

F A R A D A Y

Relatório de Avaliação Final do Projecto

**Adelaide Amaro Rebelo
Ana Maria Eiró
Carlos Matos Ferreira**

Julho de 2010

ÍNDICE

Preâmbulo	2
1. Descrição do Projecto	2
2. Processo de Avaliação	6
3. Análise do Projecto	7
3.1 Material pedagógico produzido	7
3.2 Organização dos textos e comparação com os programas oficiais	8
4. Elementos para Avaliação do Projecto	11
4.1 Dados do relatório de análise de resultados	11
4.2 Opinião dos professores	14
4.3 Opinião dos alunos	18
4.4 Opinião da Comissão de Acompanhamento	21
5. Avaliação do Projecto	23
6. Recomendações	29

Preâmbulo

Apresenta-se neste relatório a avaliação final do Projecto Faraday realizada por uma comissão que a Fundação Calouste Gulbenkian nomeou para o efeito, em Dezembro de 2009.

Neste relatório, começamos por apresentar uma descrição do projecto (Cap. 1), incluindo um resumo dos seus objectivos, do seu modelo de organização e das metodologias seguidas no seu desenvolvimento. Segue-se uma breve descrição do processo de avaliação que foi seguido por esta comissão (Cap. 2). No Capítulo 3 procede-se a uma análise do projecto, no que respeita aos materiais pedagógicos produzidos e à organização dos textos, em comparação com os programas oficiais do Ministério da Educação. No Capítulo 4 referem-se os principais elementos consultados ou recolhidos para efeitos da avaliação, em que se incluem dados relevantes do relatório de análise de resultados elaborado pelos coordenadores do projecto, em Setembro de 2007 (relatório que constitui uma auto-avaliação final), bem como opiniões de professores e alunos e da Comissão de Acompanhamento. No Capítulo 5 procede-se à avaliação do projecto propriamente dita e apresentam-se as conclusões desta comissão, identificando claramente o que entendemos terem sido os pontos fortes do projecto, assim como aqueles que poderiam ter sido melhorados. Finalmente, no Capítulo 6 tecem-se algumas recomendações quanto ao seguimento que deveria ser dado a este projecto, por forma a aproveitar no futuro todo o trabalho que foi desenvolvido.

1. Descrição do Projecto

Em 2001, a Fundação Calouste Gulbenkian (FCG) propôs ao Departamento de Física da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto (DFUP) um projecto de intervenção no ensino da Física no Secundário. A proposta da Fundação consistia em acompanhar a leccionação da Física nos 10º, 11º e 12º anos em oito turmas de quatro escolas do Grande Porto, de 2002/2003 a 2004/2005.

Foram propostos dois objectivos:

1. demonstrar a possibilidade de uma preparação em Física que seja reconhecida como mais eficaz e útil para os estudos universitários;
2. provar a compatibilidade da meta anterior com um melhor desempenho nos exames nacionais do 12º ano.

O DFUP designou os Professores João Lopes dos Santos e Manuel Joaquim Marques como responsáveis do Projecto. Foi elaborada uma proposta de execução, submetida à apreciação da FCG e o projecto iniciou o seu ano de preparação em Setembro de 2001. Posteriormente, a FCG autorizou o adiamento por um ano do início do projecto nas escolas para coincidir com a entrada em vigor dos novos programas de Ciências Físico-Químicas¹ (CFQ).

As tarefas do projecto incluíam:

- concepção e produção de materiais (textos, material audiovisual, experiências, propostas de actividades, questionários);
- formação de professores;
- acompanhamento e supervisão do trabalho com as turmas;
- gestão geral do projecto (aquisições, distribuição de material pelas escolas, relatórios, etc.);
- recolha e tratamento de dados de avaliação do projecto.

Em 2001, foi solicitada à Direcção Regional de Educação do Norte (DREN) a indicação de escolas que poderiam estar interessadas em receber este projecto. A equipa do Faraday visitou oito escolas e apresentou o projecto aos respectivos docentes de CFQ, tendo finalmente participado voluntariamente as seguintes cinco escolas:

- ES Filipa de Vilhena (FV);
- ES Fontes Pereira de Melo (FPM);
- ES Garcia de Orta (GO);
- ES da Maia (MA);
- ES de Santa Maria da Feira (SMF).

