender a ciência é necessário conhecer a sua história, pois os conhecimentos sobre história da ciência proporcionam um espaço próprio e independente para a crítica do conhecimento científico através da sua interdisciplinaridade. Por isso, é importante a junção da história da ciência nas aulas de ciências, já que ela pode oferecer debates muito interessantes e proveitosos sobre os vários modelos de conhecimento e ajuda a redimensionar o ensino da ciência (Trindade (2003), p. 25).

É necessário estudar a ciência no seu passado, no sentido de compreendermos as condições em que foi produzida e, sobretudo, verificar que alguns métodos hoje considerados ultrapassados, na sua época constituíram um grande avanço. Outra razão, que é igualmente considerada relevante, é o facto de os cientistas não darem a importância merecida ao estudo crítico dos processos históricos que constituíram e estruturaram os seus conceitos e teorias.

Tal postura leva-nos a endossar a ideia de que a ciência é atemporal, desvinculada do homem, que progride de modo linear e cumulativo, que existe acima da moral e da ética e é neutra no que diz respeito às suas consequências. Traz consigo a ideia de que todas as descobertas científicas estão revestidas de certezas e são a única verdade válida.

(Trindade (2003), p. 9)

A história da ciência tem demonstrado ser um importante instrumento interdisciplinar, condição necessária à produção e alteração de conhecimento, abrindo caminhos na busca da aprendizagem e conduzindo os estudantes a uma maior abertura de espírito e de ambições, possibilitando uma visão diferente sobre a ciência

Podemos afirmar que a história da ciência está actualmente presente no ensino, de uma forma distinta de há alguns anos atrás, quando era apenas necessário a memorização de algumas datas e factos. Hoje, o que se pretende dos alunos é que desenvolvam um vasto sentido crítico, sendo a história da ciência, de importância crucial para o efeito. Aceite e reconhecida na formação científica, a atenção deve ser focada para a sua correcta aplicação na sala de aula, como referem, na Introdução do seu livro intitulado *History of Science in Science Teaching*, Michael Shortland e Andrew Warwick: *O desafio que os historiadores da ciência e da tecnologia têm de enfrentar é o de tornarem*

o seu tema vivo e leve, sem contudo sacrificarem, durante o processo de ensino, os factos às conveniências da sala de aula (Shortland e Warwick (1989), citado por Cameirão (1997), p. 9).

O presente trabalho enquadra-se na perspectiva de introdução da História da Ciência no ensino que acabamos de referir. Com vista a uma melhor fundamentação do estudo, segue-se uma breve exposição sobre a história da História da Ciência e sobre a sua introdução no ensino.

2.2 Breve nota sobre o desenvolvimento da história da ciência

Alguns historiadores defendem que a história só tem sentido quando reencontrada e redescoberta pelas gerações futuras, e, por esse facto, a forma adequada de abordar a história e as suas interpretações é regredir no tempo. Por outro lado, a consciência histórica não pode deixar de começar por si mesma, não obstante ter por objectivo o pensamento de outras épocas e de outros homens (Lowith (1977), p. 16).

Foi só nos finais do século XIX, e nos inícios do século XX, que a história da ciência se começou a constituir como uma disciplina com o seu espaço próprio. As primeiras cadeiras de história da ciência surgiram nos anos finais do século XIX, mas foi em pleno século XX que a disciplina de História das Ciências se institucionalizou no seio da comunidade científica internacional (cientistas, historiadores e filósofos). Após a primeira conferência internacional, que teve lugar em Paris em 1900, outras conferências se seguiram, com carácter regular, começaram a surgir as sociedades nacionais dedicadas ao estudo da história da ciência, bem como as primeiras revistas. De entre as primeiras destas sociedades, podemos citar a Gesellschaft für Geschichte der Medizin und Naturwissenschaften, fundada em 1901, na Alemanha, a Fundação da History of Science Society americana, inaugurada em 1924. Em 1902, apareceu a *Mitteilungen zur Geschichte der Naturwissenschaften* e em 1908 estabeleceram-se as primeiras disciplinas de história e Karl Sudhoff (1853-1938) fundou o *Archiv für Geschichte der Naturwissenschaften*. Nos congressos internacionais de história das ciências emergem algumas figuras determinantes na afirmação desta disciplina (Kragh (2001), p. 16).

A história das ciências, embora de características muito diferentes daquelas que lhe permitiram definir-se como uma disciplina própria, tem um passado longínquo. Já na Antiguidade surgiram as primeiras histórias da Matemática e da Medicina conhecidas,

escritas por Eudemo (350-290 a.C.) e Menon, respectivamente. É de notar, no entanto, que no passado a história de uma dada ciência fazia parte integrante da própria ciência. Na Antiguidade e na Idade Média as obras científicas tomavam geralmente como ponto de partida as obras de pensadores anteriores, o que implicava fazer um relato histórico, que era depois comentado e sujeito a análise crítica.

A consciência do valor da história no desenvolvimento dos conhecimentos é defendida, no Renascimento, por Francis Bacon (1561-1626), que considera que "a verdade é filha do tempo" e escreve:

Posso afirmar, com toda a verdade, que temos necessidade de uma história exacta do saber, contendo as antiguidades e as origens das ciências, as diversas seitas, as invenções, as tradições, os diversos tipos de preparação e organização; os momentos de expansão, as oposições, as decadências, depressões e esquecimentos; com as suas causas e possibilidades para todos os outros acontecimentos que dizem respeito ao saber através de todas as idades da humanidade.

(Bacon (1623), citado por Fitas (2000), p.2)

Bacon elabora um esboço da história das ciências, das artes e das técnicas, extensiva a todas as regiões do mundo e a todos os períodos da história. Para ele a história da ciência é uma pedagogia da ciência, uma tomada de consciência da experiência adquirida pelas gerações anteriores (Fitas (2000), p. 2). Na mesma linha, Gerhardt (editor das obras de Leibniz) escreve:

É importante para o género humano saber até que ponto chegámos, e o que nos resta fazer, a quem são devidas as invenções e os pensamentos mais notáveis e, por fim, saber em que prateleiras da Biblioteca convém procurar os elementos de informação que se encontram já no tesouro público do conhecimento. É necessário conhecer os males para lhes dar remédio e as nossas capacidades para as por em prática; é necessário conservar a história das invenções para criar um método inventivo; é necessário erguer monumentos aos inventores para que os grandes espíritos sejam levados, pelo exemplo de tais recompensas, a audácias parecidas.

(Gerhardt (1681), citado por Fitas (2000), p. 3)

Ao surgir a ciência moderna, a história é integrada na própria ciência, nas diferentes disciplinas escrevia-se as vidas dos seus mestres. Esta actividade foi

posteriormente entregue às instituições académicas, as Academias faziam tudo para que a memória de cada personalidade prevalecesse para além do tempo. Por exemplo, Fontanelle (1657-1747), que a partir de 1699 se torna o secretário vitalício da Academia das Ciências francesa, dedicou-se durante cinquenta anos ao estudo da história das ciências. Ocupou-se a reunir os trabalhos da academia e as memórias dos seus membros desaparecidos, franceses e estrangeiros. Para os homens do século XVIII e XIX a História das Ciências adquiriu uma grande importância, pois ela era a demonstração evidente do progresso. Muitas destas obras constituem uma história do pensamento científico europeu da maior importância. Nesta época era normal os cientistas incluírem nos seus tratados uma "introdução histórica", onde resumiam a história prévia do assunto em causa e escreviam os seus próprios trabalhos, sublinhando a originalidade e o significado desses mesmos trabalhos (Fitas (2000), p. 2 e Kragh (2001), p.3). É o que acontece, por exemplo, na obra de Benjamin Franklin, na tradução e edição francesa de M. D'Alibard, *Expériences et Observations sur l'Électricité (1756)*, onde D'Alibard começa por escrever um capítulo inicial sobre a história da electricidade ; no tratado de Priestley, *The History and Present State Of Electricity (1767)*; na obra de Darwin, *A Origem das Espécies (1872)*. Sendo estas obras reconhecidamente pioneiras, pois tratam do que era considerado na época a investigação de ponta, a história da ciência continuava, no entanto, ainda a fazer parte integrante da ciência, sendo a sua utilidade reconhecida como ponto de partida para novos progressos.

Esta história da ciência, feita por alguns homens da ciência que, possuindo formação científica, irão elaborar trabalhos visando a compreensão da construção da própria ciência, nada nos diz da história geral. Pensa-se que terá sido com Paul Tannery (1843-1904) que nasceu o historiador das ciências moderno, terá sido com ele que a ciência começou a ter uma nova organização. Tannery encara a história da ciência como parte integrante da história da humanidade onde são tidos em linha de conta os factores políticos, económicos e culturais inerentes à vida social. Esta relação entre a história especializada de disciplinas particulares e a história geral sintética da ciência, continua a ser tema de debates entre os historiadores da ciência.

Pierre Duhem (1861-1916), dedicou-se ao estudo das ciências físicas na Idade Média e no Renascimento. Duhem era um físico e químico profundamente católico e procurou estudar as ideias dos pensadores medievais para demonstrar a sua convicção: a de que o renascimento científico não se ficou a dever a uma revolta em relação ao

pensamento da igreja mas, ao contrário, "à aliança entre a teologia e a observação". Um ponto de vista discordante da comunidade científica. Apesar de, na época, o seu pensamento ter sido contestado, os seus argumentos e documentação vieram a revelar-se de uma grande importância na moderna história da ciência. Outros historiadores, que dedicaram especial interesse aos predecessores da revolução científica, tais como: Emil Wohlwill, A. Maier, A. C. Crombie e M. Clagett, apoiaram-se em parte nas obras de Duhem (Kragh (2001), p. 16-18).

Já mencionei que foi com Paul Tannery que nasceu o historiador das ciências moderno e graças a ele, a partir de 1900, muitos dos congressos de ciências históricas passaram a ter uma secção especializada em história da ciência. Depois da primeira década do século XX, o belga George Sarton (1884-1956), inspirado em Conte e em Tannery, escreveu vários artigos onde desenvolveu o seu programa de história da ciência e trabalhou muito no sentido de a institucionalizar como disciplina académica. O programa de Sarton nunca foi posto em prática, as suas ideias são unicamente discutidas em congressos. Mas existe uma grande contribuição de Sarton para conferir à disciplina o estatuto de profissão académica reconhecida.

Não posso terminar sem mencionar um nome, Charles Singer (1876-1960), pois também contribuiu para o desenvolvimento da história da ciência, foi o responsável pela criação de um Departamento de História e Métodos da Ciência no University College, Londres, em 1923, defendendo as mesmas ideias que Sarton (Kragh (2001), p. 21).

A actividade no domínio da história da ciência foi-se consolidando e o seu estatuto como disciplina independente tornou-se mais sólido. No virar do século, a história da ciência tornou-se uma mais valia para os professores e educadores, estes consideram ter um grande valor pedagógico a adopção de um método histórico para o estudo das disciplinas científicas. Nas ciências físicas, os pioneiros desta tendência foram Mach e, mais tarde, Dannemann e Grimsehl. Em França, Duhem também defendeu essa teoria. A ideia de usar história da ciência no ensino da ciência não é, pois, recente, mas continuam a existir muitas discussões sobre a sua importância, vantagens e inconvenientes no ensino. Este tema será abordado na próxima secção.

3. A História da Ciência no Ensino

Aconselha-se aos professores e aos discípulos que associem ao estudo das ciências o da sua história.

Estatutos da Universidade de Coimbra (1772)

3.1 Vantagens e inconvenientes

Como vimos na secção anterior, a história da ciência esteve presente nos manuais para o ensino das ciências, ao longo dos tempos, visto que a história da ciência fazia parte da própria ciência. A partir de meados do século XX, e, sobretudo nas últimas décadas, alguns investigadores vieram reforçar a importância de se introduzir a história das ciências no ensino das ciências, bem como ensinar a própria ciência recorrendo aos contextos, problemas e experiências da sua história e que estão na base do desenvolvimento científico. Para além das vantagens específicas no ensino das ciências, esta abordagem permitiria aproximar as ciências das humanidades e promover a interdisciplinaridade (Santos (2002), p. 7-8).

Na actualidade, existe um consenso bastante amplo entre os investigadores em educação sobre a relevância da história da ciência na formação científica do aluno, o que se tem traduzido em propostas concretas. No entanto, existem vozes que se opõem à introdução de história da ciência nas disciplinas científicas e tecem severas críticas a essa prática pedagógica. Uma destas vozes dissonantes é Martin Klein que defende que a apresentação de factos históricos implica uma *selecção, organização e apresentação que se pode revelar anti-histórica*. (Klein (1972), citado por Lombardi (1997), p. 344)

Segundo este autor, existem duas perspectivas distintas, a do historiador e a do físico, sendo contrárias entre si: *É difícil imaginar a combinação entre a rica complexidade dos factos histórico do historiador e a versão precisa mas simples do físico*. Com o mesmo argumento, aparece Whitaker que afirma que a história usada nos cursos de ciências é, na realidade, uma "quase-história", pois constitui *o resultado de numerosos livros de autores que sentiram a necessidade de dar vida às suas explicações*

com um pouco de conteúdo histórico, mas que de facto rescreveram a história acomodando-a passo a passo com a física (Whitaker (1979), op. cit).

Estas duas críticas, embora com um ponto comum, diferem nos problemas que equacionam e que são os seguintes: a questão da simplificação da história e a questão da interpretação dos feitos históricos. Relativamente à questão da simplificação, segundo esta perspectiva, nada pode ser omitido na história, essa omissão de dados constitui uma grande lacuna no relato histórico, pois *A má- história, simplificada e recortada opõe-se à boa história que deve adquirir um carácter completo e exhaustivo* (Klein (1972), op. cit).

Perante este problema pode-se colocar a seguinte questão: será possível conseguir relatos históricos completos e exhaustivos? Acontece que existe muita informação do passado e a função do historiador é seleccionar e organizar a informação, o que depende de cada historiador: *Assim, dois historiadores que encaram a mesma ocorrência histórica mas sob perspectivas diferentes, não irão isolar os mesmos factos históricos dessa ocorrência* (Kragh (2001), p. 49).

Uma vez que toda a história da ciência orientada para o ensino deve incorporar os períodos e os factos mais relevantes, dependendo daquilo que se pretende transmitir aos alunos, há, por conseguinte, necessidade de seleccionar informação. Assim, é completamente impossível obtermos relatos pormenorizados. Partindo deste facto, temos um problema: Se consideramos que uma boa história é aquela que é exhaustiva e não simplificada, então estamos ensinando aos nossos alunos uma "má-história". Dado que o ideal de uma história exhaustiva e não simplificada é inatingível, colocamos a seguinte questão: *Qual o critério que se segue para seleccionar os factos que nos interessa revelar do passado?* (Klein (1972), op. cit). A selecção que nos permite definir quais são os acontecimentos mais importantes, está muito dependente da interpretação que cada autor faz destes factos, como escreve Kragh:

Embora os factos históricos não possuam a natureza factual e intersubjectiva que frequentemente se lhes atribui, eles não são, evidentemente, uma interpretação feita ao acaso pelo historiador. Quase todos os historiadores concordam quanto à importância crucial de basear a história em factos, e não em fantasias ou suposições, ou no que quer que tivesse acontecido. Mas há diferenças no estatuto que se confere aos factos em historiografia. Para o historiador positivista, os factos são sagrados e não podem ser adulterados, tendendo o texto histórico para

ser mera exposição desses factos. Pelo contrário, a maioria dos historiadores actuais encara o relato preciso dos factos como sem valor em si próprio.

(Kragh (2001), p. 49)

Surgindo assim, outra questão: Como é que se elabora a reconstrução da história?

Herbert Butterfiel definiu como historiografia *Whig*, a história da ciência utilizada nos manuais e adaptada pelos professores, esta historiografia consiste em explicar a ciência de épocas passadas à luz do conhecimento actual. Segundo esta perspectiva, para obtermos um bom relato histórico, basta considerar os elementos essenciais pertencentes a cada momento histórico, com este método podemos classificar autores, obras e instituições em duas categorias distintas: progressistas e conservadores. Aplicando este critério elimina-se da história da ciência os factores considerados irracionais e sem carácter científico e as diferentes teorias consideradas pouco plausíveis face ao estudo da ciência posterior.

A historiografia *Whig*, como as outras historiografias, é alvo de críticas, essencialmente devido ao seu carácter linear e anacrónico. Defende-se que a história escrita desta forma até pode parecer atractiva mas, em parte, é uma distorção de toda a realidade histórica. Os autores que rejeitam a historiografia *Whig* defendem que a história deve abordar os acontecimentos do passado contextualizando-os na época em estudo, tendo em conta as crenças e teorias implícitas então vigentes.

Surge outra questão que é o problema da interpretação da história, esta questão foi suscitada pela polémica existente entre as duas correntes *Whig* e *antiwhig*. Dessa polémica resulta que a história não é narrada, mas construída, e para obtermos essa construção da história é necessário a interpretação da história.

Nos nossos dias a história é concebida como uma disciplina dinâmica, como defende Kragh:

O historiador não é um observador do passado que ficou para trás do seu próprio tempo. Não o pode ver "objectivamente", tal como o químico vê os seus tubos de ensaio e compostos. O historiador tem de "ver" a actualidade da história através de documentos. É esse o seu único recurso.

(Kragh (2001), p. 52-53)

Concluimos daqui que, embora o professor deva estar atento aos problemas atrás equacionados, eles não devam ser um impedimento a utilização da história da ciência no ensino, desde que tal seja feito de uma forma criteriosa e adequada.

3.2 Experiências e estratégias

*O essencial é saber ver,
Saber ver sem estar a pensar,
Saber ver quando se vê,
E nem pensar quando se vê,
Nem ver quando se pensa.
Mas isso (tristes de nós que trazemos a lama vestida!),
Isso exige um estudo profundo, uma aprendizagem de desaprender.*

Alberto Caeiro

O reconhecimento da importância da história da ciência para o ensino tem motivado o surgimento de diversas experiências pedagógicas nesse sentido. Não pretendendo ser exaustiva, vou comentar alguns estudos e experiências nesta linha.

O primeiro grande investimento na introdução da história no ensino das ciências foi sem dúvida o *Harvard Project Physics* (1970), que teve como coordenador, entre outros, o historiador da ciência Gerald Holton. Outras experiências se seguiram, sendo de salientar a importância das investigações sobre as concepções alternativas dos alunos, que contribuíram para colocar na ordem do dia o papel da história da ciência no ensino. De entre os projectos experimentais e teóricos levados a cabo, há que salientar os da autoria de Joan Solomon (1991), alguns desses projectos podemos encontrar na sua obra: *Exploring The Nature of Science*, que recorre a metodologias de utilização da história da ciência no ensino.

De acordo com (Santos (2002), p. 20), que faz um apanhado de diversas opiniões a respeito deste tema, a utilização da história das ciências:

- ❖ Ajuda na motivação da aprendizagem;
- ❖ Humaniza a ciência;
- ❖ O desenvolvimento histórico ajuda a ordenar a apresentação dos temas inseridos nos conteúdos programáticos;
- ❖ Mostra aos alunos como é que os conceitos se desenvolveram e ajuda-os a melhor compreendê-los;
- ❖ Muda a imagem que eles têm da ciência;
- ❖ A comparação do antigo com o moderno valoriza as técnicas modernas;

- ❖ Ajuda a desenvolver uma aproximação multidisciplinar;
- ❖ Fornece oportunidades para os alunos mais interessados investigarem;
- ❖ A noção de existir obstáculos, na busca das teorias, ajuda-os a entenderem as dificuldades encontradas nos nossos dias na aprendizagem;
- ❖ Os alunos como trabalham em grupos, e sendo estes trabalhos mais morosos e participativos, apercebem-se facilmente que não são os únicos com problemas na compreensão dos factos científicos;
- ❖ Encoraja os melhores estudantes a um horizonte mais distante;
- ❖ Ajuda na explicação do papel da ciência na sociedade;
- ❖ A ciência torna-se menos estranha;
- ❖ Fornece oportunidades para trabalhar com outros professores ou com outras disciplinas.

A título de exemplo, refira-se um estudo levado a cabo por Solbes y Traver (1996) sobre a introdução de história da ciência nas aulas de Física e Química para alunos do ensino secundário. Esta investigação, centrou-se na análise crítica da situação no ensino habitual das ciências, no que se refere à falta de perspectiva histórica adequada, que põe em evidência a imagem deficiente da natureza e evolução da ciência que se transmite aos alunos e a sua influência no desinteresse destes perante a aprendizagem em Física e em Química. Segundo os autores, esta falta de pré-requisitos, faz com que os alunos estejam pouco interessados e motivados para o ensino da ciência e, conseqüentemente, para enveredarem para cursos de ciência e engenharia.

A experiência realizada por Solbes y Traver consistiu em elaborar um plano de ensino, para cursos de física e química, que incluísse diversos materiais de história da ciência e implicasse uma pesquisa activa por parte dos alunos. Os resultados dos inquéritos feitos, posteriormente, a alunos que participaram na experiência e a alunos que tiveram os cursos tradicionais, mostraram que no primeiro grupo se manifestava uma melhoria significativa relativamente à imagem da ciência e ao desenvolvimento de atitudes positivas face a esta.

Um dos problemas, que é frequentemente abordado pelos estudiosos nesta área, é a criação do mito relativamente aos cientistas e ao processo de produção do conhecimento científico, compartilhando de uma construção retórica do mito, induzindo os estudantes em erro acerca da importância ou do poder da ciência. Sem querer pôr em causa a relevância que determinados cientistas tiveram na sua época e o impacto da sua

obra em épocas posteriores, a mitificação dos cientistas, promovida em grande parte pelos manuais escolares, não só é incorrecta do ponto de vista da verdade histórica, como do ponto de vista pedagógico. Esses mitos fazem com que os alunos acreditem que a ciência é só para génios (este problema será abordado no capítulo 4, através da análise de um inquérito feito aos alunos). Ora esta não é a melhor forma de incentivar os alunos na aprendizagem das ciências, pois consideram-na inacessível. Por outro lado, imagens ou comentários simplistas, como por exemplo o de que Newton descobriu a lei da gravitação porque lhe caiu uma maçã na cabeça, contribuem para camuflar todo o processo árduo, de tentativas e erros, todo o esforço colectivo que é necessário para produzir conhecimento científico (Allachim (2003), p. 329).

Algumas das estratégias preconizadas para colmatar esse problema são as de estudar textos antigos, sob diferentes pontos de vista, pesquisando e traduzindo alguma bibliografia dos cientistas, com posterior análise e reflexão. Os alunos podem igualmente realizar peças de teatro, visitar exposições ou até realizar uma exposição sobre um cientista, um tema ou uma época. Sabe-se que este conjunto de actividades revela uma certa interdisciplinaridade, o que é fundamental, pois existem alunos que têm maior aptidão para um determinado trabalho e isso incentiva-os e motiva-os na aprendizagem.

Outra das estratégias propostas são as visitas a museus. Diversos estudos sobre a aprendizagem nos museus realçam o seu papel enquanto ambiente complementar de aprendizagem (ver Santos (2002), Borges (2005) e referências aí indicadas). Os museus e os centros de ciência têm como objectivos promover a sensibilização para a cultura científica, para a compreensão da natureza e história da ciência e a modificação de atitudes face à ciência. Visitar um museu *constitui uma aprendizagem pela descoberta, criando estímulos favoráveis à aquisição de conhecimentos científicos, permitindo igualmente remover eventuais concepções alternativas, além disso, num museu aprende-se de uma forma livre, motivada pela própria pessoa sendo uma forma de aprendizagem informal, ou seja muito diferente da aprendizagem numa sala de aula (aprendizagem formal)* (Borges (2005), p. 55).

Um dos aspectos a que se dá relevo actualmente, no que se refere aos museus, é a importância das visitas em família. Num estudo realizado por Linda Blud em crianças, citado por (Santos (2002), p. 54), concluiu-se que estas demonstraram uma compreensão maior num museu quando acompanhadas pela família, pois com a família proporcionou-se um conjunto de aprendizagens devido à interacção com o museu e todo o espaço

físico e social que os envolve. Isto implica, naturalmente, que os museus de primeira geração deixem de ser apenas um repositório estático de colecções e passem a ir ao encontro dos seus visitantes, com uma maior flexibilidade e dinamismo.

Este tipo de aprendizagem não formal está em consonância com a perspectiva construtivista, segundo a qual o que se pretende não é *uma transmissão de verdades aos alunos, mas uma maneira de proporcionar aos alunos, experiências relevantes e oportunidades de diálogo, de modo que seja valorizada a construção de significados* (Arends (1995), p. 4-5). É, obvio que no desenvolvimento de toda esta temática, nunca podemos esquecer que vivemos em sociedade, e que todo este processo só trará grandes benefícios quando houver uma relação pedagógica entre todos os intervenientes do sistema educativo, ou seja de todos nós, como professores, educadores e cidadãos em geral. Dentro deste espírito, vale a pena reflectir nas seguintes palavras de Jacques Delors:

A grande força dos professores, reside no exemplo que dão aos seus alunos, manifestando curiosidade e abertura de espírito, e mostrando-se prontos a sujeitar as suas hipóteses à prova dos factos e até a reconhecer os seus erros. Devem, sobretudo inculcar prazer no estudo e nas sucessivas descobertas realizadas neste complexo processo. É necessário repensar, na formação dos professores, queremos professores com qualidades humanas e intelectuais aptas a favorecer uma nova perspectiva de ensino.

(Delors (1996), p. 135)

4. A Electricidade no Século das Luzes

A Física é uma mina à qual não se pode descer senão com máquinas.

Voltaire

4.1 Introdução

Este capítulo apresenta os resultados de uma pesquisa levada a cabo com a finalidade de aprender mais sobre este tema e poder, posteriormente, enquadrar, com conhecimento de facto, as actividades pedagógicas destinadas aos alunos do ensino básico. Os motivos que me levaram à preferência deste tema são de natureza diversa. Posso começar por mencionar que é um tema que me interessa muito, porque gosto muito da parte prática associada à electricidade, visto que ela nos permite realizar trabalhos práticos relacionadas com a vida do dia-a-dia; por outro lado, este tema é cativante para a generalidade dos alunos e, em particular, para os alunos com algum insucesso escolar. Na verdade, estes alunos entendem que a ciência é muito monótona, complicada e sem ligação à realidade e a electricidade, sendo um assunto de tantas aplicações práticas, é um bom tema para motivar estes alunos.

Também quero referir que a escolha do século XVIII prende-se com o facto de os conteúdos programáticos do ensino básico, no que respeita a esta matéria, terem que ver com a física do século XVIII e, para além disso, neste nível de escolaridade os alunos não têm conhecimentos nem de matemática nem de física para ir mais além.

Um dos tópicos que vou abordar é a vida de Benjamim Franklin e a sua contribuição para o desenvolvimento deste ramo da Física, que, como sabemos, foi da maior importância. Por outro lado, falar de Benjamin Franklin é motivante para os alunos visto que é uma figura atractiva para este nível etário, dadas as suas características de personalidade e a sua vida: um homem que partiu do nada e se fez a si próprio, com características de aventureiro e herói com sucesso, criativo, engenhoso e divertido, íntegro na sua maneira de ser e estar na vida, isto é, um pouco semelhante aquilo que os alunos sonham ser na vida. Enquadrar a história da ciência no ensino é também tentar transmitir aos alunos a ideia de como se faz a ciência e ter a compreensão dos cientistas e dos inventos no seu tempo.

4.2 O iluminismo e a ciência

O período da história da ciência que vou abordar é o século XVIII, o chamado Século da Luzes ou do Iluminismo. Trata-se de um período muito importante para a ciência, pois é nesta época que se consolidam muitas das ideias da revolução científica; que se põe na ordem do dia a "utilidade" da ciência para o cidadão, e, em particular, a aplicação da electricidade; que novas pedagogias e reformas iluministas do ensino ocorrem por toda a Europa. Convém, pois, situar o desenvolvimento da ciência, e em particular da electricidade, no seu contexto sociocultural.

Como é sabido, nos séculos XVI e XVII, ocorreu a chamada revolução científica, o paradigma aristotélico-atomista deu lugar ao paradigma newtoniano. Durante o século XVIII, não só se consolidam as ideias emergentes da revolução científica, com se ganhou a consciência da importância da ciência, não só pela sua aplicação prática como também pelos poderes da razão que nela se manifestaram.

As principais características do movimento filosófico, político e cultural, denominado Iluminismo, podem ser resumidas como se segue (Filho, 1993):

- ❖ Valorização da razão como o mais importante instrumento para libertar o Homem e adquirir conhecimento.
- ❖ Crença nas leis naturais, que se supõe reger todas as transformações que ocorrem tanto no comportamento humano, como nas sociedades e na natureza.
- ❖ Valorização da investigação e da experiência, como formas por excelência para adquirir conhecimento, tanto da natureza como da sociedade.
- ❖ Crença nos direitos naturais, que todos os indivíduos possuem em relação à liberdade e à posse de bens materiais.
- ❖ Crítica ao absolutismo e ao mercantilismo.
- ❖ Defesa da liberdade política e económica e da igualdade de todos perante a lei.
- ❖ Crítica à Igreja Católica, sem que isso signifique uma posição de ateísmo.

O espírito do Iluminismo está expresso na seguinte afirmação de D'Alembert, um dos pais do Iluminismo:

O nosso século é chamado (...) o século da filosofia por excelência (...). A descoberta e a aplicação de um novo método de interrogação filosófica, a espécie de entusiasmo que acompanha as descobertas, uma certa exaltação das ideias que o espectáculo do universo produz em nós – tudo isto provocou um viva

fermentação do pensamento, alastrando pela natureza em todas as direcções como um rio que rompe as suas barragens.

(D'Alembert (1759), citado por Hanskins (2002), p. 1)

Em França, no século XVIII, os principais responsáveis pelo movimento iluminista foram Mostesquieu, Voltaire, Diderot, D'Alembert e Rousseau. Mas este movimento vinha-se desenvolvendo já do século anterior, destacando-se Descartes, Spinoza, Thomas Hobbes, John Locke, Bacon e Newton. A divulgação e defesa do pensamento de Newton, em contraposição ao de Descartes e de Leibniz, move um dos mais destacados iluministas, o filósofo e escritor Voltaire (1694-1778). Voltaire propõe-se divulgar em França a obra de Newton e publica, em 1737 *Elements de la Philosophie de Newton, mis à la portée de tout le Monde*, obra que teve a colaboração de Mme du Chalet. Emilie du Chalet empreende mais tarde a tradução dos *Principia*, que completa pouco antes da sua morte.

Um outro marco importante do Iluminismo é a publicação, entre 1751 e 1772, dos 28 volumes da *Encyclopédie ou Dictionnaire Raisonné des sciences, des arts et des métiers*, organizada por Diderot com a colaboração do matemático D'Alembert. O movimento iluminista alargou-se a outros países, sendo de destacar entre os seus principais mentores: Immanuel Kant, na Alemanha, David Hume, na Escócia, Cesare Beccaria, na Itália, Thomas Jefferson e Benjamin Franklin nas colónias britânicas da América, estes mantinham contactos como os iluministas franceses, colaborando sempre no movimento.

Esta atmosfera intelectual marcou alguns governantes, que, embora continuando a exercer o poder absoluto, procuraram por em prática um governo que estivesse de acordo com as ideias iluministas. Podemos enumerar alguns desses "déspotas esclarecidos": Catarina II, da Rússia, Frederico II, da Prússia, José II da Áustria, o conde de Aranda, ministro de Espanha e o Marquês de Pombal (Ruivo (2005), p. 62-63).

Descartes, o pai do racionalismo, que pode considerar-se um dos percursores do Iluminismo, defendia que o movimento é comunicado de uma parte da matéria para outra, por contacto directo, que tudo o que observamos no Mundo é matéria em movimento, e o conceito de matéria em movimento basta para explicar todos os fenómenos. Trata-se de uma filosofia mecanicista que irá dominar o século das luzes pois de facto, os filósofos iluministas herdaram a filosofia mecanicista dos seus antecessores do século passado que tinham conseguido eliminar da filosofia natural o conceito de

causas finais e muitos dos conceitos aristotélicos de forma, substância e acaso (Haskins (2002), p. 13).

4.3 O desenvolvimento das diferentes ciências

A nova ciência utiliza essencialmente o método experimental, quantitativo, modificando o conceito de ciência, pois passa-se do mundo das qualidades e dos elementos de Aristóteles para um universo onde tudo se consegue explicar em termos quantitativos, para compreender e tentar explicar o mundo que nos rodeia.

A Astronomia foi um dos domínios em que surgiram as descobertas mais espectaculares, apoiando-se no caminho já desbravado pelos seus antecessores tais como: Copérnico, Kepler e Galileu. Isaac Newton elaborou um novo modelo para explicar o Universo, esse modelo explica o movimento dos planetas em termos de forças e tem como base a lei da gravitação universal. Newton foi também responsável pela criação do cálculo infinitesimal, tal como Leibniz, e pela decomposição da luz. As mudanças operadas na categorização das ciências durante o Iluminismo reflectiam as mudanças na forma de encarar a natureza e o seu estudo. Nessa época aquilo a que hoje chamamos ciência era vulgarmente designado por filosofia natural.

Na Química, a figura mais destacada foi Antoine Lavoisier (1743-1794), famoso pela precisão com que realizava as suas experiências. A revolução química foi principalmente a criação de uma nova ciência. Antes de 1740, a química não podia ser considerada como uma disciplina independente pois dependia da alquimia. Na altura do Iluminismo já a alquimia tinha praticamente desaparecido.

