

CULTURA, ENSINO E SOCIEDADE – CONTRIBUTOS PARA UMA INTERLIGAÇÃO

Isabel Malaquias

Departamento de Física, CIDTFF

INTRODUÇÃO

“Ciência é Cultura” parafraseando o título de uma obra recente em que o autor (Silva, 2010) tece considerações em torno da importância de um simples acento gráfico que faz elegantemente a ponte entre as denominadas duas culturas, celebradamente postas em evidência antagónica por Lord Snow nos idos anos sessenta do século passado. A especialização que nos dois últimos séculos teve consequências enormes na emergência e desenvolvimento das várias áreas do saber, trouxe consigo também a “necessidade de definir a natureza da cientificidade”, tornando-se importante o surgimento da História e Filosofia das Ciências (Janeira, 1993). Não é também por acaso que o século XIX é um século paradigmático no que respeita à crença no progresso em que a ciência seria o seu motor. Daí que a institucionalização da instrução pública tenha decorrido a tempos diversos pelos vários países e que também em Portugal encontremos preocupações similares. O ensino liceal também apelidado de “o todo poderoso império do meio” (Nóvoa & Santa Clara, 2003) marca uma mudança de relevo no processo de institucionalização da educação, instrução à época. De realçar o lento enraizamento do ensino das ciências, ora com avanços ora com recuos, mas mesmo assim deixando um trilho progressivamente indelével e relevante. Passada a primeira década do século XXI perguntará hoje o professor de ciências que mais poderá fazer para reinventar a educação perante os enormes desafios que se colocam, que sentido poderá ter a tríade cultura, ensino e sociedade. As temáticas são demasiado complexas e por ventura difíceis de ser tratadas num tão curto espaço e sem o contributo de vários pensadores. Não será portanto essa a minha intenção, mas sim partilhar com um possível leitor algumas experiências em que convergem a actividade de docência com a decifração de possíveis retóricas que nos podem conduzir a outros saberes que se intersectam e têm, ao fim e ao cabo, relação quer com a sociedade quer com o ensino quer com a cultura. Apresentar-se-ão três experiências em que a partir de temáticas do ensino das ciências físico-químicas se procuraram interfaces novas com a história da ciência. Procurou-se descortinar o papel dos instrumentos científicos, enquanto veículos de visualização e quantificação de novos e velhos fenómenos, a sua integração na história da educação científica portuguesa, secundária e universitária, os seus percursos desde os seus inventores e oficinas até à sua fixação nas escolas, bem como o seu ainda possível interesse didáctico, em existência própria ou virtual. Estas questões levaram-nos a três estudos de caso que iremos apresentar, mediante os quais se procuraram conceber instrumentos que visassem encontrar caminhos de interligação da história da ciência com o ensino e cultura da ciência.

A institucionalização do ensino secundário de ciências, e neste, o da física e química, decorreu na segunda metade do século XIX, num percurso eivado de dificuldades mas que se foi assumindo como importante para a formação do cidadão. A criação da disciplina de “*Princípios de Physica e Chimica...*”, a sua ligação à Universidade de Coimbra e o seu alargamento posterior a outros liceus (Saraiva, 2003; Gomes, 2007) veio a ser acompanhada dos seus objectos de retórica, tendo-se constituído um valioso e vasto acervo de instrumentos antigos na maior parte daqueles que foram os primeiros liceus. A divulgação do desenvolvimento do ensino, sobretudo da Física, através dos seus instrumentos constituiu também um dos nossos objectivos, pretendendo-se vir a fazê-lo também em língua inglesa. Simultaneamente consideramos que a revisitação de alguns instrumentos, menos modernos hoje mas mais próximos das descobertas que pretenderam ilustrar, traz consigo uma potencialidade didáctica relevante para ilustração de fenómenos, que surgem como enigmas para os alunos que os desconhecem e que podem evidenciar na simplicidade com que frequentemente foram concebidos. Acresce ainda que é importante que se possa reconhecer também a importância do património em si, quer nas escolas quer nos museus de ciência como testemunho da cultura científica. Os originais dos instrumentos replicados virtualmente pertencem a museus de ciência, universidades e escolas secundárias.

