

**Universidade de Coimbra**  
**Faculdade de Ciências e Tecnologia**  
**Departamento de Física**

**Ensino formal e informal para a compreensão pública da ciência:**  
**de Rómulo de Carvalho à rede Ciência Viva**

**Helena F. F. A. Rodrigues**

Projecto de Tese de Doutoramento em Ensino das Ciências – Ramo Física  
Sob a orientação do Professor Doutor Carlos Fiolhais

**25 de Julho de 2011**



## **Resumo**

O presente projecto de tese de Doutoramento em Ensino das Ciências visa aprofundar conhecimentos sobre ensino e aprendizagem das Ciências Físicas, numa perspectiva de entrelaçamento dos ensinos formal e informal. Partir-se-á dos manuais escolares e da obra de divulgação científica da autoria do professor Rómulo de Carvalho, contemplando os respectivos aspectos pedagógicos e científicos, em particular a sua actualidade. Pretende-se averiguar novas possibilidades de intervenção no ensino formal diagnosticando se os docentes de ensino básico e secundário recorrem, ou não, ao ensino informal e propondo ferramentas de ensino informal que sejam coadjuvadoras do ensino formal. Um outro objectivo será o de reflectir, partindo ainda da acção pioneira daquele professor, sobre o papel dos Centros Ciência Viva para o incremento da cultura científica e tecnológica dos portugueses, em complemento ou reforço da acção da escola, incluindo o contributo do Centro Ciência Viva Rómulo de Carvalho, «*centro de recursos para o ensino e aprendizagem das ciências e difusão da cultura científica*».



## Índice

I. Introdução.....	7
A. Ensino formal e ensino informal.....	7
B. Ensino formal e ensino informal em Portugal, desde a monarquia constitucional até à actualidade.....	10
C. Quadro actual do ensino formal em Portugal.....	13
D. O Programa Ciência Viva.....	14
II. Contextualização do tema .....	16
A. Estado da arte .....	16
1. A relação com a ciência: a Europa e Portugal.....	16
2. Pertinência do estudo da obra de Rómulo de Carvalho .....	17
B. Perspectivas de evolução do conhecimento científico na área .....	19
III. A contribuição potencial da tese para a evolução do conhecimento científico na área .....	22
IV. Plano de trabalhos .....	25
V. Referências .....	30

## Índice de Figuras

Figura 1 - Taxa de Analfabetismo, com base nos Censos da População 1940, 1950, 1960, 1970, 1981, 1991, 2001 do Instituto Nacional de Estatística [10]. 12

Figura 2 - Capa do primeiro *Caderno de Iniciação Científica*, intitulado *A Descoberta do Mundo Físico*. Trata-se de uma gravura do século XVII, «onde se faz realçar o grande entusiasmo dos homens dessa época pelas observações científicas» [42]. 24



## **I . Introdução**

### **A. Ensino formal e ensino informal**

O ensino formal e o ensino informal têm diferentes características, embora possam servir objectivos comuns e sejam óbvias as pontes entre ambos. Os dois permitem, cada um à sua maneira, a aprendizagem da ciência e os dois contribuem para a compreensão pública da ciência [1] [2]. Pretendemos, neste trabalho, procurar relações entre ensino formal e informal com base na obra do grande pedagogo e divulgador português Rómulo de Carvalho. Começamos, depois desta introdução, por investigar a compreensão da ciência num contexto formal, abordando o ensino da Física em Portugal e, em particular, analisando os manuais escolares da autoria de Rómulo de Carvalho. A seguir, passando para o contexto do ensino informal, analisamos a obra de divulgação de ciência desse professor, que está disponível nas livrarias, bibliotecas, e ainda nalguns Centros Ciência Viva, que integram a rede da Agência Nacional para a Cultura Científica e Tecnológica. Finalmente, procuramos conhecer melhor, sempre com base na obra desse autor, os modos de interacção dos dois tipos de ensino.

Procurar-se-á dar resposta ao problema: Em que medida os manuais escolares e os textos da obra de divulgação de ciência de Rómulo de Carvalho podem constituir ferramentas educativas no quadro actual do ensino português? Este problema desmembra-se em sub-problemas, em relação a textos dos manuais escolares e da obra de divulgação de ciência de Rómulo de Carvalho, designadamente:

- Mantém actualidade científica?
- Abordam conceitos não patentes nas actuais orientações curriculares, ou nos programas, mas que são enriquecedoras no quadro do desenvolvimento científico e tecnológico actual, e da sociedade que a ele recorre?
- Estão redigidos num discurso adequado ao actual ensino português?
- Que paradigmas educativos lhes estão subjacentes?
- Haverá situações de ensino formal nos quais possam ser usados como recurso educativos? Como e em que medida?

Pretende-se, em síntese, com a presente investigação, abordar o ensino da Física na perspectiva de Rómulo de Carvalho e revisitar os seus livros de divulgação de ciência, procurando novas abordagens para o ensino formal com a ajuda de recursos de ensino informal que propôs.

Rómulo de Carvalho foi professor de Física e Química desde 1931 até 1974. Foram várias as funções que desempenhou no sistema de ensino português, sempre de forma dedicada e rigorosa, destacando-se a participação no júri de exames de admissão a Universidade de Coimbra, em 1935, e em comissões de exames de acesso à Faculdade de Engenharia do Porto e ao Instituto Superior Técnico, de Lisboa, em 1947, quando era professor no Liceu Camões, em Lisboa. Em 1950 entrou no quadro dos professores efectivos, com lugar no Liceu da Horta, onde nunca leccionou pois foi convidado, em comissão de serviço, para exercer funções docentes no Liceu Normal D. João III, em Coimbra (hoje Escola Secundária de José Falcão). Foi autor de manuais escolares. Em 1957 foi exercer funções de professor no Liceu Normal de Pedro Nunes, em Lisboa, onde, no ano seguinte, foi nomeado professor metodólogo. De 1970 a 1973 dedicou-se ainda ao estudo do novo programa de Ciências da Natureza, para o ciclo preparatório, no quadro da reforma de Veiga Simão, então Ministro da Educação. Esteve na direcção do *Boletim do Ensino Secundário*, publicação oficial do Ministério da Educação. Participou no projecto de criação do Museu de Ciência de Lisboa [3]. Ao mesmo tempo que exercia as suas funções docentes, foi pioneiro em Portugal na escrita de obras de divulgação científica para jovens, uma actividade que iniciou em Coimbra nos anos 50.

Segundo Coombs o ensino formal é «*organizado, hierarquicamente e cronologicamente estruturado, num “sistema educativo”, que se inicia no ensino pré-escolar e termina nos graus académicos mais elevados*» [4]. O ensino formal é definido como organizado, estruturado e intencional. Cursos temáticos e acções de formação de vária ordem, com vista ao desenvolvimento profissional, pessoal ou cívico, não conferindo grau académico ou certificação profissional são entendidos como uma forma de ensino não formal [4]. O ensino informal, por seu lado, resulta de acções vivenciadas no dia-a-dia, não obedece a uma estrutura organizada, sistemática ou intencional. Traduz-se na aprendizagem realizada no quotidiano, em casa, no decorrer de uma tarefa (escolar, profissional, familiar ou de lazer), nas redes que estabelecemos, na leitura de livros, de revistas e de jornais, na audiência de programas em meios de comunicação audiovisual,



em consultas em bibliotecas, visitas a museus, entre outras possibilidades em que o raciocínio aconteça livre e criativamente [4].