A Biologia progrediu também no estudo do homem, com a identificação dos vasos capilares e do trajecto da circulação sanguínea. Descobriu-se também o princípio das vacinas.

A matemática teve igualmente uma grande importância, tanto no desenvolvimento da própria disciplina, como na explicação de diversos fenómenos nas outras ciências, chegando mesmo a afirmar-se que foi a matemática que orientou toda a ciência do Iluminismo e abriu caminho a novas descobertas e explicação de diferentes teorias. A matemática desenvolveu o método analítico. Foram nomes como os de Descartes, Newton, Leibniz, Lagrange, D'Alembert e Euler, que lançaram os fundamentos desta

nova ciência e a aplicaram à resolução de diferentes problemas, anteriormente sem explicação.

Esta identificação da lei natural com a razão deu aos filósofos do século XVIII uma perspectiva extremamente otimista em relação às possibilidades da nova ciência. Em meados do século XVIII, D'Alembert afirmava que nada impedia o caminho dos filósofos, a não ser a intolerância e a superstição. Uma vez reconhecido e aplicado o método científico adequado, o resultado inevitável seria um contínuo da condição humana.

(Hankins (2002), p. 16)

Relativamente ao desenvolvimento evidenciado pela física, é de realçar, para além da importância da matemática, o papel da experiência. Aparecendo a experimentação como consequência da necessidade de quantificação, a matemática foi também essencial neste contexto, contribuindo para o estabelecimento de leis quantitativas. Durante o iluminismo a física experimental esteve inúmeras vezes associada à matemática, embora com alguns cientistas a condenarem essa associação, pois defendiam que a matemática afastava os cientistas daquilo que era verdadeiramente a observação dos fenómenos da natureza.

O essencial era existir uma complementaridade.

Como Voltaire afirmava nas suas "Cartas Filosóficas", os filósofos ingleses, Bacon (1561-1626), Locke e Newton, tinham demonstrado de forma convincente que o conhecimento do mundo físico não podia ser obtido a partir de princípios primordiais sem recorrer à experimentação. A razão impunha um compromisso, combinando experimentação com medidas quantitativas para permitir uma constante verificação da teoria (Hankins (2002), p. 48).

Newton combinou experimentação com matemática no seu livro intitulado: "Opticks" de 1704, mas não só a matemática teve importância na física experimental mas igualmente refere os aparelhos de medida, construídos com arte e dedicação, que se tornaram cada vez mais precisos.

Com estes novos desenvolvimentos e conhecimentos surgem novos métodos, novos conceitos e diferentes maneiras de ensinar associando-se nomes como: Nollet, Muschenbroek, s'Gravesandre, Desagulier, Sigand de la Fond. Em particular, Nollet teve um importante papel, criando Laboratórios e Gabinetes de Física experimental em Paris com vista à investigação e ensino, sendo seguido por outros investigadores e até

alguns nobres criaram o seu próprio gabinete. Foi, além de professor um grande divulgador. Note-se que neste período, a física é encarada como uma ciência dotada de uma grande espectacularidade, tendo essa característica uma grande potencialidade pedagógica, capaz de "acordar" espíritos adormecidos. O entusiasmo por esta ciência foi tão grande que chegavam a realizar-se actividades relacionadas com a Física Experimental nos salões de nobreza da época (Ruivo (2004), p. 64).

Portugal não ficou indiferente ao espírito do iluminismo associado à física experimental e, igualmente criou o Gabinete de Física da Universidade de Coimbra, onde associou à função lúdica a função didáctica, realizando diversas experiências, presenciadas e aplaudidas por um público que procurava, como afirma Ana Cardoso de Matos "um deleite racional" (Matos (2004), p.26). Igualmente as lições de física e de química, contendo experiências e demonstrações eram, segundo José Silvestre Ribeiro (1872), *escutadas com avidez pela mais escolhida sociedade de Lisboa. Senhoras da primeira nobreza não desdenhavam de ir iniciar-se nos princípios das ciências físicas* (citado por Matos (2004), p. 26).

4.4 Breve história da electricidade

4.4.1 A descoberta das primeiras manifestações da electricidade

Desde tempos muito remotos faz-se referência às propriedades de atracção e repulsão de substâncias como o âmbar e os magnetes. Durante a Antiguidade Clássica, o estudo da electricidade nasceu com a curiosidade do Homem, devido à simples observação de fenómenos e posterior interrogação. Um dos primeiros registos de ocorrência da electricidade foi no ano 900 a.C., e é atribuída a Magnus, um pastor de ovelhas grego que caminhava sobre um campo de pedras que atraíam o seu cajado; esta região chamava-se Magnésia. Posteriormente, cerca de 600 a.C., o filósofo grego Thales, natural de Mileto, observou um fenómeno curioso: ao esfregar um pedaço de âmbar com uma pele de gato, notou que o âmbar atraía objectos leves, como penas de aves e fragmentos de palha (Guedes (2003), p. 3).

As explicações primitivas para este poder de atracção ou repulsão eram de tipo animista (tratava-se da "alma "e dos "desejos "de que eram dotados certos corpos). Surge igualmente na Grécia a "teoria dos eflúvios", semelhante às antigas teorias do calor, uma

teoria mecanicista, de acordo com a qual os objectos trocavam entre si substâncias e essa troca era a responsável pelos fenómenos observados (Ruivo (2005), p. 75).

O estudo dos fenómenos eléctricos e magnéticos teve uma evolução muito lenta durante a Idade Média, tendo sido no domínio do magnetismo que se registaram alguns progressos, com base na observação. Vejamos o que a esse propósito nos diz S. Tomás de Aquino (1265-1268) (citado por Guedes (2003), p. 4).

[...] Pois da mesma forma que a causa gerador move os corpos graves e ligeiros quando lhe dá a natureza em virtude da qual se movem para o seu sítio, da mesma forma o íman dá ao ferro alguma qualidade em razão da qual o ferro se move para ele, o que é evidente por três razões. Primeiro porque o íman não atrai o ferro a qualquer distância, mas somente quando está perto, ou se o ferro se deslocasse para o íman somente como para o seu fim assim como o corpo pesado para o seu lugar, ele o faria a qualquer distância. Em segundo lugar se o íman for friccionado com alho, ele não pode atrair o ferro como se com o alho o seu poder de alterar o ferro fosse impedido ou mesmo mudado em sentido contrário. Em terceiro lugar porque para que o íman atraia o ferro, é preciso primeiro, sobretudo se o íman é pequeno, friccionar o ferro contra o íman e assim o íman recebe um certo poder de se mover para ele. Assim o íman atrai o ferro não somente como fim, mas também como motor eficiente e alterante.

De destacar ainda a introdução da bússola na Europa por volta do século XII e os estudos do monge Pierre de Maricourt (século XIII), clarifica alguns aspectos essenciais dos fenómenos magnéticos, com base na experiência.

Já no século XVI, Girolamo Cardano (1501-1576), matemático italiano distingue os fenómenos eléctricos dos fenómenos magnéticos no seu trabalho intitulado "On Subtlety" e nesse trabalho registou as diferenças entre as propriedades do âmbar e do íman.

4.4.2 O despertar da electricidade a partir do século XVII

O século XVII, com o advento da revolução científica, iniciou uma nova etapa e um novo método de trabalhar a ciência, dando grande ênfase ao método experimental. O estudo e a pesquisa, aliados à construção de instrumentos científicos, complementando-se com a permanente divulgação das experiências científicas tornaram a física experimental uma ciência de excelência.

Neste período, foram sistematizados três fenómenos fundamentais: um deles é a existência da atracção eléctrica, já conhecida desde tempos remotos, mas agora com o conhecimento de novos materiais que possuem essa propriedade; em segundo lugar temos a descoberta da repulsão eléctrica, e, por último, temos a condução eléctrica. Os estudos mais completos sobre magnetismo e electricidade, nesta época, devem-se a William Gilbert (1544-1603), médico da Rainha Isabel de Inglaterra, treinado na filosofia natural de Aristóteles, que publica em 1600 a primeira obra completa sobre magnetismo terrestre, *De Magnete*. Esta obra é destinada a esclarecer a teoria e a especificar observações sobre o magnetismo. Gilbert escreveu um segundo livro (*libro II*), onde se preocupou em diferenciar atracção magnética de atracção eléctrica experimentalmente, fazendo medições da força de atracção eléctrica (Heilbron (1982), p. 165-166).

Pela primeira vez Gilbert usou o termo *vis eléctricas* (força eléctrica) e, a partir da palavra *electron* (âmbar em Grego) designou por "eléctricos" os corpos que se comportavam como o âmbar e por "electricidade" a propriedade de um corpo ser "eléctrico". Gilbert inventou o versorium, directamente inspirado na bússola magnética e descobriu muitos materiais eléctricos novos entre os quais se encontram o vidro e o enxofre.

A obra de Gilbert contém conclusões profundas acerca da natureza do magnetismo terrestre, Gilbert, durante o seu trabalho concluiu que a própria Terra é um magnete e realizou uma experiência, utilizando um magnete esférico que seria uma réplica da Terra a que chamamos de *terrela* e disse: *Magnus magnes ipse est globus terrestris* (o globo terrestre é um grande íman), um grande íman feito de pedras – imanes cobertos de água, rocha e solos.

4.4.3 Novos instrumentos e novos conceitos

A descoberta de novos conceitos e teorias está interligada com a construção de novos instrumentos e o desenvolvimento da electricidade espelha bem esta ideia. Otto Von Guericke dedicou-se a investigar a electricidade através da experiência, tendo inventado uma máquina geradora de electricidade estática, que se revelou um instrumento de grande utilidade para a investigação. A máquina era composta por uma esfera de enxofre que girava em torno de um eixo e era friccionada pela mão do experimentador, e foi utilizada por Guericke para procurar estabelecer um modelo para os

fenómenos eléctricos, tendo, entre outros feitos, descoberto a repulsão eléctrica. Esta máquina viria a ser objecto de aperfeiçoamentos posteriores, sendo de salientar o melhoramento levada a cabo, em 1706, já no contexto da física pós-newtoniana, pelo inglês Francis Hawksbee, fazendo a substituição da esfera de enxofre por uma de vidro.

O conhecimento da electricidade continua a evoluir e novos conceitos vão surgindo, os conceitos de condução e indução eléctrica foram introduzidos na Física, em 1729, pelo inglês Stephan Gray. Nas suas experiências Gray servia-se de um jovem de nove anos para tentar demonstrar a condução eléctrica e conseguiu. O físico Jonh Desaguliers, que era membro destacado da Royal Society de Londres, comunicou esta descoberta à mesma. Foi igualmente Desaguliers quem introduziu a palavra condutor em vez de *linha de comunicação* utilizada por Gray. (Guedes(2003), p. 13).

A ideia da existência de dois tipos de electricidade foi formulada em 1734 pelo físico francês Charles F. Dufay (1698-1739), um jovem oficial da infantaria que trabalhou com um rigor experimental muito superior ao de Gray. Dufay deduziu que havia duas electricidades. A electricidade vítrea, produzida através da fricção de uma substância vítrea, como por exemplo, o vidro e a electricidade resinosa, produzida através de uma substância resinosa, como por exemplo, o âmbar. Cada tipo de electricidade repelia a electricidade do mesmo tipo e, embora Dufay nunca mencionasse fluidos eléctricos, nesta descrição, ao assumir que cada fluido repelia o igual e era atraído pelo oposto, está implícita a teoria dos dois fluidos (Hankins (2002), p. 61).

Outro instrumento muito importante para o estudo da electricidade foi o condensador, o primeiro instrumento que provou ser capaz de armazenar energia eléctrica e assim desenvolver novas experiências. As experiências que levaram à criação do condensador foram feitas em 1745 na Pomerânia e, um ano depois, na cidade de Leyden, na Holanda. Este condensador ficou conhecido por garrafa de Leyden e a explicação do seu funcionamento dividiu durante algum tempo os cientistas só sendo posteriormente dada por Benjamin Franklin, como veremos mais à frente. Mais tarde surgiram condensadores de forma diferente, como os chamados "quadrados de Franklin", constituídos por duas placas de metal paralelas.

A sequência de acontecimentos que levaram à descoberta do primeiro condensador terá sido a que a seguir se descreve. A 11 de Outubro de 1745, na Alemanha, Ewald Von Kleinst (1700-1748) tendo colocado um prego de ferro num bocal, e, mantendo esse bocal na mão, aproximou o prego da máquina eléctrica (globo de

vidro electrizado por atrito). Quando pretendeu pegar no prego com a outra mão sentiu uma forte comoção. Descobriu também que o efeito aumentava quando se deitava espírito de vinho ou mercúrio no bocal. A experiência mostrou que se podia obter uma forte descarga do bocal mesmo afastado da máquina eléctrica e 24 horas depois de excitado. Em Novembro e Dezembro, Von Kleist escreveu a vários amigos relatando a experiência. Em finais de 1745, um abastado experimentador amador de Leyden chamado Canaeus (ou Cuneus) que costumava trabalhar com Pieter Van Musschenbroek (1692-1761) tinha na mão uma garrafa com água onde mergulhava um fio metálico ligado ao condutor principal. Quando apanhou o fio metálico com a outra mão depois de o ter afastado do condutor principal, recebeu nos braços e no peito uma forte comoção. Musshenbroek repetiu pessoalmente a experiência e comunicou-a em Janeiro de 1746 ao físico francês René de Réaumur, tendo sido lido um extracto dessa carta na Academia Real de Ciências de Paris pelo Abade Jean Antoine Nollet (1700-1770) (Guedes (2003), p. 15).

Gostaria de lhe falar de uma nova mas terrível experiência, que o aconselho a nunca tentar fazer. Nem eu próprio, que a executei e lhe sobrevivi pela graça de Deus, jamais a repetirei nem em troca de todo o reino da França.

(citado por Hankins (2002), p. 67)

Após esta descoberta iniciou-se um período em que se desenvolveu a experimentação de muitos dos fenómenos associados à electricidade. Um dos primeiros físicos a dedicar-se a esta investigação foi o abade Nollet, que foi um grande impulsionador do estudo da electricidade e era conhecido em todo mundo através das suas obras didácticas e das experiências espectaculares sobre electricidade. Nollet submeteu-se à experiência da garrafa de Leyden e também recebeu alguns choques, mas foi mais além do que o seu inventor, pois afirmou que a condição necessária para que a experiência funcionasse era que o vaso estivesse bem seco por dentro e por fora. Também repetiu a experiência várias vezes com líquidos diferentes, assim como com vidros diferentes, e concluiu que o líquido que dava melhor resultado era a água e a substância melhor para o fabrico da garrafa era o vidro ou a porcelana. Como colaborador e seguidor do trabalho de Dufay, Nollet assumia uma teoria do mesmo tipo, com a variante de que explicava as duas electricidades como sendo correntes opostas do mesmo fluido (Hankins (2002), p. 61).

O interesse despertado pela garrafa de Leyden foi muito grande e o Abade Nollet era solicitado por diversas pessoas que queriam sujeitar-se aos choques eléctricos. Como o número de pessoas aumentava cada vez mais, Nollet experimentou colocar várias pessoas em cadeia, onde a primeira agarrava na garrafa e a última aproximava um dedo do tubo electrizado, assim todos os intervenientes participavam no choque eléctrico. A experiência pública realizou-se em Versailles, tendo Nollet convidando o Rei Luís XV e a sua corte para a presenciar. Depois de ter electrificado 180 guardas Nollet provocou também um choque a 200 monges cartuxos no seu mosteiro (Hankins (2002), p. 67).

Durante a segunda metade do século XVIII, a electricidade também teve uma aplicação muito importante na medicina, observava-se espasmos e contracções musculares que a descarga de uma garrafa de Leyden ou de uma máquina eléctrica podiam produzir e começaram a utilizar estas descargas com fins terapêuticos. Jacob de Castro Sarmiento, médico português radicado em Londres no século XVIII, tendo tido conhecimento destes efeitos por relatos na Royal Society, enviou para Portugal uma máquina electrostática destinada a procurar a cura do Rei D. João V (Ruivo (2004), p. 31).

4.4.4 Benjamin Franklin entra na história da electricidade

Para sair do impasse resultante da ausência de uma explicação satisfatória do funcionamento da garrafa de Leyden, foi necessário que outros “olhos” se debruçassem sobre o problema. Foi Franklin, vivendo na América, longe do ambiente académico europeu e sem grande formação específica, que, após ter dedicado muito do seu tempo em experiências com a garrafa de Leyden, verificou que a quantidade de electricidade que saía do condutor exterior era igual à absorvida pelo condutor interior, tendo concluído que o vidro da garrafa era completamente impermeável à electricidade (Hankins(2002), p. 68).

No ano de 1743, Benjamin Franklin (1706-1790) assistiu em Boston a uma sessão de física experimental realizada por um escocês, que reproduzia a experiência de Gray de electrificar um rapazinho suspenso através de cordas de seda, ficando carregado electricamente, saindo faíscas do seu nariz e boca. Franklin ficou fascinado com tais proezas e decidiu fazer algumas experiências sobre este fenómeno que o fascinou. Franklin, não era o único fascinado, pois nesta época havia muito interesse e esperança nesta descoberta, escreveu a alguns amigos para que lhe enviassem um tubo eléctrico

para realizar experiências (cilindro de vidro com 76 centímetros de comprimento). A casa de Franklin estava cheia de pessoas que gostavam de ver as experiências e de as partilhar, coisa que ele fazia de bom grado pois estava sempre disposto a partilhar o seu conhecimento (Hankins (2002), p. 63).

Peter Collinson, membro da Royal Society, enviou de Londres para Benjamin Franklin livros e o tubo de vidro que permitiam a realização de experiências conhecidas. A partir desta altura, e na companhia de alguns outros cavalheiros de Filadélfia, reunidos na Library Company of Philadelphia, Franklin repetiu algumas experiências e originou outras, assim como procurou melhorar os instrumentos e as condições de realização (Hankins (2002), p. 63).

Os importantes contributos de Franklin para o estudo do fenómeno eléctrico estão descritos em várias cartas que a partir de 1747 enviou de Filadélfia a Collinson, estas cartas foram reunidas e publicadas em Inglaterra em 1751, *Experiments and observations on Electricity made at Philadelphia in America by Mr. Benjamin Franklin*; posteriormente foram traduzidas por Dallibard e publicadas em Paris em 1752, *Expériences et Observations sur L'Électricité faites a Philadelfia en Amérique par M. Benjamin Franklin*. A obra foi traduzida em dez línguas e utilizada como manual de ensino em diversas instituições.

4.4.5 Cartas de Benjamin Franklin

Com o objectivo de melhor compreender os anseios e as motivações de Benjamin Franklin e o percurso das suas descobertas, realizei uma pesquisa no seu livro na edição francesa atrás referida, analisando as cartas escritas a Peter Collinson, onde são descritas as suas experiências, e seleccionei para análise algumas cartas, de que em seguida apresento alguns extractos.

Este livro está dividido em dois volumes, o primeiro volume começa com uma dedicatória e um agradecimento de Dallibard ao Conde de la Marche, que autorizou a publicação da obra, seguindo-se uma nota explicativa, uma história abreviada da electricidade escrita por Dallibard, um prefácio do editor inglês, seguido da autorização para publicação, e finalmente, as cartas de Franklin. O segundo volume contém 9 cartas, mas o meu trabalho incide preferencialmente no primeiro volume.

Franklin, em Março de 1747, informa Collinson de que recebeu o tubo de vidro que lhe tinha pedido e que estava a realizar algumas experiências que a seu ver eram inovadoras na descoberta da electricidade.

Passo agora a ilustrar alguns dos novos conceitos e descobertas de Franklin transcrevendo, a título de exemplo, extractos de algumas das suas cartas.

4.4.5.1 Poder das pontas

Numa carta em Setembro de 1747, Franklin começa por dizer que descobriu novos fenómenos no estudo da electricidade, que irá dar a conhecer ao seu amigo, sendo o primeiro *o efeito extraordinário dos corpos ponteados, quer na atracção quer na repulsão do fogo eléctrico.*

Franklin continua a carta descrevendo a forma como realizava as suas experiências e os cuidados a ter durante a sua realização, como se pode ler no seguinte extracto:

[...]Para mostrar que as pontas repelem da mesma forma que atraem o fogo eléctrico, coloque uma agulha comprida e afiada sobre a bala e não conseguirá electrizar a bala de forma a repelir a bola de cortiça ou coloque uma agulha na extremidade do cano de uma espingarda suspenso, ou na extremidade de uma barra de ferro, de forma a que a ponta fique para além da extremidade como uma pequena baioneta, nesta situação o canhão da espingarda ou a barra de ferro não poderão, pela aplicação do tubo na outra extremidade, ser electrizados de forma a produzirem faíscas, saindo o fogo eléctrico continuamente e silenciosamente pela ponta. No escuro poderá observar a produção do mesmo efeito que no caso atrás mencionado.

A repulsão entre a bola de cortiça e a bala pode também ser destruída das seguintes formas: 1º peneirando areia fina sobre a bala, o que reduzirá a repulsão gradualmente; 2º respirando sobre a bala; 3º Fazendo fumo à volta da bala, queimando madeira; 4º através da luz de uma vela, mesmo com a vela a um pé de distância. Estes meios eliminam a repulsão repentinamente. A luz do carvão em brasa e o clarão do ferro em brasa produzem o mesmo efeito, mas a distância inferior. O fumo produzido pela resina seca, fundida por um ferro quente, não elimina a repulsão, mas é atraído quer pela bala de ferro quer pela

bola de cortiça, formando em torno destas atmosferas proporcionadas e tornando-as agradáveis à vista, quase idênticas a algumas das figuras da Teoria da terra da Burnet ou de Whiston.

Nota – Esta experiência deve ser feita em local fechado onde o ar permaneça imóvel, caso contrário poderá falhar.

A luz do sol incidindo fortemente e durante muito tempo, quer na bala de ferro quer na cortiça, por meio de um espelho côncavo, não altera minimamente a repulsão. Esta diferença entre a luz do fogo e a luz solar é algo que nos parece novo e extraordinário.

(Franklin, 1756, tomo I, p. 234 – 242)

4.4.5.2 Explicação do "fogo eléctrico": carga positiva e negativa

Noutra carta, com a mesma data da anterior, Franklin tece considerações sobre a explicação do fogo eléctrico, mencionando as suas descobertas anteriores e o trabalho de Watson. Salienta a importância das novas experiências, que a seguir descreve, tal como passo a transcrever:

[...]Fomos, durante algum tempo da opinião de que o fogo eléctrico não era criado mas recolhido por fricção, sendo na verdade um elemento difundido em toda a parte e atraído por outras matérias, particularmente por água ou metais. Tínhamos até descoberto e demonstrado o seu afluxo à esfera eléctrica, bem como a sua emanação, por meios das rodas de um pequeno moinho de vento, cujos cata-ventos foram feitos de papel duro, fixados obliquamente e que rodavam livremente em eixos de arame fino, e também com pequenas rodas do mesmo material, mas com um formato de rodas de moinhos de água. Acerca da disposição e da aplicação de qualquer uma das rodas e dos vários fenómenos que daí resultaram, poderia preencher uma folha, se tivesse tempo para o fazer. A impossibilidade de nos electrizarmos a nós próprios, embora em cima de um bloco de cera, friccionando o tubo e retirando dele o fogo eléctrico, e o processo de o conseguir aproximando o tubo de uma pessoa ou objecto em contacto com o chão, etc., também nos ocorreu alguns meses antes de termos acesso à engenhosa obra (Sequel) do Sr. Watson; estes são alguns dos novos casos que tive intenção de lhe comunicar. Neste momento, trata-se apenas de mencionar algumas

particularidades não referidas naquela obra, juntando-lhe as nossas reflexões, apesar de estas talvez serem dispensáveis.

28. Uma pessoa de pé sobre um bloco de cera ou de resina e friccionando um tubo, e outra pessoa também sobre um bloco de ceras e atraindo o fogo; desde que não se toquem, estas duas pessoas darão a sensação, a uma terceira pessoa de pé sobre o chão, de estarem ambos electrizados; isto é, o terceiro aperceber-se-á de uma faísca ao aproximar-se de cada um dos outros com os nós dos dedos.

29. Mas, se as pessoas que estão sobre a cera se tocarem durante a fricção do tubo, nenhuma delas parecerá estar electrizada.

30. Se eles se tocarem depois de terem excitado o tubo e atraído o fogo, como mencionado antes, produzir-se-á uma faísca mais forte entre elas, do que a que se produziu entre qualquer uma delas e a terceira pessoa no chão.

31. Depois dessa forte faísca, nenhum deles descobre qualquer electricidade.

Após a descrição das experiências Franklin apresenta a sua explicação para os resultados obtidos, isto é, começa a formular a sua teoria.

[...]Vejamus de que maneira nós procuramos explicar a razão destes fenómenos. Nós supomos, como adiante se verá, que o fogo eléctrico é um elemento comum, do qual qualquer uma das três pessoas mencionadas tem porção igual, antes de iniciar qualquer operação ao tubo.

Daqui resulta o conceito importante de que o "fogo eléctrico" está sempre presente na matéria.

[...]A, o que está sobre a cera e fricciona o tubo, passa o fogo eléctrico dele próprio para o vidro; e como a sua comunicação com o reservatório comum está interceptado pela cera, o seu corpo não volta a ser imediatamente reabastecido. B, que está também sobre cera isolante, estendendo o seu dedo em direcção ao tubo, recebe o fogo que o vidro recebeu de A; e como a sua comunicação com o reservatório comum está também interceptada, ele retém a quantidade adicional recebida. Para C, em contacto com o chão, parece que os outros dois estão electrizados; pois este último, tendo somente a quantidade média de fogo eléctrico, recebe uma faísca quando se aproxima de B, que tem "mais", e dá a A, que tem "menos". Se A e B se aproximarem e se tocarem, a faísca é mais forte, porque a diferença entre ambos é muito superior. Depois de se tocarem deixa de se produzir qualquer faísca entre um dos dois e C, porque o fogo eléctrico dos

três é reduzido para uma uniformidade primitiva. Se tocarem durante a electrização, a igualdade nunca é destruída, e o fogo apenas circula.

De seguida, Franklin introduz os conceitos de cargas positiva e negativa, embora atribua erradamente carga positiva ao corpo que está carregado negativamente e vice-versa.

[...]Assim surgiram novos termos, introduzidos por nós, ou seja: dizemos que B e corpos nas mesmas circunstâncias estão electrizados "positivamente" e corpos como A estão electrizados "negativamente". Ou antes, B está electrizado "mais" e A "menos". E todos os dias, nas nossas experiências, electrizamos corpos positiva ou negativamente, conforma o necessário. Para electrizar positiva ou negativamente é necessário saber que as partes do tubo ou da esfera que são friccionados atraem, na altura da fricção o fogo eléctrico, e consequentemente, retiram-no do objecto a exercer a fricção; as mesmas partes ficam imediatamente, assim que cessa a fricção sobre elas, na disposição de fornecer fogo que receberam a qualquer corpo que tenha menos. Assim, poder-se-á fazê-lo circular, como o Sr. Watson mostrou. Pode também acumular-se ou retirá-lo de qualquer corpo, ao ligar esse corpo ao friccionador ou ao receptor, estando a comunicação com a fonte comum cortada. Achamos que aquele engenhoso senhor estava enganado quando imaginou na sua obra que o fogo eléctrico descia pelo arame do tecto para o cano da espingarda, e depois para a esfera e assim electrizava a máquina e o homem que girava a roda, etc. ... Nós achamos que ele foi levado e não trazido por esse fio, e que a máquina e homem estavam electrizados negativamente, isto é tinham menos quantidade de fogo eléctrico do que as coisas no estado comum.

(Franklin, 1756, tomo I, p. 85-93)

Franklin continua a carta, lamentando não conseguir contribuir ainda para afirmar a presença da electricidade propriamente dita, e continua descrevendo alguns pormenores de outras experiências.

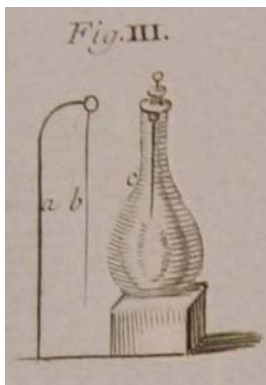
4.4.5.3 Garrafa de Leyden

Noutra carta a 18 de Julho de 1747, Franklin começa a denotar alguma preocupação sobre a chegada de informação ser lenta relativamente às descobertas sobre a electricidade, que cada vez se desenvolvia mais, e nesta carta fala da garrafa de Leyden

aplicando a sua teoria sobre a electricidade positiva e negativa, dizendo que o conteúdo não eléctrico da garrafa difere quando electrizada ou não. Quando a garrafa de Leyden está carregada, se a superfície interior é positiva a superfície exterior é negativa, mas não existe na garrafa mais electricidade do que quando está descarregada; apenas a parte interior ganhou o que a parte exterior perdeu. Como o vidro não pode ser atravessado pela electricidade, o equilíbrio só pode ser repostado através de um condutor que ligue a superfície interior à exterior. Esta explicação é confirmada por um conjunto de onze experiências que passo a citar:

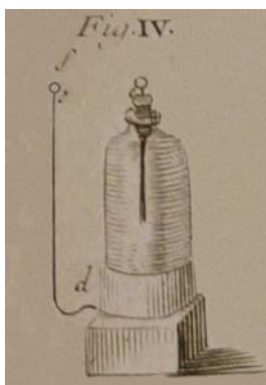
Experiência I

Coloque uma garrafa electrizada em cima de cera; segure uma pequena bola de cortiça suspensa por um fio de seda seco; aproxime-a do arame, a bola de cortiça será primeiro atraída e depois repelida. Quando ela se encontrar neste estado de repulsão, baixe a mão, de modo que a bola fique em frente do fundo da garrafa; a bola será prontamente e fortemente atraída até que tenha comunicado todo o seu fogo. Se a garrafa, assim como o arame, tivessem uma atmosfera eléctrica, a cortiça electrizada será igualmente repelida por ambos.[...]



Experiência II

Fig.3. De um arame arqueado (a) e preso numa mesa, suspenda um fio de linha (b) a meia polegada de distância do bojo da garrafa (c) electrizada e colocada sobre cera: toque o arame da garrafa repetidamente com o seu dedo e a cada toque verá o fio instantaneamente atraído pela garrafa.[...] Ao retirar fogo da parte interior da garrafa tocando no arame, a parte exterior da garrafa atrai uma quantidade igual do fio.



Experiência III

Fig.4. Fixe um arame no chumbo com o qual o fundo da garrafa é armado (d), dobre-o em ângulo de forma a pô-lo na perpendicular e com o aro que o encima ao mesmo nível do aro do arame preso na cortiça (e), ficando os dois aros à distância de três ou quatro polegadas um do outro. Depois electrize a garrafa e coloque-a em cima da cera. Se um pedaço de cortiça suspensa por um fio de seda estiver entre os dois arames, a cortiça irá mover-se de um lado para o outro até que

a garrafa deixe de estar electrizada: isto acontece porque a cortiça apanha e leva o fogo de dentro para fora da garrafa até que o equilíbrio seja restabelecido.



Experiência IV

Fig.5. Coloque uma garrafa electrizada em cima da cera: pegue num arame (g) em forma de C: que as suas extremidade, quando ele está inclinado, estejam tão afastadas, que a superior possa tocar o arame da garrafa, enquanto a inferior toca o bojo. Enfie o arame num bocado de cera (h), a qual servirá de pega: aproxime primeiro a extremidade inferior do arame do fundo da garrafa e em seguida aproxime devagar a extremidade superior do arame que está na cortiça, verá então as faíscas sucederem-se continuamente até que o equilíbrio seja restaurado; toque o topo da garrafa primeiro e aproxime a outra extremidade do fundo, e teremos a uma corrente contínua de fogo de dentro para fora da garrafa; toque o topo e o fundo da garrafa ao mesmo tempo e o equilíbrio será restaurado de imediato, através da comunicação entre o interior e o exterior feita através do arame arqueado em forma de C.



Experiência V

Fig.6. Envolve uma garrafa (i) com uma banda de chumbo laminado ou mesmo de papel, a alguma distância a partir do fundo da garrafa. Faça uma ligação com arame entre esta banda circular e o topo da garrafa até que ele toque o arame enfiado na rolha de cortiça (k). A garrafa assim nunca poderá ser electrizada: o equilíbrio nunca é destruído; porque existe uma comunicação entre a parte superior e inferior da garrafa, o fogo circula, o que sai de baixo é constantemente substituído pelo de cima. Conclui-se daqui que nunca se poderá electrizar uma garrafa que está suja ou húmida por fora, principalmente se esta humidade sobe até à cortiça ou ao arame.

Experiência VI

Coloque um homem em cima do bloco de cera e faça-o tocar o arame da garrafa electrizada, que vós segurais na mão enquanto estais de pé sobre o chão. Quanto mais o homem toca o arame, mais ele fica electrizado e qualquer pessoa que esteja no chão pode receber faíscas do homem. O fogo nesta experiência passa do arame para o seu corpo e passa ao mesmo tempo da mão da pessoa para a parte exterior da garrafa.

Experiência VII

Dê-lhe a garrafa electrizada a segurar e toque no arame, sempre que se toca no arame a garrafa será electrizada com "menos" e podemos obter faíscas de quem estiver colocado no chão. O fogo passa do arame para a pessoa que está segurando no frasco e do frasco para a parte exterior da garrafa.