Foi elaborado um protocolo de colaboração com estas escolas, submetido à aprovação da DREN, no qual se especificava o tipo de trabalho a desenvolver e as condições em que seria realizado. As escolas comprometeram-se, tanto quanto possível, a manter nas turmas do projecto os mesmo docentes ao longo dos três anos. Isso acabou por ser possível apenas em duas escolas (FV e SMF). Cada escola participou com duas turmas: uma turma Faraday e uma turma de controlo.

Todos os docentes das turmas Faraday tinham experiência profissional superior a 10 anos, estavam na respectiva escola há mais de 5 anos e participaram voluntariamente no projecto, não tendo existido qualquer processo de selecção. A Dra. Maria Augusta Costa (FPM) saiu do projecto a meio da leccionação do 10º ano. Os Drs. Carlos Carvalho (GO) e Anabela Carvalho (GO) só leccionaram turmas Faraday no 12º ano. As outras docentes encarregadas do 12º ano foram as Dras. Fernanda Vasconcelos

¹ A designação da disciplina passou a ser, a partir da entrada em vigor dos novos programas, Física e Química A; manteremos neste relatório a designação CFQ por ser aquela que os autores do projecto utilizaram.

(SMF) e Paula Leitão (FV). Estes docentes tinham experiência prévia de leccionação do 12º ano. Embora só tenha leccionado turmas Faraday no último ano do projecto, o Dr. Carlos Carvalho colaborou com o projecto desde o seu início e, na prática, foi mais um elemento da equipa de coordenação e desenvolvimento. É também de mencionar que a Dra. Elisa Arieiro (FV) prestou uma preciosa colaboração na revisão de textos.

A leccionação decorreu nos anos 2003/2004 (10º ano), 2004/2005 (11º ano) e 2005/2006 (12º ano). O ano de atraso da implementação do projecto foi assim utilizado para formação dos professores participantes.

Foi criado um portal do projecto em <http://faraday.fc.up.pt/Faraday>, onde foram sendo afixados os materiais didácticos produzidos ao longo do projecto (ainda hoje lá disponíveis), designadamente:

- textos para o 10º, 11º e 12º ano, com colecções de problemas; no caso do 11º ano foram incluídas algumas soluções dos problemas e no 12º ano as soluções de todos os problemas;
- propostas detalhadas para cerca de 50 actividades, a maior parte das quais experimental;
- ficheiros de vídeo, som e animações;
- páginas web, artigos e manuais resumidos de utilização de programas informáticos;
- questionários e inquéritos.

Todos os textos e materiais de apoio foram distribuídos às escolas e aos alunos sem qualquer custo para os próprios. Além disso, foi adquirido material para experiências e material audiovisual para distribuição pelas escolas, com o intuito de permitir a execução das propostas do Projecto. Uma lista completa deste material consta do Anexo D do relatório intitulado “*Análise de Resultados*” (Setembro de 2007).

Na opinião dos responsáveis do projecto, expressa no referido relatório constata-se que:

“O projecto não introduziu práticas lectivas radicalmente novas e, de acordo com as condições propostas pela FCG, respeitou os conteúdos curriculares aprovados para a nova reforma, embora com alguma liberdade no modo e sequência de apresentação. Contudo, existiram algumas diferenças em relação às práticas mais comuns no ensino secundário:

a) os alunos realizaram mais actividades experimentais do que é habitual;

b) estas actividades foram seleccionadas de acordo com uma reflexão cuidada sobre os conteúdos e os desafios de desenvolvimento conceptual que eles colocam; nesse sentido, as actividades experimentais constituíram uma parte fulcral da própria metodologia de apresentação e desenvolvimento dos conceitos;

c) foram utilizadas novas tecnologias sempre que se julgou conveniente; por exemplo, todo o desenvolvimento da descrição de movimento se baseou na análise de movimentos concretos obtidos a partir de sensores de movimento e/ou análise de vídeo;

d) os textos enfatizam um desenvolvimento de conceitos estruturado, com justificações e argumentos permanentes, de modo a salientar a racionalidade da construção da visão científica do mundo; tentou-se deste modo reduzir a percepção de alguma arbitrariedade que uma abordagem mais superficial dos conceitos deixa, por vezes, no espírito dos alunos;