A UNESCO, em 1999, na sua publicação *A ciência para o século XXI: uma nova visão e uma base de ação*, que reúne os documentos *Declaração sobre a ciência e o uso do conhecimento científico* e *Agenda para a ciência: uma base de ação*, apresenta instruções transversais para os diferentes modelos de ensino: formal, não formal e informal. Valoriza o papel da comunicação científica, qualquer que seja o meio. Na *Declaração sobre a ciência e o uso do conhecimento científico* salienta-se o ponto 34, onde se afirma ser a educação em ciência «*requisito fundamental da democracia e também do desenvolvimento sustentável*». Da *Agenda para a ciência: uma base de ação*, no ponto 48, destaca-se a necessidade do «*aumento da consciencialização do público em matéria de ciências*», bem como a «*promoção de informação e de cultura científica acessível a todos, de modo a oferecer informações adequadas sobre ciência e tecnologia, numa forma de fácil compreensão, e a beneficiar o desenvolvimento das comunidades locais*» [5].

Na Europa, a valorização do ensino não formal e informal é alvo de atenção pela Comissão Europeia, no Programa *Europe 2020: A strategy for smart, sustainable and inclusive growth*, quer no campo da ação com a juventude, na promoção de programas a ela dirigida, quer no âmbito da agenda de desenvolvimento de competências e emprego [6]. Tal resulta da consciência de que a educação global implica uma visão holística, onde a educação formal, não formal e informal se devem complementar, promovendo uma cidadania activa, democrática, na inclusão social, tolerância e diversidade cultural [6]. Stocklmayer *et al.* apostam numa sinergia entre o ensino formal e o ensino informal das ciências, havendo manifesta necessidade de diálogo entre agentes capazes de fomentar a complementaridade [7].

## **B. Ensino formal e ensino informal em Portugal, desde a monarquia constitucional até à actualidade**

Uma das obras mais importantes para a compreensão da história do ensino em Portugal foi escrita por Rómulo de Carvalho [8]. No nosso país, após a década de 70 do século XIX, iniciou-se a publicação do *Anuário Estatístico do Reino de Portugal*, dando conta do «*número de escolas existentes, professores em exercício, graus de alfabetização*» [8]. Esta fonte de informação faz saber que em 1878 - ano de concretização da reforma de Rodrigues Sampaio, Ministro do Reino e homem de ideologia liberal – 82,4% da população de Portugal Continental e Ilhas Adjacentes era analfabeta [8]. A divulgação da cultura, incluindo a cultura científica, foi reforçada com a acção de Xavier da Cunha, em 1881, que deu início à *Biblioteca do Povo e das Escolas*, uma publicação quinzenal, com a chancela da Editora David Corazzi, que, apesar de pretender corresponder a um modelo informal de ensino, viu alguns dos seus números serem adoptados oficialmente como manuais escolares [9]. Associado ao Partido Republicano surgiu *A Voz do Operário*, Sociedade Cooperativa, estrutura de ensino informal que «*se propunha estabelecer escolas e gabinetes de leitura*» [8]. Na década de 90 do século XIX foi criado o Ensino Técnico, pela mão do Ministro do Reino, João Franco, nas *Escolas de Ensino Industrial, Comercial, Agrícola e Veterinário*. A diminuição do analfabetismo foi ocorrendo lentamente, registando-se 78,6% de analfabetos em 1900 e passados 20 anos da chegada da República (em 1910) 67,8%. Em 1970 a taxa de analfabetismo estava nos 30% [10], o que se deveu, em grande parte, ao insuficiente número de escolas e professores no país. Nos últimos anos do Estado Novo ocorreu uma evolução mais sensível com Veiga Simão, Ministro da Educação de Marcelo Caetano, que criou em apenas quatro anos de mandato (de 1970 a 1974) cerca de sete mil estruturas de ensino, desde Escolas Primárias a Escolas de Magistério Primário, para além de ter proposto a criação de 24 instituições de Ensino Superior. A reforma educativa de Veiga Simão, do início da década de 70, do século passado, contou com a visão sobre a educação de Rómulo de Carvalho [8]. A explosão da escolaridade que se verificou a seguir à Revolução de 25 de Abril de 1974 não teria sido possível sem as condições favoráveis que foram propiciadas pela Reforma de Veiga Simão.

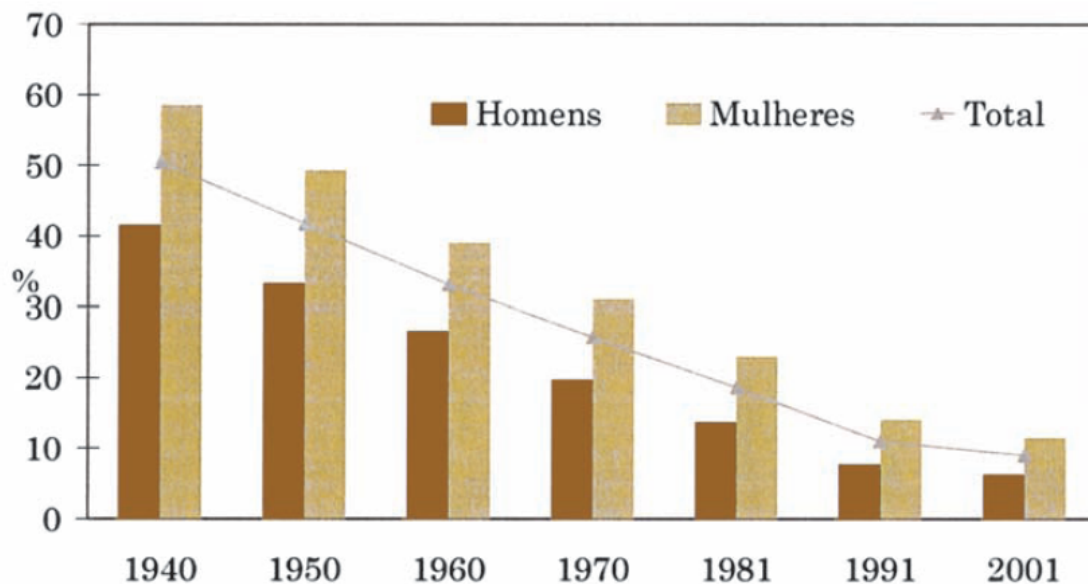


Figura 1 - Taxa de Analfabetismo com base nos Censos da População 1940, 1950, 1960, 1970, 1981, 1991 e 2001 do Instituto Nacional de Estatística [10].

Recuando um pouco no tempo, vejamos o contributo do ensino informal para a educação portuguesa, em meados do século XX, do matemático Bento de Jesus Caraça que, num dos seus discursos, afirmou “*sem cultura não pode haver liberdade, sem liberdade não pode haver cultura*” [11]. Bento de Jesus Caraça teve a iniciativa e dirigiu a *Biblioteca Cosmos*, que marcou a década de 40 do século passado. Tratou-se de uma colecção a vários títulos pioneira de divulgação da cultura. Professor de Matemática na Universidade Técnica de Lisboa e Professor na Universidade Popular Portuguesa, Bento de Jesus Caraça tornou-se com esta colecção um grande divulgador da ciência. Além disso, proferiu numerosas palestras, entre outras funções de cidadania em prol do desenvolvimento cultural e social. É, por isso, e apesar de não ter deixado obra investigação científica muito relevante, uma personalidade bastante reconhecida na história da ciência, em Portugal [9].

Bento de Jesus Caraça, no primeiro volume da *Biblioteca Cosmos*, publicada em Julho de 1941 (e que conheceu edição até Julho de 1948, com a publicação de 145 volumes), postulou pretender «*dar(...) uma visão geral do mundo, mundo físico e mundo social, da sua construção, da sua vida e dos seus problemas*», numa linguagem «*...simples, concisa, em linguagem ao alcance de todos...*». No decorrer da sua actividade de

director da colecção, registada pela abundante troca de correspondência com vista a possíveis publicações, consubstanciou uma declaração de princípios que defendia «o racionalismo científico; não omitir o “lado externo” dos temas, isto é, os seus condicionamentos e implicações sociais; contribuir para dar ao Homem uma visão optimista de si próprio, confiança no seu poder de trabalhar, construir e organizar.» [9].