Experiência VIII

Coloque dois livros em cima de dois vidros, lado a lado, à distância de duas ou três polegadas. Coloque uma garrafa electrizada em cima de um livro e depois toque o arame, este livro será electrizado "negativamente"; o fogo eléctrico ser-lhe-á retirado pelo fundo da garrafa. Tire a garrafa e, segure-a na mão, toque o outro livro com o arame, este livro será electrizado "positivamente", o fogo passa do arame para o livro e ao mesmo tempo é fornecido à garrafa pela sua mão. Uma pequena bola de cortiça suspensa de um fio de seda saltará entre os dois livros até que o equilíbrio seja restabelecido.

Experiência IX

Quando o corpo é electrizado positivamente, ele repele uma pluma ou uma pequena bola de cortiça electrizada; quando o corpo é electrizado negativamente, ele atrai-os mas mais fortemente quando está electrizado negativamente do que quando está no estado comum.

Experiência X

Posto que, como na experiência VI, um homem de pé em cima da cera possa ser electrizado inúmeras vezes, tocando repetidamente o arame da garrafa electrizada, segura por alguém que está no chão, porque ele recebe o fogo do arame: todavia segurando a garrafa nas suas mãos e tocando o arame, embora ele retire uma faísca forte e receba um violento choque, ele não permanece electrizado; o fogo atravessa-o somente passando da parte interior para a parte exterior da garrafa. Observe, antes do choque, alguém que esteja colocado no chão e lhe toque para restaurar o equilíbrio do seu corpo; pois segurando o fundo da garrafa ele às vezes torna-se um pouco electrizado negativamente, o que continua depois do choque, da mesma forma que conservará a electricidade positiva, que poderá ter recebido antes do choque; porque o restabelecimento do equilíbrio da garrafa não afecta a electricidade no homem que o fogo atravessa; essa electricidade não aumenta nem diminui.



Experiência XI

[...] Pegue num livro cuja capa é ornamentada com fios de ouro; incline um arame de 8 ou 10 polegadas de comprimento na forma (m), fig.7, faça-o deslizar e fixe-o na extremidade da capa do livro sobre o fio de ouro, de maneira que o arame possa pressionar o fio de ouro, com o aro ao alto, mas directamente por cima da outra extremidade do livro. Coloque o livro em cima de um vidro ou cera e coloque a garrafa eletrizada na outra extremidade dos fios de ouro, depois incline o arame elástico, pressionando-o com um bocado de cera até que a sua argola esteja próxima da argola do arame da garrafa; instantaneamente haverá uma forte faísca e pancada e todo o fio de ouro, que completa a comunicação entre o interior e o exterior da garrafa, aparecerá com uma chama viva, como um relâmpago muito brilhante. A experiência resultará tanto melhor quanto melhor for o contacto entre a extremidade inferior do arame e o ouro na extremidade do fio, e entre o fundo exterior da garrafa e o ouro na outra extremidade. O quarto deve estar escuro. Se quiser que todo o contorno dos fios de ouro sobre a capa pareça toda em fogo ao mesmo tempo, faça com que a garrafa e o arame toquem o ouro nos cantos diagonalmente opostos.

(Franklin, 1756, tomo I, p. 46-84)

4.4.5.4 A electricidade como espectáculo

Numa carta, datada de 27 de Julho de 1751, Franklin tece várias considerações sobre o comportamento da garrafa de Leyden e termina esta carta com a descrição de um piquenique onde se ponha em evidência o carácter espectacular e lúdico dos fenómenos eléctricos.

[...] Um pouco desgostoso de, até agora, nada ter produzido de útil para a humanidade; e aproximou-se o tempo quente de Verão, em que as experiências eléctricas não são tão agradáveis, propõe-se pôr-lhes um fim nesta época, um tanto humoristicamente, numa reunião agradável nos bancos do rio Skuylkilt. Propomo-nos inflamar espíritos (álcoois) dos dois lados ao mesmo tempo, lançando uma faísca de uma margem para a outra através do rio, sem outro condutor a não ser água; (...). Mataremos um peru para o nosso jantar com um choque eléctrico, e será assado pelo assador eléctrico, num fogo ateado por uma

garrafa eléctrica; beberemos à saúde de todos os famosos Electricistas de Inglaterra, Holanda, França e Alemanha em cálices eletrizados, sob a descarga de armas com uma bateria eléctrica.

(Franklin, 1756, tomo I, p. 194 – 195)

4.4.5.5 A natureza eléctrica do raio – o pára-raios



Antes de Franklin, em 1708, Wall tinha-se questionado se o relâmpago não era uma espécie de faísca eléctrica essa ideia era partilhada por Desaguliers, Nollet (1743) e Winkler (1746); mas nenhum criou uma experiência capaz de comprovar essa ideia. Foi o que fez Franklin ao sugerir, num suplemento à quinta carta, a **experiência da guarita**. [...] *Para determinar a questão, se as nuvens que contêm trovoada estão eletrizadas ou não, eu proporia uma experiência para ser tentada onde possa ser feita convenientemente. No alto de uma alta torre ou campanário, coloque uma espécie de guarita, suficientemente grande para conter um homem e um estrado eléctrico. Do meio do estrado faça subir uma haste de ferro e passe pela porta, e suba 20 ou 30 pés (6 m a 10 m), muito aguçada na extremidade. Se o estrado eléctrico permanecer limpo e seco, um homem permanecendo em cima dele quando tais nuvens passarem baixo, pode ser eletrizado e libertar faíscas, a haste puxando o fogo para ele desde a nuvem. Se algum perigo existir para o homem (ainda que eu pense que não há nenhum) deixe-se ele ficar de pé no chão da guarita, e de vez em quando aproximar da haste uma espira de fio que tem uma extremidade a chumbos, segurando-o com uma pega de cera; então as faíscas, se a haste estiver eletrificada, saltarão da haste para o fio, e não o afectarão.*

(Franklin, 1750, "Opinions and Conjectures" tomo II, p.21)

Por falta de meios, Franklin nunca realizou esta experiência, mas sabe-se que terá realizado uma idêntica. Algum tempo mais tarde, Franklin teve conhecimento que Thomas François D'Allibard realizou esta experiência em França em 1752.

4.4.6 Comentário sobre a obra de Benjamin Franklin

Franklin definia a sua investigação como *pesquisa eficaz*, pois ele elaborava as suas teorias partindo sempre de dados experimentais e modificava-as a cada novo

resultado, o seu objectivo era colocar a ciência ao serviço de toda a humanidade, pois no seu entender a ciência devia ser útil. Foi com esse espírito que, durante toda a sua vida, ele se dedicou a actividades de carácter cultural e cívico, desde a criação de bibliotecas, de associações culturais, do corpo dos bombeiros, até à sua participação na redacção da Declaração de Independência dos Estados Unidos.

Uma vez desperto para o mundo da ciência, era natural que Franklin quisesse comunicar as suas experiências e reflexões, bem como procurar novas motivações para o seu trabalho, na Europa, que era nessa época o centro do mundo científico. Então enviou ao seu amigo inglês Peter Collison, membro da Royal Society de Londres, cartas com relatos das suas experiências e das suas conclusões. Essas cartas circulavam em Inglaterra antes de serem publicadas, mais tarde nas *Philosophical Transactions*. A primeira descoberta mencionada nas cartas, como vimos, era sobre o efeito das pontas, que posteriormente veio a ser utilizada na concepção do pára-raios. Devido ao espírito prático, Franklin pouca importância deu à parte teórica das pontas, o que mais o motivava era conseguir algo que neutralizasse a electricidade das nuvens durante as tempestades.

No intuito de demonstrar a natureza eléctrica do raio, Franklin propôs a célebre experiência da guarita com o papagaio em 1752. Das experiências que descrevemos na secção anterior vemos que uma das principais conclusões de Franklin era a de que existia um único fluido eléctrico, e que este não podia ser criado nem destruído, somente transferido de um objecto para outro. Para Franklin o fluido eléctrico repelia outro fluido eléctrico mas atraía a matéria comum. Franklin com esta descoberta conseguia explicar a atracção eléctrica, a repulsão, a produção de faíscas, a condução, a indução e as experiências de Dufay e posteriormente de Nollet.

Devido ao facto de não ter formação académica, Franklin era posto muitas vezes em causa por alguns cientistas da época. Em resposta às críticas Franklin afirmava que se as suas hipóteses não eram verdadeiras, pelo menos eram nuas: *Porque, diferentemente de certos de nossos contemporâneos cultos, não disfarcei meus erros em grego, não os vesti de álgebra, nem ornei de diferenciais. Apresentei-os em sua pureza natural* (citado em Física D+ (2007)).

Nas sucessivas edições do livro de Benjamin Franklin, contendo as suas cartas, foram agrupadas mais cartas e outros escritos formando-se assim um tratado, que reunia conhecimentos sobre electricidade do século XVIII.

Uma das grandes contribuições de Franklin foi compreender que não havia dois tipos de electricidade, mas que os corpos eram constituídos por cargas positivas e negativas, que, quando em igual número, não produziam qualquer efeito. Diz-se, então que o corpo está neutro. Ao friccionar um objecto, não estamos a criar electricidade, estamos a retirar uma certa quantidade de carga, ficando no corpo igual número de cargas de sinal contrário. Cargas de sinal contrário atraem-se e do mesmo sinal repelem-se, mas a quantidade total de carga mantém-se constante. Aqui está implícita a formulação de uma importante lei de conservação da física: a lei da conservação da carga eléctrica. Franklin explicou com base nestas ideias o funcionamento da garrafa de Leyden, também construiu aquilo que se chama uma bateria eléctrica, ligando várias garrafas de Leyden em série. A contribuição de Franklin foi, por conseguinte, decisiva para a investigação sobre os fenómenos eléctricos.

4.4.7 A electricidade no virar do século XVIII

Neste século, os fenómenos eléctricos começaram por ser explicados somente qualitativamente, sem a existência de leis gerais que os explicassem quantitativamente, mas com a eliminação das atmosferas, houve necessidade de uma explicação quantitativa. Na obra de Aepinus, *Tentamen theoriae electricitatis et magnetismi* (1759), podemos encontrar a primeira análise quantitativa do condensador, que não teve na altura grande impacto. A medição da electricidade "falhou" não só pela falta de instrumentos capazes de a medir mas também por não se saber o que é necessário medir, era necessário a existência de uma teoria que explicasse os conceitos de carga, força, tensão e capacidade.

Isto começou a mudar a partir de 1788, com Volta, que supôs que a carga da garrafa de Leyden era proporcional tanto à "tensão" com à "capacidade" da garrafa, Volta conseguiu isolar dois conceitos muito importantes no estudo do fenómeno eléctrico, só não o conseguiu comprovar devido à falta de instrumentos científicos adequados. Posteriormente, Jonh Robinson (1739-1805), conseguiu mostrar que as forças eléctricas são proporcionais ao inverso do quadrado das distâncias entre os objectos carregados. Outros cientistas deram importantes contributos durante o século XVIII, como é o caso de Charles Coulomb (1739-1805), que estabeleceu experimentalmente a lei da força electrostática, fazendo as suas medições da atracção e da repulsão eléctricas em 1785. A

partir destes desenvolvimentos, os instrumentos científicos começaram a desenvolver-se sendo o quantificador mais preciso usado por Henry Cavendish (1731-1810), embora os seus trabalhos não tenham sido muito divulgados, Cavendish criou uma técnica para medir a capacidade e a resistividade relativas dos condutores (Hankins (2002), p. 70-71).

Um outro estudioso, Alexandre Volta (1745-1827) fez com que no século XIX o estudo da electricidade levasse novo impulso, Volta concluiu que a rã funcionava apenas como um detector de electricidade, Volta concluiu que a electricidade era produzida por um circuito que continha dois metais diferentes e pelo menos um condutor é húmido. Precisamente no virar do século, em 1800, Alessandro Volta apresentou ao mundo um invento revolucionário: a pilha eléctrica, o primeiro gerador de electricidade, baseado na experiência das rãs de Galvani. A pilha de Volta foi um instrumento da maior importância para o estudo da electricidade, abrindo caminho para um novo ramo do saber – o Electromagnetismo, que iria proporcionar à humanidade uma nova forma de energia, a energia eléctrica.

Em suma, no final do século XVIII, a electricidade percorreu novos caminhos, com a descoberta de novas teorias, quantificação das experiências e dispositivos científicos mais apurados, tudo com o objectivo de desenvolver a ciência e de a colocar à disposição da humanidade (Hankins (2002), p. 71-72).

4.4.8 As primeiras aplicações da electricidade

As primeiras aplicações da electricidade tiveram lugar na Europa do Norte e na Europa Central, precisamente onde começou a revolução industrial. O efeito dinamizador da electricidade, sobretudo pela sua utilização na maquinaria, contribuiu de forma decisiva para o desenvolvimento económico e industrial desses pontos da Europa.

Os primeiros fornecimentos públicos de energia eléctrica começaram pela iluminação pública. Ainda sob os auspícios do liberalismo, os concelhos das cidades contratavam com as empresas privadas o fornecimento de energia eléctrica, que assumiram simultaneamente o compromisso do estabelecimento das instalações eléctricas e da sua manutenção. À semelhança do que sucedeu na Europa, também em Portugal se fizeram sentir nos finais do século XIX as vantagens utilitárias da electricidade.

Rezam as crónicas que a primeira experiência realizada em Portugal terá ocorrido em Lisboa no Chiado, em 1878. A realização da referida iluminação eléctrica foi da iniciativa da Câmara Municipal de Lisboa e destinou-se a comemorar o aniversário do rei D. Luís que, entretanto, autorizara o município a celebrar o contrato para o efeito, determinando que o mesmo tivesse execução imediata. Essa iluminação utilizou seis candeeiros de arco voltaico retirados do Palácio da Cidade localizado em Cascais.

Este acontecimento fez com que a população tivesse contacto com a electricidade e contribuiu para o aumento do fascínio por esta novidade, que se dizia ser mais barata do que o gás, com a vantagem de não tornar o ar poluído. Os jornais da época divulgavam as vantagens desta novidade, o que fez com que a população aderisse mais facilmente a esta nova forma de iluminação (Matos (2004), p. 38).

4.5 A electricidade em Portugal no século XVIII – breve apontamento

4.5.1 Considerações gerais

O estudo da evolução dos conhecimentos sobre electricidade e, nomeadamente, dos grandes desenvolvimentos ocorridos no século XVIII, torna pertinente que nos debrucemos sobre a entrada das novas ideias, neste domínio, em Portugal e sobre os desenvolvimentos ocorridos entre nós.

Em Portugal, desde a reforma da Universidade de Coimbra, em 1772, que se procurou aproximar o ensino universitário português do ensino europeu, consequentemente no ensino da física devia incluir-se o estudo da electricidade estática e do electromagnetismo. Estes dois temas eram conteúdos abordados tanto nas escolas politécnicas, como nas escolas industriais.

Foi criado em 1772, o Real Gabinete de Física da Faculdade de Filosofia, na sequência da Reforma Pombalina da Universidade de Coimbra e foi mandado construir por D. José com fins didácticos (Carvalho, 1978). Este Gabinete, cuja colecção original de instrumentos provinha do Gabinete de Física do Colégio dos Nobres, foi enriquecido com a aquisição de novos instrumentos. De facto, os estatutos da reforma da Universidade, colocavam a física como uma matéria necessária à mudança de mentalidades e nesses mesmos estatutos está implícito a necessidade dos próprios

estudantes realizarem as suas experiências: *Não sómente devem ver executar as Experiencias, com que se demonstram as verdades até o presente conhecidas na mesma Fysica, mas também adquirir o habito de as fazer com a sagacidade, e destreza, que se requer nos Exploradores da Natureza* (citado por Carvalho (1982), p. 80).

A colecção do Real Gabinete de Física contava com um conjunto representativo de instrumentos para o estudo experimental do magnetismo e da electricidade, incluindo, por exemplo, diversas máquinas electrostáticas, nomeadamente uma para fins médicos, condensadores e garrafas de Leyden (citado por Carvalho (1978), p.72). Quanto aos aspectos teóricos destes tópicos, eles são abordados no manual *Physices Elementa usui Academiae Conimbricensis accomodata*, de autoria professor de Física contratado pelo marquês de Pombal, o italiano Giovanni Antonio dalla Bella. A obra consta de três volumes, publicados no reinado de D. Maria, os dois primeiros em 1789 e o terceiro em 1790.

4.5.2 Franklin na Academia de Ciências de Lisboa

Visto que neste trabalho se dá especial relevo a Franklin, é importante referir os reflexos da sua obra em Portugal, no século da reforma iluminista do marquês de Pombal. Franklin, que era membro de diversas academias científicas por todo o mundo, foi também sócio correspondente da Academia de Ciências de Lisboa, fundada em 1779. O Abade José Correia da Serra, um dos fundadores desta academia, proferiu, a 4 de Julho de 1791, na Academia de Ciências de Lisboa, o elogio de Benjamin Franklin, que tinha falecido no ano anterior. O discurso está expresso num livro numa edição bilingue (português e inglês) intitulado *Elogio de Benjamin Franklin*. O texto mostra-nos que Correia da Serra era um grande admirador de Franklin, considerando-o um dos "patriarcas-fundadores" dos E.U.A inventor e inovador, cientista e diplomata, bem assim como homem de dedicada e humilde devoção aos princípios democráticos. Para avaliar da importância atribuída a Franklin por Correia da Serra, podemos apreciar a transcrição que se segue:

Que há de comum entre este governador da Pensilvanisa e os Portugueses? Para que nos juntemos a elogiar sua vida com a solemnidade que faltou a quazi todos os nossos heroes? Qual successo pode fazer nossa, desta honra que lhe tributamos, huma obrigação? O nome dr Franklin hè bem celebre, os seus descobrimentos bem sublimes e raros, mas se elle não tivesse alcançado o seculo

de Maria I, não fora em Portugal que a sua memória assim se celebrasse, a confederação geral dos indagores da natureza não tinha ainda compreendido a nação Portuguesa e o silencio teria em Portugal acompanhado a morte de Franklin assim como acompanhara a de Newton, este seculo de paz e de energica mansidão, nos introduzio nobre alliança, e a elle devemos a ventagem de sermos ligados, com os que nas outras nações se achão à frente das Luzes e do saber. Pertence-nos já e pertencemos-lhe.

Hujus pacificis debemos moribus omnes.

Quod cuncti gens una simus.

À sombra pois das virtudes da nossa soberana, venha a memória de Franklin naturalizar-se entre os portuguezes, e honrando-o honremos nella o reinado feliz que o trouxe a juntar com os nossos progressos a gloria do seu nome.

(Serra (1996), p. 9-10)

Este Elogio de Benjamin Franklin foi proferido pouco tempo depois do estabelecimento formal de relações diplomáticas entre Portugal e os Estados Unidos da América, a 4 de Julho de 1791. O Abade Correia da Serra (1750-1823), secretário da Academia era naturalista de renome internacional com especial ligação à botânica e veio a tornar-se figura eminente nas relações luso – americanas quando foi para a América onde mais tarde veio a tornar-se o primeiro titular do cargo de ministro plenipotenciário do Reino Unido de Portugal e Brasil nos Estados Unidos da América (1816-1820).

4.5.3 O primeiro manual de electricidade em Portugal – o livro de Faria de Aragão

O primeiro tratado dedicado à Electricidade, publicado em Portugal, data de 1800 e é um pequeno compêndio de 127 páginas da autoria do Padre Francisco de Faria e Aragão. Faria de Aragão, ausente no estrangeiro no período pombalino de expulsão dos jesuítas, expõe nesta obra os conhecimentos que adquiriu durante a sua estadia no estrangeiro.

O livro do Padre Faria de Aragão é um livro onde se trata dos conhecimentos sobre electricidade na época, com alguns esquemas sobre as experiências mais usuais, embora com pouca qualidade gráfica se compararmos com os livros dos seus contemporâneos sobre o mesmo assunto, por exemplo os livros do Abade Nollet.

A publicação deste livro no início do século dezanove, em Lisboa mostra a curiosidade sobre este fenómeno que pasmava a maioria dos europeus e a necessidade que o autor tinha em explicar aquela "magia" que se chamava electricidade e explorar os seus mistérios. Com a explicação detalhada das experiências era possível a sua execução em Portugal.

O autor começa por fazer uma advertência ao público, explicando a razão porque escreve o livro, mencionando que oferece aos curiosos o compêndio de uma ciência que está na moda e que além disso é agradável à vista, como se pode ver na seguinte transcrição:

[...] Aqui ofereço aos curiosos este compendio de huma Sciencia, a qual, além de estar na moda, he em si mesma summamente delectavel para a vista, maravilhosa nos seus fenomenos, e o que não deve ser-nos menos interessante, não inutil para a saude. Ella foi como nascida no Seculo passado, mas neste cresceo a grandes passos, e quazi se tem aperfeiçoado; digo quazi, poisque ainda promette augmentos nos futuros. Eu podera dar aqui huma completa Historia dos seus progressos, sem que me custasse mais, do que reduzir a menos, o que outros largamente tem tractado: mas o saber que houve hum chamado Otto Guerick, e outro Hauskebee, os quaes fizeram as primeiras tentativas sobre o vidro, sobre um globo etc. não faria mais claras as ideias do meu Leitor sobre a Electricidade; nem elle saberia mais nesta materia quando soubesse que o Duque de Chaulne fez hum conductor da grossura de hum pé, e comprimento de 15. O meu intento neste Tratado não foi outro, que o dar ao meu Leitor um justo conhecimento nesta parte fysica, e polo com isso em estado de por si mesmo julgar os effeitos do fluido Electrico, ou ao menos entender, o que se diz, quando se falla delle; parece-me que o fiz sem prolixidade, repetindo, e detendo-me sómente no que era mais preciso para fixar na mente do Leitor as idéas necessarias a percebello. Se não o consegui, espero que não seja minha toda a culpa.

Neste livro são explicadas as diferentes teorias associadas à electricidade, a saber: a teoria do Abade Nollet (eflúvios; 1746), a de Benjamin Franklin (um único fluido; 1750) e a de R. Symmer (dois fluidos; 1759). O autor descreve igualmente os aparelhos, assim como as máquinas utilizadas no estudo da electricidade muitas vezes com necessidade de modificação face às novas experiências que estão sempre a evoluir, como se pode constatar:

[...]Nesta, como em todas as mais materias, as cousas tem hido como por degráos aperfeicoando-se cada vez mais; cada artista, e curioso, tem julgado melhoralla, inventando, ou variando alguma cousa. E como da perfeição destas máquinas dependem em grande parte os seus effeitos, porei aqui tudo o que até agora se tem inventado de melhor, e que póde servir, ou para construir novas máquinas, ou para emendar as já feitas[...] (Aragão (1800), p. 4).

Este compêndio está repleto de experiências propostas, incluindo um conjunto de experiências espectaculares, com diferentes objectivos no estudo do fenómeno eléctrico, sendo cada experiência acompanhada da sua conclusão e explicação.

No final deste livro, descreve-se experiências sobre efeitos da electricidade no corpo humano.

5. Actividades e Estratégias de Ensino

O fim do físico é descobrir a verdadeira causa dos efeitos naturais; e, para conseguir este fim, não deve fazer caso do que dizem os outros, sim do que mostra a experiência.

Luís António de Verney

5.1 Objectivos e motivação

Nos nossos dias, os conhecimentos sobre ciência e a sua relação com a sociedade, constituem um factor importante dos programas das disciplinas de ciência, com grande importância tanto para a aprendizagem de conteúdos como para a prática científica (McComas, 2000, citado por Reis, 2006).

Essa preocupação está presente no ensino em Portugal, onde a lei de bases do sistema educativo estabelece que uma das finalidades do ensino da disciplina de físico-química *é o de proporcionar aos jovens a aquisição de conhecimentos básicos que os tornem capazes de compreender problemas científicos e tecnológicos importantes para o indivíduo e para a sociedade em geral* (Pires, 1995).

Como vimos no capítulo anterior, hoje dá-se muita atenção à imagem da ciência, do cientista e do trabalho científico, entendendo-se que a escola, para além de ministrar conhecimentos científicos, deve ajudar os alunos a construir uma imagem adequada da ciência. Também verificámos que a História da Ciência tem vindo a ser cada vez mais considerada um factor importante para ajudar a atingir estes objectivos.

Um dos objectivos do presente trabalho foi o de compreender as ideias dos alunos sobre ciência, com vista a informar estratégias de ensino em que fossem tidas em conta simultaneamente a aquisição de novos conhecimentos científicos e construção de uma imagem menos estereotipada da ciência. Tudo isto envolvendo uma participação activa dos alunos.

Para concretizar estes objectivos, realizou-se um inquérito aos alunos (ver anexo F), sobre a imagem que estes têm da ciência e da sua importância na sociedade, com posterior análise e reflexão. Foram igualmente postas em prática diferentes estratégias na sala de aula passando pela apresentação em *power point* da breve história da

electricidade, realização de fichas de trabalho, assim como a elaboração de trabalhos práticos alusivos ao tema para posteriormente fazer uma exposição.

5.2 Apresentação e análise do inquérito

5.2.1 Introdução

Acreditando que as imagens que os alunos têm da ciência e dos cientistas são influenciadas pelos média, pelos manuais escolares, pelos professores e pela sociedade, então acredito que realizando actividades na sala de aula em que os estudantes possam compreender como eram os cientistas, conhecendo a sua história e enquadrando esses cientistas no seu tempo, possam deixar de imaginar o cientista como um mito e acreditar que a ciência não é só para génios, mas, e sem negar a importância dos génios, a ciência é também o resultado de um esforço colectivo.

Para melhor ilustrar a ideia que os alunos têm sobre a ciência e os cientistas e a sua relação com a sociedade, fez-se um levantamento das ideias dos alunos como forma de ajuda para a elaboração de uma estratégia de ensino aprendizagem. Note-se, contudo, que se trata de um pequeno estudo (a amostra é pequena), com carácter apenas exploratório.

Dado este carácter, achei útil, para além de fazer a análise quantitativa, dar também realce a uma análise qualitativa, pelo que se transcreve algumas frases e desenhos elucidativos.

Propusemos o inquérito a alunos do 9º ano de escolaridade, distribuídos por cinco turmas da Escola Secundária Dr. Ângelo Augusto da Silva. A maioria dos alunos reside na cidade do Funchal e tende a situar-se num nível socioeconómico médio. É de salientar que nesta amostra o número de rapazes é superior ao de raparigas (76% rapazes e 24% raparigas) e a média etária situa-se entre os 14/15 anos.

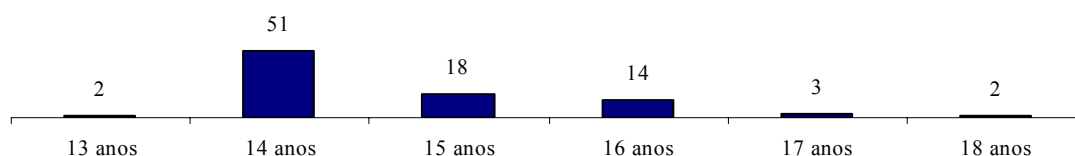
5.2.2 O inquérito: análise quantitativa e qualitativa

Total de Inquéritos

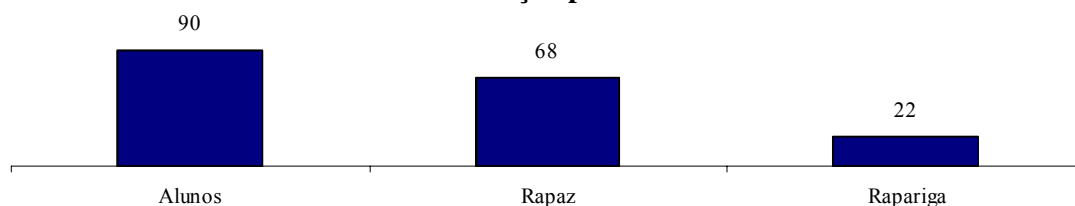
Rapaz

Rapariga

Distribuição por idades



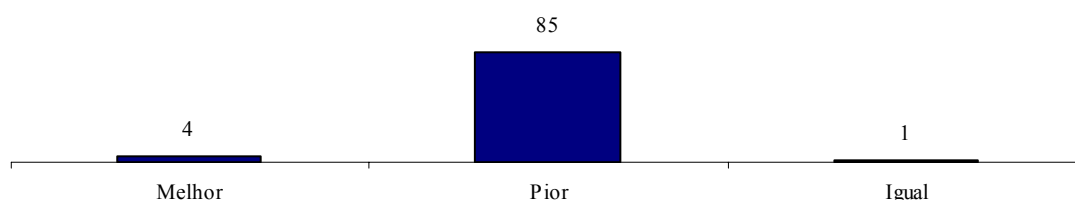
Distribuição por sexos



1. Como imaginas que seria o mundo sem Ciência?

Melhor Pior Igual Porquê?

Como imaginas o mundo sem Ciência?



De notar que a maioria dos alunos disse que o mundo seria pior sem ciência, e as justificações são do tipo:

...Porque sem ciência o mundo não evoluía, não havia computadores, microondas, televisões e todos os bens que são essenciais à vida.

...Porque sem ciência não poderíamos ter aulas de físico-química e também não poderíamos fazer novas descobertas e morreríamos mais cedo porque não havia vacinas contra as doenças

...Porque sem ciência não haveria evolução, a ciência é que controla o mundo.

...Porque sem ciência muitas leis não seriam descobertas a nível da física e da química. No nosso dia a dia estamos sempre a utilizar ciência.

...Porque sem ciência não poderíamos ter aulas de físico-química e também não poderíamos fazer aquilo que costumamos fazer no nosso dia a dia tais como: ligar o fogão para cozinhar, acender a luz, ver televisão e ligar o computador.

...Porque a ciência pode ajudar muitas áreas, como por exemplo, a medicina, sem o desenvolvimento da ciência a medicina não teria evoluído e não poderíamos curar os doentes porque também não existiam os medicamentos.

Embora os alunos foquem sobretudo as aplicações práticas da ciência, também há quem refira a importância do conhecimento:

...Porque a ciência é das áreas que faz com que o mundo evolua, sem a ciência nem saberíamos que existiam outros planetas além do nosso e também não conhecíamos o nosso corpo e a sua fisiologia.

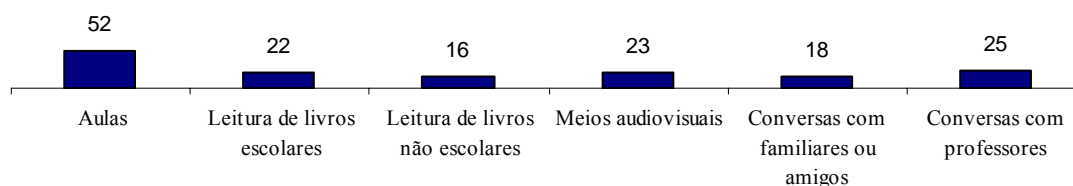
Alguns consideravam-na boa e má e uma aluna disse:

...Porque se não houvesse ciência não tínhamos aquilo que existe que é indispensável ao nosso dia a dia mas também não teríamos tanta poluição e destruição da natureza.

2. Assinala de entre os seguintes meios quais os que te deram informação e te permitiram adquirir conhecimento sobre Ciência:

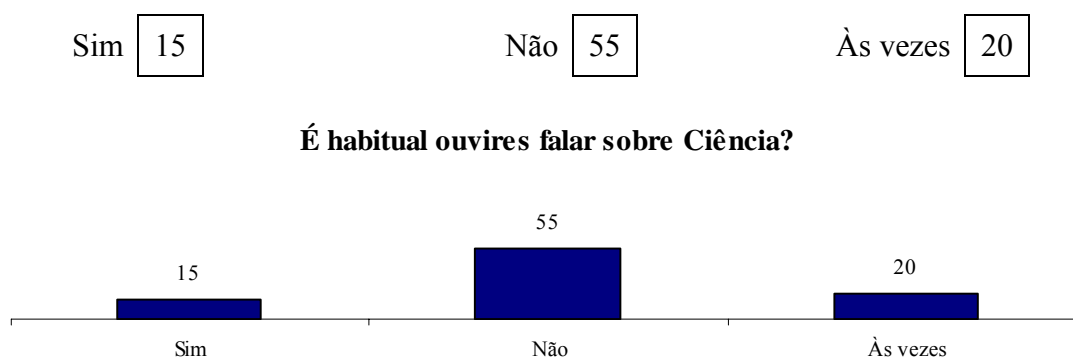
Aulas	52
Leitura de livros escolares	22
Leitura de livros não escolares	16
Meios audiovisuais	23
Conversas com familiares ou amigos	18
Conversas com professores	25

Fontes de informação e conhecimento



Sobre o modo como o conhecimento científico lhes foi transmitido, as aulas, as conversas com professores e os meios audiovisuais são os principais responsáveis por essa aquisição de conhecimentos.

3. É habitual ouvires falar os teus familiares ou amigos sobre Ciência?



Relativamente a conversas sobre ciência com familiares ou amigos, não são habituais, raramente ou nunca acontecem; pois são raros os alunos que em casa ou em convívios com amigos conversam sobre ciência. A diferença reside no seu ambiente familiar, alguns têm irmãos mais velhos e, nesse caso, é natural que isso aconteça; outros vivem em ambientes familiares com pais mais esclarecidos e interessados nesta matéria, o que sabemos que é uma minoria. Mas é a sociedade que temos e é necessário ter consciência que temos de implementar mudanças de forma a abrir algumas "portas" à curiosidade científica. Para isso é necessário algumas melhorias nos programas televisivos, pois todos temos consciência que a comunicação social tem influência fulcral na mudança de hábitos sociais, e as escolas, por sua vez, devem divulgar as actividades realizadas neste âmbito, pois faz-se muita coisa mas o ambiente é extremamente restrito.