CASO 1

A primeira experiência teve por objectivo conceber e produzir um instrumento que permitisse mobilizar o interesse pela evolução da medição da corrente eléctrica (galvanometria), dar a conhecer aspectos da sua evolução através dos artefactos que lhe deram visibilidade, potencialmente relevantes para o ensino/aprendizagem e contribuir para o avivar da interligação entre o ensino na escola e o museu científico. Os fenómenos eléctricos são frequentemente de difícil interpretação pelos alunos, pelo que a incidência sobre este aspecto em particular, pareceu-nos relevante, tentando evidenciar qual foi o percurso que se realizou a partir do fenómeno de interacção entre uma agulha magnética e uma corrente, vulgarmente designado de experiência de Oersted, até aos modernos amperímetro e voltímetro. Simultaneamente destacaram-se os personagens relevantes que se relacionam com esses desenvolvimentos, inventores, cientistas e/ou instrumentistas.

O instrumento produzido constituiu um dos resultados de um projecto mais alargado que envolveu o estudo do papel dos instrumentos científicos no desenvolvimento da física experimental. Considerou-se vantajosa a produção de um CD-Rom que pudesse facilitar o acesso por parte do leitor, professor ou aluno.

Para o CD-Rom produzido (Malaquias, Gomes, Martins, & Antunes, 2004) escolheram-se a agulha de Oersted, o multiplicador (de correntes) de Schweigger, o galvanómetro de Bourbouze, a bússola de tangentes, o galvanómetro de Desprez, o de Weber, o de Thomson, o de Lippmann, o galvanómetro vertical de demonstração, o amperímetro e o voltímetro.

Pretendeu-se elaborar um percurso moderno e aberto, mas facilmente diacrónico, caso seja esse o interesse do leitor. A elaboração deste instrumento assentou numa matriz triangular em que “artefacto”, “funcionamento” e “história” (Fig.1) constituíram os pilares de um olhar diferente sobre a história da medição da intensidade da corrente, num formato acessível a uma leitura do não especialista (Fig.2) e, simultaneamente, tentando replicar virtualmente o funcionamento dos artefactos previamente seleccionados que podem não se encontrar já completamente acessíveis nas escolas (Fig.3), recorrendo para tal a ferramentas tecnológicas novas (simulação 3D). Apresentam-se aspectos da sua invenção / concepção, bem como do contexto em que surgiu, para além de se incluir referência à existência do exemplar no Museu de Física da Universidade de Coimbra.

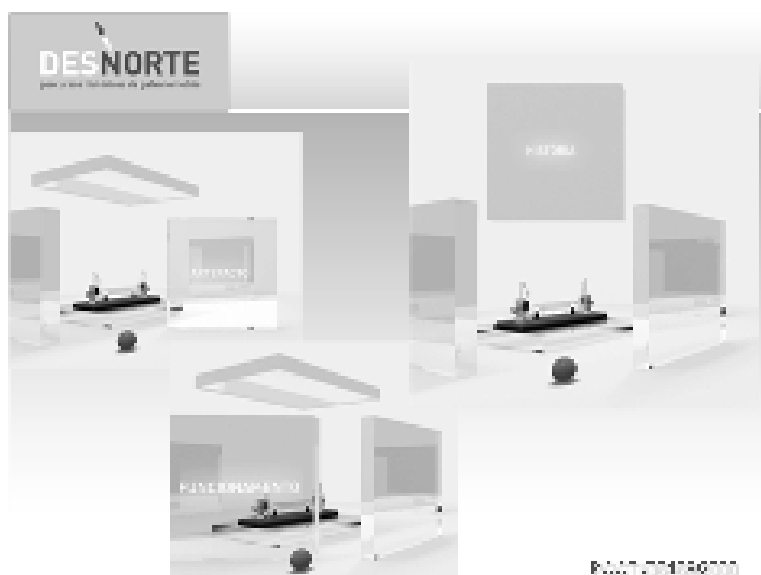


Figura 1 - Matriz estrutural dos percursos propostos usando como exemplo o galvanómetro de Lippmann em replicação 3D (Malaquias, Gomes, Martins, Antunes, 2004)



Figura 2 - Pormenores da descrição e funcionamento do galvanómetro de Bourbouze (Malaquias, Gomes, Martins, Antunes, 2004)