Rómulo de Carvalho deu, neste período temporal, um grande contributo à *Biblioteca Cosmos*. Os seus dois primeiros livros de divulgação de ciência, *A Ciência Hermética* e *O Embalsamamento Egípcio*, saídos em 1947 e 1948 respectivamente, integraram essa Biblioteca, dirigida por Bento de Jesus Caraça [9]. Nos anos 50, quando era professor em Coimbra, criou a colecção *Ciência para Gente Nova*, da Editora Atlântida, e, mais tarde, publicou *Física para o Povo*, uma obra destinada «a operários e camponeses» [3].

Após a Revolução de 25 de Abril aconteceu, ao mesmo tempo que ocorreu um alargamento maciço do ensino formal, que inclui naturalmente o das ciências, deu-se um crescimento também maciço do ensino informal das ciências [10] [12]. No quadro do segundo, nos últimos 30 anos, em Portugal, têm surgido numerosas publicações como jornais, revistas, programas de rádio e televisão abordando temáticas promotoras da cultura científica e tecnológica [12]. Fiolhais faz uma resenha das publicações mais relevantes para a divulgação da ciência em português europeu, referindo que o auge de aceitação pelo público desse tipo de obras ocorreu nos anos 80 do século passado. Dá destaque ao papel das Publicações Europa-América, na sua colecção *Saber*, e da Editora Gradiva, na sua Colecção *Ciência Aberta*. A Relógio D' Água reeditou algumas das obras de Rómulo de Carvalho. Ainda assinala os centros de ciência, que surgiram no quadro do programa Ciência Viva e que têm contribuído sobremaneira para o ensino informal das ciências.

### C. Quadro actual do ensino formal em Portugal

Na actualidade, o quadro de oferta do ensino formal no ensino público português, permite um conhecimento de e sobre ciência desde a educação pré-escolar até ao final do ensino secundário (12.º ano). Segue-se-lhe um conhecimento da ciência em áreas específicas nas diversas licenciaturas em Universidades e Institutos Politécnicos. Esse ensino é complementado pelo ensino informal [13].

A Lei de Bases do Sistema Educativo (LBSE) estabelece o quadro geral do Sistema Educativo Português, que visa *«favorecer o desenvolvimento global da personalidade, o progresso social e a democratização da sociedade»* de acordo com o ponto 2, do capítulo I, do Decreto-Lei n.º 49/2005, de 30 de Agosto [13].

O sistema educativo português encontra-se organizado em educação pré-escolar, a educação escolar e a educação extra-escolar. Para esta última define no capítulo II: *«engloba actividades de alfabetização e de educação de base, de aperfeiçoamento e actualização cultural e científica e a iniciação, reconversão e aperfeiçoamento profissional e realiza-se num quadro aberto de iniciativas múltiplas, de natureza formal e não formal»* [13].

Ainda neste capítulo, 2.ª secção, no artigo 8.º, a respeito da organização no ensino básico é exposto no ponto 2 que ela *«obedece a uma sequencialidade progressiva, conferindo a cada ciclo a função de completar, aprofundar e alargar o ciclo anterior, numa perspectiva de unidade global do ensino básico»* [13].

Tal carácter organizativo tem continuidade dentro da escalada própria do nível de ensino secundário, pois obedece a *«princípios orientadores da organização e da gestão do currículo, bem como da avaliação das aprendizagens»* [14], pós secundário, universitário de 1.º, 2.º ou 3.º ciclo.

A necessidade de reflectir sobre o ensino e suas metodologias está patente no *Relatório de Actividades do Conselho Nacional de Educação* relativo ao ano de 2010, que

consagra no seu sumário executivo, no segundo objectivo « *ii) Conhecer e valorizar boas práticas ao nível da educação formal e não formal. Este objectivo visa contribuir para o conhecimento da situação educativa e dos problemas existentes em matéria de formação e qualificação de jovens e adultos, designadamente através do estudo de práticas inovadoras e de experiências pedagógicas, promovendo a sua divulgação. A sinalização de boas práticas em todos os níveis de ensino deverá ser prosseguida*» [15].

#### **D. O Programa Ciência Viva**

Nos países mais desenvolvidos tem-se assistido nas últimas décadas à criação de museus e centros de ciências dedicados à ciência e à cultura científica [16]. No caso português assume papel muito relevante a rede de centros Ciência Viva, coordenada pela Associação Ciência Viva – Agência Nacional para a Cultura Científica e Tecnológica (ANCCT), que foi constituída em 1998, em publicação em Diário da República 3.<sup>a</sup> série, n.º 256/98. A Ciência Viva tinha sido criado como unidade do Ministério da Ciência e Tecnologia, por Despacho n.º 6/MCT/96, de 01.07.96, definindo-se-lhe as competências de «*promoção da educação científica e tecnológica na sociedade portuguesa, com especial ênfase nas camadas mais jovens e na população escolar dos ensinos básico e secundário*» [17].

As primeiras acções governamentais para «*promover o conhecimento, o gosto e a sensibilização do público em geral e dos jovens em particular para as actividades científicas e tecnológicas*» tinham acontecido com as semanas da iniciativa *Viva a Ciência*, em Maio de 1993 e em Outubro de 1994 [18]. O programa da iniciativa de 1995 dá conta de acções em 17 distritos de Portugal, contando com actividades em estruturas desde escolas de ensino básico a universidades, bibliotecas municipais, e até centros de apoio à indústria como o *Centro Tecnológico das Indústrias Têxtil e do Vestuário de Portugal* (CITEVE) ou o *Centro de Apoio Tecnológico à Indústria Metalomecânica* (CATIM) [18].

José Mariano Gago, o Ministro da Ciência e Tecnologia que foi o responsável maior pela criação do programa Ciência Viva, afirmou que “*os centros Ciência Viva vêm assumindo um papel de grande relevo na divulgação científica e tecnológica, em*

*especial junto da população jovem” [19]. Assim, esses Centros dirigem-se aos objectivos de educação extra-escolar. Esta, como se regista no ponto 1 do Artigo 26º, da LBSE, estabelece-se em «complemento da formação escolar ou em suprimento da sua carência.» e «visa a globalidade e a continuidade da acção educativa», formulação enquadrada na definição de ensino informal [4] [13]. Actualmente, os Centros Ciência Viva são apresentados como «espaços interactivos de divulgação científica e tecnológica distribuídos pelo território nacional, funcionando como plataformas de desenvolvimento regional - científico, cultural e económico - através da dinamização dos actores regionais mais activos nestas áreas» [20].*

O dia 24 de Novembro, data de nascimento de Rómulo de Carvalho, foi instituído em 1997 como Dia Nacional da Cultura Científica, estando integrado numa Semana da Cultura Científica que se realiza na rede Ciência Viva e não só, mas por todo o país [21].

## II. Contextualização do tema

### A. Estado da arte

#### 1. A relação com a ciência: a Europa e Portugal

O relatório de 2010, *Science and Technology*, da Comissão Europeia afirma, logo na introdução, existir um fosso entre a ciência e a sociedade [22]. Revela que os europeus se encontram pouco informados sobre temas de ciência e tecnologia: apenas 79% dos europeus se interessam pelas descobertas científicas e tecnológicas e apenas 61% respondem considerar-se informados sobre ciência e tecnologia [22]. No que respeita à intervenção cívica, apenas 9% participa de forma activa em encontros ou debates públicos sobre temas de ciência e tecnologia [22]. Na resposta à questão *QC6.10.*, a respeito da afirmação «*In my daily life, it is important to know about science*» [22], 33% dos inquiridos concordam ou concordam completamente, mas 48% rejeitam a afirmação. Considerando as respostas à mesma questão dadas pelos portugueses regista-se que 29% rejeita a afirmação “*no seu dia a dia não é importante conhecer acerca da ciência*”, ao passo que 44% manifesta a sua concordância [22].