4. Que ideia tens de um cientista? Caracteriza o tipo de pessoa que para ti representa um cientista. (Podes ilustrar a tua resposta com um desenho?)

Nesta questão, a caracterização do cientista pode ser feita de duas maneiras: descritiva ou figurativa. Na generalidade os alunos descrevem um cientista como sendo uma figura masculina, sendo importante salientar que os poucos alunos que consideram um cientista como sendo uma figura feminina são alunos do sexo masculino, sendo algumas justificações do tipo:

...Alguém que estudou muitos anos e é muito esperto e inteligente.

...Um cientista tem de ter uma "boa" cabeça e muito gosto naquilo que faz. Muitas vezes acho que os cientistas não têm vida amorosa pois não devem ter tempo para isso.

...Pessoa esperta com muitos conhecimentos e que gosta de pôr em prática tudo aquilo que pensa.

...Para mim um cientista é uma pessoa muito curiosa, está sempre à procura de algo, gosta de descobrir, gosta de ajudar a sociedade e de partilhar com os outros as suas descobertas.

... Para mim um cientista é aquele que sabe o que está a fazer e que leva o seu raciocínio até ao fim, mesmo quando os outros dizem que é "louco", é aquele que sabe arriscar para fazer um mundo melhor, porque se não fosse assim nunca tinham descoberto muitas das coisas que hoje em dia conhecemos.

...Tenho ideia de uma pessoa "boa" a matemática, muito culta e de bata branca. Mas segundo a televisão muitos deles são malucos o que é muito fixe e fora de cena.

...Para mim um cientista é aquele que faz o seu trabalho não só porque tem de o fazer mas porque ambiciona conseguir descobrir algo de bom e útil para a sociedade.

...Profissional que trabalha para a ciência. Pessoa que domina, inventa, divulga e contribui para a melhoria das técnicas de desenvolvimento.

... Pessoa culta, organizada e com grande experiência e responsabilidade pelo que faz.

... Pessoa de bata branca e óculos.

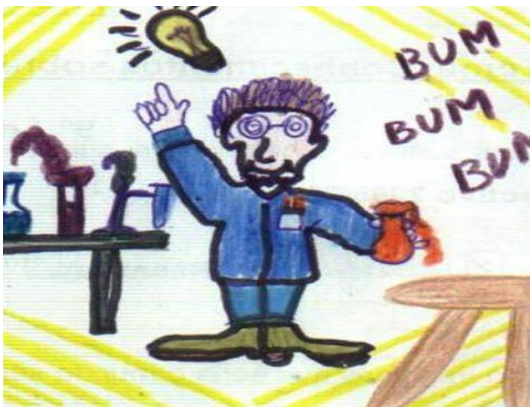
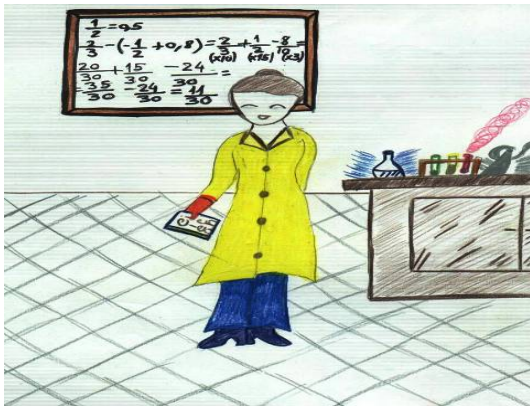
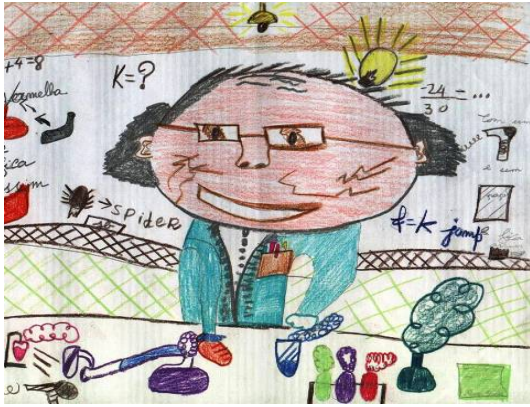
...Para mim um cientista é uma pessoa que tem ideias fora de série e pensamentos para além do normal, graças a eles sabemos muitas coisas acerca do nosso planeta e dos outros.

... A minha ideia de um cientista, é a de uma pessoa que se preocupa demasiado com o trabalho não se preocupando com a aparência física.

...Um cientista para mim é uma pessoa de cabelos brancos pois muitas preocupações dão origem a cabelos brancos. Um cientista usa cachimbo porque ajuda-o a pensar melhor. Um cientista é uma pessoa cheia de ideias malucas mas com lógica.

...Maluco, imaginativo, com muito dinheiro, ideias nunca vistas, ideias extraordinárias e com espírito de sacrifício.

Seguem-se alguns desenhos (ver também anexo G) que os alunos fizeram para exemplificar um cientista:



O aspecto talvez mais importante é o de que o cientista é uma pessoa nobre, um herói que se sacrifica pela ciência e pela humanidade. Daqui resulta que é uma figura "desumanizada", com uma vida pessoal que os alunos certamente não gostariam de ter: falta de tempo para a vida amorosa, cabelos brancos, vestuário estereotipado (bata branca) e aparência pessoal pouco cuidada. O aspecto mais atractivo apontado é o facto de serem "malucos" (*muito fixe e fora de cena*).

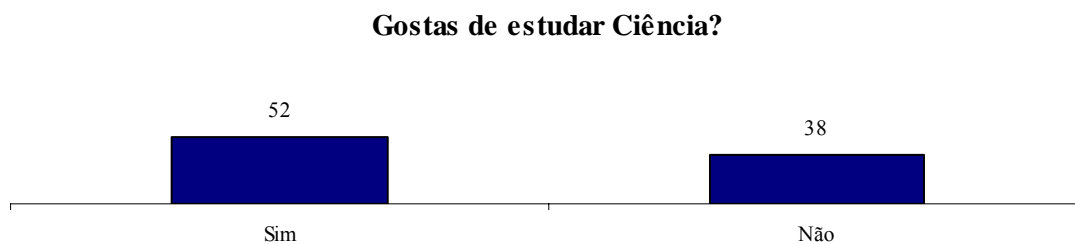
5. Diz alguns nomes de cientistas que conheças e indica como os ficastes a conhecer.

Os alunos mostraram conhecer nomes de alguns cientistas, especialmente as raparigas e conhecem-nos principalmente através das aulas, professores e televisão. A tabela seguinte mostra a percentagem de alunos que citam o nome desses cientistas.

Einstein	Newton	Galileu	Leonard da Vinci	Copérnico	Darwin	Pitágoras	Marie Curie	Dalton	Pasteur	Lavoisier	Watt	Bell
44.4	40.0	38.9	35.6	34.4	33.3	32.2	31.1	31.1	31.1	31.1	31.1	31.1

Nesta pergunta, a percentagem de alunos que cita o nome de pelo menos um cientista é de aproximadamente 45%. A percentagem de respostas é satisfatória visto tratar-se de alunos do ensino básico. Também é interessante observar que Einstein é o cientista mais citado embora neste nível de ensino não seja tão mencionado, isto talvez acontece por este cientista ser dos mais mediáticos.

6. Gostas de estudar Ciência? Sim Não Porquê?



Relativamente ao gostar de estudar "ciências", a maioria dos alunos disse que sim, porque consideram ser uma área muito interessante e misteriosa e de uma grande ajuda para a sociedade; aqueles que mencionaram que não gostavam, era essencialmente por considerarem muito trabalhosa e complicada, sendo as justificações do tipo:

...Porque é divertido.

...Porque percebemos melhor o planeta onde vivemos.

...Porque melhora muito a nossa cultura geral, e ajuda a compreender os fenómenos que acontecem no planeta Terra.

...Sim, porque gosto muito de fazer experiências.

...Porque é aquilo que mais gosto de estudar, porque apreendo coisas que nunca pensei existirem.

...Porque gosto de saber coisas novas.

...Porque é uma disciplina que gosto e tem a ver com o curso que quero tirar.

Aqueles alunos que não gostavam tinham justificações muito semelhantes, sendo do tipo:

... Porque tem muita matemática.

... Porque é muito difícil, e algumas vezes cansativa de estudar.

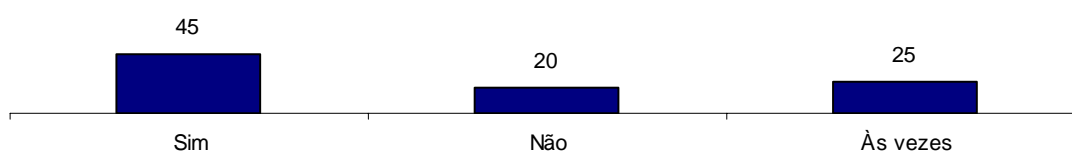
...Porque são muitas coisas para estudar e eu não tenho cabeça para isso.

... Porque é muito complicado.

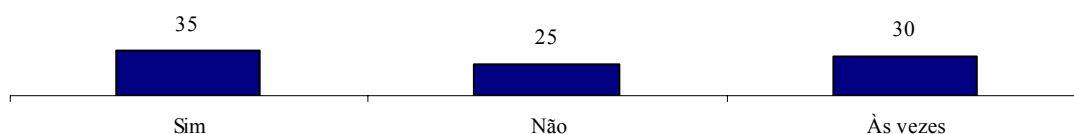
7. Quando estudas um fenómeno qualquer em Ciência, tens curiosidade em conhecer:

	Sim	Não	Às vezes
Quem o estudou ou descobriu	45	20	25
As dificuldades encontradas durante a sua descoberta	35	25	30
A época em que foi descoberto	50	15	25

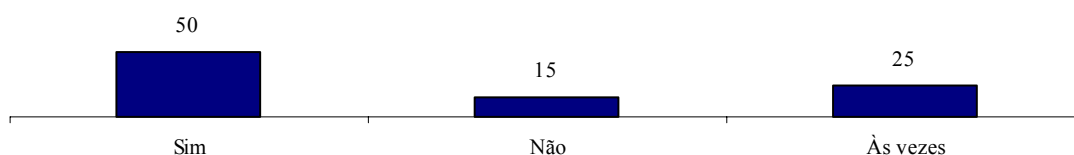
Quem o estudou ou descobriu



As dificuldades encontradas durante a sua descoberta



A época em que foi descoberto



A maioria dos alunos tem curiosidade em saber a época em que determinado fenómeno foi descoberto. Segue-se a curiosidade em saber quem o estudou ou descobriu. A minoria refere-se à curiosidade relativamente às dificuldades encontradas durante a sua descoberta.

Estes valores sugerem que os alunos sentem alguma necessidade de enquadrar as descobertas no percurso histórico.

8. Indica o nome de, pelo menos cinco cientistas importantes, e diz qual foi a sua principal contribuição para o desenvolvimento da Ciência e da Sociedade.

Nº de nomes e trabalhos citados correctamente	5	4	3	2	1	0
Alunos do 9º ano (N=90)	2.2%	3.3%	4.4%	5.6%	22.2%	62.3%

Neste item, a percentagem de respostas correctas não é muito animadora, uma vez que 62.3% dos alunos não cita, sequer um nome e um trabalho de um cientista correctamente.

Por outro lado, temos de entender que estamos a trabalhar com alunos do ensino básico, pelo que os seus conhecimentos relativamente a relacionamento de nomes de cientistas com a sua obra são muito limitados.

É ainda interessante registarmos os **cientistas mais citados**, assim como a percentagem de alunos que citam o nome do cientista e a percentagem dos que referem também a sua obra, o que podemos ver **na tabela seguinte**:

Cientistas	Alunos que citam o Nome (%)	Alunos que citam a Obra+Nome (%)
Einstein	44.4	3.3
Newton	40.0	3.3
Galileu	38.9	2.2
Leonard da Vinci	35.6	1.1
Copérnico	34.4	4.4
Darwin	33.3	3.3
Pitágoras	32.2	3.3
Marie Curie	31.1	2.2
Dalton	31.1	1.1
Pasteur	31.1	3.3
Lavoisier	31.1	4.4
Watt	31.1	1.1
Bell	31.1	1.1

Como se pode observar, Einstein é o cientista mais citado, 44.4%, embora apenas 3.3% refira também a sua obra. Segue-se, depois, Newton, citado por 40.0% dos alunos, dos quais 3.3% referem também a sua obra e, em terceiro lugar Galileu, citado por 38.9% dos alunos, mas dos quais apenas 2.2% conhecem a sua obra.

Um aspecto interessante que se retira da tabela é que os cientistas mais citados acabam por ser os mais referidos nos livros ou, então os mais populares, como é o caso de Newton, o que demonstra a superficialidade com que a história da ciência e os cientistas são abordados no nosso sistema de ensino.

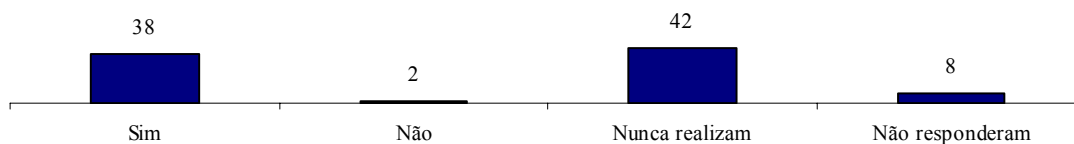
9. Descreve brevemente uma experiência que já tenhas realizado.

Nesta questão as experiências mencionadas são nas áreas da química e da biologia. É muitas vezes mencionada a experiência do pega monstros, pelo que parece ser uma das favoritas.

10. Gostaste de a realizar?

Sim	38	Não	2
Nunca realizam	42	Não responderam	8

Gostaste de a realizar?

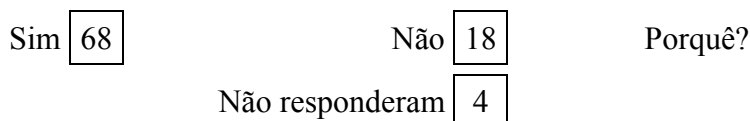


Nesta questão a maioria dos alunos nunca realizou experiências, enquanto aqueles que as realizaram gostaram da experiência.

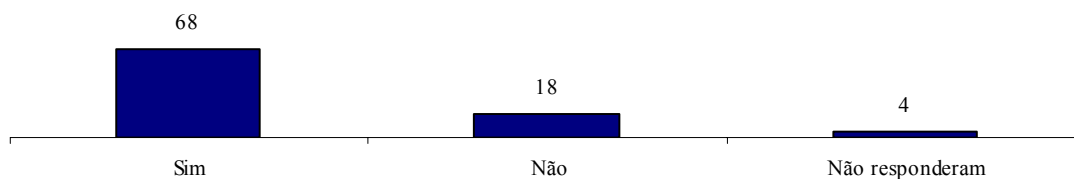
11. Que conclusões tiraste a partir dessa experiência?

Nesta questão os alunos não se sentiram com segurança para a responder, pelo que não descreveram nenhuma conclusão de alguma experiência que tenham realizado.

12. Gostarias de realizar mais experiências durante a actividade lectiva?



Gostarias de realizar mais experiências?



Nesta questão, 68 alunos responderam que gostariam de realizar mais experiências durante a actividade lectiva sendo as respostas do tipo:

...Porque gosto de fazer experiências com os meus amigos, especialmente as mais malucas.

...Eu acho que devíamos fazer mais experiências na escola para que os alunos não fiquem tão aborrecidos durante as aulas.

...Porque gostava de descobrir coisas novas.

...Porque acho que se aprende muito.

...Porque é divertido.

...Porque gosto muito de sujar as mãos.

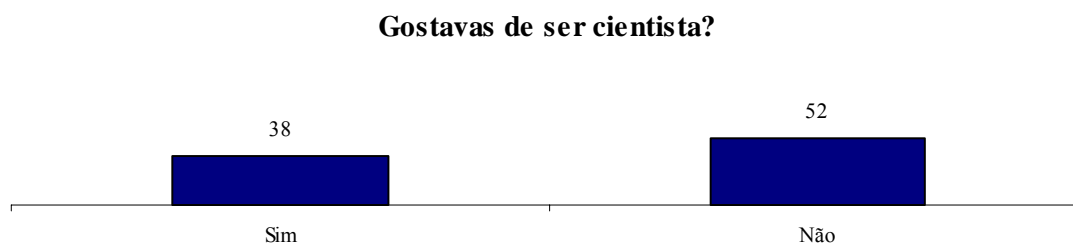
...Porque gosto de experimentar coisas novas e fazer explosões.

13. Gostavas de ser cientista?

Sim

Não

Porquê?



Na questão de querer ou não ser cientista, temos que 52 alunos disseram que não queriam ser cientista enquanto 38 responderam que sim e algumas das justificações são as seguintes:

...Porque gostava de encontrar alguma ciência que acabasse com a violência sobre os animais e com a poluição.

...Gostava de ajudar a sociedade.

...Porque acho que tenho as qualidades necessárias, sou aventureira, ambiciosa, lutadora, curiosa, entre outras qualidades.

...Porque acho interessante ser um ajudante da sociedade, ajudar no desenvolvimento da ciência.

...Ser cientista é trabalhoso, mas quando se gosta, tudo se torna mais fácil. Se eu fosse cientista tinha como primeira prioridade descobrir a cura de muitas doenças e arranjar maneira de acabar com a pobreza.

...Gostaria de ser cientista para descobrir novas coisas, como por exemplo: um medicamento ou uma "bomba" para acabar com a droga e com a maldade. Odeio drogas... Queria que, um dia, este problema desaparecesse de vez. Com tanta informação que temos hoje em dia, porque motivo há mais pessoas a consumir drogas? Porquê? Eu não consigo perceber isso! Há alguém que me possa explicar?

...Gostaria de ser cientista... ser cientista deve ser trabalhoso mas quando se gosta tudo se torna mais fácil.

...Ser cientista é "voar" pelo mundo vasto de incertezas, mas essa é a lógica de todo um trabalho fascinante, se um dia conseguir ser cientista vou fazer tudo para salvar a humanidade.

...Gostaria de ser cientista para poder salvar as crianças em África, que morrem em cada segundo que passa com sida e outras doenças.

As respostas negativas são, por exemplo:

...Porque é um cargo de grande importância e eu não sou muito responsável.

...Não acho interessante.

...Porque dá muito trabalho.

...Porque já tenho a minha profissão escolhida.

...Porque eles são muito pacientes.

...Porque dá muito trabalho, é bom ser cientista para quem gosta de estudar, eu até gostava de ser mas como não gosto muito de estudar, acho que não consigo lá chegar.

14. Em caso afirmativo indica a área em que gostavas de fazer investigação e porquê?

As áreas escolhidas foram as seguintes:

Áreas citadas (%)	
Medicina	16
Engenharia informática	14
Físico-Química	12
Biologia	10
Investigação	10
Investigação criminal	8
Botânica	7

Note-se que 10% dos alunos têm uma ideia vaga do que gostariam de fazer, pois indicam apenas "investigação", sem especificar nenhuma área.

15. Como consideras a actividade científica para a sociedade. Justifica a tua resposta

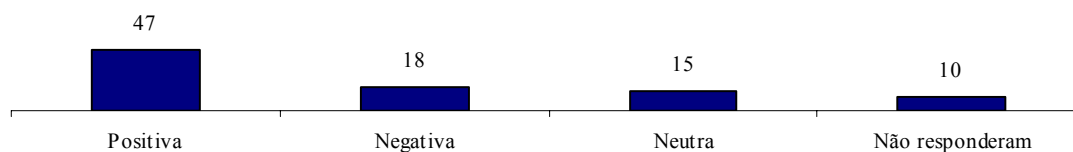
Positiva

Negativa

Neutra

Não responderam

Como consideras a actividade científica?



Sobre a importância dos cientistas na sociedade, a maioria dos alunos respondeu que era positiva, embora 10 alunos não quisessem responder a essa questão.

A maioria disse que essa importância se deve aos contributos que estes proporcionam ao desenvolvimento da humanidade.

5.2.3 Reflexões

Da análise geral deste inquérito podemos referir que os alunos geralmente têm uma visão positiva da ciência e da sua utilidade para a humanidade (sobretudo na área da medicina). O que mais salientam são os aspectos práticos da ciência.

Relativamente à visão dos cientistas, embora possam definir os cientistas como sendo pessoas sérias, que estudaram muito, um pouco "loucas" e um tanto "desumanizadas" sem ter tempo para gozar a vida (vida amorosa) também dizem que estes têm uma grande responsabilidade no sentido de salvarem a humanidade.

Os jovens dizem que gostam de ciência mas no geral não querem ser cientistas "porque é muito difícil", têm uma imagem do cientista como uma pessoa inadaptada à sociedade.

Esta imagem, que os alunos têm dos cientistas, é aquilo que é transmitido tanto pelos manuais, como pelos próprios professores, isto acontece porque não se transmite verdadeiramente a ideia do cientista como pessoa, mas cria-se um mito relativamente ao cientista.

5.3 Actividades na sala de aula

5.3.1 Introdução

A partir da minha experiência pessoal, as actividades que envolvam uma elevada participação do aluno são muito vantajosas, pois os alunos demonstram uma grande

disponibilidade para questionar e debater sobre os assuntos em estudo, e sabe-se, de acordo com alguns investigadores em educação, que aqueles professores que deixam os alunos colocarem questões, com a implementação de debate durante as aulas, desenvolvem mais os alunos em termos cognitivos e em termos de uma maior complexidade de pensamento (Sprinthall (1993), p. 317).

Um dos meus objectivos foi o de introduzir a História da Ciência no ensino, usando uma metodologia interactiva, de acordo com o atrás exposto. Uma das vantagens da introdução de história da ciência nos currículos é a de proporcionar meios para reflectir sobre a natureza da ciência, como se processa a produção de conhecimento científico, como se desenvolveu a história da ciência e quais são as perspectivas actuais.

Nesta perspectiva, e estando a leccionar o 9º ano, de cujo programa faz parte o tema "Sistemas Eléctricos e Electrónicos", programei as minhas aulas de forma a, por um lado ministrar os conhecimentos científicos do programa, e, por outro, pôr em prática os objectivos atrás referidos. Passo a descrever as principais actividades desenvolvidas, dando especial destaque a uma exposição sobre a electricidade.

5.3.2 Planificação e estratégias

A planificação das aulas e as estratégias usadas estão descritas em pormenor no anexo D. No decurso das aulas recorri a diferentes estratégias de forma a apresentar umas aulas mais dinâmicas e interactivas.

A planificação das aulas teve em conta não só os conteúdos, mas também os procedimentos e as atitudes dos alunos. É igualmente importante considerar as condições materiais para a execução do plano de aula.

Em geral, podem contar-se com dois tipos de recursos:

1. Recursos relacionados com as fontes de informação:
 - ❖ Documentos e bibliografia para os alunos consultarem;
 - ❖ Material audiovisual: cartazes e *power point*.
2. Recursos relacionados com a dinâmica das actividades:
 - ❖ Materiais necessários para a instalação de circuitos eléctricos e electrónicos;
 - ❖ Equipamento específico de electricidade.

No que respeita aos **recursos educativos utilizados**, começo por referir que para iniciar o conteúdo de sistemas eléctricos e electrónicos e implementar história da ciência

nas minhas aulas, resolvi apresentar aos alunos a breve história da electricidade em *power point* (ver anexo A). Posteriormente recorri ao **debate** de forma a diagnosticar as ideias dos alunos e responder às suas dúvidas. Como já foi referido, o inquérito realizado deu-me pistas para implementar as estratégias adequadas de forma a corrigir e a eliminar crenças que os alunos têm dos cientistas e da ciência. A análise do inquérito revelou-se neste aspecto muito útil, embora a amostra seja pouco significativa.

Com vista a procurar que os alunos tivessem um melhor conhecimento dos cientistas e desmontassem alguns mitos instalados, propus que realizassem **trabalhos de grupo**, que passo a descrever: "Thomas Edison e a primeira lâmpada eléctrica"; "Benjamin Franklin e o estudo da electricidade"; "O Abade Nollet e a divulgação do estudo do fenómeno eléctrico"; "Os pombos-correio e o campo magnético da Terra".

A preparação da exposição foi também uma actividade de sala de aula, embora, naturalmente o muito trabalho requerido para a sua concretização fosse de componente não lectiva. O envolvimento dos alunos neste processo foi muito importante porque proporcionou a vivência de experiências educativas diferenciadas. É um facto que esse envolvimento exige mais tempo. No entanto, tem vantagens. Os conhecimentos adquiridos pelos alunos ficam mais sólidos e flexíveis. Podem evoluir e até melhorar, dependendo do interesse e do trabalho do aluno ao longo da sua vida. Estas actividades implementam aspectos essenciais que importa desenvolver: um é a capacidade de reflexão crítica, baseada no debate de ideias e na leitura, outro é a atitude inerente ao trabalho em ciência.

Noutras aulas as estratégias utilizadas foram a **realização de actividades experimentais e fichas de trabalho** (ver anexo E). Antes de iniciar as actividades experimentais é fundamental uma pesquisa sobre as experiências a realizar.

As fichas de trabalho realizadas durante as aulas têm por objectivo a aquisição de conhecimentos e a preparação dos alunos para os testes de avaliação.

5.4 Exposição: "O Mundo Mágico da Electricidade"

Dada a importância da Física na sociedade actual, tanto para a formação de futuros especialistas como para a formação do cidadão, e o pouco interesse revelado frequentemente pelos alunos, é necessário fazer algo para que os motive para esta disciplina.

Convirá sempre, como forma de vincular ainda mais os alunos ao tema, ao cientista, à descoberta ou à invenção, pedir-lhes a realização de um trabalho. Trabalho esse, cuja forma de realizar deverá ser deixada um pouco ao critério do aluno, pois, só desta forma, toda a sua criatividade e imaginação poderão agir livremente, o que só valorizará o trabalho e motivará o aluno.

Será igualmente importante motivar os alunos e dar-lhes a conhecer que a ciência tem uma dimensão dinâmica e que está bastante próxima de todos nós.

Pode-se verificar que os alunos, sobretudo os dos primeiros anos, precisam sempre de uma componente experimental forte mas que deverá ser sempre acompanhada de uma informação teórica igualmente forte.

Na verdade, numa idade em que os alunos ainda não têm o raciocínio abstracto muito desenvolvido, a articulação entre a prática experimental e a vivência do dia-a-dia parece ser uma boa maneira de atrair os alunos para a aprendizagem desta disciplina.

Com este objectivo propus-me organizar uma exposição intitulada: *O Mundo Mágico da Electricidade*, com a participação activa dos alunos (ver anexo C).

Este trabalho foi realizado com alunos do 7º e do 9º ano de escolaridade, versando os conteúdos programáticos Energia, e Sistemas Eléctricos e Electrónicos respectivamente.

Todos os trabalhos realizados pelos alunos incidem nos conteúdos programáticos abordados aliados a uma interdisciplinaridade que, na minha opinião, é muito vantajosa para todos os intervenientes.

Esta exposição teve como principais objectivos:

- ❖ Incentivar e cativar os alunos para as actividades experimentais da Física;
- ❖ Estimular a curiosidade dos participantes no que diz respeito às Ciências Físico-Químicas;
- ❖ Despertar o interesse dos alunos para a História da Ciência;
- ❖ Demonstrar a importância da Física e da Química no dia-a-dia;
- ❖ Envolver a comunidade escolar, entidades oficiais e população em geral.

5.4.1 Preparação da exposição/motivação dos alunos

Os alunos das turmas do 7ºano e do 9º ano de escolaridade, que estou a leccionar, foram informados de que iria ser realizada uma exposição no final do ano lectivo, com

trabalhos práticos e teóricos realizados por eles sobre os seguintes temas: Energias renováveis e não renováveis e Sistemas eléctricos e electrónicos, respectivamente.

Na elaboração dos trabalhos teóricos foi sugerida a realização de trabalhos de grupo, a montagem de cartazes e a aplicação de alguns conceitos teóricos em jogos didácticos.

O entusiasmo foi tão grande que, durante a interrupção das aulas, na semana do desporto escolar, alguns alunos compareceram na escola para completarem e avançarem com os trabalhos.

5.4.2 Descrição da exposição

Na abertura da exposição, foi apresentada um trabalho em *power point* sobre a vida de Benjamin Franklin, por forma a vincular os visitantes ao tema, visto tratar-se do ano em que se comemora o tricentenário de Benjamin Franklin (ver anexo B).

Na exposição surgiram trabalhos diversos sobre electricidade e magnetismo, tais como: maquetas com casas iluminadas e decoradas pelos diferentes alunos da turma, um lego que um aluno trouxe de casa e que iluminou durante as aulas, uma maqueta a exemplificar as energias renováveis e não renováveis com moinhos e iluminação, um repuxo, onde existia um farol, que simbolizava uma ilha.



Na exposição realizada, foi inserida a história da ciência como uma mais valia para a compreensão dos alunos, sendo uma forma diferente de abordar ciência e desmistificar a imagem estereotipada do cientista.

Nesta exposição, a história foi inserida de diferentes formas: na apresentação em *power point* da vida de Benjamin Franklin, na exposição dos trabalhos de grupo realizados pelos alunos, na pintura de quadros alusivos às diferentes actividades desempenhadas por Franklin, nas diferentes cartolinas espalhadas pela sala fazendo referência à sua vida, nunca esquecendo o seu importante contributo científico.

5.4.3 Análise dos efeitos pedagógicos da exposição

A exposição decorreu com normalidade, foi realizada no último dia de aulas. Nesse dia faz-se a entrega de diplomas e os encarregados de educação deslocam-se à escola para receber as avaliações dos seus educandos, por essa razão a exposição foi visitada por professores, alunos encarregados de educação e também convidei a Directora do Museu da Electricidade – Casa da Luz.

A adesão foi grande e os elogios também, muitos porque viram trabalhos dos seus filhos expostos e outros pelo simples prazer de ver uma exposição com trabalhos realizados por alunos, o que é sempre interessante.

Foi realizado um inquérito (ver anexo C) e a maioria dos alunos respondeu que a visita foi interessante, os trabalhos que mereceram maior destaque foram os extra terrestres e as casas iluminadas. A maioria dos alunos nunca tinha visitado uma exposição.

Relativamente à composição que era solicitada na exposição, alguns alunos fizeram composições sobre a importância da electricidade (ver anexo C), mas poucos alunos deram grande importância ao questionário da exposição porque como já se encontravam de férias, tinham outras motivações.

Após a conclusão de todo este envolvimento com os alunos, quero mencionar alguns aspectos relevantes neste processo. Um dos aspectos que calculo ser importante mencionar é o facto de muitos desses alunos referirem que querem realizar novamente trabalhos desse género. Alguns alunos, inicialmente estavam pouco motivados para participar neste trabalho, e cheguei à conclusão que foram esses os mais interessados no decorrer de todo o processo de desenvolvimento do projecto.

O impacto desta actividade está patente no pedido que me foi feito pela Escola para a realização de outra exposição. Esta ideia surgiu, no grupo de Físico-Química, na sequência da exposição que realizei e que está inserida neste trabalho. O projecto, que

envolve outra professora de Física e mais turmas, está no plano de actividades da Escola e a exposição está calendarizada para o mês de Maio.

Como mencionei anteriormente, a Directora do Museu da Electricidade – Casa da Luz visitou a exposição, e sugeriu que esta fosse realizada no Museu, com o objectivo de ser visitada por alunos das diferentes escolas da Região, um desafio que aceitei e que irei concretizar em breve.



A exposição teve uma grande importância para a divulgação da ciência, e para todos os seus intervenientes, mas não chega, é preciso fazer mais. É importante dinamizar os Museus, incentivar e divulgar as actividades diferenciadas realizadas nas escolas, haver uma maior projecção mediática da ciência e dos trabalhos realizados sobre a mesma.

5.5 Reflexão pessoal

Entramos num novo milénio. A era que agora se vive tem presente as expectativas e as preocupações que herdamos do século passado.

Neste contexto de mudança ideológica, cultural, social e profissional, aponta-se a educação como o cerne do desenvolvimento da pessoa humana e da sua vivência na sociedade, sociedade da qual se espera desenvolvimento económico acrescido e uma melhor qualidade de vida. Tendo a ciência um papel tão importante na nossa sociedade, pois não há dúvidas que a ciência não é importante somente para os cientistas mas para toda a sociedade, pois dela depende o progresso e, conseqüentemente, o desenvolvimento, logo, é necessário fazer algo para educar o cidadão para a ciência.

O desenvolvimento da sociedade, apesar dos incontestáveis benefícios, também traz grandes angústias. Frequentemente dá-se mais realce a aspectos negativos do desenvolvimento científico e tecnológico, devido à sua dimensão e impacto, tendo a ciência uma imagem pouco positiva para um grande número de pessoas. Questões como os alimentos geneticamente modificados, a incineração de resíduos tóxicos, problemas ambientais, para só citar alguns exemplos, estas são situações que causam enorme perturbação no comum dos cidadãos. Esta questão pode ser grave, pois a cultura científica de uma grande parte da população não lhe permite compreender os efeitos benéficos do desenvolvimento científico no seu quotidiano, a dimensão e gravidade das situações referidas ou outras idênticas, compreender as explicações dos técnicos e tomar decisões conscientes. E estas decisões podem ser coisas tão simples como por exemplo: "o que comer?" e "reciclar ou não?".