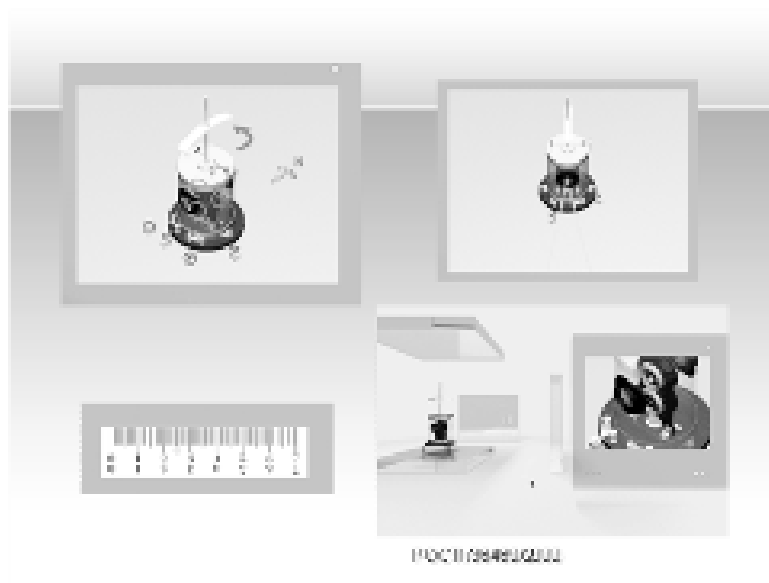


Figura 3 - Aspectos da replicação 3D do funcionamento do galvanómetro de Thomson (Malaquias, Gomes, Martins, Antunes, 2004)

CASO 2

Um segundo instrumento de interface entre a história da ciência e o ensino da ciência foi produzido no âmbito de um projecto mais vasto - Radical FisRede - Aveiro Digital, em que procurámos sedimentar esforços no sentido de ampliar algum conhecimento adquirido no Caso 1 e transportá-lo agora para outras áreas temáticas (movimentos, ondas e acústica, força magnética, medição do tempo) e com uma dimensão de divulgação bastante mais ampla. Considerámos que era importante também articular algo da parte instrumental propriamente dita com dois homens de ciência portugueses de setecentos que dedicaram particular atenção à divulgação e ensino da ciência da sua época e que merecem ser retirados do esquecimento, João Jacinto de Magalhães (1722-1790) e Teodoro de Almeida (1722-1804).

Produziu-se assim o CD-Rom “Instrumentos de Física e História da Ciência” (Malaquias & Castro, 2006), sobre três pilares - “Instrumentos”, “João Jacinto de Magalhães”, “Textos de Teodoro de Almeida”.

João Jacinto de Magalhães, natural de Aveiro, desenvolveu grande parte da sua actividade em Londres, e teve um papel de grande relevo na comunicação europeia da ciência que se fazia e na divulgação de instrumentação científica na segunda metade do século XVIII. Um exemplo dessa actividade foi a divulgação da nova máquina de Atwood para o estudo dos movimentos, à qual propôs alguns aperfeiçoamentos, tendo-o feito em carta a Alessandro Volta (1780). Propôs aperfeiçoamentos em outros instrumentos. Neste trabalho, evidenciou-se ainda o seu contributo no campo da barometria.

Fez-se a replicação virtual em 3D da máquina de Atwood setecentista, ilustrando-se também o seu funcionamento para movimentos com aceleração constante e uniforme.

O estudo dos movimentos tem sido sempre objecto temático do ensino da física liceal, pelo que a sua ligação com Magalhães e a máquina de Atwood pareceu-nos ser interessante e adequada. Por outro lado, permitia ainda estabelecer relação com Teodoro de Almeida, e dois escritos extraídos da sua obra *Recreação Filosófica ou diálogo sobre a filosofia natural para ilustração de pessoas curiosas que não frequentaram as aulas*, que se enquadram perfeitamente na apresentação de conceitos físicos como a velocidade e a quantidade de movimento evidenciando como estes eram abordados na altura, numa linguagem desprendida ainda de quantificação. Correspondem eles à *Tarde III - Da Velocidade, direcção e composição do movimento e alguns efeitos admiráveis, que d’aqui procedem* e a *Tarde II - Principia a tratar-se do movimento e das máquinas para levantar grandes pesos com facilidade*.