Estes resultados apontam para um cidadão europeu pouco sensível para os assuntos relacionados com a ciência e tecnologia, pouco entusiasta com os benefícios e potenciais retornos da ciência e tecnologia e, em particular, um cidadão português ainda pouco consciente do valor da ciência no seu dia a dia. Tal parece contraditório quando, no mesmo relatório, 61% dos inquiridos de nacionalidade portuguesa manifestaram ter conhecimento ou interesse por descobertas científicas. No entanto, apenas 41% se interessam pela informação acerca dessas descobertas [22].

Um aspecto que se salienta desse relatório da Comissão Europeia é o facto de, em geral, um terço dos portugueses inquiridos não saber dar resposta às questões colocadas ou não ter opiniões sobre elas. Essa circunstância não pode deixar de se traduzir numa certa forma de exclusão social: estes cidadãos não estão, decerto, habilitados a exercer uma cidadania activa.



No estudo do Eurobarómetro *Social values, Science and Technology*, publicado em 2005, as respostas dos portugueses reveladoras de desconhecimento ou desinteresse situavam-se em percentagens numa ordem até décima parte, quando as questões são de domínio da confiança como «*The next generation will enjoy a better quality of life than we do now*», na questão sobre «*Decisions about science and technology should be based primarily...*» um terço já não sabe [23]. Tal pode indiciar alguma mudança de consciência acerca do conhecimento individual sobre ciência e tecnologia. Poderá o conhecimento do indivíduo acerca do que sabe sobre ciência e tecnologia ter evoluído, conduzindo a uma atitude de não arriscar ter opinião.

No estudo Eurobarómetro 74, *Opinião Pública na União Europeia*, publicado em 2011, apesar de existir analfabetismo científico, é patente a confiança na educação, como motor do progresso e desenvolvimento [24]. Os portugueses, à semelhança dos restantes europeus, assinalaram entre as iniciativas que poderiam contribuir para elevar o desempenho da economia europeia, “*melhorar a educação e a formação profissional*” [24].

## **2. Pertinência do estudo da obra de Rómulo de Carvalho**

O progresso da educação em Portugal, reforçando o número e a qualidade dos contributos de vária ordem para o ensino formal e para o ensino informal, em particular mostrando que a compreensão pública das ciências pode começar pela leitura de livros de divulgação, foi um dos resultados mais notáveis alcançados por Rómulo de Carvalho. Este autor publicou vários manuais escolares a partir de 1949 e dedicou atenção à divulgação de ciência para os mais jovens, com obras como as que integram a colecção *Ciência para Gente Nova*, publicadas entre 1952 e 1962, *Física para o povo*, de 1968, e os *Cadernos de Iniciação Científica*, publicados entre 1979 e 1985. Apesar de não estar no âmbito deste trabalho considerar a obra poética de António Gedeão, heterónimo de Rómulo de Carvalho, na qual a poesia surge como veículo de saber científico, registre-se que ela foi mais um notável legado de Rómulo de Carvalho [25].

Para além da sua obra bibliográfica, que se alargou ainda à história das ciências e do ensino, Rómulo de Carvalho escreveu dezenas de textos de comentário pedagógico e didático e artigos abordando temas abrangentes e de reflexão educacional, alguns dos quais foram reunidas por Nuno Crato no livro *Rómulo de Carvalho, Ser Professor* [26]. Nuno Crato, na nota prévia deste livro, justifica a escolha dos textos, como aqueles que considera pouco «*relidos e apreciados*» sugerindo assim a revisitação [26]. Também José Mariano Gago, aponta ser «*imperioso lutar por uma cultura científica viva e crítica, estudiosa, partilhável e disponível, fonte de cidadania e de libertação*» e aponta que «*os livros de Rómulo de Carvalho são exemplos e guias*» [27].

Sobre a relação entre ensino formal e informal, acrescenta-se que Rómulo de Carvalho escreveu, em co-autoria, o manual *Noções elementares de Química*, em 1952, onde é manifesto haver «*simplificação qualitativa e quantitativa dos assuntos tratados; modernização da sua didática, partindo de centro de interesse da vida diária para o estudo das substâncias químicas*» [28]. Assinalando, nos anos 50, consciência das vantagens de utilizar no ensino formal aprendizagens informais.

## B. Perspectivas de evolução do conhecimento científico na área

O modelo construtivista de ensino e de aprendizagem, que domina o ensino público não universitário português, está patente nos documentos da reforma educativa iniciada em 1989, pelo Ministro da Educação Roberto Carneiro [29]. Da leitura do Decreto-Lei n.º 286/89 regista-se a preocupação com a concepção da educação nas vertentes interdisciplinares, a formação pessoal e social, a redefinição da avaliação do aluno [30]. O modelo sócio construtivista domina as *Orientações curriculares do 3º ciclo do ensino básico* e os programas de física e química do ensino secundário [31] [32].

Apesar das mudanças educativas nas duas últimas décadas, continuam a ser preocupantes as dificuldades de sucesso dos alunos em ciências. E em 2000, a par com a revisão curricular, então em curso, foi realizado, em Portugal, um diagnóstico, através de consulta a professores de Física e Química do 3.º ciclo e do Ensino Secundário, registado no *Livro Branco da Física e da Química* [33] [34]. Anabela Martins, nas principais conclusões deste trabalho, extrapolou que «*a melhoria da formação da cultura científica da sociedade português*» deve estar apoiada por medidas que tenham «*como objectivo prioritário a elevação dos padrões de exigência e qualidade do ensino e da aprendizagem*» [33].

O *Programa de Física e Química A, 10.º ou 11.º anos, Curso Científico-Humanístico de Ciências e Tecnologia*, homologado em 12.03.2001, do Departamento de Ensino Secundário do Ministério da Educação, indica tratar-se a disciplina em causa «*uma via para os alunos aprofundarem conhecimentos relativos à Física e à Química, duas áreas estruturantes do conhecimento nas Ciências experimentais*» [32], dando relevo aos conteúdos científicos, uma vez que se tratam de «*duas áreas estruturantes do conhecimento nas Ciências experimentais*» [32]. Está ainda patente que «*a Formação Específica tem como intenção final uma consolidação de saberes no domínio científico que confira competências de cidadania, que promova igualdade de oportunidades e que desenvolva em cada aluno um quadro de referências, de atitudes, de valores e de capacidades que o ajudem a crescer a nível pessoal, social e profissional. Defende-se por isso que no Ensino Secundário se tomem como orientações para o ensino das Ciências, as perspectivas de literacia científica dos alunos, pedra basilar de uma*

*cultura científica, e o desafio de cativar muitos deles (sobretudo os melhor preparados) para carreiras ligadas às Ciências / Tecnologias, onde não seja esquecida a profissão docente, indispensáveis ao desenvolvimento socio-económico do País» [32].*

Em 2003, e na sequência da elaboração do *Livro Branco da Física e da Química*, publicado em 2002, os autores recolheram as opiniões de alunos sobre a aprendizagem da Física e da Química [35]. No que respeita ao uso de fontes de informação científica e tecnológica, a televisão revelou-se o meio de informação preferido e a maior parte dos alunos nunca ou raramente recorreu ao computador para aceder à Internet, ou leu livros de divulgação científica [35]. As opiniões sobre os manuais escolares utilizados no ensino básico e no ensino secundário são crescentemente desfavoráveis à medida que aumenta a escolaridade dos alunos inquiridos. Há apenas uma percentagem de 5% de estudantes do Ensino Superior que consideram os seus manuais de Física e Química do Ensino Secundário muito bons. As características dos manuais também foram apontadas como causas para a «*falta de motivação para o estudo da Física e da Química*» [35]. Quanto à perspectiva dos alunos do ensino básico e secundário sobre o modo como consideram aprender melhor, eles apontam para maior eficácia a «*resolução de exercícios*», seguido de «*revisão da matéria dada na véspera do teste*» no caso dos alunos de 9.º ano, ou «*ouvir a explicação do professor e estudar em casa*», no caso dos alunos do 11.º ano, seguida ainda de; «*ouvir a explicação do professor acompanhada de uma demonstração experimental e questões*». Só depois surge «*fazer experiências em grupos de 2 a 3 alunos*» [36].