e) sempre que possível e sem comprometer o rigor intelectual, estabeleceram-se ligações entre os conteúdos curriculares com o quotidiano dos alunos, ilustrando o poder da Física como instrumento de compreensão do mundo do nosso quotidiano. Propuseram-se inúmeros problemas relativos a situações do quotidiano, mais abertos do que é comum;

f) os professores foram acompanhados em permanência: na discussão dos conteúdos; no aprofundamento da sua própria compreensão dos fenómenos; na realização das actividades experimentais; na discussão dos resultados; na montagem dos equipamentos nas escolas, etc;

g) as escolas foram equipadas com material que permitisse o desenvolvimento das actividades propostas; de um modo geral o material fornecido é de uso muito geral, podendo ser utilizado em experiências muito variadas; evitaram-se “kits” específicos para uma actividade.

Do ponto de vista dos coordenadores do projecto, o ponto f) referido acima é de crucial importância. A experiência do Faraday revelou que este acompanhamento foi absolutamente essencial para viabilizar qualquer dos outros aspectos da intervenção do projecto. Toda a formação de professores foi feita directamente sobre os conteúdos e actividades a desenvolver com os alunos e nesse sentido difere de muitas das propostas de formação em exercício das Universidades.”

É ainda de referir que o projecto beneficiou, no seu decurso, da apreciação crítica e das sugestões de uma Comissão de Acompanhamento (CAc), constituída, por iniciativa do Serviço de Educação e Bolsas da FCG, pelos seguintes professores:

- António Alberto Gonçalves da Silva (ISPP)
- Augusto Albuquerque Barroso (FCUL)
- Jorge Dias de Deus (IST)
- José Moreira de Araújo (FCUP)
- Maria José Almeida (FCTUC)
- Nuno Reis Peres (DFUM)

Esta comissão realizou sete reuniões com a equipa do projecto, entre 2002 e 2007. A agenda destas reuniões e os materiais nelas apresentados e discutidos estão disponíveis no portal do projecto.

2. Processo de Avaliação

O processo de avaliação do projecto Faraday teve início em Dezembro de 2009, altura em que foi constituída esta Comissão de Avaliação (CAv) e lhe foram disponibilizados os relatórios e outros documentos sobre o projecto existentes no Serviço de Educação e Bolsas da FCG, assim como os dados de acesso ao portal do projecto. Após uma análise preliminar do material disponível, a CAv teve uma primeira reunião formal com os professores João Lopes dos Santos e Manuel Joaquim Marques, coordenadores do projecto, no dia 22 de Dezembro, nas instalações da Fundação. Nesta reunião, aqueles professores expuseram pormenorizadamente os objectivos do projecto e as metodologias da sua execução, apresentaram os materiais produzidos e fizeram uma apreciação crítica dos resultados alcançados. Esta apresentação permitiu esclarecer e complementar a informação entretanto disponibilizada através dos dois documentos seguintes: “Projecto Faraday – Análise de Resultados” (Setembro de 2007) e “Apresentação dos Materiais do Projecto Faraday”, de Dezembro de 2009.

Na sequência desta primeira reunião, os membros da CAv iniciaram uma análise pormenorizada e individualizada de todo o material e documentação disponíveis, nomeadamente dos dois documentos acima referidos e dos materiais disponíveis no portal do projecto. A CAv reuniu-se regularmente para troca de impressões, partilha de opiniões, construção progressiva de conclusões consensuais e programação do trabalho ainda a desenvolver. Nesta fase do trabalho, dois membros da comissão (CMF e AME) deslocaram-se ao Porto, para uma reunião de trabalho que teve lugar no dia 20 de Janeiro de 2010.

Terminada esta fase de análise do material disponível, a CAv solicitou aos coordenadores do projecto a realização de reuniões com professores e alunos que nele participaram, a fim de recolher as suas opiniões. Estas reuniões foram difíceis de organizar por já terem passado vários anos desde a conclusão do projecto. Alguns professores já se tinham aposentado e não havia nenhum registo sobre o percurso posterior dos alunos. De qualquer forma, estas reuniões acabaram por ter lugar no dia 14 de Abril de 2010, tendo sido possível recolher as opiniões de sete professores e dezasseis alunos, todos estes pertencentes ao universo restrito dos que estão a prosseguir estudos superiores em escolas do Porto. As secções 4.2 e 4.3 deste relatório dão conta das opiniões transmitidas a esta comissão nestas reuniões.