Dentro da rubrica “Instrumentos” deu-se ênfase ainda a instrumentos que permitissem o estudo de conceitos ondulatórios, na medida em que é um assunto em que os alunos têm habitualmente dificuldade. Pretendemos estudar instrumentos mecânicos de ilustração de ondas, praticamente desconhecidos hoje, mas que ilustram bem várias propriedades das mesmas, bem como um dos primeiros registador/reprodutor de som. Apesar de se poderem usar hoje dispositivos que ilustrem os mesmos conceitos, pareceu-nos ser importante visitar estes instrumentos não só porque apresentam maior proximidade com o observador, sem interfaces “negras”, mas também porque são peças patrimoniais, mecânicas, engenhosas e ilustrativas da própria evolução do estudo do tema, para além de terem a si associados instrumentalistas/fabricantes importantes.

Escolhemos assim a máquina de ondas de Fessel e Pluecker que ilustra ondas sinusoidais e a sua combinação transversal e longitudinal (Fig.4), o diapasão, o caleidófono de Wheatstone (visualização de figuras de Lissajous em varetas a vibrar), o tubo de Quincke (interferómetro sonoro com visualização por chama), o analisador de Helmholtz (analisador de frequências obtidas em ressoadores visualizáveis através de chamas projectadas em espelho), o fonógrafo de Edison.

No campo da medição do tempo, apresentou-se o relógio solar universal, constituído por dois anéis concêntricos, tendo, o mais externo, uma pequena argola para suspensão na vertical. O anel interior, ou anel horário, pode rodar para fora do primeiro e faz, com a vertical, um ângulo correspondente à latitude do lugar. Perpendicularmente a este anel interior, e passando pelo centro, há uma placa metálica, com uma abertura central, que tem marcados os meses do ano. Dentro da abertura central, desloca-se uma placa mais pequena, que se posiciona no mês apropriado. Esta placa possui um orifício central milimétrico por onde se faz incidir um raio de sol, que marca a hora da observação por incidência no bordo interior do anel horário.

A ilustração da força magnética foi feita a partir da replicação da experiência inicial de Faraday - rotor de Faraday, que permite uma visualização imediata do conceito. A sua aplicação ao chamado motor de Faraday é também apresentada.

Procurando os artefactos originais, mas produzindo os mesmos em 3D, foi possível revelar, em alguns casos, potencialidades menos evidentes da utilização real dos instrumentos. Caso paradigmático surgiu com a máquina de ondas de Fessel e Pluecker, em que a replicação 3D permitiu a visualização da combinação de ondas (figuras de Lissajous), sem que inicialmente se percebesse de imediato como é que a mesma as produziria por não haver descrição de procedimentos (Fig.5).

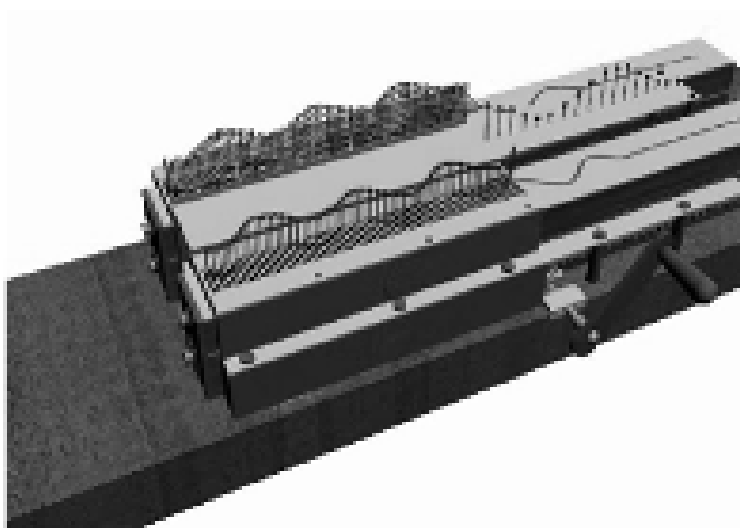


Figura 4 - Replicação da máquina de ondas de Fessel e Pluecker (Malaquias, Castro, 2006)