Acreditamos que esta situação só pode ser ultrapassada com uma boa cultura científica para a generalidade dos cidadãos. Tendo em conta que a escolaridade obrigatória no nosso país é de apenas nove anos, terá que ser nesta altura que são dados os conceitos básicos essenciais para permitir a compreensão de um conjunto de situações do quotidiano e simultaneamente estimular e motivar o interesse do maior número possível de alunos para que prossigam os seus estudos em ciência.

Pensamos que desta forma a escola estará a preparar os adolescentes para a sociedade em que vão crescer e viver e permitirá formar cidadãos mais intervenientes, esclarecidos, responsáveis e com competências profissionais mais adequadas ao Mundo actual.

A divulgação da ciência através de exposições, conferências e debates com a colaboração dos alunos, é possível atingir objectivos mais vastos e chegar à família. Verificamos que incentivados pelos mais novos, os restantes elementos da família vão a exposições, museus, teatros, etc.

Tal permite uma formação informal entre gerações e uma valorização do papel do adolescente com um aumento da sua auto-estima, contribuindo para melhorar a qualidade do tempo passado em família.

A democratização do ensino que felizmente ocorreu no nosso país, não foi acompanhada por uma melhoria significativa das condições de vida de toda a população, o que coloca alguns desafios a todos os intervenientes no processo educativo pois é importante adequar o processo ensino-aprendizagem. Para tal é necessário o professor

conhecer bem os seus alunos (motivações/ambições), tentar inculcar o gosto pela pesquisa e mostrar o lado apaixonante da ciência apelando sempre às tendências pessoais de cada aluno.

Em conclusão, posso referir este trabalho como muito útil à minha prática pedagógica. Primeiro porque com a aplicação e avaliação do inquérito consegui compreender melhor os anseios, motivações e ambições dos alunos, as suas concepções sobre a ciência e os cientistas.

Com a preparação da exposição senti que não é assim tão difícil fazer algo diferente que entusiasme todos os alunos sem excepção.

Com este trabalho realizei mais actividades experimentais com os alunos, o que na prática corrente não costuma acontecer, pois, nós, professores em geral, estamos demasiado agarrados à teoria. Embora esta seja muito importante, é necessário aliar a teoria à prática laboratorial, que é da maior importância para os alunos.

Não senti grandes limitações na preparação e realização dos trabalhos da exposição, pois consegui a colaboração de alguns colegas da disciplina de educação tecnológica e, relativamente à aquisição de material necessário para as diferentes maquetas, foi dada toda a colaboração da direcção da escola.

Não quero terminar sem deixar de mencionar a importância de lutar por uma mudança significativa de atitudes na divulgação da ciência e na noção do seu importante papel para a sociedade. Importância na forma de arranjar alternativas na nossa vivência social, alertando para os problemas ambientais e incentivando a população a mudar os seus hábitos, nomeadamente: diminuindo o consumo dos recursos naturais, apelando à reciclagem e à diminuição de lixo explicando sempre as vantagens destas atitudes, alertando para os problemas ambientais que se avizinham e apelando ao bom senso de quem quer viver e deixar viver num planeta que se quer sempre azul. Os alunos estão hoje mais receptivos a estas temáticas e é importante encorajá-los e informá-los.

6. Conclusões e Perspectivas

No ensino da física, é cada vez mais importante, para cativar a atenção e motivar os alunos, relacionar o ensino da Física com o da História da Ciência, pois é da maior importância que os alunos desde muito cedo se apercebam que a ciência está sempre em permanente mudança e intimamente ligada à sociedade.

É igualmente importante inculcar aos alunos que fazer ciência, sendo uma actividade que exige, para além de competências específicas, grande dedicação e sentido de responsabilidade, não é algo de acessível apenas aos génios, ou seja, é algo com que os alunos podem sonhar e pôr nos seus projectos de futuro.

Como ponto de partida fiz uma pesquisa inicial sobre a História da Ciência e o seu desenvolvimento e importância para o ensino, bem como sobre a História da Electricidade no século XVIII. Como forma de compreender as concepções dos alunos sobre ciência, cientistas e sociedade, realizei um inquérito com fins exploratórios.

Neste trabalho, pretendeu-se avaliar os resultados de uma experiência pedagógica a nível do 9º ano de escolaridade, onde se procurou pôr em prática um ensino da Física integrando elementos da história desta disciplina e apelando à participação activa dos alunos, com o objectivo de simultaneamente melhorar:

1. A aprendizagem de conteúdos.
2. A contribuição para a formação de uma imagem da ciência e dos cientistas mais próxima da realidade.
3. A motivação para o estudo desta disciplina no ensino secundário.

Os meios utilizados incluíram:

1. Realização de trabalhos experimentais.
2. Realização de fichas de trabalho durante as aulas.
3. Apresentação da vida de Benjamin Franklin, numa perspectiva de um jovem curioso e dinâmico, que desenvolveu as suas capacidades naturais pelo esforço e dedicação.
4. Visualização de uma apresentação em *power point* sobre uma Breve História da Electricidade.
5. Realização de uma exposição: "O Mundo Mágico da Electricidade".

6. Envolvimento de alguns alunos na realização de trabalhos práticos, para a elaboração da exposição.
7. Envolvimento de outros alunos em trabalhos de pesquisa sobre a electricidade.
8. Envolvimento de outros alunos na realização de desenhos de forma a retratar a vida de Benjamin Franklin.

A receptividade dos alunos foi muito boa, conseguindo alcançar os objectivos da disciplina com avaliações muito positivas. Quanto à motivação para a disciplina, ela melhorou consideravelmente, de facto, existindo nestas turma alguns alunos com falta de motivação e até por vezes com comportamentos pouco adequados a uma sala de aula, o conjunto de actividades propostas motivou-os significativamente, nomeadamente os trabalhos práticos da sua preferência. Esta motivação é importante tanto para os alunos como para o professor, pois houve alunos que neste ano lectivo já me perguntaram se não íamos realizar mais alguma exposição com os trabalhos realizados ao longo deste ano lectivo sobre o mesmo tema.

Quero referir que neste ano lectivo fui convidada pelo Museu da Electricidade – Casa da Luz, para realizar uma exposição com a apresentação dos trabalhos realizados pelos alunos e a apresentação em *power point* da Breve História da Electricidade fazendo referência à dissertação de mestrado aqui apresentada. Esta exposição tem como objectivo convidar as escolas da Região, de forma a dar a conhecer diferentes formas de "trabalhar a ciência" e motivar os alunos para o ensino e gosto pela mesma.

Depois de alguma reflexão sobre as vantagens associadas a esta prática pedagógica, quero referir que, embora existam opiniões discordantes sobre a introdução da história da ciência no ensino da física, a minha opinião, face aos resultados obtidos, é a de que esta é uma prática essencial, pois conduz a uma melhor motivação e à aprendizagem dos diferentes temas que se aborda no ensino da física. Esta conclusão está, aliás de acordo com os resultados de outras experiências pedagógicas que referi ao longo do trabalho.

Para mim este trabalho foi muito interessante, embora inicialmente tivesse algumas dificuldades na parte teórica, que acabei por ultrapassar, com alguma persistência, determinação e com a ajuda da minha orientadora que sempre me ajudou e alertou para a importância desta parte. Foi igualmente muito vantajoso para mim, pois consegui motivar alguns alunos e acabei por verificar que é mais fácil incentivar os

jovens para o estudo da física do que pensava. O segredo está no diálogo que se estabelece com o aluno, na escolha de estratégias que levem a solicitações e a uma distribuição de tarefas individualizada, de forma a que cada um tenha a noção de que a sua contribuição "faz diferença".

Esta experiência suscitou-me a ideia de propor algumas actividades, no espírito das que realizei, que podem inclusivamente ser levadas mais longe. Passo a descrever algumas destas propostas:

- ❖ Realização de um trabalho de pesquisa sobre alguns cientistas mais emblemáticos, com vista à criação de uma banda desenhada para alunos do primeiro ciclo e segundo ciclo. Tratar-se-ia de uma actividade lúdica mas também informativa.
- ❖ Realização de exposições interactivas nos museus da ciência.
- ❖ Realização de exposições nas escolas sobre diferentes temáticas e até com carácter interdisciplinar (envolvendo professores de ciências e de humanidades).
- ❖ Realização de peças de teatro nas escolas, focando determinadas épocas e determinado cientista.
- ❖ Realização de debates na sala de aula, sobre assuntos mediáticos relacionados com a ciência.

Embora a preparação destas actividades exija tempo e dedicação, é possível concretizá-las desde que se acredite nos aspectos positivos que daí resultam.

Bibliografia

- Abbagnano, N. (1979). *História da Filosofia*. Volume XIII. 1ª edição, Editorial Presença. Lisboa.
- Allachin, D. (2003). Scientific Myth – Conceptions. *Science Education*, 87 (3), p. 329-351.
- Almeida, M. (2004). *Preparação de Professores de Física. Uma contribuição científico-pedagógica e didáctica*. 1ª edição, Livraria Almedina. Coimbra.
- Aragão, F. (1800). *Breve Compêndio ou Tratado sobre Electricidade*. Lisboa.
- Ardley, N. (1994). *Dicionário Escolar de Ciência*. 1ª edição, Civilização. Porto.
- Arends, R. (1995). *Aprender a Ensinar*. 1ª edição, McGraw - Hill. Lisboa.
- Bernardo, L. M. (1998). Francisco de Faria e Aragão e a Electricidade no Séc. XVIII. *Gazeta de Física*, 21 (2), p. 19-25.
- Borges, C. (2005). *História da Ciência no Ensino. Óptica no Museu*. Tese de Mestrado em História da Ciência no Ensino – Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, Coimbra.
- Cameirão, M. (1997). *História da Ciência no Ensino. Uma Iniciação ao Estudo da Lei da Gravitação Universal*. Tese de Mestrado em História da Ciência no Ensino – Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, Coimbra.
- Carvalho, R. (1973). *História da Electricidade Estática*. 1ª edição, Atlântida Editora. Coimbra.
- Carvalho, R. (1978). *História do Gabinete de Física da Universidade de Coimbra*. 1ª edição, Biblioteca Geral da Universidade de Coimbra. Coimbra.
- Carvalho, R. (1982). *A Física Experimental em Portugal no século XVIII*. 1ª edição, Instituto de Cultura e Língua Portuguesa. Lisboa.
- Cohen, I. (1995). *Science and the Founding Fathers*, W.W. Norton & Company. New York / London.
- Delors, J. (1996). Os Professores em busca de novas perspectivas. *Educação: Um tesouro a descobrir*, Relatório para a UNESCO da Comissão Internacional sobre Educação, Educação, Capítulo 7, p. 131-144.
- Domínguez F. (2002). *História de la Electricidad*. [Versão electrónica]. Acedido em 11 de Fevereiro de 2006, em <http://tochtli.fisica.uson.mx/electro/historia.htm>
- Filho, M. (1993). *Ciência e Iluminismo*. [Versão electrónica]. Acedido em 12 de

- Outubro de 2006, em http://www.saberhistoria.hpg.ig.com.br/nova_pagina_110.htm
- Fiolhais, C. e Fiolhais M. e Gil V. e Paiva J. e Morais C. e Costa S. (2006). *Terra no Espaço. Terra em Transformação. Ciências Físico-Químicas – 7ºano. Manual*. 1ª edição, Texto Editores. Lisboa.
- Fiolhais, C., Fiolhais M., Gil V., Paiva J., Morais C. e Costa S. (2006). *Terra no Espaço. Terra em Transformação. Ciências Físico-Químicas – 7ºano. Caderno de actividades*. 1ª edição, Texto Editores. Lisboa.
- Física D+ (2005). *Grandes Mentos – Benjamin Franklin*. [Versão electrónica]. Acedido em 18 de Fevereiro de 2006, em <http://www.geocities.com/fisicademais/fisicos/grandes.htm>
- Fitas, A. (2000). *Notas de História das ideias em Física*. [Versão electrónica]. Acedido em 22 de Junho de 2006, em <http://home.uevora.pt/~afitas/hciencia.pdf>
- Franklin, B. (1756). *Expériences et Observations sur l'Électricité faites à Philadelphie en Amérique par M. Benjamin Franklin ; & communiquées dans plusieurs Lettres à M. P. Collison, de la Société Royale de Londres; traduites de l'anglais. Second édition. Revûe, corrigée e augmentée d'un supplément considérable du même Auteur, avec des notes e des Expériences nouvelles*. Par M. D'Alibard. Tomes I, II, Chez Durant. Paris.
- Gardiner, P. (1959). *Teorias da História*. 3ª edição, Fundação Calouste Gulbenkian. Lisboa.
- Guedes, M. (1999). Pára-Raios. *Electricidade*, nº 366, p. 120-121.
- Guedes, M. (1999). Um achado. *Electricidade*, nº 364, p. 61-62.
- Guedes, M. (2003). *O Fenómeno Eléctrico: Algumas Ideias e Experiências durante o Século XVIII*. [Versão electrónica]. Acedido em 26 de Julho de 2006, em <http://paginas.fe.up.pt/histel/FenomEl.pdf>
- Hankins, T. (2002). *Ciência e Iluminismo*. 1ª edição, Porto Editora. Porto.
- Hann, J. (1991). *Como Funciona a Ciência*. 1ª edição, Selecções do Reader's Digest. Lisboa.
- Heilbron, J. L. (1982). *Elements of Early Modern Physics*. University of California Press. Berkley.
- Kingsley, N. (1989). *Benjamin Franklin*, Series Editor Joan Solomon, The Association for Science Education, College Lane, Hatfield.
- Kosminsky, L. e Giordan, M. (2002). *Visões sobre Ciências e sobre Cientistas entre Estudantes do Ensino Médio*. [Versão electrónica]. Acedido em 7 de Janeiro de 2006,

em: <http://www.fsc.ufsc.br/ccef/port/22-1/>

Kragh, H. (2001). *Introdução à Historiografia da Ciência*. 1ª edição, Porto Editora. Porto.

Lombardi, O (1997). La pertinencia de la historia en la enseñanza de ciencias: argumentos y contraargumentos. *Enseñanza de las Ciencias*, 15 (3), p. 343-349.

Lowith, K. (1977). *O Sentido da História*. 1ª edição, edições 70. Lisboa.

Maciel, N. e Miranda, A. (2004). *Eu e o Planeta Azul. Viver Melhor na Terra. Ciências Físico-Químicas – 9ºano. Manual*. 1ª edição, Porto Editora. Porto.

Maciel, N. e Miranda, A. (2004). *Eu e o Planeta Azul. Viver Melhor na Terra. Ciências Físico-Químicas – 9ºano. Caderno de actividades*. 1ª edição, Porto Editora. Porto.

Maciel, N. e Miranda, A. (2004). *Eu e o Planeta Azul. Viver Melhor na Terra. Ciências Físico-Químicas – 9ºano. Guia do Professor*. 1ª edição, Porto Editora. Porto.

Matos, A. (2004). *A Electricidade em Portugal. Dos primórdios à 2ª Guerra Mundial*. 1ª edição, EDP/Museu da Electricidade. Lisboa.

Meadowcroft E. (1968). *Benjamin Franklin*. 2ª edição, Companhia Editora do Minho. Barcelos.

Pires, E. (1995). *Lei de Bases do Sistema Educativo*, Asa. Lisboa.

Reis, P., Rodrigues, S. e Santos, F.(2006). Concepções sobre os cientistas em alunos do 1º ciclo do Ensino Básico: "Poções, máquinas, monstros, invenções e outras coisas malucas". *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias Vol.5 Nº 1*, p.51-74.

Rodrigues, M. e Dias, F. (2004). *Ciências na nossa Vida. Viver melhor na Terra. Ciências Físico-Químicas – 9ºano.Manual*.1ª edição, Porto Editora. Porto.

Rodrigues, M. e Dias, F. (2004). *Ciências na nossa Vida. Viver melhor na Terra. Ciências Físico-Químicas – 9ºano. Caderno de actividades*. 1ª edição, Porto Editora . Porto.

Rodrigues, M. e Dias, F. (2004). *Ciências na nossa Vida. Viver melhor na Terra. Ciências Físico-Químicas – 9ºano. Guia do Professor*. 1ª edição, Porto Editora . Porto.

Ruivo, M. (2004). O Iluminismo e a Cultura Científica. *Laboratório do Mundo – Ideias e Saberes do Século XVIII*, Pinacoteca, São Paulo, p. 27-37.

Ruivo, M. (2005). *História das Ideias em Física*, Departamento de Física da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra. Coimbra.

Santos, J. (2002). *História da Ciência no Ensino. Aprender com os Museus*. Tese de Mestrado em História da Ciência no Ensino – Faculdade de Ciências e Tecnologia da

Universidade de Coimbra, Coimbra.

Serra, J. (1996). *Elogio de Benjamin Franklin*. 1ª edição, Fundação Luso – Americana para o desenvolvimento. Lisboa.

Silva, L. (2005). *Benjamin Franklin*. [Versão electrónica]. Acedido em 9 de Janeiro de 2006, em

<http://br.geocities.com/saladefisica9/biografias/franklin.htm>

Solbes, J. y Traver, M. (2001). Resultados obtenidos introduciendo história de la ciencia en las clases de física y química: Mejora de la imagen de la ciencia y desarrollo de actitudes positivas. *Enseñanza de las Ciencias*, 19(1), p. 151-160.

Solomon, J. (1991). *Exploring The Nature of Science*, Blackie & Son Ltd. London.

Sprinthall, N. e Sprinthall, R. (1990). *Psicologia Educacional*. 1ª edição, McGraw - Hill. Lisboa.

Taylor, B. e Terry, C. (1993). *Ciência Divertida. Electricidade e ímanes*. 1ª edição, Nicola Barber. São Paulo.

Trindade, D. e Trindade, L. (2003). *A História da História da Ciência. Uma possibilidade para aprender ciências*. 1ª edição, Madras Editora. São Paulo.

U.S. Government Printing Office. (2005), *Benjamin Franklin*. [Versão electrónica]. Acedido em 10 de Janeiro de 2006, em

<http://bensguide.gpo.gov/benfranklin/index.html>

VanCleave, J. (2000). *Física para Jovens*. 2ª edição, Dom Quixote. Lisboa.

Verney, L. (1950). *Verdadeiro Método de Estudar*. 1ª edição, Livraria Sá da Costa Editora. Lisboa.

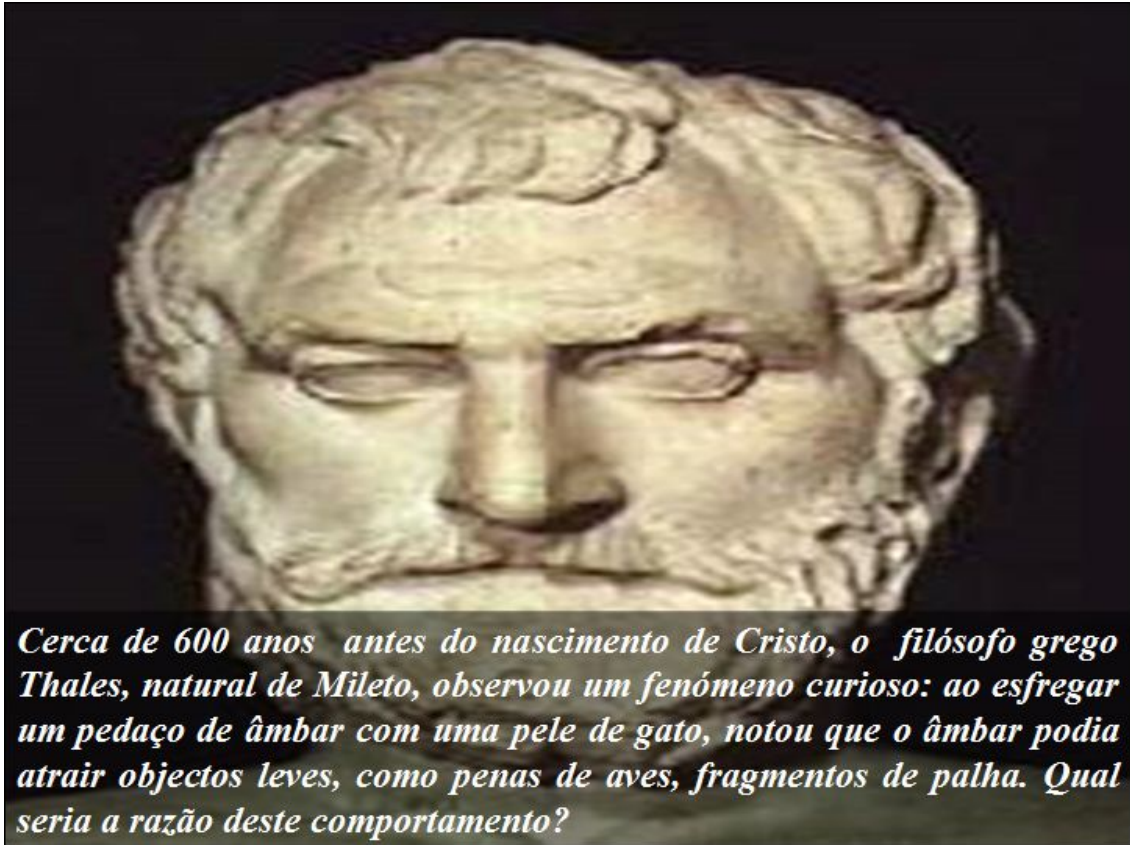
Walker, J. (2001). *O Grande Circo da Física*. 2ª edição, Gradiva. Lisboa.

As imagens de gravuras contidas nesta tese, incluindo a da capa, foram retiradas do livro Franklin, B. (1756), beneficiando de algum tratamento informático.

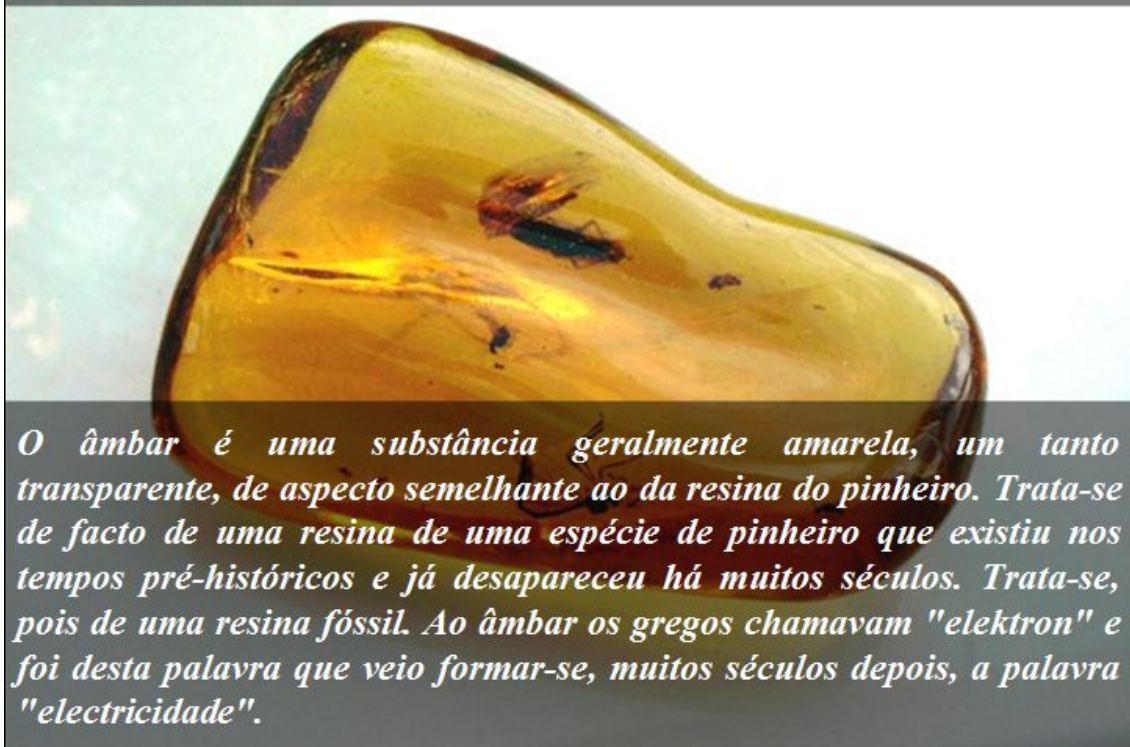
Anexo A

Breve história da electricidade em *power point*





Mas o que é o âmbar?



Como explicar as propriedades do âmbar?



O âmbar deu muito que pensar aos filósofos daquelas épocas. Donde proviria o poder mágico dessa substância de cor e de aroma tão agradáveis, arrancada das profundidades da terra, capaz de chamar a si os pequenos corpos leves? Que relação existiria entre o poder dessa substância e o poder ilimitado dos deuses que os gregos adoravam?

Thales de Mileto entendia que o âmbar deveria ter alma e, por meio dela, procurava explicar o fenómeno da atracção. Outros pensavam que entre o âmbar e os corpos atraídos havia certa simpatia graças à qual a atracção se manifestava.



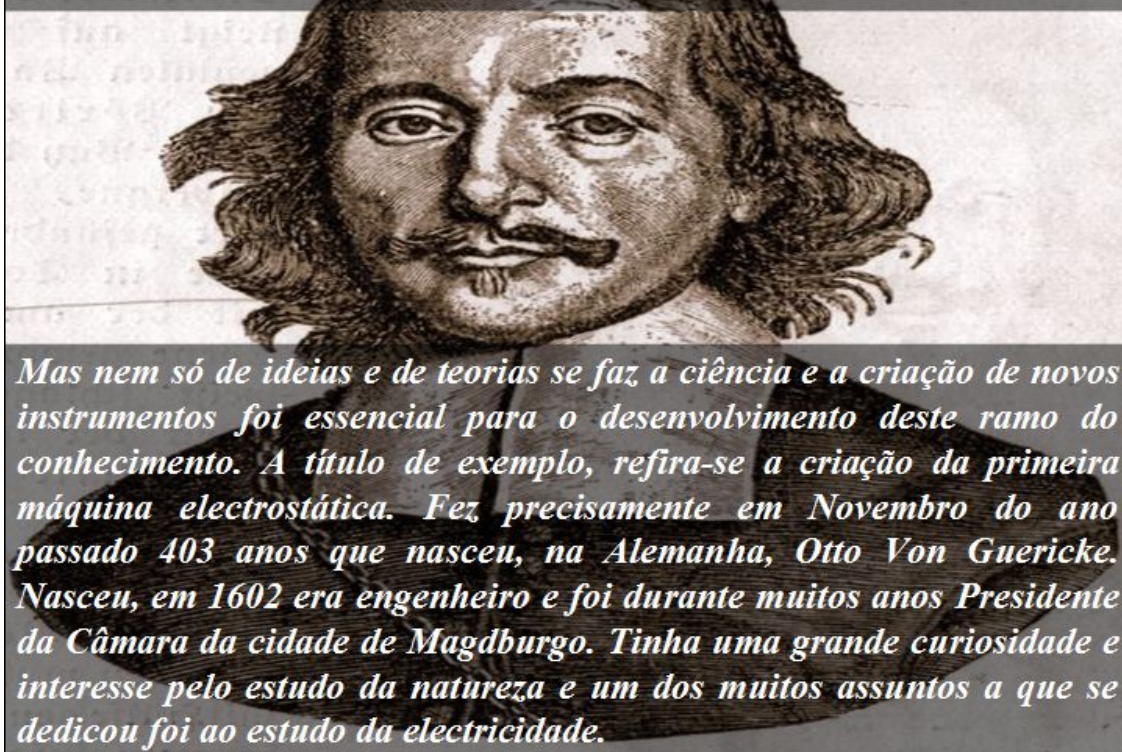


O despertar da electricidade a partir do século XVII

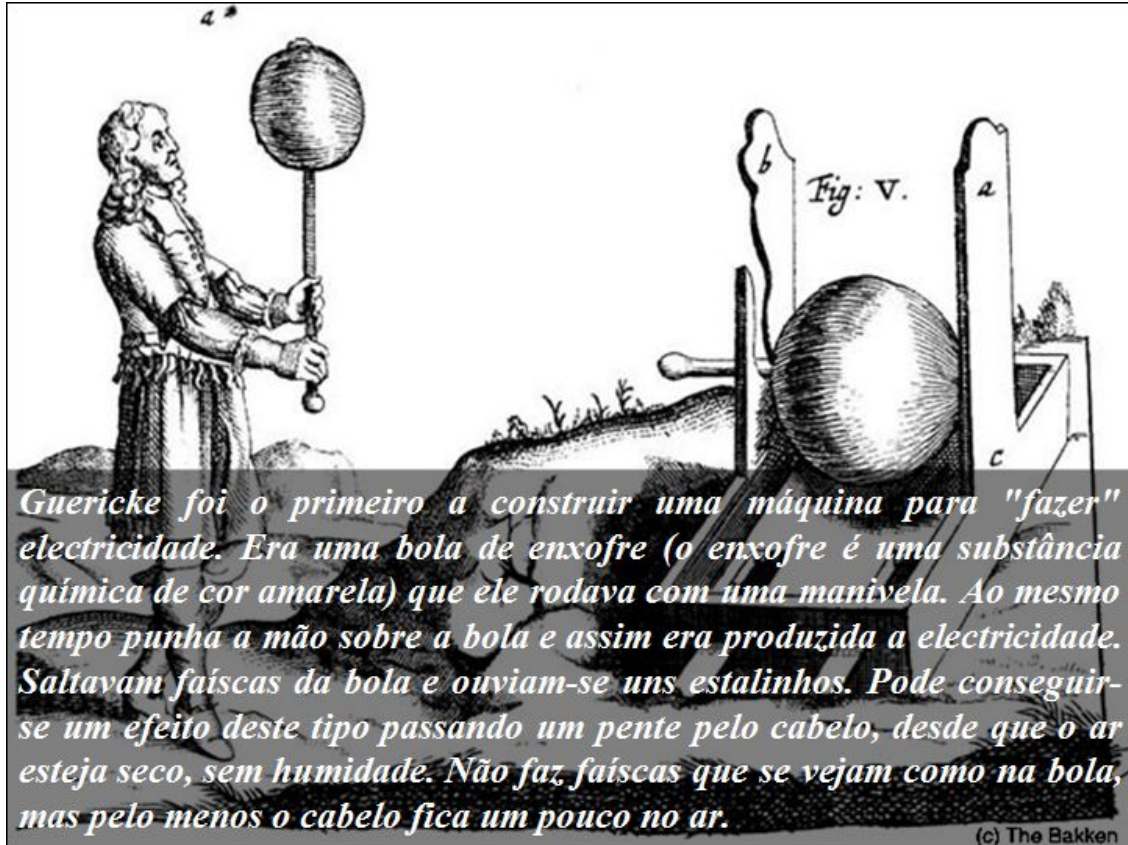


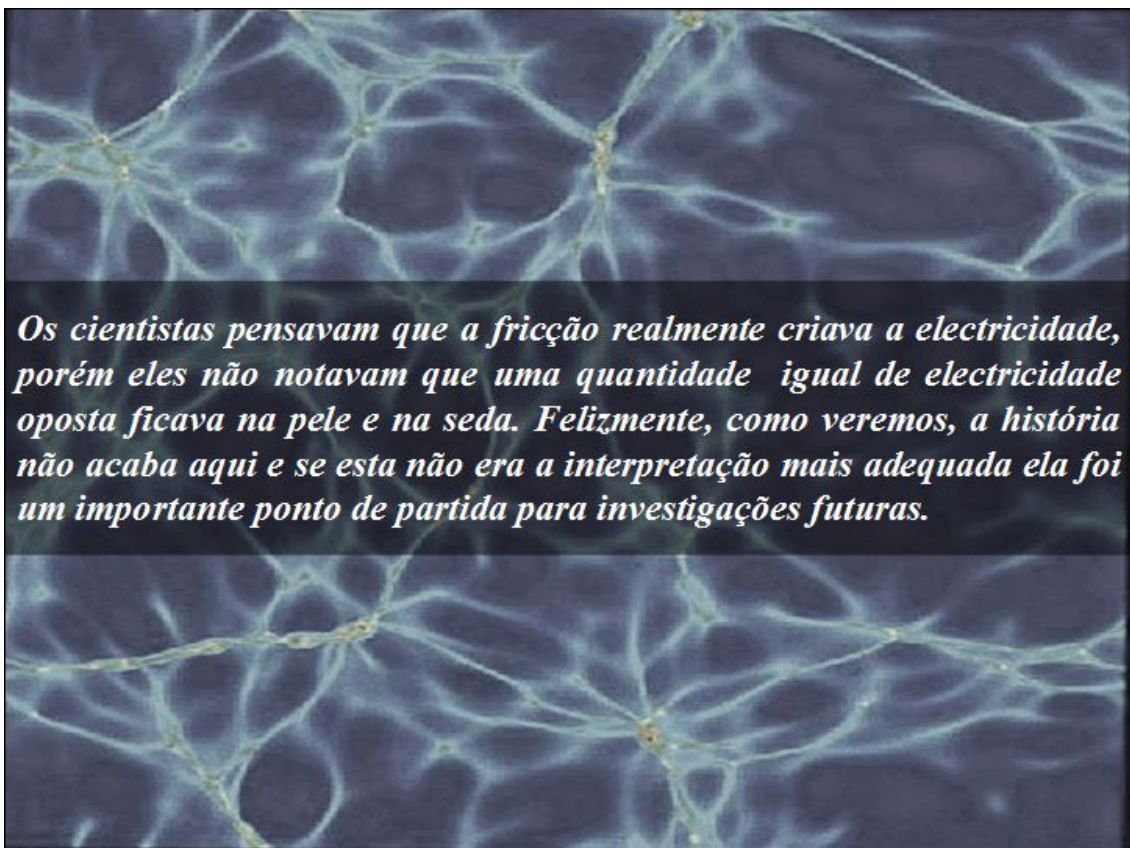
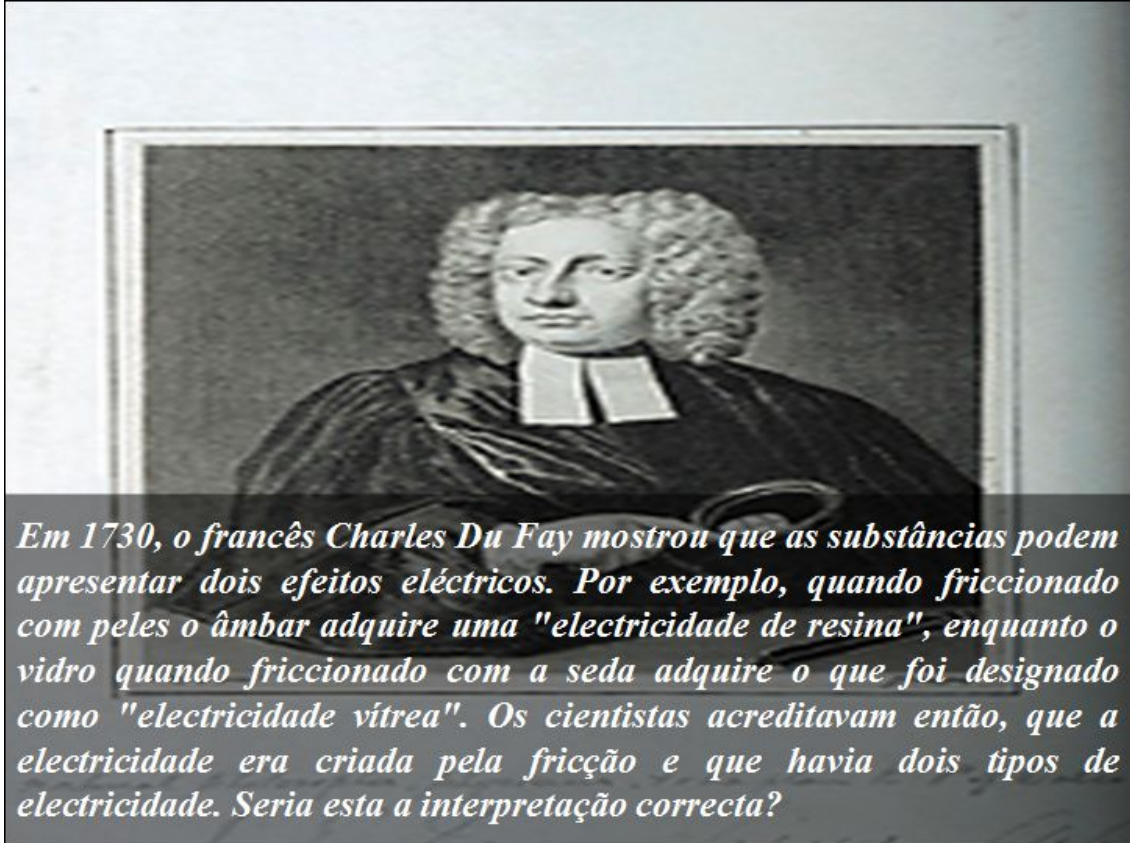
A partir do século XVII, o estudo dos fenómenos eléctricos teve progressos consideráveis. Sabe-se que em 1600, William Gilbert, médico da Rainha Elizabeth I, foi o primeiro a distinguir claramente entre fenómenos eléctricos e magnéticos. Gilbert mostrou que o efeito eléctrico não é exclusivo do âmbar, mas que muitas outras substâncias podem ser carregadas electricamente ao serem esfregadas. Foi o primeiro a usar a palavra electricidade e a distinguir entre materiais eléctricos e não eléctricos.