De acordo com o *Livro Branco da Física e da Química, opiniões dos alunos* pouco mais de metade dos alunos manifestava, em 2005, intenção de seguir estudos no ensino secundário. E, destes, só metade indicou interesse pelas ciências. Acerca deste registo, Martins e Martins alertam para a necessidade de uma literacia científica, através de uma formação que «*não termine no fim da escolaridade básica*» [35].

Os resultados do PISA (*The Programme for International Student Assessment*) de 2009, publicado no *PISA 2009 Results: What Students Know and Can Do, student performance in reading, mathematics and science*, volume I, apontam para uma evolução na proficiência do aluno português, que se encontra ainda num patamar

inferior à média dos alunos dos países da Organização para a Cooperação Económica e Desenvolvimento, OCDE [37].

Tendo em conta o apresentado, o nosso sistema de ensino ainda não revela ter atingido os níveis de aprendizagem desejáveis, seja sobre conceitos basilares de ciência, no Ensino Básico, seja sobre conceitos de ciência que criem um quadro conceptual e de raciocínio desenvolvido, capaz de aprendizagens propiciadoras de uma aplicação de conhecimentos empreendedora e criativa.

Ainda não se generalizou o ensino das ciências como uma mais valia no exercício de cidadania activa e participativa. Pelo contrário, a maioria dos portugueses não dispõe de preparação adequada fornecida pela escola e não adquiriu hábitos de valorização pelo ensino informal que os levem a interessar-se por assuntos de ciência e tecnologia.

Como já se disse, Rómulo de Carvalho foi, para além de Professor de Física e Química, divulgador de ciência, historiador de ciência e poeta [38]. Escreveu mais de uma centena de livros, entre manuais escolares, livros de divulgação de ciência, história da ciência e história da educação. No que respeita a manuais escolares, conta com 21 obras, num total de 24 volumes. Com a análise dos manuais procurar-se-á, no desenvolvimento do presente trabalho, avaliar em que medida eles mantêm pertinência e actualidade, do ponto de vista do rigor científico, da metodologia pedagógica, e da linguagem.

No quadro do ensino formal levantam-se as seguintes hipóteses de trabalho em relação aos manuais escolares e aos textos de divulgação de ciência de Rómulo de Carvalho:

- Se a linguagem for considerada rigorosa e compreensível, e se o seu conteúdo for actual, então os documentos poderão ser usados pelos actuais docentes e produzir nos alunos aprendizagens que perdurem.
- Se o conteúdo se incluir no programa ou nas orientações curriculares ou se for complementar ao programa ou às orientações curriculares, então os documentos poderão ser usados pelos docentes e contribuir para as aprendizagens dos alunos.

### III. A contribuição potencial da tese para a evolução do conhecimento na área

Em 1975, no manual escolar de Rómulo de Carvalho escrito em co-autoria, *Física para o 1º ano do curso complementar do Ensino Secundário*, publicado pela Livraria Sá da Costa Editora, constam umas *Palavras Prévias* onde se menciona o valor do trabalho «em equipa disciplinar», mostrando os autores estarem na vanguarda da metodologia de trabalho pedagógico [39]. Ainda nessas *Palavras Prévias*, como se confirma ao longo do manual escolar, há a nota de atenção sobre o que se faz em educação além-fronteiras, pela afirmação «*não está nos hábitos nacionais apresentar-se um livro didáctico com tantos autores, embora isso não seja raro, noutras nações*» [39]. Nos manuais escolares que publicou após a sua aposentação em 1974, indica uma bibliografia onde constam livros de Física de Ensino Superior que são referência no ensino da Física a nível internacional, como o *The Project Physics Course*, dos norte-americanos Holt, Rinehart e Winston, *The Feynman Lectures on Physics*, do norte-americano Feynman, *Física*, dos norte-americanos Sears e Zemansky, *Física*, dos norte-americanos Resnick e Halliday, *Manual de Física Elementar*, dos russos Landau e Kitaigorodski, *Física Physical Science Study Committee (PSSC)*, *Cours de Physique*, dos franceses Dessart e Jodogne, entre outros [39] [40] [41]. Encontramos ainda referência ao que de mais moderno existia nas ciências e no ensino das ciências e mostrando um excelente domínio científico e domínio metodológico das correntes da época, devendo salientar-se o *Physical Science Study Committee* e o *Nuffield Advanced Science* [40]. Esta amostra da bibliografia referida por Rómulo de Carvalho retrata, de certo modo, a sua visão da ciência e do ensino.

Dos 31 os livros de que Rómulo de Carvalho escreveu com o propósito do ensino informal, são um exemplo representativo os *Cadernos de Iniciação Científica*. Estes são apresentados pelo autor como «*destinados especialmente a jovens estudantes dos 9 aos 15 anos, pretendem ser um meio de informação atraente, pela simplicidade da linguagem e pela apresentação gráfica de conceitos fundamentais das ciências físicas sem os quais se torna duvidosa a aquisição consciente de conhecimentos mais elevados*» [42]. Frederico Carvalho, filho do professor, na Introdução, da edição coligida em 2004, dos *Cadernos de Iniciação Científica*, afirma que cada um deles tem

«uma apresentação atraente que recorre abundantemente à imagem não apenas para despertar o interesse do leitor mas também como veículo de informação» [43]. Rómulo de Carvalho apresenta razões para a estrutura e recursos de comunicação, pois entende que as 16 páginas de cada caderno se destinam «a um público jovem» e ele pretende «atrair os jovens para o conhecimento sobre ciência» [42].



Figura 2 - Capa do primeiro caderno de Iniciação Científica, intitulado *A Descoberta do Mundo Físico*. Trata-se de uma gravura do século XVII, «onde se faz realçar o grande entusiasmo dos homens dessa época pelas observações científicas» [43].

No presente estudo procurar-se-á saber em que medida os livros de divulgação de Rómulo de Carvalho continuam actuais e podem constituir um recurso em actividades em contexto formal, tendo em conta a sua actualidade científica, a sua linguagem e o desenvolvimento que proporcionam para a curiosidade científica. Esta foi sempre o *leit-motiv* de Rómulo de Carvalho, bem explícito quando ele escreveu «... como seres inteligentes, temos necessidade de descobrir o que se passa no mundo, como se passa e, até, porque se passa» [42].

Esta investigação, para além de desenvolver metodologias de ensino das Ciências, com particular realce à Física, propõe estabelecer relação de complementaridade entre o

ensino formal e o ensino informal. A devida valorização dos vários meios e oportunidades de ensino passa pela intervenção junto dos principais actores educativos, os docentes, junto dos quais se procurará saber em que medida eles estão conscientes dos conceitos de ensino formal, não formal e informal, assim como das virtudes e dificuldades dos ensinos formal e informal. Também se perceberá se encontram no ensino informal ferramentas para o ensino formal, procurando incrementar o valor do ensino formal com experiências de ensino informal.

A rede de Centros Ciência Viva tem desempenhado um papel no desenvolvimento da Cultura Científica e Tecnológica dos Portugueses, havendo mesmo já alguns trabalhos acerca do seu contributo [44] [45] [46] [47] [48] [49] [50]. Será analisado na investigação o contributo dessa rede e, em particular, do recente Centro Ciência Viva Rómulo de Carvalho, um moderno centro de recursos educativos que foi criado em Coimbra em 2008.