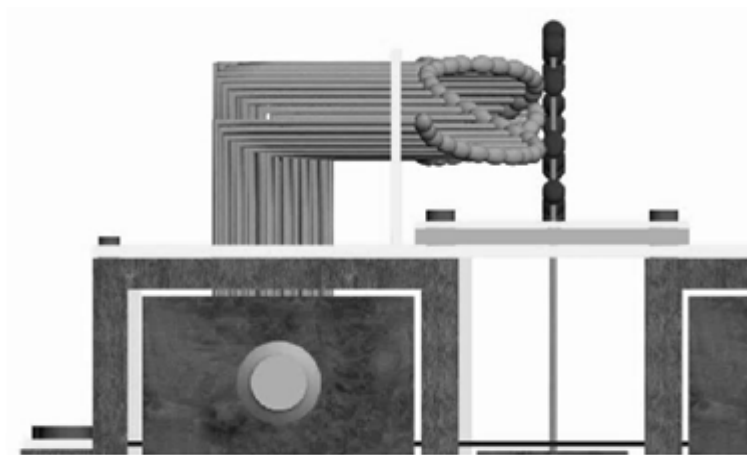


Figura 5 - Combinação de ondas sinusoidais com a máquina de Fessel e Pluecker (Malaquias, Castro, 2006)

CASO 3

No terceiro caso de estudo debruçámo-nos também sobre instrumentos científicos antigos, veículos de uma implementação que se pretendeu experimental do ensino da Física e Química no ensino secundário.

Para o efeito fez-se um levantamento nacional de património de instrumentos existentes nas escolas mais antigas, liceus, e ainda escolas técnicas, seminários, colégios. Para além de retratarem a evolução do ensino das ciências físicas como uma consequência do desenvolvimento da própria ciência (Saraiva, 2003; Saraiva, Malaquias & Valente, 2007; Gomes, 2007; Chaves, 2008), as valiosas colecções existentes nas mais antigas escolas portuguesas são importantes referências históricas das instituições a que pertencem e do próprio sistema educativo nacional. Realizaram-se pesquisas bibliográficas, de identificação de legislação, de instrumentos e de manuais escolares utilizados durante o período alargado que nos propusemos estudar, genericamente de 1850 a 1974 (Malaquias *et al.*, 2008a).

Através do trabalho de campo realizado foi possível estudar com detalhe alguns instrumentos seleccionados, relativamente ao seu modo de funcionamento, características individuais, apresentações/concepções de diferentes instrumentistas/ fabricantes e potencialidades didácticas.

Posteriormente realizou-se uma exposição “Baú da Física e Química”, durante um tempo alargado, através da qual foi possível observar e auscultar a opinião dos visitantes, alunos, professores, público em geral, tendo-se produzido ainda um livro para o efeito (Malaquias *et al.*, 2008b).

Procedeu-se também à concepção e elaboração de um portal de internet que permitisse a divulgação e o acesso geral do público aos conteúdos desenvolvidos, sendo actualizável sempre que se justificasse.

O portal de internet - *Baú da Física e Química* (<http://baudafisica.web.ua.pt>) - existe desde 2007. Está estruturado em termos de quatro pilares “Áreas Temáticas”, “Escolas”, “Instrumentos” e “Pesquisar”. Considerou-se que o utilizador deveria ter liberdade de navegação no portal de acordo com o seu interesse.

Tendo em consideração os instrumentos encontrados e estudados, e ainda a percepção estética que o portal deveria constituir, no sentido de ser apelativo na sua função de divulgação, pareceu adequada a escolha de sete grandes áreas temáticas: Electromagnetismo, Meteorologia, Mecânica, Termodinâmica, Óptica, Ondas e Acústica e Química, dentro das quais se incluíram os vários instrumentos (Fig.6). Os instrumentos de Química por serem habitualmente de natureza mais perecível que os de Física, encontram-se em menor quantidade nas escolas. Por outro lado, os dispositivos experimentais da Química incluem frequentemente componentes que podem ser agrupados nas outras áreas escolhidas, razão pela qual se preferiu manter esta estrutura, sem qualquer intenção de subalternidade que pudesse ser vislumbrada.



Figura 6 - Página ilustrativa do portal *Baú da Física e Química*

A partir da rubrica “Escolas”, visualizam-se as escolas que aderiram ao projecto, bem como os instrumentos ali estudados. A estrutura do portal permite a interligação das escolas com os instrumentos, as áreas temáticas e também o item “Pesquisar”. A partir desta última rubrica, pode identificar-se qualquer palavra existente na base de dados anexa ao portal.

Cada “Instrumento” é apresentado através de cinco entradas: “Descrição”, “História”, “Ensino Português”, “Características” e “Saber Mais”. Procurou-se identificar a utilização / referência a cada instrumento no ensino das Ciências Físicas e Químicas em Portugal, ao longo do tempo e nos manuais escolares que foram utilizados. Na rubrica “Saber Mais” procuraram indicar-se algumas outras leituras de interesse (Malaquias *et al.*, 2007).