A Ciência faz-se com as ideias e com as mãos




Mas nem só de ideias e de teorias se faz a ciência e a criação de novos instrumentos foi essencial para o desenvolvimento deste ramo do conhecimento. A título de exemplo, refira-se a criação da primeira máquina electrostática. Fez precisamente em Novembro do ano passado 403 anos que nasceu, na Alemanha, Otto Von Guericke. Nasceu, em 1602 era engenheiro e foi durante muitos anos Presidente da Câmara da cidade de Magdburgo. Tinha uma grande curiosidade e interesse pelo estudo da natureza e um dos muitos assuntos a que se dedicou foi ao estudo da electricidade.






Benjamin Franklin entra na história da electricidade



Benjamin Franklin, (cujo tricentenário do nascimento se comemora este ano) foi um cientista que teve uma importância fundamental para a compreensão da electricidade, da sua utilidade e para o desenvolvimento das suas aplicações. Benjamin Franklin (1706-1790), nasceu em Boston, na colónia britânica que em breve se tornaria nos Estados Unidos da América e nunca estudou numa universidade, tendo completado apenas o curso primário. Veio a ser, no entanto, um homem culto e sabedor, pois aprendeu por si próprio. Aprendeu Física lendo os trabalhos de Newton, foi estadista, soldado, escritor, editor, filósofo, inventor e naturalista.



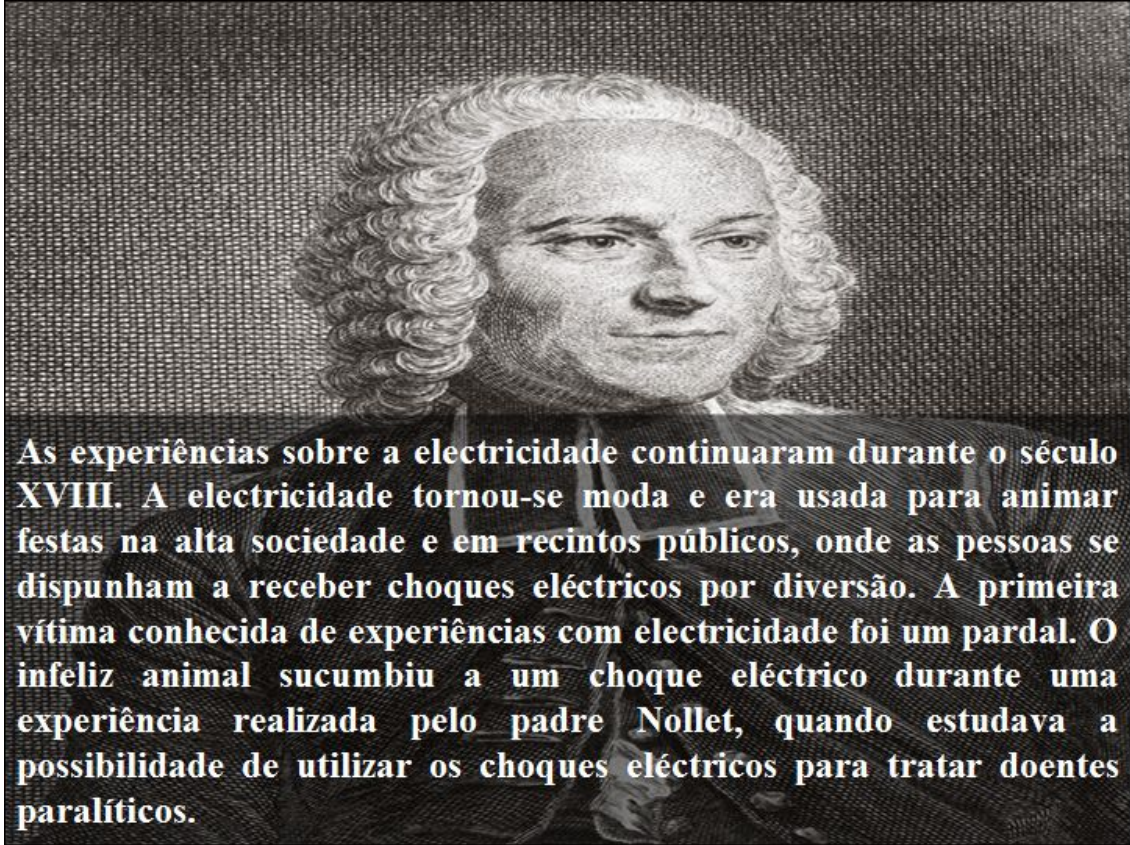
Uma das grandes contribuições de Franklin foi compreender que não havia dois tipos de electricidade, mas que os corpos eram constituídos por cargas positivas e negativas, que, quando em igual número, não produzem qualquer efeito. Diz-se, então que o corpo está neutro. Ao friccionar um objecto, não estamos a criar electricidade, estamos a retirar uma certa quantidade de carga, ficando no corpo igual número de cargas de sinal contrário. Cargas de sinal contrário atraem-se e do mesmo sinal repelem-se, mas a quantidade total de carga mantém-se constante. Franklin explicou com base nestas ideias, o funcionamento da garrafa de Leyden.

Mas o conhecimento da electricidade deveria ser útil à humanidade. Será que o raio e o trovão eram o resultado de uma descarga eléctrica? Se assim fosse talvez se pudesse construir um invento para proteger a humanidade dos perigos da trovoada. Franklin imaginou então o pára-raios e descreveu o modo como devia ser realizada a experiência para o testar.



Como um cientista nunca está sozinho e os cientistas comunicam entre si, antes que Franklin tivesse meios para realizar a sua experiência, ela foi feita em França, em 1752, por François d'Allibard, um grande admirador de Franklin. Meses mais tarde Franklin fez uma experiência do mesmo tipo na América. Ambas as experiências confirmaram as ideias de Franklin e o pára-raios passou a proteger os edifícios dos perigos do raio.





Um novo ramo de saber – O Electromagnetismo

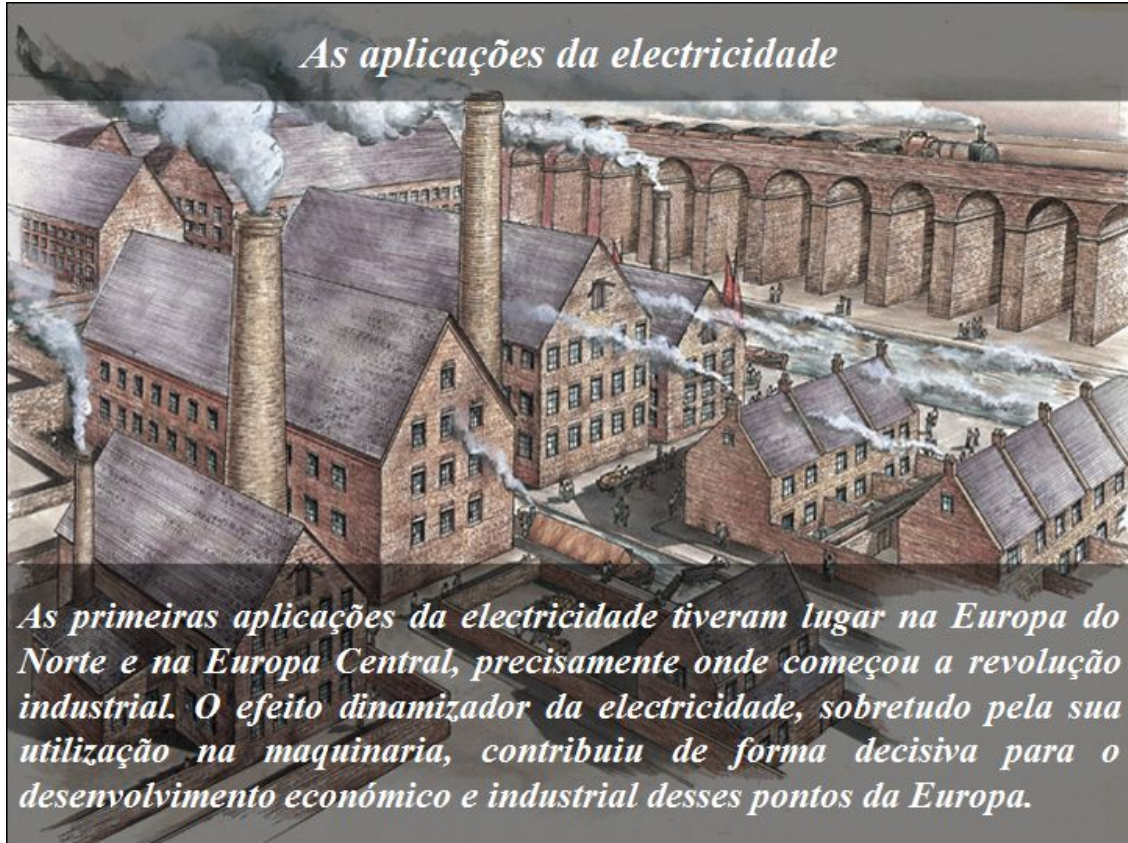


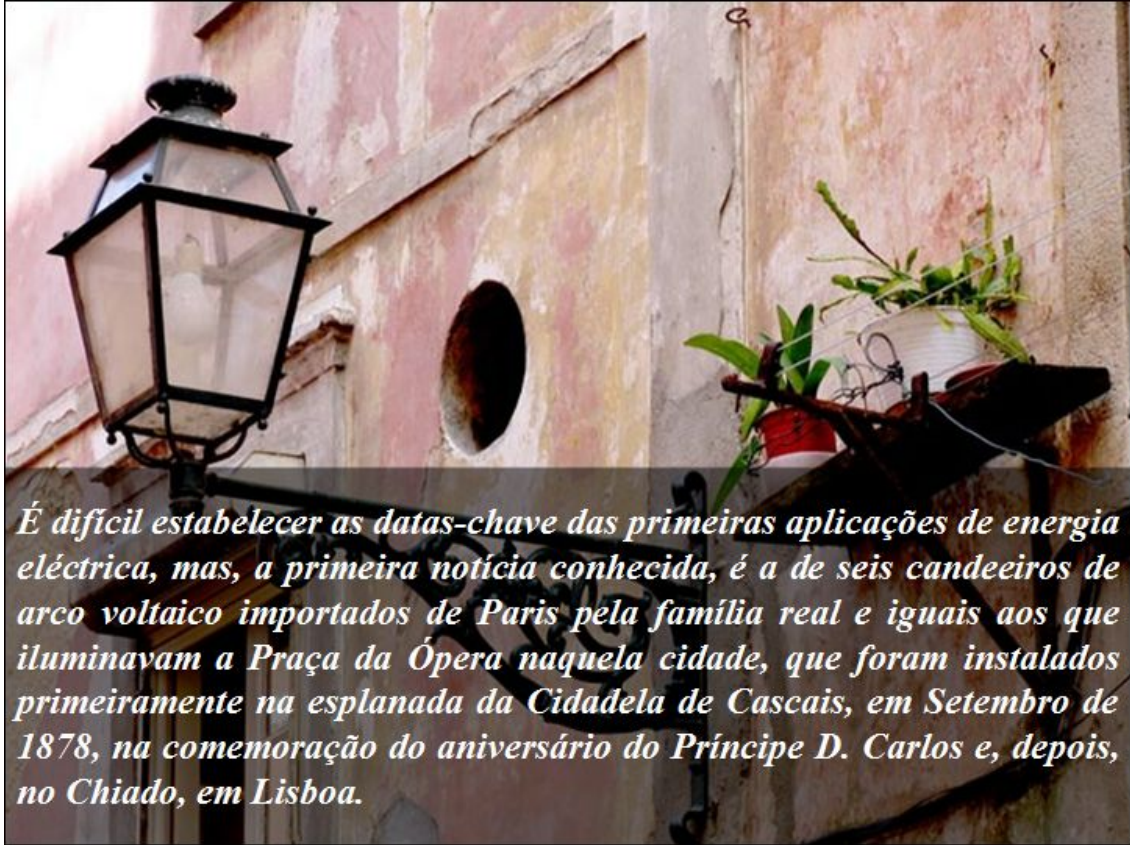


No século XIX o estudo da electricidade levou novo impulso. Precisamente no virar do século, em 1800, Alessandro Volta apresentou ao mundo um invento revolucionário: a pilha eléctrica, o primeiro gerador de electricidade. Como é frequente acontecer, Volta apoiou-se em investigações anteriores de outro cientista Italiano Luigi Galvani.



A utilização deste invento mostrou ser útil para descobrir a relação entre a electricidade e o magnetismo, que levaria à criação da teoria do electromagnetismo. Os cientistas mais importantes neste campo foram Oersted, Ampère, Faraday, Maxwell e Hertz.





Anexo B

Power point sobre a vida de Benjamin Franklin

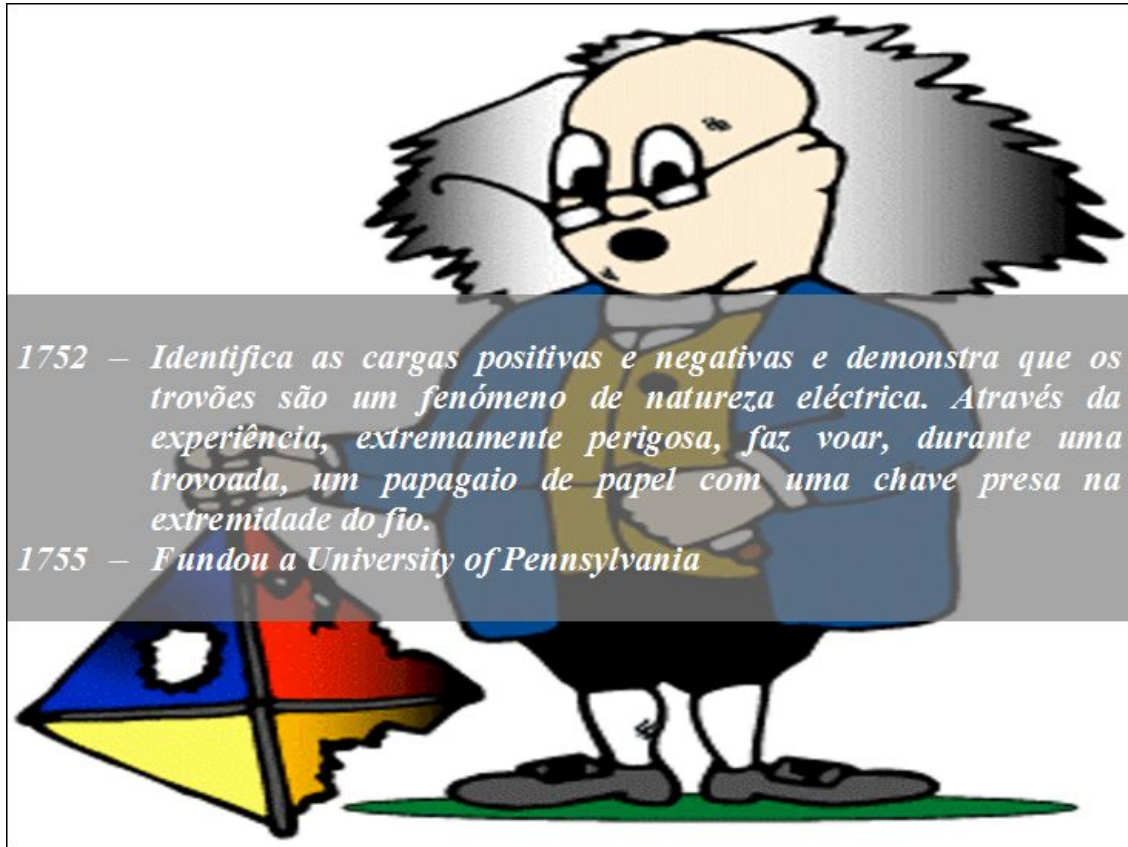


1706 – Nasce em Boston, Massachusetts, oriundo de uma família numerosa e de recursos modestos.

1718 – Aos 12 anos começa a trabalhar na oficina do irmão James como aprendiz de tipógrafo.





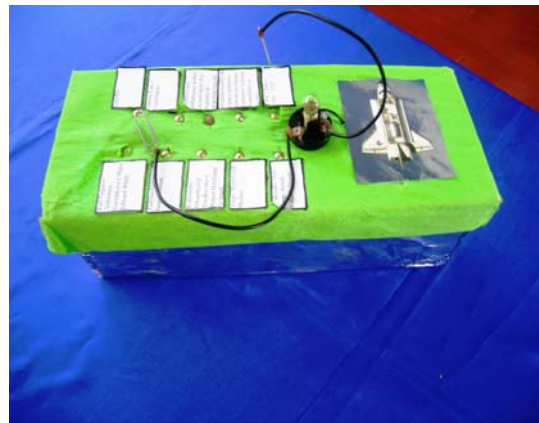




Anexo C

"O Mundo Mágico da Electricidade"

Preparação dos trabalhos





Cartaz da exposição

ESCOLA BÁSICA E SECUNDÁRIA DR. ANGELO AUGUSTO DA SILVA

**EXPOSIÇÃO SOBRE ELECTRICIDADE E MAGNETISMO
•O MUNDO MÁGICO DA ELECTRICIDADE•**

**CELEBRAÇÃO DO TRICENTENÁRIO DO NASCIMENTO DE BENJAMIN
FRANKLIN. TRABALHOS REALIZADOS POR ALUNOS DO 7º E 9º ANOS
DE ESCOLARIDADE**

**30 DE JUNHO DE 2006
SALA DE SECÇÕES**

Guia de visita

Guia de visita

«O Mundo Mágico da Electricidade»

Os trabalhos da exposição inserem-se nos conteúdos programáticos da disciplina de Físico-Química: Energia do 7ºano de escolaridade e Sistemas Eléctricos e Electrónicos do 9º ano de escolaridade.

Esta exposição pretende fornecer uma experiência educacional estimulante a todos os seus visitantes, mas para isso é necessário esclarecer relativamente à atitude a tomar durante a mesma:

Antes da visita:

Os alunos deverão levar fichas de observação para, ao longo da visita, registarem um variado número de aspectos que lhes pareçam importantes, tais como:

- ❖ Ideias e sentimentos despertados pela interacção com alguns dos trabalhos expostos.
- ❖ Questões suscitadas pelos tópicos de estudo relacionados com os trabalhos.
- ❖ Descrever o trabalho que maior curiosidade despertou através de um desenho ou de uma composição escrita.
- ❖ Preenchimento de um questionário.

Após a visita:

1. Os alunos devem responder a um novo questionário.
2. Os alunos devem expor à turma aquilo que aprenderam, as dúvidas que permanecem e aquelas que entretanto surgiram e tirarem conclusões.

A professora deve avaliar o que os alunos aprenderam e comparar com aquilo que eles sabiam antes da visita à exposição. A professora deve promover outro tipo de actividades, como por exemplo:

- ❖ Elaborar um folheto para o jornal da Escola.
- ❖ Fazer um cartaz alusivo ao tema.
- ❖ Realizar outro tipo de actividades relacionadas com o tema.

Inquérito inicial



**ESCOLA BÁSICA E SECUNDÁRIA
DR. ÂNGELO AUGUSTO DA SILVA**

Físico-Química

Exposição

Inquérito Inicial

Ano Lectivo 2005/2006

«O Mundo Mágico da Electricidade»

Rapaz

Rapariga

1. É a primeira vez que visitas uma exposição sobre Física?

Sim

Não

2. O teu interesse pela disciplina de Físico-Química é:

Muito

Algum

Nenhum

3. Pensas que esta visita vai ser:

Interessante

Desinteressante

Não tenho opinião

4. Gostas de estudar "Ciência"? Qual é a área de Ciência que mais gostas?

5. Que ideia tens de um cientista? Caracteriza o tipo de pessoa que para ti representa um cientista. (Podes ilustrar a tua resposta com um desenho?).

Experiências

Conduzem ou não?

Material:

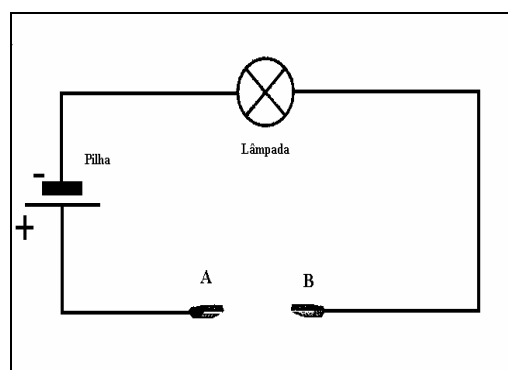
- Placa com um circuito em série;
- Elástico, fio metálico, régua de madeira, um clipe, uma moeda, régua de esferovite, vareta de vidro.

Procedimento:

1. Na tua folha de rascunho faz uma tabela igual à que está representada em baixo;
2. Escolhe um material a testar;
3. Colocar o crocodilo (A) numa ponta do material escolhido;
4. Colocar o crocodilo (B) na outra extremidade do material;
5. Assinala com X na tua tabela se a lâmpada acende ou não;

Compara os resultados. Que podes concluir?

Material	Acende	Não Acende
Elástico		
Fio metálico		
Régua de madeira		
Clipe		
Moeda		
Régua de esferovite		
Vareta de vidro		



Explicação:

Um circuito eléctrico é o caminho através do qual se movem pequenas partículas, portadoras da carga eléctrica, chamadas electrões. Os electrões que estão no pólo negativo da pilha, quando se liga o circuito começam a vibrar iniciando o seu percurso pelos condutores eléctricos em direcção ao pólo positivo. Quando não existe uma ligação por onde as cargas possam movimentar diz-se que o circuito está aberto e a lâmpada não acende.

Na nossa experiência, os materiais que se colocam nos pontos A e B, desempenham o papel de um interruptor: quando estabelecem a ligação, fechando o circuito, a lâmpada acende, então o material é chamado condutor eléctrico ou bom condutor;

- A.** Quando estabelecem a ligação e o circuito permanece aberto, a lâmpada não acende, então o material é chamado mau condutor eléctrico ou isolador;
- B.** Após a análise dos resultados, verificas que são os metais os condutores e os não metais os isoladores. Sabes porquê? Nos metais os electrões têm muita liberdade de movimento e nos isoladores os electrões estão muito ligados à estrutura no material, por isso praticamente não se movem.

Palhinhas eléctricas

Objectivo: Mostrar a existência da força de atracção entre objectos electrizados

Material:

- Palhinhas;
- Pele de coelho;
- Vareta de vidro;
- Rolha;
- Suporte.

Procedimento:

1. Colocar uma palhinha no suporte rotativo; com a pele de coelho friccionar a outra palhinha; aproximar lentamente a palhinha friccionada da que está no suporte, tendo o cuidado de elas não se tocarem. O que observas?
2. Friccionar duas palhinhas; colocar uma no suporte e aproximar a outra, tal como anteriormente. O que observas?

Explicação:

Na natureza todas as substâncias são constituídas por pequenas partículas electricamente neutras chamadas átomos. Mais tarde irás estudar que os átomos têm uma determinada estrutura e são constituídos por cargas eléctricas positivas e negativas em igual número. As únicas que se podem mover são as que têm carga negativa e que têm o nome de electrões e por essa razão podemos alterar o valor da carga eléctrica de algumas substâncias. Nesta experiência iremos electrizar uma palhinha friccionando-a numa pele de coelho, de modo a ficar com excesso de cargas negativas (electrizada negativamente).

Ao aproximarmos as duas palhinhas vai haver um rearranjo momentâneo da disposição das cargas negativas existentes na palhinha que está colocada no suporte rotativo, que origina uma força atractiva, daí o movimento.

No segundo caso, agora devido às palhinhas estarem electrizadas com cargas eléctricas iguais, a força é repulsiva, por isso elas afastam-se.

Podemos concluir com base nesta experiência que na natureza as cargas eléctricas de sinal contrário exercem entre si forças atractivas e cargas eléctricas do mesmo sinal exercem entre si forças repulsivas.

A mão nervosa

Material:

- Placa com um circuito eléctrico em série.

Procedimento:

1. Mantendo a mão o mais firme possível, passa a argola à volta do fio de cobre sem tocar.

Explicação:

Um circuito eléctrico é o caminho através do qual se movem pequenas partículas, portadoras de carga eléctrica, chamadas electrões. Os electrões que estão no pólo negativo da pilha, quando se liga o circuito começam a vibrar iniciando o seu percurso pelos condutores eléctricos em direcção ao pólo positivo.

Quando não existe uma ligação por onde as cargas possam movimentar diz-se que o circuito está aberto e a lâmpada não acende. Quando existe uma ligação por onde as cargas possam movimentar diz-se que o circuito está fechado e a lâmpada acende.

Neste caso, se a tua mão balançar e a argola tocar no fio de cobre, o circuito fecha-se e a lâmpada acende (estás a fechar o circuito e já agora ficamos a saber se és nervoso(a) ou não).

Electroímán

Material:

- Núcleo de ferro (pode ser um parafuso ou prego grande)
- Fonte de tensão ou pilha de 4,5 V
- Clipes ou outro material metálico
- Fios
- Interruptor

Procedimento:

1. Liga o interruptor.
2. Aproxima a extremidade do prego dos clipes.
3. Levanta o prego suavemente.
4. Verifica o que acontece.
5. Desliga o interruptor.
6. Verifica novamente o que acontece.

Explicação:

Os electroímãs são constituídos por um enrolamento de um fio em torno de um núcleo de ferro (um prego ou um parafuso). Quando a corrente eléctrica percorre o enrolamento, cria um campo magnético e o núcleo de ferro magnetiza-se, tornando-se num íman. Quando a corrente eléctrica é desligada, o núcleo de ferro deixa de estar magnetizado.

Este dispositivo é um íman artificial, que se designa por electroímán e que tem muitas aplicações, como por exemplo em campainhas, dispositivos automáticos, etc. Sempre que uma corrente eléctrica percorre um condutor, cria um campo magnético. Neste caso o campo magnético é a zona onde se pode sentir a influência do íman, usando um corpo de prova, neste caso, os clipes. O prego fica magnetizado, mas quando se desliga a corrente eléctrica, perde essas propriedades (não é um íman permanente).

Na representação esquemática, as linhas curvas, designadas por linhas de campo, que saem do pólo norte – N e dirigem-se para o pólo sul – S, pretendem representar o campo magnético à volta do electroímán.

Fazer um "penteadão"

Material:

- Limalha de ferro
- Íman em barra
- Caixa com fotografia

Procedimento:

1. Poderás "desenhar" o cabelo na cabeça do boneco colocando o íman em barra por detrás da caixa.

Explicação:

Poderás ver o campo magnético que rodeia um íman usando um íman e limalha de ferro. A limalha de ferro dispor-se-á segundo as interações magnéticas do íman, reunindo-se em volta dos pólos sul e norte do íman. A limalha de ferro forma um padrão de linhas entre o pólo sul e norte do íman. Estas linhas são chamadas de linhas de campo e mostram a "força" invisível do campo magnético do íman.

Atenção: Toma cuidado! A limalha de ferro é perigosa. Não inspires nem engulas e não leves os dedos à boca depois de lhe teres tocado.

O concurso dos circuitos

Material:

- Caixa
- Fios eléctricos
- Fios eléctricos com terminal em crocodilo
- Pilha
- Lâmpada
- Casquilho
- Ataches

Procedimento:

1. Toca num dos ataches do lado das perguntas com um dos fios de teste.
2. Coloca o outro sobre uma resposta do outro lado.
3. Se escolheste a resposta certa o circuito eléctrico completa-se e a lâmpada acende.

Explicação:

Para conseguirmos que a lâmpada acenda é necessário que a corrente eléctrica percorra um caminho que se chama circuito eléctrico.

Neste circuito deverão estar correctamente ligados entre si todos os elementos do circuito que são: o gerador (pilha), o receptor (lâmpada) e os fios de ligação. Se todos os elementos do circuito estiverem correctamente ligados entre si, formando um circuito eléctrico fechado, a lâmpada acende. Neste concurso isso acontece quando acertas na resposta.

Se os elementos do circuito não estiverem correctamente ligados entre si, o circuito eléctrico fica aberto e a lâmpada não acende. Neste concurso isso acontece quando não acertas na resposta.

Motor eléctrico: conversor de energia eléctrica em energia mecânica

Material:

- Motor

Procedimento:

1. Observa o motor e o circuito eléctrico de alimentação.
2. Liga o interruptor da fonte de alimentação.
3. Caso o movimento não se inicie, chama o professor de apoio.

Explicação:

Num motor há dois ímanes em que um impulsiona o outro. No nosso caso o íman em U é um íman permanente que tem os pólos norte e sul definidos. O electroíman ou bobina (parte rotativa do motor) também os tem mas a característica de cada pólo (norte ou sul) depende do sentido da corrente eléctrica. Quando se altera o sentido da corrente a posição dos pólos também se altera; do norte para o sul e do sul para norte.

Os pólos opostos dos dois ímanes atraem-se. O íman da armadura (parte central rotativa), tendo movimento livre gira a fim de que o pólo norte se aproxime do pólo sul do íman do campo e, o pólo sul do pólo norte do outro. Se nada mais acontecesse o motor pararia completamente. Um pouco antes de se encontrarem os pólos opostos, a corrente é invertida no electroíman da armadura (com o uso de um comutador), invertendo assim, a posição dos pólos; o norte passa a ser o que está próximo ao norte do campo e o sul passa a ser o que está próximo ao sul do campo. Eles repelem-se e o motor continua em movimento. É esse o princípio do funcionamento no motor de corrente contínua.

Este mecanismo permite converter energia eléctrica em energia mecânica, que é utilizada em muitas tarefas necessárias no nosso quotidiano.

Benjamin Franklin – vida e obra

Benjamin Franklin – vida e obra

Um pouco da história da sua vida ...