#### IV. Plano de trabalhos.

Da vasta obra de Rómulo de Carvalho, este projecto de investigação dedicará particular atenção à análise dos manuais escolares da sua autoria ou co-autoria. O estudo incidirá particularmente nas seguintes obras de que ele é o único autor [51]:

1. *Compêndio de Química para o 3º Ciclo*, Livraria Studium, Lisboa, 1950.
2. *Guia de Trabalhos práticos de Química para o 3º ciclo dos liceus*, *ibidem*, 1950.
3. *Trabalhos práticos de Química de harmonia com os programas do 6.º e 7.º anos*, *ibidem*, 1951.
4. *Problemas de Física para o 3.º Ciclo do Ensino Liceal*, vols I e II, Atlântida Editora, Coimbra, 1953.
5. *Guia de Trabalhos Práticos de Química, para o 3º Ciclo dos Liceus*, *ibidem*, 1957.
6. *Ciências da Natureza: 1.º ano do Ciclo Preparatório*, Livraria Sá da Costa Editora, Lisboa, 1968.
7. *Ciências da Natureza 2.º para o 2.º ano do Ciclo Preparatório do Ensino Secundário*, *ibidem*, 1969.
8. *Ciências da Natureza*, *ibidem* (dois volumes), 1972.
9. *Textos do 4º Ano Experimental 1973-1974*. Direcção Geral do Ensino Básico, Lisboa, 1974.
10. *Ciências da Natureza* (fichas de trabalho – novo 4º ano). *Ibidem*.
11. *Aditamento ao guia de trabalhos práticos de Química*, Coimbra, 1975.
12. *Ciências da Natureza, Caderno A – Documentação e Textos de Apoio para Professores do 7º Ano da Escolaridade*. Ministério da Educação e Investigação Científica, Secretaria de Estado da Orientação Pedagógica, Lisboa, 1975.
13. *Ciências da Natureza: Ensino Secundário*, Sá da Costa Editora, Lisboa, 1977.

E nos manuais escolares, em co-autoria [51]:

Com A.A. Riley da Mota,

14. *Noções Elementares de Química*. Livraria Studium Editora, Lisboa, 1950.

Com Alcina do Aido, Maria Adélia Passos Ponte, Maria Aurelina Martins, Maria Gertrudes Abreu Bastos, Maria Josefina Pereira, Maria Margarida Leitão:

15. *Física para o 1º ano do curso complementar do Ensino Secundário*, Livraria Sá da Costa Editora, Lisboa 1975.
16. *Física para o 2º ano do curso complementar do Ensino Secundário*, *ibidem*, 1977,
17. *Física para o 10º ano de Escolaridade/ Curso Complementar*, *ibidem* 1980.
18. *Física para o 11º ano de escolaridade/Curso Complementar*. *Ibidem*.
19. *Física para o 12º ano de Escolaridade*, Vols I e II, *ibidem*, 1981.
20. *Física para o 12º ano de escolaridade – Vol II*. *ibidem*, 1982.
21. *Física para o 12º ano de escolaridade*, *ibidem*, (congrega num volume os volumes I e II, anteriormente publicados), 1983.

No que respeita à divulgação de ciência importa também estudar, em comparação com os manuais escolares, as seguintes obras de divulgação científica [52]:

1. *A Ciência Hermética*, Biblioteca Cosmos (1ª secção, nº 55 – Ciências e Técnicas), nº 118, Edições Cosmos, Lisboa, 1947.
2. *O Embalsamamento Egípcio*, Biblioteca Cosmos (1ª secção, nos n.º 63/64 – Ciências e Técnicas], nos n.º 142/143, *ibidem* (volume duplo) 1948.
3. *História do Telefone*. Colecção Ciência para Gente Nova, n.º 1, Atlântida, Coimbra, 1952.
4. *História da Fotografia*, *ibidem*.
5. *História dos Balões*, Colecção Ciência para Gente Nova, n.º 3, *ibidem* 1953. Reeditado pela Relógio D'Água, 1991.
6. *História da Electricidade Estática*. Colecção Ciência para Gente Nova, n.º 4, *ibidem*, 1954; reeditado em 1973.
7. *História do Átomo*. Colecção Ciência para Gente Nova, n.º 5, *ibidem*, 1955.
8. *História da Radioactividade*. Colecção Ciência para Gente Nova, n.º 7, *ibidem*, 1957.
9. *Que é a Física*. Colecção Arcádia, Série Ciência n.º 2, Editora Arcádia, Lisboa, 1959.

10. *História da Energia Nuclear*. Coleção Ciência para Gente Nova, n.º 9, Atlântida, Coimbra, 1962.
11. *História dos Isótopos*. Coleção Ciência para Gente Nova, n.º 10, *ibidem*.
12. *Física para o Povo*, volume I e volume II, Atlântida, Coimbra, 1968. Reeditado pela Relógio D'Água Editores, Lisboa, 1995.
13. *A Descoberta do Mundo Físico*, Cadernos de Iniciação Científica, Livraria Sá da Costa Editora, Lisboa, 1979.
14. *A Experiência Científica*, *ibidem*.
15. *A Natureza Corpuscular da Matéria*, *ibidem*.
16. *Moléculas, Átomos e Iões*, *ibidem*.
17. *A Estrutura Cristalina*, *ibidem*, 1980;
18. *A Energia*, *ibidem*.
19. *As Forças*, *ibidem*.
20. *O Peso e a Massa*, *ibidem*.
21. *As Reacções Químicas*, *ibidem*.
22. *A Composição do Ar*, *ibidem*, 1982;
23. *A Pressão Atmosférica*, *ibidem*.
24. *A Electricidade Estática*, *ibidem*.
25. *A Corrente Eléctrica*, *ibidem*, 1983;
26. *Magnetismo e Electromagnetismo*, *ibidem*.
27. *A Electrónica*, Lisboa, *ibidem*.
28. *A Radioactividade*, *ibidem*, 1985;
29. *A Energia Radiante*, *ibidem*.
30. *Ondas e Corpúsculos*, *ibidem*.
31. *Cadernos de Iniciação Científica*, Relógio D'Água, Lisboa, 1996; colige os dezoito Cadernos de Iniciação Científica, publicados pela Livraria Sá da Costa.

Numa primeira fase, a fase conceptual do trabalho de investigação, será dada continuidade a revisão de literatura e será realizada uma análise pormenorizada das obras mencionadas, procurando evidenciar as mais relevantes. Quando se trate de manuais escolares, será considerada a organização e a actualidade dos conteúdos, procurar-se-ão identificar metodologias patentes no discurso, e seleccionar-se-ão textos, esquemas e actividades com actualidade no quadro das orientações curriculares para

utilizar como recurso educativo no último ano do Ensino Básico (9.º ano de escolaridade) e no Ensino Secundário. No que respeita aos livros de divulgação científica serão seleccionados alguns trechos que podem ser disponibilizados num contexto de ensino formal, em actividades propiciadoras ou complementares. Procurar-se-á identificar as semelhanças e diferenças entre o discurso de Rómulo de Carvalho nos dois tipos de obras.

Na fase metodológica decorrerá a escolha ou, caso não exista, a elaboração de um inquérito visando o levantamento do entendimento do professor acerca do ensino formal e do ensino informal e as relações entre eles. Procurar-se-á determinar melhor qual é o papel, na prática, dos ensinos formal e informal (por exemplo, imprensa, livros de divulgação, Centros Ciência Viva e outros) na promoção da compreensão pública da ciência. Serão elaborados instrumentos de ensino, com base nos manuais escolares e nos livros de divulgação científica de Rómulo de Carvalho, que possam ser propostas a docentes e com vista a crítica e possível implementação. Tal permitirá dar a conhecer recursos educativos da obra de Rómulo de Carvalho e propor a revisita de estratégias de ensino de Rómulo de Carvalho. Desenhar-se-á um plano de entrevista aos docentes que aceitem colaborar na primeira parte da fase empírica para o levantamento de dificuldades, críticas e definição de aplicabilidade dos instrumentos de ensino com os alunos. Elaborar-se-á uma grelha de observação para os instrumentos de ensino a serem usados pelos docentes a colaborar, tendo em conta a taxonomia de Bloom revista por Cannon e Feinstein [53]. Será averiguada a validade interna dos instrumentos a usar: inquérito, entrevista e grelha de observação.