DISCUSSÃO

Os três instrumentos foram validados por professores com experiência lectiva através de workshops e alguns aspectos tiveram mesmo aplicação em sala de aula, nomeadamente a utilização dos textos mencionados, da autoria de Teodoro de Almeida (Ciência Viva IV).

Nos workshops, os professores intervenientes, cerca de 15 em cada um, puderam usar e analisar os Cd-Roms, avaliando-os em termos de funcionalidade, temas propostos e possível utilização prática. Não sendo instrumentos que acompanhem deliberadamente os programas, podem no entanto ajudar a trabalhar alguns tópicos dos mesmos e suscitar a curiosidade para outros aspectos que cada um deles inclui. A utilização de um dos textos em sala de aula tinha sido feita anteriormente à sua inclusão no CD-Rom, tendo sido na época avaliado o seu uso por quatro professores e cerca de 100 alunos das disciplinas de Ciências Físico-Químicas e Física, dos 11º e 12º anos dos antigos Tecnológicos de Mecânica, Electricidade/ Electrónica e Informática. A sua análise e discussão estiveram inseridas num conjunto de actividades experimentais sobre o estudo dos movimentos. A avaliação feita pelos professores e pelos alunos foi bastante positiva, tendo ainda em atenção serem alunos habitualmente pouco sensibilizados para o desenvolvimento teórico dos conceitos de Física e, de um modo geral, com dificuldades de aprendizagem.

A avaliação dos professores relativamente ao portal “O Baú da Física e Química”, foi também feita em workshop, tendo-se destacado alguns aspectos considerados importantes, como: o reconhecimento de que é possível utilizá-lo como uma ferramenta de consulta para corresponder ao interesse na inserção da História da Ciência no Ensino da Física e Química. Apresenta ainda como aspecto motivador o estar próximo do material que os professores têm disponíveis nas suas escolas e vir ao encontro das expectativas de muitos outros no sentido conhecerem os instrumentos didácticos antigos que frequentemente aí existem. Como aspectos de maior inovação: incidir sobre instrumentos didácticos do ensino secundário português, referentes a um período de tempo bastante alargado; reportar-se ao instrumento no próprio ensino da disciplina através dos manuais escolares utilizados e com vários níveis de conhecimento (instrumentalista/ fabricante; inventor/ cientista; história).

A divulgação do portal foi feita nacional e internacionalmente em vários encontros e congressos, tendo sido também publicada uma pequena notícia de divulgação no jornal internacional *Ambix* (2010).

CONCLUSÕES

A níveis distintos, até porque espaçados no tempo e com alcances diferentes, os três casos apresentados permitiram alcançar os objectivos propostos inicialmente para cada um deles, nomeadamente no estabelecimento de novas dimensões de interligação entre o ensino das ciências físico-químicas, o papel e potencialidades didácticas de instrumentos científicos antigos, as novas tecnologias e a importância de reconhecer e preservar património que testemunha a cultura científica, nas escolas secundárias e também nas universidades.

Um outro aspecto importante que se considerou, logo de início, foi o facto de em Portugal não haver trabalhos equiparáveis, nomeadamente ao nível da replicação 3D de instrumentos antigos, como se conseguiram obter com os Casos 1 e 2. No que respeita ao portal, existiam na altura, no estrangeiro, particularmente em França, alguns trabalhos que se aproximavam do que se desenvolveu.

Nos três casos obteve-se um produto que permite o estudo e divulgação de instrumentos científicos antigos, redescobrimo potencialidades didácticas e utilizando uma ferramenta moderna, que consideramos poder ser útil aos professores, a alunos e ao público interessado nestas matérias.

Em termos de divulgação, o portal desenvolvido no Caso 3 é o que tem mais potencialidades. Presentemente tem mais de 8000 acessos e está acessível em inglês, contemplando mais de cem instrumentos. É susceptível de ser actualizado sempre que se quiser. Acreditamos também que motivará os professores a preservarem o património das escolas em que se encontram e a “reutilizá-lo” no ensino actual, acautelando devidamente este último aspecto.

A possibilidade de se ultrapassar a dimensão simples de museu de escola e avançar para uma perspectiva nacional, identificando-se instrumentos com finalidades semelhantes mas com diferentes modificações, consoante os fabricantes, presentes em diferentes escolas constitui também um aspecto inovador.