Benjamin Franklin nasceu há 300 anos, mais precisamente no dia 17 de Janeiro de 1706, em Boston, Massachusetts. O pai era um modesto fabricante de velas e sabão e Benjamin Franklin foi um dos dezassete filhos, nascido do segundo casamento do pai. Aos dez anos deixou os estudos e foi trabalhar para o estabelecimento do pai, mas o seu sonho era ser marinheiro. Vejamos como ele descreve a sua infância:

Vivíamos em circunstâncias modestas, como a maioria dos moradores da Nova Inglaterra da época. Os meus primeiros anos foram tranquilos: aprendi a ler, a escrever e a fazer cálculos elementares. Nas horas vagas, costumava brincar com os meus amigos da vizinhança. Em casa conversava com alguns amigos do meu pai pois este gostava de convidar pessoas mais crescidas. Na sua opinião, os filhos lucravam com as conversas das pessoas adultas por terem uma feição útil e interessante.

Mas esta vida despreocupada só durou até aos dez anos. Numa família pobre, essa já era uma boa idade para começar a trabalhar. Assim, deixei os meus estudos e fui trabalhar como aprendiz para o estabelecimento do meu pai.

Aos doze anos de idade saiu de casa para ir trabalhar como aprendiz na oficina de tipografia do seu irmão James. O estatuto de aprendiz obrigava-o a obedecer às ordens do irmão e a trabalhar para ele até aos 21 anos. Em troca recebia alojamento, alimentação e um pequeno salário. Esta profissão tinha os seus atractivos, pois permitia-lhe estar em contacto com os livros e satisfazer a sua curiosidade intelectual.

Foi nesta oficina que Franklin escreveu os seus primeiros versos e publicou os seus primeiros artigos no jornal editado pelo irmão, *The New England Courant*. No entanto, as más relações com James levaram-no a fugir aos 17 anos para Filadélfia, para iniciar nova vida.

Aos vinte e dois anos, instalou uma tipografia, fundou uma associação de carácter cultural e cívico, destinada a jovens operários e artesãos, chamada *Junto*, que foi a origem da Sociedade Filosófica Americana. Mais tarde comprou a Gazeta de Pensilvânia,

um jornal semanal em decadência, e transformou-o no melhor jornal da colónia. Casou aos 24 anos com Deborah Read e aos poucos transformou-se num próspero homem de negócios.

Em 1732 publicou um almanaque, intitulado *Poor Richard*, que era uma espécie de calendário que continha, além de ilustrações conselhos úteis, colecções de provérbios, jogos e divertimentos e que se tornou muito popular. A sua finalidade era promover a educação do grande público com base na honestidade. Profundamente empenhado em melhorar as condições de vida e a educação dos seus concidadãos, envolveu-se em diversos projectos de interesse público, com a criação da primeira biblioteca pública, a construção de um hospital, a pavimentação das ruas de Filadélfia, a criação de uma corporação de bombeiros e de companhias de seguros.

Franklin era, além do mais, uma pessoa divertida, muito sociável, que gostava de se reunir ao serão com os amigos para tocar, cantar, jogar xadrez ou simplesmente conversar. Entretanto, o seu gosto pelo saber continuava cada vez mais vivo. Apesar de não ter frequentado colégios ou universidade, tornou-se um homem culto, a par das novidades mais importantes do seu tempo, quer literárias quer científicas. Aos 43 anos afastou-se da maior parte dos negócios para se dedicar ao estudo da natureza, mas, dos contributos que deixou à ciência, nenhuma se compara ao da sua pesquisa e aplicações no campo da electricidade.

Mas foi também por volta desta idade que Franklin assumiu maiores responsabilidades no domínio da política e da acção cívica. Lembremos que a América do Norte era ainda uma colónia Inglesa e que o descontentamento e o desejo de independência eram cada vez mais intensos na população. Em 1757, Franklin partiu para Inglaterra como representante colonial da Pensilvânia, com vista a defender interesses da colónia junto do poder central. Mais tarde foi também representante da Geórgia, New Jersey e Massachussets, regressando em definitivo à América em 1775. Começou então a trabalhar activamente no movimento para a independência da América e fez parte da comissão que redigiu a Declaração de Independência dos Estados Unidos da América, assinada em 1776. Mais tarde foi ainda embaixador em França e presidente do conselho executivo da Pensilvânia. O seu último acto público foi escrever um tratado anti escravatura em 1789. Morreu em 1790, rodeado de admiração e estima dos seus concidadãos.

...e um pouco da história da sua obra científica

De entre as suas diversas actividades no domínio da ciência contam-se a elaboração de uma teoria sobre a origem e direcção das tempestades, o estudo dos ciclones e das correntes marítimas, a pesquisa em óptica, da qual resultou uma aplicação muito útil, as lentes bifocais. Para além disso, inventou um meio de corrigir a fumaça excessiva das chaminés e um fogão que fornecia maior quantidade de calor com um consumo reduzido de combustível.

Contudo as pesquisas mais importantes de Franklin encontram-se no domínio da electrostática, que nesse tempo era mal conhecida. Em 1752, a electricidade era um fenómeno desconhecido da maior parte das pessoas, muitos pensavam ainda que os relâmpagos eram uma força misteriosa, uma punição de Deus. Um dos objectivos do trabalho de Franklin foi o de provar que a trovoada era apenas um fenómeno de natureza eléctrica. Entretanto tinha sido descoberto, em 1745, um instrumento muito importante para o estudo da electricidade, o condensador, o primeiro instrumento capaz de armazenar energia eléctrica. Este condensador ficou conhecido por garrafa de Leyden e a explicação do seu funcionamento dividiu durante algum tempo os cientistas.

Franklin, à medida que realizava as suas experiências ia escrevendo cartas em que as relatava ao seu amigo Peter Collinson, que vivia em Londres e era membro da importante Royal Society. Em 1751, Peter Collinson publicou em Londres essas cartas, sob o título *Experiences and Observations on Electricity*, tendo depois sido feitas novas edições revistas e melhoradas. O livro foi um enorme sucesso, teve dez edições em quatro línguas diferentes e foi recomendado como manual para o ensino da electricidade por diversos cientistas da época. Franklin tornou-se famoso no mundo científico e foi eleito membro de diversas sociedades científicas. Na sua obra Franklin faz uma importante clarificação da natureza dos fenómenos eléctricos, pondo definitivamente de parte a ideia de dois tipos de electricidade diferentes, a vítrea e a resinosa, e estabelecendo que há apenas um tipo de electricidade, mas os corpos são compostos de cargas positivas e negativas. Se o corpo tem um excesso de carga negativa (positiva) está carregado negativamente (positivamente), se têm igual número de cargas dos dois tipos está no estado neutro. Esta teoria permitiu-lhe fornecer uma explicação adequada para o funcionamento da garrafa de Leyden.

Mas o conhecimento da electricidade deveria ser útil à humanidade. Será que o raio e o trovão eram o resultado de uma descarga eléctrica? Se assim fosse talvez se pudesse construir um invento para proteger a humanidade dos perigos da trovoada. Franklin imaginou então o pára-raios e descreveu o modo como devia ser realizada a experiência para o testar.

Como um cientista nunca está sozinho e os cientistas comunicam entre si, antes que Franklin tivesse meios para realizar a sua experiência, ela foi feita em França, em 1752, por François d'Allibard, um grande admirador de Franklin. Meses mais tarde Franklin fez uma experiência do mesmo tipo na América. Ambas as experiências confirmaram as ideias de Franklin e o pára-raios passou a proteger os edifícios dos perigos do raio.

Vejamos o que Franklin nos conta sobre esta experiência:

Nesse dia levava o coração inquieto ao pensar no resultado que daria a experiência. O meu filho Billy, que era então um rapaz de vinte e um anos, achava aquilo tudo uma ideia extravagante.

Começavam a cair os primeiros pingos de chuva, quando chegamos a um telheiro que havia nesse campo. Billy fez subir o papagaio, enquanto eu atava uma chave à extremidade do fio.

Já se ouvia, a pouca distância, o ribombar do trovão; cruzavam-se os relâmpagos, iluminando, com o seu clarão, o céu pardacento; a chuva caía a cântaros.

Aproximei da chave uma peça de metal, a fim de provocar uma descarga eléctrica mas tive uma decepção: não se estabeleceu qualquer corrente ao longo do fio, porém repeti a experiência com resultado idêntico. Já estava a sentir um certo desânimo, quando uma terceira nuvem, empurrada pelo vento, encobriu, novamente o papagaio, tornei a tocar na chave, com a peça de metal e desta vez com grande alegria obtive o resultado que eu esperava. Uma faísca, luzindo repentinamente deu-me a certeza que as nuvens eram, de facto, portadoras de electricidade.

Pedi o condensador ao Billy e dispus então as coisas de maneira a que a electricidade, passando pelo fio molhado e em seguida pela chave, fosse transmitido ao condensador.

Seguidamente, ao tocar com a mão no condensador, recebi um choque de tal maneira forte, que ia caindo para trás e radiantes regressamos a casa debaixo de chuva.

Durante os meses que se seguiram escrevi numerosas cartas e artigos, relatando a descoberta e aconselhando o uso de pára-raios para proteger os edifícios contra os efeitos desastrosos das trovoadas.

As minhas cartas e artigos foram lidos, não só na América, como no estrangeiro. Entre muita gente adquiri a fama de bruxo, por ter conseguido captar e aniquilar os relâmpagos. Mas entre o círculo de pessoas cultas fui considerado um grande cientista.

As experiências sobre a electricidade continuaram durante o século XVIII e depois no século XIX, permitindo não só uma melhor compreensão do fenómeno mas também as importantes aplicações práticas que hoje fazem o nosso dia tão diferente do tempo de Franklin.

Bibliografia:

Kingsley, N. (1989). *Benjamin Franklin*, Series Editor Joan Solomon, The Association for Science Education, College Lane, Hatfield.

Meadowcroft E. (1968). *Benjamin Franklin*. 2ª edição, Companhia Editora do Minho. Barcelos.

Fotografias da exposição

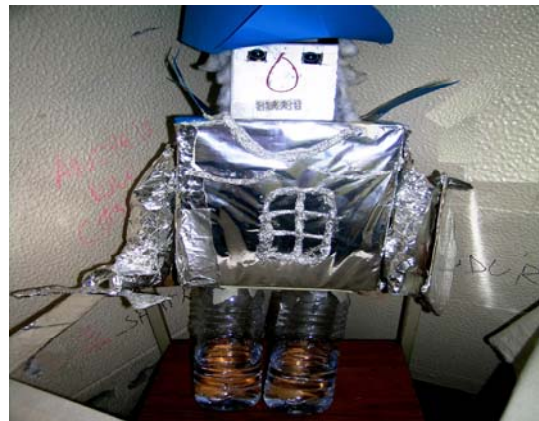
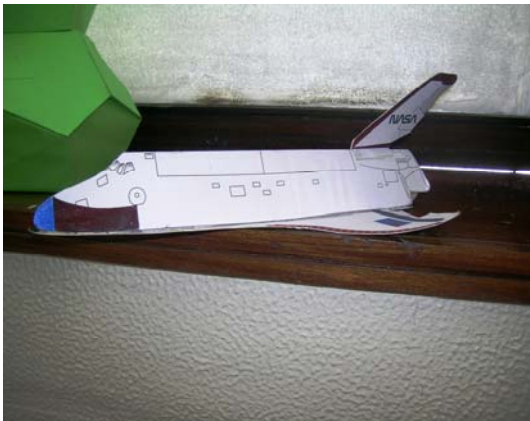




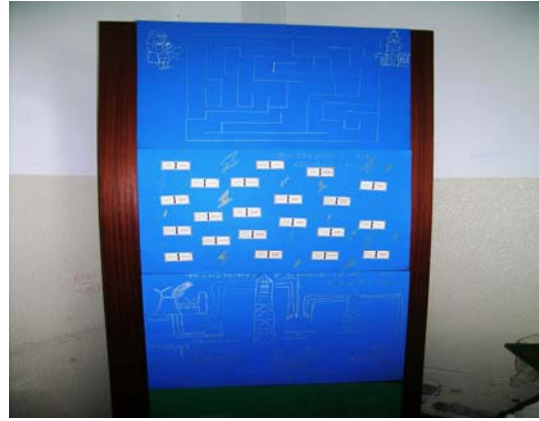


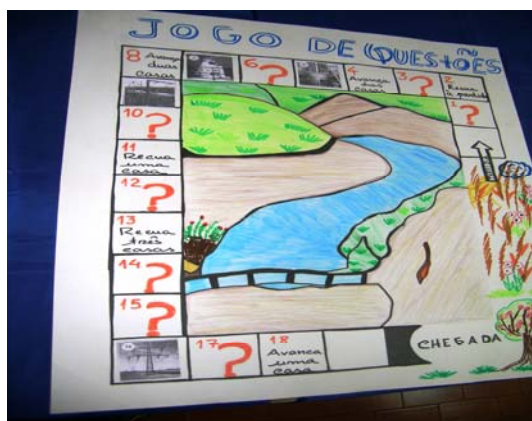
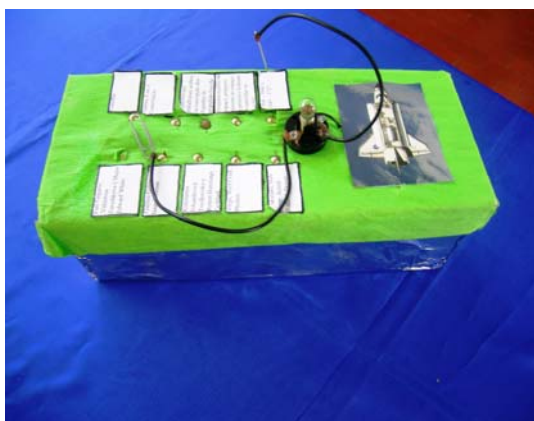
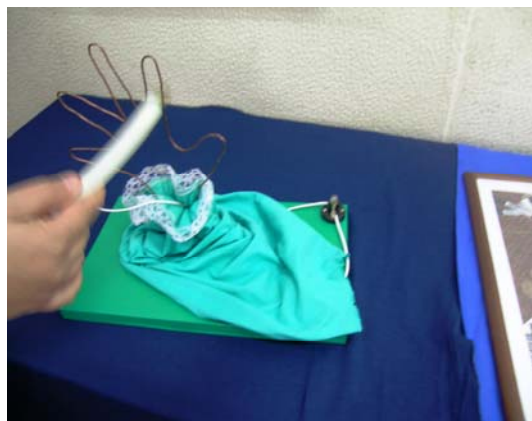












Inquérito final



**ESCOLA BÁSICA E SECUNDÁRIA
DR. ÂNGELO AUGUSTO DA SILVA**

Físico-Química

Exposição

Inquérito Final

Ano Lectivo 2005/2006

«O Mundo Mágico da Electricidade»

Rapaz

Rapariga

1. A visita correspondeu às tuas expectativas?

Sim

Não

2. A visita foi:

Interessante

Desinteressante

Não tenho opinião

3. Menciona um ou mais trabalhos que te tenham despertado mais interesse.

4. Qual foi o trabalho de que mais gostaste?

5. Qual foi a parte da exposição de que menos gostaste?

6. Aprendeste alguma coisa com esta exposição? Justifica.

7. Faz uma composição escrita ou um desenho sobre o trabalho de que mais gostaste.

O que aprendeste

O que aprendeste

1. Um circuito eléctrico, quando fechado, é um itinerário para a corrente eléctrica.
2. Há símbolos apropriados para os componentes de um circuito que se utilizam na sua esquematização.
3. A corrente eléctrica nos circuitos tem como características: a diferença de potencial, a intensidade da corrente e a resistência eléctrica.
4. A lei de Ohm estabelece que o quociente entre a diferença de potencial nos terminais de um condutor homogéneo e filiforme e a intensidade da corrente que o percorre permanece constante (a uma dada temperatura). A expressão matemática que traduz a lei de Ohm é: $R = U/I$
5. A potência eléctrica dos aparelhos relaciona-se com a intensidade da corrente que os percorre e com a diferença de potencial nos seus terminais: $P = U \cdot I$
6. A potência dissipada num condutor óhmico é directamente proporcional ao valor da sua resistência (R) e ao quadrado da intensidade da corrente (I) que o percorre (lei de joule): Potência dissipada = $R \cdot I^2$
7. O campo magnético é a região do espaço em que se manifestam os efeitos magnéticos.
8. Uma corrente eléctrica também produz efeitos magnéticos.
9. Um electroímã é constituído por uma bobine de fio condutor que tem, no interior, um núcleo de ferro macio.
10. O movimento de um ímã no interior de uma bobine produz corrente eléctrica induzida.
11. Actualmente, existe um grande número de aparelhos electrónicos, tais como vídeos, televisores, relógios digitais, computadores e equipamentos musicais, que são constituídos por componentes electrónicos.
12. Os transístores são importantes componentes electrónicos que podem funcionar como interruptores e como amplificadores de corrente.

Comentários de alunos

Comentário à Exposição: O mundo mágico da Electricidade

Bem, a exposição foi electrizante e chocantemente magnífica.

Nesta exposição participaram várias turmas incluindo a minha, em próprio trabalhei nalguns trabalhos que estiveram expostos. Na exposição tinha trabalhos de desenho, trabalho manuais, jogos lúdicos e cartazes informativos.

A exposição aconteceu na Escola Dr. Ângelo Augusto da Silva.

Na exposição alguns trabalhos referiam e/ou são sobre Benjamin Franklin, um génio, que por si, sem estudos muito avançados - tal como Humason - contribuiu para o avanço da ciência e da tecnologia.

Grande parte dos trabalhos são manuais e estão relacionados com a corrente eléctrica, para enriquecer o conteúdo do trabalho, dado que a electricidade é um dos temas dos trabalhos e da exposição.

A exposição foi Informativa, que é o que importa - Aprender.

Pedro Afonso R. de Sousa / 8^º 7

Comentário à Exposição: "O Mundo Mágico da Electricidade"

Eu gostei de ter visto a exposição sobre o Mundo Mágico da Electricidade.

Achei que todos os trabalhos estavam bem feitos e bem explícitos do que queriam representar e mostrar.

Gostei principalmente das casas, do parque de diversões e da maquete sobre as energias renováveis e energias não renováveis.

Porque acho que elas mostravam bem o que queriam exprimir e acho que as pessoas que lá fossem ver a exposição (as que não souberem nada) passariam a aprender mais com os trabalhos que lá estavam expostos.

Em geral, acho que todos os trabalhos estavam bons, embora uns chamassem mais a atenção do que outros, acho por serem talvez mais criativos e estivessem mais enfeitadas.

Gostei também de um quadro que estava o Benjamin Franklin que era muito pobre, mas era um génio e que foi descobrindo muitas coisas sobre a electricidade.

Acho que chamou-me a atenção, porque nem sempre é necessário uma pessoa ser rica para saber e descobrir tantas coisas, mas sim o saber usar a sua sabedoria (que vai evoluindo com as experiências, pesquisas) e com o compreender das coisas.

Na minha opinião toda esta exposição incluía muitos bons trabalhos e todos a falarem sobre o mundo (em geral)

Cristiana Raquel

N:3 8:1

Comentário da exposição:
"O mundo mágico da electricidade"

Fui a uma exposição sobre a electricidade, fiquei na expectativa de encontrar coisas brilhantes e demonstrações fantásticas.

Encontrei trabalhos que iam dos mais elaborados até aos mais simples, viamos que as turmas tinham levado com entusiasmo a oportunidade de fazer um trabalho para a exposição.

Lembro-me de alguns trabalhos, foram os que me ficaram na retina, estou a lembrar-me de um aquário em que havia um peixe com clips colados atrás, e que ao pôrmos um ímã na parte de trás do suporte aquário, facilmente mover o peixe, achei engraçado por ter conseguido introduzir a electricidade numa coisa tão simples como um aquário e um peixe de papel.

Uma das que eu mais gostei, foi de alguns desenhos sobre um grande cientista chamado Benjamin Franklin, autor da descoberta do para-raios, os desenhos estavam excelentemente bem feitos para um aluno do 9º ano. O 1º feito, lembro-me em especial de dois, um desenho que estava espectacular, era a biblioteca de mundo, e do outro desenho que representava tudo o ^{que} se dedicava Franklin.

Claro que eu participei nesta exposição, embora com uns modestos desenhos, e com uma participação no trabalho de turma, na montagem de circuitos e na elaboração de uns E.T's

Uns dias que supetadamente era de descanso (semana de desporto escolar), tinha que ir trabalhar para a exposição.

Bernardo Gomes
8º 1 Nº 1

Comentário à exposição: "O Mundo Mágico da electricidade"

Eu, quando fui no fim da festa ver a sala com todos os trabalhos feitos por 4^o1, 4^o2 e o 9^o5 de 2005/2006 gostei imenso. Todos os trabalhos estavam bons mas claro que uns sobressaíam mais que outros. Os que não gostei tanto embora estivessem bem feitos, foi o robô cimento que só acendia os olhos e mais algumas coisas. Não gostei tanto destes trabalhos porque não tinha criatividade como os outros. Gostei do parque de diversões que girava os carebóis. Também gostei da casa de degos, que ligada a uma corrente eléctrica iluminava-se e também uma casa toda feita à mão que fazia a mesma coisa, também gostei muito de uma ilha que tinha um vulcão e um lago que tinha uma bomba que ligada formava um rapuxa de água, também gostei dos quadros que estavam lá pintados pelo 9^o5. O 1^o quadro que vi foi o da 1^a biblioteca feita a nível Mundial que foi feita por Benjamin Franklin, um homem que foi muito importante para a ciência. Este homem que foi muito importante para a ciência estava muito bem representado na exposição através de quadros, trabalhos feitos por alunos e jogos didácticos. Este ano gostava que houvesse mais uma nova exposição e poder novamente participar.

Luís Diogo Sousa Abreu 8^o1 m^o:10

Comentário à Exposição:

"O mundo mágico da electricidade"

"O mundo mágico da electricidade", foi uma exposição que tive o prazer de visitar e gostei porque todas as experiências, eram originais e luminosas.

Haue algumas experiências que achei mais interessantes, como a maquete do parque de diversões iluminado, a das energias renováveis e energias não renováveis e os E.T.'s que ajudei a construir.

Toda a exposição estava bem organizada e tudo revelava o seu valor.

Achei interessante os jogos, como por exemplo o de unir os pontos, os da mão eléctrica, entre outros...

Aprendi muita coisa ao visitar a exposição e gostava que houvesse muitas mais, porque todos os alunos na minha opinião revelam mais interesse se aprenderem com as exposições e jogos e por isso acho que devia haver mais exposições e actividades idênticas.

Nome: Mónica Filipa Aguiar Luis

Nº: 13

Turma: 8º1

Comentário à exposição: "O mundo mágico da electricidade"

A exposição que visitei sobre a história da electricidade foi muito boa falava sobre a história da electricidade e apesar disso tinha demonstrações experimentais sobre física. Estava tudo muito bem colocado, achei interessante desde o mais simples ao mais explicado, estavam muito bem identificados. Acho que devia haver mais exposições deste género porque é uma forma divertida de aprender, em vez de ser numa aula normal que torna-se um bocadinho chata enquanto que nas exposições há jogos, quadros e demonstrações. A nossa turma participou na exposição do qual ficou bonita o que a turma se orgulha muito. Também nessa exposição falamos da vida de Benjamin Franklin um grande senhor, foi o que cria o para-raios. Gostei muito da exposição gostava que se repetisse e que eu participasse novamente.

Sofia Vieira
8.º ano nº 19

Anexo D

Planificações

Escola Secundária Dr. Ângelo Augusto da Silva

Planificação do 2º Período de Ciências Físico-Químicas

Ano Lectivo: 2005/2006

9º Ano

Conteúdos	Competências	Actividades/Estratégias	Recursos educativos
<p>Sistemas eléctricos e electrónicos</p> <p><u>Circuitos eléctricos</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Fonte e receptor de energia eléctrica. • Geradores electroquímicos. • Símbolos internacionais de componentes eléctricos e sua identificação. • Montagem e representação esquemática de circuitos eléctricos simples. • Materiais que conduzem melhor a corrente eléctrica do que outros. 	<ul style="list-style-type: none"> • Adquirir conhecimentos sobre a História da Electricidade; • Adquirir os conceitos de: fonte e receptor de energia; materiais condutores; corrente eléctrica; sentido da corrente eléctrica (real e convencional); circuito eléctrico; interruptor e circuito aberto e fechado; • Executar a actividade Exp. #1. • Fazer observações: aos corpos electrizados; às montagens, aos componentes, à constituição dos circuitos eléctricos e ao seu funcionamento. • Analisar os resultados da Exp. #1. • Expressar as suas dúvidas. • Comparar os vários tipos de condutores eléctricos. • Questionar os resultados obtidos. • Aceitar o erro e a incerteza dos resultados. 	<ul style="list-style-type: none"> • Apresentar a História da Electricidade; • Questão de partida: "Como é que se instalam os circuitos eléctricos?". • Questões: a) "O que é um circuito eléctrico?"; b) "Será que todos os materiais são bons condutores da corrente eléctrica?". • Referir como é que se manifesta os vários tipos de carga eléctrica: Carga positiva e carga negativa; • Mostrar a interacção entre corpos electrizados (repelem-se se do mesmo sinal e atraem-se se de sinais contrários). Utilizar um balão. Ao friccionar na camisola este fica electrizado atraindo pedacinhos de papel. • Referir a origem da carga eléctrica nos corpos (protões e electrões). • Apresentar: Fontes e receptores de energia; Símbolo convencionais para esquematizar circuitos; Representação esquemática de circuitos; Pólos das pilhas secas; Terminais de receptores; Sentido convencional e real da corrente. • Montar um circuito simples com uma pilha e uma lâmpada e explicar o seu funcionamento. • Act. Exp. #1 "Pilhas e lâmpadas". Este visa: utilizar o conceito de circuito aberto e fechado; construir circuitos simples; escolher os bons e os maus condutores de corrente eléctrica. • Ajudar os alunos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Acetatos • Balões de borracha • Pilhas. • Materiais condutores: bons e maus condutores eléctricos. • Interruptores. • Lâmpadas (incandescência). • Ficha de trabalho para a Act. Exp. #1 "Pilhas e lâmpadas". • 20 min para Act. Exp. #1.

Conteúdos	Competências	Actividades/Estratégias	Recursos educativos
<ul style="list-style-type: none"> • Associação de receptores em série e em paralelo. • Diferença de potencial eléctrico e unidade do SI. 	<ul style="list-style-type: none"> • Adquirir os conceitos de: circuito eléctrico em série e em paralelo; potência (ou d.d.p.). • Executar a actividade Exp. #2. • Fazer observações relativas: à montagem de circuitos em série e em paralelo; ao esquema e ao seu funcionamento. • Analisar os resultados da Exp. #2. • Expressar as suas dúvidas. • Executar medidas do potencial. • Questionar os resultados obtidos. • Aceitar o erro e a incerteza dos resultados. 	<ul style="list-style-type: none"> • Questões: a) "Como podem ser os circuitos eléctricos?"; b) "Como medir a d.d.p. eléctrica?". • Apresentar: Esquemas de circuitos em série e em paralelo; o Voltímetro. • Montar circuitos simples com uma pilha, lâmpadas em série e em paralelo. • Explicar o funcionamento dos circuito em série e em paralelo. • Instalar o voltímetro no circuito eléctrico. • Realizar medidas de d.d.p. com o voltímetro: medida nos terminais de lâmpadas em série e em paralelo. • Act. Exp. #2 "Circuitos em série e em paralelo". Objectivo: utilizar o conceito de circuito paralelo e em série; Realizar medidas de potencial; Verificar que a d.d.p. numa associação de lâmpadas em série é igual à soma da d.d.p. em cada lâmpada e a associação de lâmpadas em paralelo, a d.d.p. é igual em cada lâmpada ou seja a d.d.p. nos terminais da pilha; Interpretar o alcance do voltímetro. • Ajudar os alunos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Pilhas. • Interruptores. • Lâmpadas (incandescência). • Ficha de trabalho para a Act. Exp. #2 "Circuitos em série e em paralelo". • 20 min para Act. Exp. #2.

Conteúdos	Competências	Actividades/Estratégias	Recursos educativos
<ul style="list-style-type: none"> Intensidade da corrente eléctrica e unidade do Sistema Internacional (SI). 	<ul style="list-style-type: none"> Adquirir os conceitos de: Corrente eléctrica; circuito eléctrico em série. Executar a actividade Exp. #3. Fazer observações relativas: à instalação do amperímetro em série, ao esquema e ao seu funcionamento. Analisar os resultados da Exp. #3. Expressar as suas dúvidas. Executar medidas da intensidade da corrente eléctrica utilizando um amperímetro ou um miliamperímetro. Questionar os resultados obtidos. Aceitar o erro e a incerteza dos resultados. 	<ul style="list-style-type: none"> Questões: a) "Como medir a intensidade da corrente eléctrica?"; b) "Será que a corrente eléctrica é igual em todos os troços do circuito?". Apresentar: Esquemas de circuitos em série com a instalação do amperímetro em série. Montar circuitos simples com uma pilha, lâmpadas em série e em paralelo. Instalar um amperímetro num circuito eléctrico: circuito principal e nas derivações. Realizar medidas com um amperímetro: lâmpadas em série e em paralelo. Act. Exp. #3 "Corrente eléctrica". Objectivo: utilizar o conceito de circuito paralelo e em série; Realizar medidas da intensidade da corrente eléctrica; Verificar que a corrente no circuito principal é igual à soma da corrente que passa nas derivações; Interpretar o alcance do amperímetro. Ajudar os alunos. 	<ul style="list-style-type: none"> Pilhas. Interruptores. Lâmpadas (incandescência). Ficha de trabalho para a Act. Exp. #3 "Corrente eléctrica". 20 min para Act. Exp. #3.

Conteúdos	Competências	Actividades/Estratégias	Recursos educativos
<ul style="list-style-type: none"> Determinação da resistência eléctrica de vários condutores 	<ul style="list-style-type: none"> Adquirir os conceitos de: Resistência eléctrica; resistência variável. Executar a actividade Exp. #4. Fazer observações relativas: à instalação do ohmímetro; ao esquema e ao seu funcionamento. Analisar os resultados da Exp. #4. Expressar as suas dúvidas. Executar medidas da resistência eléctrica utilizando um ohmímetro. Questionar os resultados obtidos. Aceitar o erro e a incerteza dos resultados. 	<ul style="list-style-type: none"> Questão: "Como determinar a resistência eléctrica de um condutor?". Apresentar: Esquemas de circuitos com resistências em série e em paralelo; código de cores. Instalar um circuito para medir a resistência eléctrica. Instalar um circuito com um reóstato em série com uma lâmpada. Observar a variação da luminosidade em função da resistência eléctrica. Instalar um potenciómetro. Medir a intensidade da corrente. Instalar um circuito com LDR em série com amperímetro. Instalar um circuito com termistor em série com amperímetro. Act. Exp. #4 "Resistência eléctrica". Objectivo: medição da resistência eléctrica utilizando a definição de resistência $R=U/I$; Realizar medidas da resistência eléctrica usando o ohmímetro; Verificar quando aumenta a resistência diminui a corrente eléctrica no circuito; Interpretar o alcance do ohmímetro; Verificar circuitos com LDR e termistor; Fazer leituras utilizando o código de cores. Ajudar os alunos. 	<ul style="list-style-type: none"> Resistências. Diodo, LED, LDR e termistor. Ficha de trabalho para a Act. Exp. #4 "Resistência eléctrica". 20 min para Act. Exp. #4.

Conteúdos	Competências	Actividades/Estratégias	Recursos educativos
<ul style="list-style-type: none"> Lei de Ohm e limites da sua aplicabilidade. 	<ul style="list-style-type: none"> Executar a actividade Exp. #5. Verificar experimental da lei de Ohm ($R=U/I$) Fazer observações relativas: à dependência da intensidade da corrente em relação ao potencial eléctrico. Analisar os resultados da Exp. #5. Ter em conta os limites da aplicação da lei de ohm. Avaliar os resultados da Exp. #5. Elaborar um gráfico dos resultados experimentais de $I=R/V$. Interpretar o gráfico obtido experimentalmente de um condutor ohmico e confronta-lo com gráficos de condutores não ohmicos. Expressar as suas dúvidas. Questionar os resultados obtidos. Aceitar o erro e a incerteza dos resultados. 	<ul style="list-style-type: none"> Questão: "Como é que se verifica experimentalmente a lei de ohm?". Apresentar vários tipos de condutores: condutores ohmicos e condutores não ohmicos (LDR, termistor, LED, diodo). Ajudar a interpretar gráficos dos vários tipos de condutores. Instalar um circuito para relacionar R, V e I. Act. Exp. #5. Objectivo: Verificar experimentalmente a lei de ohm ($U/I=constante$). Interpretar gráficos de condutores ohmicos e de condutores não ohmicos. Ajudar os alunos. 	<ul style="list-style-type: none"> Resistências. Diodo, LED, LDR e termistor. Ficha de trabalho para a Act. Exp. #5 "Lei de ohm". 20 min para Act. Exp. #5.