Ainda no âmbito da fase metodológica será escolhida a amostra de docentes, tendo por base a escolha das Escolas de Ensino Secundário a participar no estudo. Recorrer-se-á, tanto quanto possível, a uma distribuição aleatória para elaborar uma amostra que ofereça validade externa ao trabalho e assim ter representatividade do estudo.

Na terceira fase, a fase empírica, serão contactados os docentes de Física e Química das escolas envolvidas, no início do ano lectivo, para lhes apresentar o projecto de trabalho, obter a sua anuência em colaborar na investigação, distribuir o inquérito e agendar respectiva recolha e entrevista ou entrevistas. Será dado cumprimento aos requisitos legais de autorização para intervir junto dos docentes e na escola, sempre que se

justifique. Os dados recolhidos serão tratados estatisticamente respeitando o anonimato das contribuições.

A aplicação do inquérito e tratamento dos dados recolhidos, a realização de duas ou mais entrevistas com os docentes, para apresentação de propostas de instrumentos de ensino trabalhados na fase metodológica, acompanhamento de docentes que apliquem os instrumentos, do tratamento dos resultados da aplicação dos instrumentos, será elaborada uma tese, onde se vão extrapolar as conclusões. Deseja-se ainda encontrar questões, que permaneçam após o presente estudo, ou novos aspectos a investigar na área do ensino formal e do ensino informal. O trabalho culminará na apresentação e defesa de uma tese.

## V. Referências

- [1] Hofstein, A. and Rosenfeld, S. (1996), “Bridging the Gap Between Formal and Informal Science Learning”, *Studies in Science Education*, vol. 28, 87-112.
- [2] Riedinger, K., Marbach-Ad, G., McGinnis, J. R., Hestness, E. and Pease, R. (2011), “Transforming Elementary Science Teacher Education by Bridging Formal and Informal Science Education in an innovative Science Methods Course”, *Journal of Science Education Technology*, vol. 20, 51-64.
- [3] Carvalho, R. (2010), *Memórias*, Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, pp. 234, 238, 331.
- [4] Coombs, P. H. (1989), “Key-note Speech: Educational challenges in the age of science and technology”, *Popularization of Science and Technology: What Informal and Nonformal Education Can Do?* Hong Kong and Paris: UNESCO, 13-23.
- [5] UNESCO (2003), *A Ciência para o século XXI: uma nova visão de ação*, Brasília: UNESCO, ABIPITI, pp. 34, 58.
- [6] European Commission (2010), *Europe 2020: A strategy for smart, sustainable and inclusive growth*, Brussels, pp.14, 34.
- [7] Stocklmayer, S. M., Rennie, L. J. and Gilbert, J. K. (2010), “The roles of the formal and informal sectors in the provision of effective science education”, *Studies in Science Education*, 46:1, 1-44. Em <http://dx.doi.org/10.1080/03057260903562284>, 2/07/2011.
- [8] Carvalho, R. (2008), *História do Ensino em Portugal: desde a fundação da nacionalidade até ao fim do regime de Salazar-Caetano*, 4.<sup>a</sup> edição, Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, pp. 613, 614, 634, 635, 808.
- [9] Araújo, J. M. (2001), *Biblioteca Cosmos, Um projecto Cultural do Prof. Bento de Jesus Caraça*, Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, pp. 10, 16, 27, 37.

- [10] GEPE/ME / INE (2009), *50 Anos de Estatísticas da Educação* – Volume I, 2009, Lisboa: Gabinete de Estatística e Planeamento da Educação, p.17. Em [http://www.gepe.min-edu.pt/np4/?newsId=376&fileName=50\\_Anos\\_Voll.pdf](http://www.gepe.min-edu.pt/np4/?newsId=376&fileName=50_Anos_Voll.pdf), 1/07/2011.
- [11] Caraça, B. J, (2002), As Universidades Populares e a cultura, in *Cultura e emancipação [1929-1933]: Obra integral de Bento de Jesus Caraça*, Porto: Campo das Letras, p. 73.
- [12] Fiolhais, C. (2011), *A Ciência em Portugal*, Lisboa: Fundação Francisco Manuel dos Santos, pp. 78, 79, 80, 81.
- [13] D. R. (2005), Lei n.º 49/2005 de 30 de Agosto, *Segunda alteração à Lei de Bases do Sistema Educativo e primeira alteração à Lei de Bases do Financiamento do Ensino Superior*”, pp. 5124, 5125, 5127, 5132, em <http://dre.pt/pdf1sdip/2005/08/166A00/51225138.PDF> , 2/05/2011.
- [14] D. R. (2004), Decreto-Lei n.o 74/2004, de 26 de Março, p.1931. Em [http://www.ige.min-edu.pt/upload/GTAA/DL\\_74\\_2004.pdf](http://www.ige.min-edu.pt/upload/GTAA/DL_74_2004.pdf), 7/05/2011.
- [15] D. R. (2011), Relatório (extracto) n.º 3/2011, *Relatório de Actividades do Conselho Nacional de Educação*, de 18 de Abril, p. 17598. Em <http://dre.pt/pdf2sdip/2011/04/076000000/1759817599.pdf>, 13/05/2011.
- [16] Gaspar, A. (1992), “O ensino informal de ciências: de sua viabilidade e interacção com o ensino formal à concepção de um centro de ciências”, *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, Florianópolis, vol.9, n.º 2, 157-163. Em <http://www.fsc.ufsc.br/cbef/port/09-2/artpdf/09-2.pdf#page=59> 1/05/2011.
- [17] Vargas, R., *Programa do VI Fórum Ciência Viva* (2002), Lisboa. Em [http://www.cienciaviva.pt/docs/programa\\_forum6.pdf](http://www.cienciaviva.pt/docs/programa_forum6.pdf), 4/07/2011.

- [18] Ministério do Planeamento e Administração do Território (1995), *Programa Viva a Ciência*, Secretaria de Estado da Ciência e Tecnologia, Lisboa, pp. 5, 54-59.
- [19] D. R. (2002), Despacho n.º 8890/2002 (2.ª série), p. 7947. Em [http://www.unic.pt/images/stories/publicacoes200801/D%208888\\_2002%20D%208889\\_2002.pdf](http://www.unic.pt/images/stories/publicacoes200801/D%208888_2002%20D%208889_2002.pdf), 13/05/2011.
- [20] Ciência Viva – Agencia Nacional para a Cultura Científica e Tecnológica, *Centros Ciência Viva*. Em <http://www.cienciaviva.pt/centroscv/rede/index.asp?acao=acessivel>, 27/05/2011.
- [21] Ciência Viva – Agencia Nacional para a Cultura Científica e Tecnológica, *Semana da Ciência e da Tecnologia*. Em <http://www.cienciaviva.pt/semanact/>, 29/05/2011.
- [22] European Commission (2010), *Special Eurobarometer Science and Technology*, Brussels, pp. 3, 10, 15. Em [http://ec.europa.eu/public\\_opinion/archives/ebs/ebs\\_340\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/ebs/ebs_340_en.pdf), 3/04/2011.
- [23] European Commission (2005), *Special Eurobarometer Social values, Science and Technology*, Brussels. Em [http://ec.europa.eu/public\\_opinion/archives/ebs/ebs\\_225\\_report\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/ebs/ebs_225_report_en.pdf), 3/06/2011.
- [24] Direcção-Geral da Comunicação (2011), *Eurobarómetro 74, Opinião pública na União Europeia*, Representação da Comissão Europeia em Portugal, p. 9, em [http://ec.europa.eu/public\\_opinion/archives/eb/eb74/eb74\\_pt\\_pt\\_nat.pdf](http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/eb/eb74/eb74_pt_pt_nat.pdf), 9/06/2011.
- [25] Gouveia, R. (2008), António Gedeão e a ciência. Rómulo de Carvalho e a poesia, em Vieira, C. e Novo, I. R., (orgs.) (2008) *António Gedeão/ Rómulo de Carvalho. Novos poemas para o Homem Novo*, Maia: Edições ISMAI, 125- 136.
- [26] Crato, N. (2006), Os textos pedagógicos e didácticos de Rómulo de Carvalho, in Crato, N. (org.), *Rómulo de Carvalho, Ser Professor*, Lisboa: Gradiva, pp 7, 8.