AGRADECIMENTOS

Um agradecimento especial à Fundação para a Ciência e Tecnologia através do financiamento de dois projectos POCTI/36469/2000 e POCI/CED/60998/2004 e ao Aveiro Digital pelo financiamento do Radical - Colecção FisRede.

Aos referees anónimos é também devido um agradecimento pelas sugestões pertinentes que permitiram melhorar o presente artigo.

REFERÊNCIAS

Ambix (2010), 57 (1), 121.

Chaves, I. (2008). *Instrumentos laboratoriais antigos das escolas secundárias – seu valor pedagógico*. Dissertação de mestrado. Aveiro: Universidade de Aveiro.

Gomes, M. E. J. V. (2007). *Desenvolvimento do ensino da Física Experimental em Portugal 1780-1870*. Dissertação de doutoramento. Aveiro: Universidade de Aveiro.

Janeira, A.L. (1993). “Condições de possibilidade em História e Filosofia das Ciências”, *Revista de Educação*. III (2), 3-8.

Malaquias, I., & Castro, M. T. (2006). *Instrumentos de Física e História da Ciência*, FisRede – Aveiro Digital (ISBN: 978-872-789-213-6; 972-789-213-2).

Malaquias, I., Gomes, E., Martins, D., & Antunes, E. (2004). *DESNORTE – percursos históricos da galvanometria*. CD-Rom, Universidade de Aveiro (ISBN: 973-789-135-79

Malaquias, I., Valente, M.A., Lopes, M.J.Q., Martins, D.R., Thomaz, M., Oliveira, J., ... Saraiva, C. (2007). *Baú da Física e da Química* (<http://baudafisica.web.ua.pt>)

Malaquias, I., Queirós, M., Valente, M.A., Gomes, E.V., Martins, D., Saraiva, C., ... Thomaz, M. (2008a). “Ciência e sociedade -o património científico antigo de Física e Química de escolas secundárias em Portugal”. In Vieira *et al*, *Actas V Seminário Ibérico /I Seminário Ibero-Americano CTS no Ensino das Ciências*. Aveiro: Universidade de Aveiro, 433-436 (ISBN: 978-972-789-267-9).

Malaquias, I., Martins, D.R., Valente, M.A., Lopes, M.Q., Gomes, E.V., & Saraiva, C. (2008b), *Baú da Física e Química*, Universidade de Aveiro, ISBN: 978-972-789-254-9.

Nóvoa, A., & Santa-Clara, A. T. (2003). *Liceus de Portugal*. Edições ASA.

Saraiva, C. (2003). *Evolução histórica da abordagem do electromagnetismo e indução electromagnética nos livros de texto para o ensino secundário*. Dissertação de mestrado. Aveiro: Universidade de Aveiro.

Saraiva, C., Malaquias I., & Valente, M. A. (2007). “O Electromagnetismo nos Manuais de Física Liceais entre 1855 e 1974”. *Gazeta de Física*, 36-42.

Silva, A. A. (2010). *Ciência é Cultura - Notas pendentes para a Filosofia de um professor pendente da Física*. Porto: Edições Politema - Instituto Politécnico do Porto (ISBN: 978-972-8688-65-3)

CULTURA, ENSINO E SOCIEDADE – CONTRIBUTOS PARA UMA INTERLIGAÇÃO

RESUMO

Apresentam-se três contributos para uma interligação entre cultura, ensino e sociedade, através de algumas experiências em que convergem a actividade de docência no âmbito da física e química e a história da ciência e do seu ensino, com os seus elementos de cultura material. Dessas experiências resultaram a concepção e produção de ferramentas didácticas contemplando instrumentos científicos antigos de ensino secundário e universitário, recorrendo à utilização de novas tecnologias para a sua divulgação pública.

Palavras chave:

Instrumentos de física e química; história da ciência; potencialidades didácticas; divulgação; novas tecnologias

CULTURE, EDUCATION AND SOCIETY - CONTRIBUTION TO AN INTERCONNECTION

ABSTRACT

We present three contributions to an interconnection between culture, education, and society, through some experiments that converge on the physics and chemistry teaching practice and the history of science and its teaching, with its elements of material culture. These experiments resulted in the design and production of educational tools contemplating old scientific instruments of high school and university, resorting to the use of new technologies for their public popularisation.

KEY-WORDS:

Instruments of physics and chemistry; history of science; didactic potentialities; popularization; new technologies