Conteúdos	Competências	Actividades/Estratégias	Recursos educativos
<ul style="list-style-type: none"> • Potência eléctrica de um receptor e unidade SI. • O kWh como unidade prática de energia eléctrica. • Efeitos químicos, magnético e térmico da corrente eléctrica. 	<ul style="list-style-type: none"> • Adquirir os conceitos de: Potência eléctrica; efeito térmico da corrente (efeito de Joule); Curto-circuito; Resistência interna de um motor; • Interpretar dos dados constantes do recibo da electricidade. • Analisar a potência de um motor. A d.d.p. nos seus terminais e a intensidade de corrente que o percorre, $P=UxI$. • Avaliar o consumo de energia eléctrica de vários aparelhos do dia-a-dia. • Observar: efeitos da corrente eléctrica, efeitos químicos, magnéticos e térmicos. • Distinguir entre efeitos da corrente eléctrica das manifestações da energia da corrente eléctrica. (quando uma lâmpada emite luz corresponde a uma manifestação da energia da corrente eléctrica, assim como por exemplo o movimento de um comboio eléctrico). • Expressar as suas dúvidas. • Fazer previsões. 	<ul style="list-style-type: none"> • Questões: a) "Qual o significado de potência eléctrica de um aparelho?"; b) "Que efeitos pode produzir a corrente eléctrica?"; c) "Como é que se calcula a energia que um aparelho eléctrico "consome" ?". • Apresentar vários tipos de aparelhos: Máquina de lavar roupa, ferro de engomar, televisão (...) e indicar a sua potência eléctrica. • Referir o quilowatt-hora. • Interpretar um recibo da electricidade. • Mostrar os efeitos da corrente eléctrica: aparecimento de um campo magnético, isto é, o efeito magnético; desencadeia reacções químicas, efeito químico; aumento da temperatura, efeito térmico (ou efeito de Joule). • Apresentar um fusível e um curto-circuito. • Apresentar as manifestações da energia da corrente eléctrica. • Ajudar os alunos. • Ajudar a completar o mapa de conceitos, "Circuitos Eléctricos" Cader. Act. Pág. 34. • Ficha formativa: "Circuitos eléctricos". 	<ul style="list-style-type: none"> • Recibo da electricidade. • Circuito eléctrico. • Ficha formativa. • Caderno de actividades. • Acetatos

Conteúdos	Competências	Actividades/Estratégias	Recursos educativos
<p><u>Electromagnetismo</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Campo magnético. • Ímanes e sua polaridade. • Atracções e repulsões magnéticas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Adquirir os conceitos de: Campo magnético; • Observar: os efeitos da interacção do campo magnéticos: atraem-se e repelem-se. • Expressar as suas dúvidas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Questões: a) "Haverá alguma relação entre as correntes eléctricas e os fenómenos magnéticos?"; b) "O que estuda o electromagnetismo?"; b) "Como criar um campo magnético?". • Correção da ficha formativa, "Circuitos eléctricos". • Apresentar ímanes e diferentes materiais magnéticos. • Explorar as interacções magnéticas. • Campo magnético. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ímanes. • Materiais metálicos.

Conteúdos	Competências	Actividades/Estratégias	Recursos educativos
<ul style="list-style-type: none"> • Electroímans. • Atracção magnética de um electroímã e sua relação com a intensidade da corrente e o número de espiras. • Aplicações dos electroímans. • Como obter uma corrente eléctrica induzida. • Corrente eléctrica contínua e alternada. 	<ul style="list-style-type: none"> • Adquirir o conceito: de electroímã; corrente induzida; corrente contínua e corrente alternada. • Fazer observações relativas: à dependência da intensidade da corrente induzida; corrente contínua e alternada. • Comparar corrente contínua com a alternada. • Expressar as suas dúvidas. • Questionar os resultados obtidos. • Aceitar o erro e a incerteza dos resultados. 	<ul style="list-style-type: none"> • Questões: a) "Como funciona um electroímã?"; b) "Como obter uma corrente eléctrica induzida?"; c) "Que vantagens estão associadas à produção e à utilização de corrente alternada?". • Apresentar: vários electroímans; Bobine; • Realizar experiências com correntes induzidas. • Realizar experiência para distinguir corrente contínua de corrente alternada. • Explicar o funcionamento: campainha eléctrica; electroímã (a funcionar como um actuador ou como um sensor). • Ajudar os alunos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ímanes. • Pilha eléctrica. • Prego de ferro. • Bobine. • Electroímans.

Conteúdos	Competências	Actividades/Estratégias	Recursos educativos
<ul style="list-style-type: none"> Os dínamos como geradores electromagnéticos de corrente contínua. Os alternadores como geradores electromagnéticos de corrente alternada. A produção e a distribuição de corrente eléctrica alternada. 	<ul style="list-style-type: none"> Adquirir o conceito: Transformador; Indução electromagnética; Primário; Secundário; Espiras. Fazer observações relativas à dependência da intensidade da corrente induzida e à corrente contínua alternada. Expressar as suas dúvidas. Questionar os resultados obtidos. Aceitar o erro e a incerteza dos resultados. 	<ul style="list-style-type: none"> Apresentar: Dínamo; Turbina; gerador e alternador; transformador. Referir: Cabos de alta, média e baixa tensão. Realizar experiências com correntes induzidas. Realizar experiência para distinguir corrente contínua de corrente alternada. Ajudar completar o mapa de conceitos "Electromagnetismo", Cader. Act. Pág. 48. Ajudar os alunos. 	<ul style="list-style-type: none"> Dínamo. Alternador. Gerador. Ficha formativa. Caderno de actividades.

Conteúdos	Competências	Actividades/Estratégias	Recursos educativos
<p><u>Circuitos electrónicos e aplicações da electrónica</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Identificação de alguns componentes electrónicos. Os componentes electrónicos com funções de controlo e regulação nos sistemas de que fazem parte. Características dos diferentes componentes electrónicos. Sistemas de comunicação baseados na electrónica. Alguns circuitos electrónicos simples, como alarmes contra incêndios, alarmes contra roubos, termóstatos. 	<ul style="list-style-type: none"> Adquirir os conceitos: Transistor; colector, emissor e base; Amplificador de corrente. Fazer observações: Montagens com sensores e actuadores baseados nos componentes estudados. 	<ul style="list-style-type: none"> Questões: a) "Como se controlam e regulam os sistemas?"; b) "O que é um circuito electrónico?"; c) "Quais são os componentes mais comuns num circuito electrónico?"; d) "Qual a importância da electrónica nas telecomunicações?". Apresentar: Transistor. Montagem de circuitos electrónicos: Diodos, LED; Transistores; condensador, LDR e termistores. Montagem de circuitos electrónicos com transistores: como interruptores e como amplificadores de corrente. Ajudar a completar o mapa de conceitos "Circuitos Electrónicos", Cader. Act. Pág. 56. 	<ul style="list-style-type: none"> Transistores; LEDs; Transistores; Condensador; LDR; Termistores. Caderno de actividades.

Pressupostos da planificação:
<ul style="list-style-type: none"> 9º ano, blocos de 90 min + 45 min. Curriculo Nacional do Ensino Básico, Ciências Físicas e Naturais, Ministério da Educação, Março 2002 Eu e o Planeta Azul, Viver melhor na Terra, Porto Editora, Noémia Maciel, 2003. Eu e o Planeta Azul, Viver melhor na Terra, Porto Editora, M. Margarida R. D. Rodrigues, 2003. Viver melhor na Terra, Didáctica Editora, C. Caldeira, J. Valadares, 2004. Caderno de Actividades, Porto Editora, M. Margarida R. D. Rodrigues, Fernando Mourão Lopes Dias, 2003.

Anexo E

Fichas e teste



**ESCOLA BÁSICA E SECUNDÁRIA
DR. ÂNGELO AUGUSTO DA SILVA**

Físico-Química

9º Ano

Ficha de Trabalho

Ano Lectivo: 2005/2006

Duração: 50 minutos

Nome:

Turma:

Número:

Data:

Classificação:

Professor:

Encarregado de Educação:

Pilhas e Lâmpadas

Objectivos:

- Montagem e representação esquemática de circuitos eléctricos.

Material:

- 6 Fios condutores de ligação;
- 2 Pilhas de 1,5 V;
- 1 Pilha de 4,5 V;
- 1 Interruptor;
- 2 Lâmpadas;
- 2 Suportes para lâmpada.

Procedimento:

1. Utilizando o material disponível monta os circuitos abaixo indicados na figura 1 e regista na tabela 1, se a lâmpada **acende ou não**. Toma atenção ao **brilho** da lâmpada.

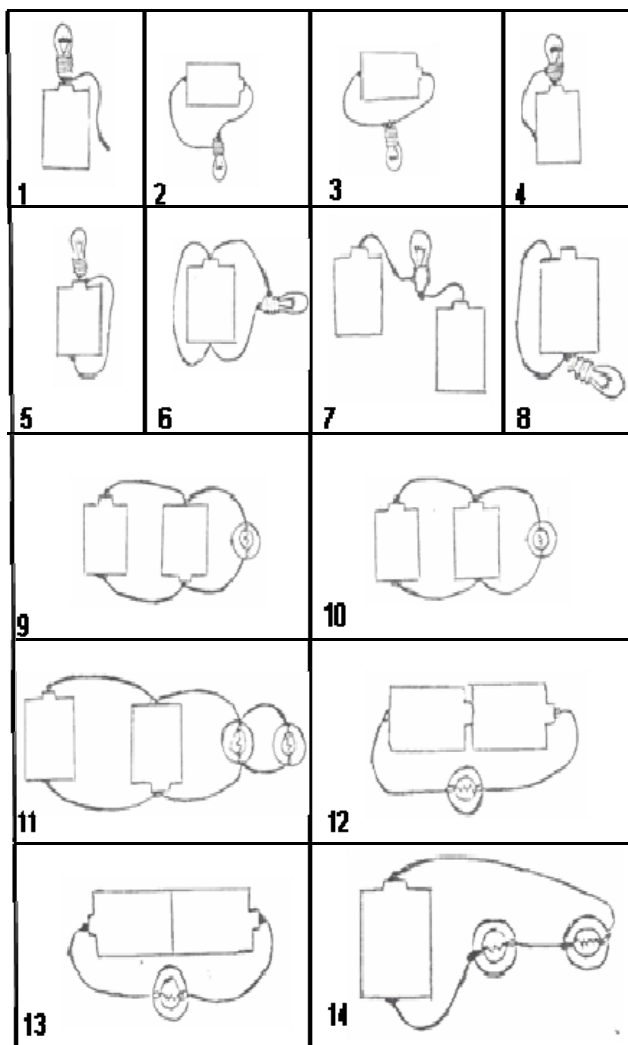


Figura 1: Montagem de circuitos eléctricos com pilhas lâmpadas e fios

Nº Circuito	Lâmpada acende?	Brilho da lâmpada
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		

Tabela 1: Registo das observações

2. Utilizando o material disponível monta um circuito, conforme o descrito na **figura 2**.

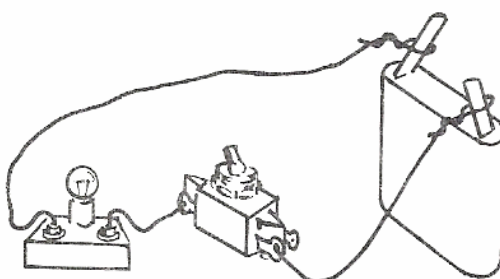


Figura 2: Circuito eléctrico com uma pilha, uma lâmpada, um interruptor e fios

2.1 Identifica e classifica (fonte e receptor) os componentes do circuito eléctrico da **figura 2**.

2.2 Utilizando os símbolos dos componentes eléctricos, desenha o esquema eléctrico da **figura 2**.

3. Tendo em conta o circuito da **figura 3**, identifica qual o erro que existe no circuito desenhado. Justifica a tua resposta.

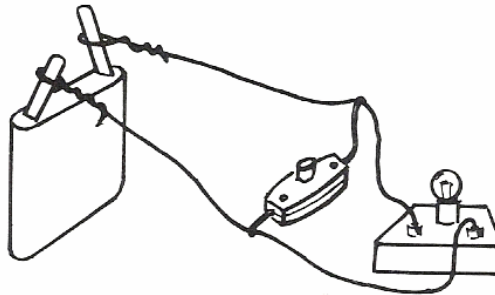


Figura 3: Circuito eléctrico com um erro na montagem



**ESCOLA BÁSICA E SECUNDÁRIA
DR. ÂNGELO AUGUSTO DA SILVA**

Físico-Química

9º Ano

Ficha de Trabalho

Ano Lectivo: 2005/2006

Duração: 50 minutos

Nome:

Turma:

Número:

Data:

Classificação:

Professor:

Encarregado de Educação:

Lei de Ohm

Objectivo:

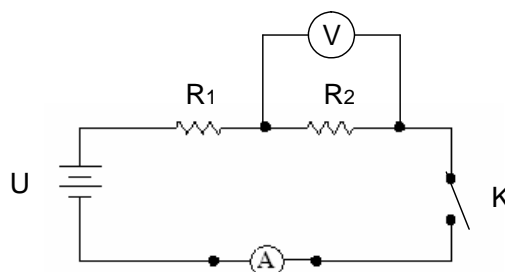
- Pretende-se com esta actividade verificar a existência de condutores óhmicos e não óhmicos

Material:

- 6 Fios condutores
- 2 Resistências
- 1 Voltímetro
- 1 Amperímetro
- 1 Fonte de tensão

Procedimento:

1. Monta o circuito 1.
2. Coloca o amperímetro de modo a medires a intensidade da corrente que percorre a resistência R_2 ;
3. Liga a fonte de tensão;



4. Mede a diferença de potencial nos terminais da resistência R_2 ;
5. Faz variar a tensão no gerador, verificando o valor da d.d.p. na resistência, assim como o valor da intensidade da corrente medida (deves efectuar 4 ou 5 medições entre 1 a 6 V).

Regista os valores obtidos, na tabela 1

Resistência			Díodo		
d.d.p. (V)	I (A)	R_2 (Ω)	d.d.p. (V)	I (A)	R_D (Ω)

Tabela 1: Valores medidos na resistência eléctrica e no díodo

- 5.1 Determina o valor da resistência R_2 assim como o seu valor médio. Compara com o valor nominal (código de cores).
- 5.2 Constrói em papel milimétrico um gráfico **d.d.p. vs intensidade da corrente eléctrica**, atendendo aos valores da tabela 1, para a resistência e para o díodo.
- 5.3 Compara e classifica os gráficos obtidos, quanto à sua linearidade.
- 5.4 Relaciona o valor de R_2 médio com o obtido graficamente (declive da recta).
Que conclusões?
- 5.5 Podemos aplicar a lei de Ohm ao díodo? Justifica atendendo aos valores de R_D (tabela 1).



**ESCOLA BÁSICA E SECUNDÁRIA
DR. ÂNGELO AUGUSTO DA SILVA**

Físico-Química

9º Ano

Ficha de Trabalho

Ano Lectivo: 2005/2006

Duração: 50 minutos

Nome:

Turma:

Número:

Data:

Classificação:

Professor:

Encarregado de Educação:

Circuitos em Série e Circuitos em Paralelo

Material:

- 9 Fios condutores de ligação
- 2 Resistências
- 1 Pilha de 4,5 V
- 1 Interruptor
- 1 Lâmpada, 3,8 V
- 1 Suporte para lâmpada
- 1 Voltímetro (utilizar na 1ª aula)
- 1 Amperímetro (utilizar na 2ª aula)

1ª Actividade experimental: Medição da queda de tensão

Nota: O voltímetro é ligado em paralelo em dois pontos entre os quais se pretende medir a queda de tensão ou diferença de potencial.

1ª Experiência: Queda de tensão de um circuito em série

1. Executa:

Monta o circuito esquematizado na figura 1A.

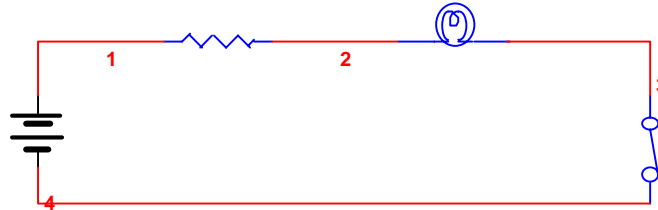


Figura 1A – Circuito eléctrico em série

2. Responde:

2.1 Identifica cada componente do circuito.

2.2 Quantos caminhos possíveis existem para a carga eléctrica entre o pólo negativo e o pólo positivo da pilha?

3. Executa:

Fecha o interruptor e mede (registando os valores na tabela 1) a queda de tensão entre os seguintes pontos:

3.1 A e B, V_R .

3.2 C e D, V_L .

3.3 E e F, V_T .

2ª Experiência: Queda de tensão de um circuito em paralelo

4. Executa:

Monta o circuito esquematizado na **figura 2A**.

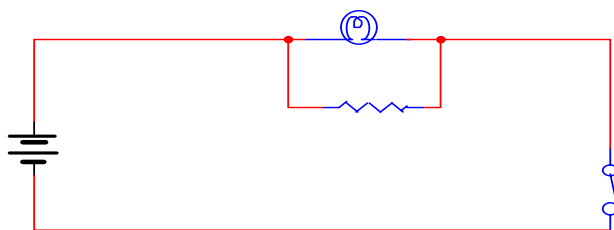


Figura 2A – Circuito eléctrico em paralelo

5. Responde:

Quantos caminhos possíveis existem para a carga eléctrica entre o pólo negativo e o pólo positivo da pilha?

6. Executa:

Fecha o interruptor e mede (registrando os valores na tabela 1) a queda de tensão nos seguintes pontos:

6.1 A e B, V_R .

6.2 C e D, V_L .

6.3 E e F, V_T .

7. Tendo em conta os valores lidos e registados na **tabela 1** responde às seguintes questões:

7.1 No circuito **em série**, qual a relação entre queda de tensão, V_R , V_L e V_T ?

7.2 No circuito **em paralelo**, qual a relação entre queda de tensão, V_R , V_L e V_T ?

7.3 Que conclusões tiras relativamente à queda de tensão nos dois circuitos?

2ª Actividade experimental: Medição da intensidade da corrente eléctrica

Nota: Um amperímetro liga-se sempre em série.

1ª Experiência: Intensidade da corrente eléctrica de um circuito em série

1. Executa:

Monta o circuito esquematizado na **figura 1B**.

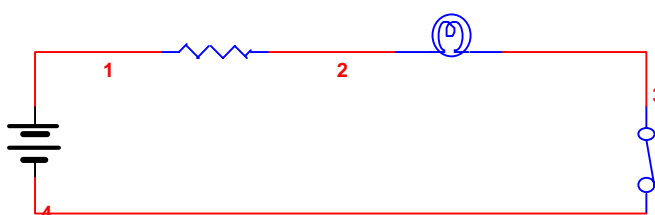


Figura 1B – Circuito eléctrico em série.

2. Responde:

2.1 Identifica cada componente do circuito.

2.2 Quantos caminhos possíveis existem para a carga eléctrica entre o pólo negativo e o pólo positivo da pilha?

3. Executa:

Fecha o interruptor e mede (registando os valores na **tabela 1**) a intensidade nos seguintes troços do circuito:

3.1 AB, I_R .

3,2 CD, I_L .

3.3 EF, I_T .

3.4 Desliga o circuito com o interruptor.

4. Responde:

Compara os valores medidos. O que concluis?

5. Executa e responde:

5.1 Liga novamente o interruptor.

5.2 Retira a lâmpada do suporte.

5.3 Qual o valor medido no amperímetro. Justifica.

2ª Experiência: Intensidade da corrente eléctrica de um circuito em paralelo

6. Executa:

Monta o circuito esquematizado na **figura 2B**.

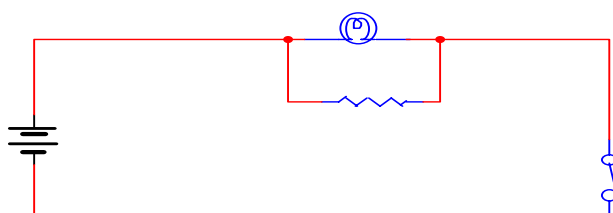


Figura 2B – Circuito eléctrico em paralelo.

7. Responde:

Quantos caminhos possíveis existem para a carga eléctrica entre o pólo negativo e o pólo positivo da pilha?

8. Executa:

Fecha o interruptor e mede (registrando os valores na **tabela 1**) a intensidade nos seguintes troços do circuito:

8.1 AB, I_R .

8.2 CD, I_L .

8.3 EF, I_T .

9. Responde:

Tendo em conta os valores lidos, responde às seguintes questões:

9.1 No circuito **em paralelo**, qual a relação entre a intensidade da corrente, I_R , I_L e I_T ?

9.2 Comparar, relativamente às correntes dos dois circuitos, **série** e em **paralelo** e enuncia por tuas palavras uma possível lei.

Resultados experimentais das Actividades

		1ª Actividade experimental			2ª Actividade experimental			Valores de R (calculado)			Valores de R' (medido)		
		V_R	V_L	V_T	I_R	I_L	I_T	R_R	R_L	R_T	R'_R	R'_L	R'_T
Circuito	Série												
	Paralelo												

Tabela 1 Resultados experimentais das actividades.

3ª Actividade experimental: Resistências eléctricas

1. Tendo em conta os valores obtidos de **V** e **I** (**tabela 1**) e usando a relação $R = V / I$, determina o valor de R calculado (**R**) para cada actividade. Regista os valores na **tabela 1**.
2. Com um ohmímetro (ou multímetro), mede os valores da resistência (**R'**) para cada actividade. Regista os valores na **tabela 1**.
3. Compara os valores obtidos.



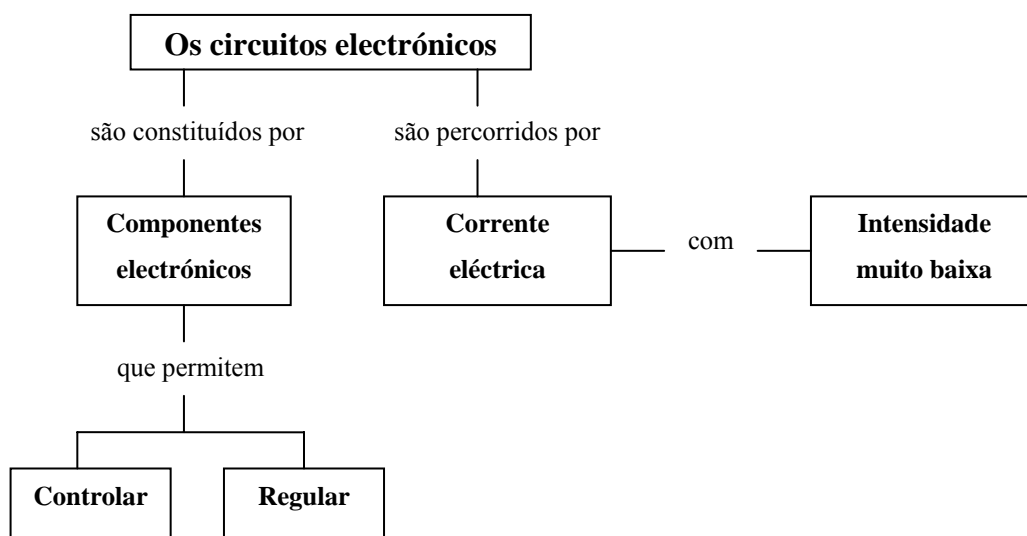
ESCOLA BÁSICA E SECUNDÁRIA DR. ÂNGELO AUGUSTO DA SILVA

Físico-Química

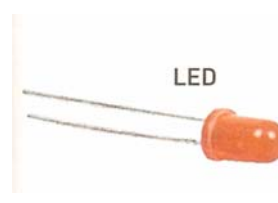
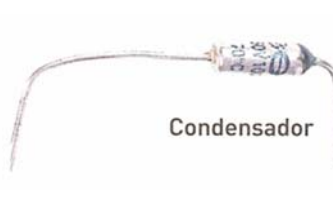
9º Ano

T.P.C.

Circuitos Electrónicos e Aplicações da Electrónica



Existem muitos tipos de componentes electrónicos. Desses componentes, vamos estudar as características principais e função dos:





Potenciómetro

Responde às seguintes questões:

1. Completa a seguinte tabela

Nome do componente	Díodo	LED	Potenciómetro	Transistor (nnp)	Condensador	Termistor	LDR
Símbolo convencional							

2. Há díodos feitos de materiais semicondutores de silício. São díodos de _____.
Têm duas pequenas peças de silício, uma _____ (p) e outra _____ (n), unidas por uma junção **pn**.

Na extremidade p há deficiência de _____.

Na extremidade n há excesso de _____.

3. Indica uma característica de um díodo de silício?

4. Qual é a utilidade de um díodo num circuito electrónico?

5. Que designação se dá a um díodo emissor de luz?

6. Que cuidados se tem de ter ao ligar um LED num circuito? Porquê?

7. Que cuidados devemos ter quando usamos um LED?

8. Descreve duas aplicações do LED na aparelhagem de rádio.

9. O que é um potenciómetro?

10. Os potenciómetros apresentam três terminais. Indica a funcionalidade de cada um dos terminais.

11. Indica duas aplicações de um potenciómetro.

12. Como é constituído um transístor?

13. Que cuidado devemos ter, quando ligamos um transístor num circuito electrónico?

14. Como se liga um transístor tipo npn a um circuito?

15. Diz o significado das intensidades de corrente I_c , I_b e I_e num transístor.

16. O que é um condensador?

17. Qual a função de um condensador?

18. Completa a frase: "Quanto maior for a _____ de um condensador, mais _____ ele pode _____."

19. O LDR é uma fotocélula. Porquê?

20. O que é um termístor?

21. A resistência do LDR é mais elevada na presença da luz ou no escuro?

22. Indica duas aplicações do LDR como dispositivo de controlo.

23. Representa os esquemas dos circuitos electrónicos constituídos pelos seguintes dispositivos:

a) Uma pilha, um LED, e um potenciómetro.

b) Uma pilha seca, um termistor e uma lâmpada de incandescência.

24. Considera um circuito electrónico em série constituído por uma pilha seca, um LED e um LDR.

a) Esquematiza o circuito

b) Indica as características do LED e do LDR

c) O que acontece se trocar as ligações nos pólos da pilha?



**ESCOLA BÁSICA E SECUNDÁRIA
DR. ÂNGELO AUGUSTO DA SILVA**

Físico-Química

9º Ano

Teste

Ano Lectivo: 2005/2006

Duração: 50 minutos

Nome:

Turma:

Número:

Data:

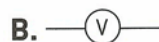
Classificação:

Professor:

Encarregado de Educação:

Lê, atentamente, as questões e responde com clareza a tudo o que é perguntado. Apresenta todos os cálculos que efectuares, exprimindo com as respectivas unidades de medida.

1. A representação esquemática de circuitos eléctricos é bastante útil. Considera os seguintes símbolos convencionados para alguns componentes de circuitos eléctricos:



Indica o nome dos componentes representados pelos símbolos:

- A. _____
 B. _____
 C. _____
 D. _____
 E. _____

2. Completa as frases que se seguem de modo a torná-las cientificamente correctas.

A. Num circuito eléctrico, o sentido convencional da corrente eléctrica é do pólo _____ para o pólo _____.

- B. Nos condutores sólidos, os portadores de carga são os _____.
- C. Um amperímetro deve ser ligado em _____ num circuito eléctrico.
- D. Um voltímetro deve ser ligado em _____ num circuito eléctrico.

3. Associa as grandezas físicas incluídas na coluna I às respectivas unidades referidas na coluna II.

Coluna I	Coluna II
1-Diferença de potencial	A- Watt
2-Intensidade de corrente	B- Ohm
3-Resistência	C- Volt
4-Potência	D- Ampere

4. Classifica as afirmações que se seguem em verdadeiras ou falsas.

- A. Num circuito em série, a intensidade da corrente é a mesma em qualquer ponto do circuito. _____.
- B. Num circuito em série, a diferença de potencial eléctrico é a mesma em qualquer ponto do circuito. _____.
- C. Numa associação de lâmpadas em série, a intensidade da corrente no circuito principal é igual à soma das intensidades das correntes que percorrem cada uma das lâmpadas. _____.
- D. Numa associação de lâmpadas em paralelo, a diferença de potencial eléctrico entre os terminais da associação é igual à diferença de potencial nos terminais de cada lâmpada. _____.
- E. A intensidade da corrente que atravessa qualquer condutor num circuito é sempre a mesma, independente do tipo de associação (em série e em paralelo). _____.

5. Considera os seguintes materiais e classifica-os em bons e maus condutores.

- A. Cobre _____.
- B. Borracha _____.
- C. Plástico _____.
- D. Grafite _____.
- E. Madeira _____.
- F. Ar húmido _____.

6. Um circuito é constituído por uma pilha, um interruptor duas lâmpadas, L_1 e L_2 ligadas em série, um amperímetro e um voltímetro, que mede a diferença de potencial nos terminais da lâmpada 1.

6.1 Desenha o diagrama do circuito referido.

6.2 Marca, no circuito representado, o sentido real da corrente eléctrica.

6.3 Se neste circuito fundir a lâmpada L_1 , o que sucede à lâmpada L_2 ?

7. Faz a correspondência entre os dispositivos da coluna I e os efeitos constantes na coluna II.

Coluna I
1- Aquecedor
2- Pilha
3- Electroíman

Coluna II
A- Efeito químico
B- Efeito térmico
C- Efeito magnético

8. A tabela relaciona a intensidade da corrente eléctrica que passa através de um condutor homogéneo e filiforme, a temperatura constante, com a diferença de potencial medida nos terminais desse mesmo condutor.

U (V)	1,2	2,4	4,8	9,6	19,2
I (A)	0,4	0,8	1,6	3,2	6,4
R (Ω)					

8.1 Completa a tabela.

8.2 Indica se o condutor eléctrico é óhmico ou não óhmico. Justifica.

8.3 Indica qual dos gráficos A o B pode traduzir o comportamento deste condutor.



9. Considera um condutor eléctrico sujeito à diferença de potencial de 5 V, que é percorrido por uma corrente de intensidade 0,2 A.

Determina:

9.1 A resistência do condutor.

9.2 A potência do condutor.

9.3 O valor da energia eléctrica consumida, em Joules, durante 1 hora de funcionamento.

10. Um secador de cabelo tem potência de 400 W e está inserido num circuito eléctrico onde se regista uma diferença de potencial de 220 V.

Determina:

10.1 A intensidade da corrente eléctrica que percorre o secador.

10.2 A resistência interna do secador de cabelo.

10.3 O valor da energia eléctrica consumida pelo secador, expressa em kWh, durante 30 minutos de funcionamento.

10.4 Calcula o custo da energia eléctrica consumida durante os 30 minutos sabendo que cada kWh custa 0,095€.

10.5 Se a diferença de potencial registada no circuito for inferior a 220 V, a intensidade da corrente que percorre o secador aumenta ou diminui?

Anexo F

Inquérito



**ESCOLA BÁSICA E SECUNDÁRIA
DR. ÂNGELO AUGUSTO DA SILVA**

Físico-Química

9º Ano

Inquérito

Ano Lectivo 2005/2006

Conhecimentos sobre a Ciência e os Cientistas

Rapaz

Rapariga

Idade

1. Como imaginas que seria o mundo sem Ciência?

Melhor

Pior

Igual

Porquê?

2. Assinala de entre os seguintes meios quais os que te deram informação e te permitiram adquirir conhecimento sobre ciência:

Aulas

Leitura de livros escolares

Leitura de livros não escolares

Meios audiovisuais

Conversas com familiares ou amigos

Conversas com professores

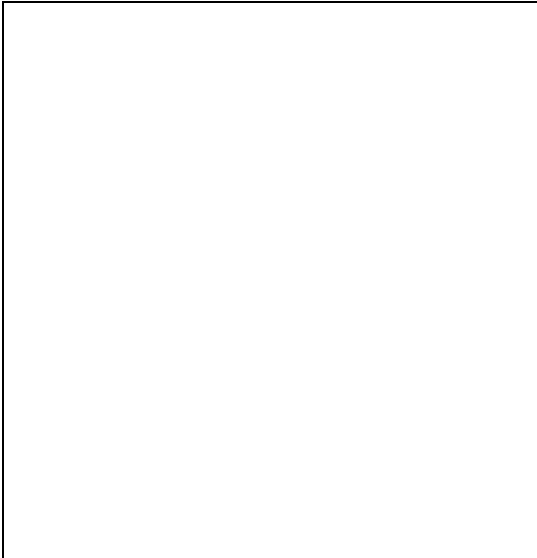
3. É habitual ouvires falar os teus familiares ou amigos sobre "Ciência"?

Sim

Não

Às vezes

4. Que ideia tens de um cientista? Caracteriza o tipo de pessoa que para ti representa um cientista. (Podes ilustrar a tua resposta com um desenho?).

_____ _____	
---	--

5. Diz alguns nomes de cientistas que conheças e indica como os ficastes a conhecer.

6. Gostas de estudar "Ciência"? Sim Não Porquê?

7. Quando estudas um fenómeno qualquer em "Ciência", tens curiosidade em conhecer:

	Sim	Não	Às vezes
Quem o estudou ou descobriu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
As dificuldades encontradas durante a sua descoberta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
A época em que foi descoberto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

8. Indica o nome de, pelo menos cinco cientistas importantes, e diz qual foi a sua principal contribuição para o desenvolvimento da Ciência e da Sociedade.

Cientistas	Contributos

9. Descreve brevemente uma experiência que já tenhas realizado.

10. Gostaste de a realizar? Sim Não

11. Que conclusões tiraste a partir dessa experiência?

12. Gostarias de realizar mais experiências durante a actividade lectiva?

Sim Não Porquê?

13. Gostavas de ser cientista? Sim Não Porquê?

14. Em caso afirmativo indica a área em que gostavas de fazer investigação e porquê?

15. Como consideras a actividade científica para a sociedade. Justifica a tua resposta

Positiva

Negativa

Neutra

Anexo G

Desenhos de alunos