- [27] Gago, J. M. (1996), in *Jornal de Letras*, Ano XVI, n.º 680, 6 a 19 de Novembro. Em [http://www.citi.pt/cultura/literatura/poesia/antonio\\_gedeao/mariano\\_gago.html](http://www.citi.pt/cultura/literatura/poesia/antonio_gedeao/mariano_gago.html), 30/06/2011.
- [28] Carvalho, R., Riley da Motta, A. A. (1952), *Noções elementares de Química*, 2ª edição, Lisboa: Livraria Studium Editora, p. 5.
- [29] Paiva, C., (2008), *O Ensino Básico vai de mal a pior: uma abordagem pedagógica e política*, Lisboa: Minerva Editora, p. 40.
- [30] D. R., (1989), Decreto-Lei n.º 286/1989, 1.ª Série, de 29 de Agosto, Definição dos planos curriculares dos Ensinos Básicos e Secundário, consultado em Paiva, C., *O Ensino Básico vai de mal a pior: uma abordagem pedagógica e política*, Lisboa: Minerva Editora, Anexo 11, p. 352.
- [31] Departamento de Educação Básica do Ministério da Educação (2001). Orientações Curriculares 3º Ciclo EB. Lisboa: Ministério da Educação, Departamento de Educação Básica, em [http://www.metasdeaprendizagem.min-edu.pt/wp-content/uploads/2010/09/orientcurric\\_ciencias\\_fisicas\\_naturais.pdf](http://www.metasdeaprendizagem.min-edu.pt/wp-content/uploads/2010/09/orientcurric_ciencias_fisicas_naturais.pdf), 5/07/2011.
- [32] Departamento de Ensino Secundário do Ministério da Educação (2001), Programa de Física e Química A 10.º ou 11.º anos, pp. 3, 4 em [http://eec.dgidec.min-edu.pt/programas/fisica\\_e\\_quimica\\_a\\_10\\_ou\\_11\\_anos.pdf](http://eec.dgidec.min-edu.pt/programas/fisica_e_quimica_a_10_ou_11_anos.pdf), 1/03/2011.
- [33] Martins, A. (2002), O Livro Branco da Física e da Química, *Boletim da Sociedade Portuguesa da Química*, n.º 85, 73-76.
- [34] Martins, A., Malaquias, I., Martins, D., Campos, A. C., Lopes, J. M., Fiúza, E. M., Silva, M. M. F., Neves, M., e Soares, R. (2002), *O Livro Branco da Física e da Química*, Lisboa: Sociedade Portuguesa da Física e Sociedade Portuguesa da Química, pp. 1, 2, 3.
- [35] Martins, A. e Martins, D. (2005), Livro Branco da Física e da Química opiniões dos estudantes, *Gazeta da Física*, vol. 28, 12-17.

- [36] Martins, A., Sampaio, A., Gravito, A. P., Martins, D., Fiúza, E. M., Malaquias, I., Silva, M. M. F., Neves, M., Valadares, M., Costa, M. C., e Mendes, M. (2005), *O Livro Branco da Física e da Química*, Lisboa: Sociedade Portuguesa da Física e Sociedade Portuguesa da Química, pp. 93, 94, 95, 96 e 97.
- [37] OECD (2010), PISA 2009 Results: What Students Know and Can Do – Student Performance in Reading, Mathematics and Science, (Volume I), p. 4, em <http://browse.oecdbookshop.org/oecd/pdfs/free/9810071e.pdf>, 10/06/2011.
- [38] Fiolhais, C. (2008), Os livros que Rómulo de Carvalho nos deixou, em Vieira, C. e Novo, I. R., (orgs.) (2008) *António Gedeão/ Rómulo de Carvalho. Novos poemas para o Homem Novo*, Maia: Edições ISMAI, pp 35-42.
- [39] Aido, A., Ponte, M. A. P., Martins, M. A., Bastos, M. G. A., Pereira, e M. J., Leitão, M. M. (1975), *Física para o 1º ano do curso complementar do Ensino Secundário*, Lisboa: Livraria Sá da Costa Editora, pp. 5, 106, 130, 289.
- [40] Aido, A., Ponte, M. A. P., Martins, M. A., Bastos, M. G. A., Pereira, w M. J., Leitão, M. M. (1977), *Física para o 2º ano do curso complementar do Ensino Secundário*, Lisboa: Livraria Sá da Costa Editora, p. 9.
- [41] Aido, A., Ponte, M. A. P., Martins, M. A., Bastos, M. G. A., Pereira, M. J., e Leitão, M. M. (1985), *Física para o 12º ano de Escolaridade*, Lisboa: Livraria Sá da Costa Editora, p.10.
- [42] Carvalho, R. (1979), *A Experiência Científica*, Coleção Cadernos de Iniciação Científica, Lisboa: Relógio D'Água, verso da capa e p. 2.
- [43] Carvalho, R. (2004), *Cadernos de Iniciação Científica*, Lisboa: Relógio D'Água, pp. 2, 9, 18.

[44] Barbeiro, L. F. O. (2007), *Aprendizagem em Ciência – a experiência e influência de uma visita de estudo escolar a um Museu*, Tese de Mestrado, Aveiro: Universidade de Aveiro.

[45] Ferreira, L. M. S. (2007), *Textos em actividades de Ciência em ambiente informal: um exemplo e seu impacto*, Tese de Mestrado, Aveiro: Universidade de Aveiro.

[46] Coelho, A. R. (2008), *Experiências de visita a um centro de ciência: um estudo qualitativo sobre o público não-escolar do Pavilhão do Conhecimento – Ciência Viva*, Tese de Mestrado, Lisboa: Instituto Superior de Ciências do Trabalho e da Empresa - Instituto Universitário de Lisboa.

[47] Delgado, M. F. S. (2008), *Constrangimentos às visitas aos centros de ciência: o caso do Pavilhão do Conhecimento*, Tese de Mestrado, Aveiro: Universidade de Aveiro.

[48] Xisto, S. C. P. A. (2008), *Avaliação de visitas de estudo a centros interactivos de ciência: um estudo a partir do Centro Ciência Viva de Constância*, Tese de Mestrado, Aveiro: Universidade de Aveiro.

[49] Dias, A. M. R. (2009), *Palavras de ciência: uma exposição sobre ciência referida na imprensa*, Tese de Mestrado, Aveiro: Universidade de Aveiro.

[50] Santos, M. D. M. V. (2009), *Representações de comunicação pela ciência em educação (não) formal*, Tese de Mestrado, Aveiro: Universidade de Aveiro.

[51] Obra de Rómulo de Carvalho, *V. Livros Escolares*. Em [http://www.100anos-romulogedeao.info/obra/livros\\_escolares.php](http://www.100anos-romulogedeao.info/obra/livros_escolares.php), 13/04/2011.

[52] Obra de Rómulo de Carvalho, *III. Divulgação Científica*. Em [http://www.100anos-romulogedeao.info/obra/divulgacao\\_cientifica.php](http://www.100anos-romulogedeao.info/obra/divulgacao_cientifica.php), 13/04/2011.

[53] Cannon, H. M., Feinstein, A. H. (2005), Bloom beyond Bloom: using the revised Taxonomy to develop Experimental learning strategies, *Develops in Business Simulations and Experimental Learning*, volume 32, 348-356.