Finalmente, e antes de iniciar a redacção do relatório de avaliação, esta comissão reuniu-se com a CAc, no passado dia 28 de Abril, a fim de recolher as opiniões dos

seus membros. Todos os membros da CAC estiveram presentes, à excepção do Prof. Nuno Reis Peres, a quem foi dada, no entanto, a oportunidade de enviar os seus comentários e apreciações por escrito. A secção 4.4 deste relatório dá conta das opiniões expressas pelos membros da Comissão de Acompanhamento.

3. Análise do Projecto

3.1 Material pedagógico produzido

O projecto engloba os seguintes materiais (disponíveis no portal do projecto <http://faraday.fc.up.pt/Faraday/Recursos>):

- texto principal para a componente de Física da disciplina de CFQ para os 10º e 11º anos, que para o 11º ano inclui as soluções dos exercícios dos capítulos 2, 4 e 5;
- texto principal para a disciplina de Física de 12º ano, que inclui as soluções das questões e problemas;
- fichas de actividades para a aula, para casa e para o laboratório referentes ao 10º ano (17 fichas numeradas de A1 a A17), 11º ano (14 fichas numeradas de A18 a A31) e 12º ano (18 fichas numeradas de A32 a A49);
- pasta com breves introduções sobre vários temas de física e sugestões de leitura adicional (designada por WebFísica);
- artigos que suplementam os materiais básicos dos cursos;
- clips de vídeo, ficheiros de som e animações;
- imagem iso de todas as animações, clips de vídeo, applets, ficheiros de som, contidos no portal (cd-faraday-2006.iso). Com um programa apropriado, esta pode ser usada para criar um CD que permite visualizar os conteúdos acima referidos sem estar "online".

Foram ainda produzidos outros recursos, também disponíveis no portal mas mediante inscrição, nomeadamente:

- materiais para professores com textos destinados a uso exclusivo dos docentes, nomeadamente protocolos detalhados de algumas das actividades experimentais propostas e textos de apoio à leccionação dos 10º e 11º anos;
- questionários² (teste diagnóstico de escolha múltipla para o 10º ano e teste diagnóstico administrado antes e depois da leccionação às turmas Faraday e de controlo), problemas propostos aos alunos incluídos nos testes de Física do 10º ano e três problemas de avaliação distribuídos a todas as turmas Faraday do 11º ano.

² Não se faz referência a outros questionários e inquéritos que não fazem parte da componente pedagógica (por exemplo, inquérito aos pais, questionário aos professores a leccionar o projecto, etc.)

3.2 Organização dos textos e comparação com os programas oficiais

10º ano

O texto divide-se em dois temas que, por sua vez, se dividem em capítulos, num total de sete. O primeiro tema, *Energia e movimento*, subdivide-se em três capítulos:

1. Energia;
2. Trabalho e energia;
3. Colisões.

O segundo tema, *Energia, calor e temperatura*, subdivide-se em quatro capítulos:

4. Temperatura;
5. Calor e trabalho;
6. Radiação;
7. A hipótese atómica.

Cada capítulo termina sempre com um item que se destina a actividades, questões e problemas ou exercícios. O capítulo 4 inclui ainda uma rubrica designada desafios.

O programa oficial³ começa com um módulo inicial *Das fontes de energia ao utilizador*, dividindo-se a componente de Física em dois temas: unidade 1 – *Do Sol ao aquecimento* e unidade 2 – *Energia e movimentos*.

O módulo inicial subdivide-se em dois capítulos:

1. Situação energética mundial e degradação da energia;
2. Conservação da energia.

As unidades 1 e 2 subdividem-se também em dois capítulos. Na unidade 1:

1. Energia – do Sol para a Terra;
2. A energia no aquecimento/arrefecimento de sistemas

e na unidade 2:

1. Transferências e transformações de energia em sistemas complexos – aproximação ao modelo da partícula material
2. A energia de sistemas em movimento de translação.

³ Programa de Física e Química A, 10º ou 11º anos, Helena Caldeira (Coord.), Adelaide Bello, Clara San-Bento, Elisa Prata Pina, Departamento do Ensino Secundário, Ministério da Educação, Março de 2001.

11º ano

O texto divide-se em dois temas que, por sua vez, se dividem em capítulos, num total de sete. O primeiro tema, *Movimento e leis de Newton*, subdivide-se em cinco capítulos:

1. As missões Voyager;
2. Descrição do movimento;
3. Uma conversa com o meu tio;
4. Leis de Newton;
5. Porque é que a Lua não cai?

O segundo tema, *Comunicações*, subdivide-se em dois capítulos:

6. Comunicações;
7. O som.

Tal como para o 10º ano, cada capítulo termina sempre com um item que se destina actividades, questões e problemas ou exercícios. O capítulo 2 e 4 incluem ainda uma rubrica designada desafios.

No final do texto são incluídos os Anexos A, B e C, que apresentam as soluções dos exercícios dos capítulos 2, 4 e 5, respectivamente, o Anexo D (anexo matemático) sobre vectores, e o Anexo E sobre gráficos.

O programa oficial⁴ divide a componente de Física em dois temas: unidade 1 – Movimentos na Terra e no Espaço e unidade 2 – Comunicações.

As unidades 1 e 2 subdividem-se em dois capítulos cada. Na unidade 1:

1. Viagens com GPS;
2. Da Terra à Lua.

e na unidade 2:

1. Comunicação de informação a curtas distâncias;
2. Comunicação de informação a longas distâncias.

12º ano

O texto divide-se em dois temas que, por sua vez, se dividem em capítulos, num total de treze. O primeiro, *Física Newtoniana*, subdivide-se em oito capítulos:

⁴ Programa de Física e Química A, 11º ou 12º anos, Helena Caldeira (Coord.), Adelaide Bello, Clara San-Bento, Elisa Prata Pina, Departamento do Ensino Secundário, Ministério da Educação, Março de 2003.

1. O reino de Newton;
2. O programa newtoniano;
3. Forças e ligações;
4. Fluidos;
5. Fluidos em movimento;
6. Oscilações;
7. Sistemas de partículas;
8. Gravitação.

O segundo tema, *Electricidade, Circuitos, Relatividade e Física Quântica*, subdivide-se em cinco capítulos:

9. Cargas e campos eléctricos;
10. Circuitos: conceitos fundamentais;
11. Circuitos eléctricos;
12. Relatividade;
13. A revolução quântica.

Foi criada no texto para este ano uma rubrica, designada por ετο (**É a Tua Vez**), que vai surgindo ao longo do texto propondo desafios complementares, cuja solução é dada no final do capítulo, antes do item que se destina a actividades, questões e problemas ou exercícios, que termina cada capítulo. Os capítulos 3, 7 e 12 incluem ainda uma rubrica designada desafios.

Inclui-se ainda um anexo sobre “A transformação do espaço e do tempo para v qualquer”.

O programa oficial⁵ divide-se em três temas: unidade I – Mecânica; unidade II – Electromagnetismo; e unidade III – Física Moderna.

A unidade 1 subdivide-se em cinco capítulos:

1. Mecânica da partícula;
2. Movimentos oscilatórios;
3. Centro de massa e momento linear de um sistema de partículas;
4. Mecânica de fluidos;
5. Gravitação.

A unidade 2 subdivide-se em três capítulos:

⁵ Programa de Física, 12º Ano, Curso Científico-Humanístico de Ciências e Tecnologias, Manuel Fiolhais (Coord.), Esmeralda Cardoso, Graça Ventura, José António Paixão, Maria da Conceição Almeida e Sousa, Rogério Nogueira, Direcção-Geral de Inovação e de Desenvolvimento Curricular, Ministério da Educação, Outubro de 2004.

1. Campo e potencial eléctrico;
2. Circuitos eléctricos;
3. Acção de campos magnéticos sobre cargas em movimento e correntes.

Finalmente, a unidade 3 subdivide-se também em três capítulos:

1. Relatividade;
2. Introdução à física quântica;
3. Núcleos atómicos e radioactividade.

Constatamos que a sequência da apresentação dos temas, no projecto Faraday e no programa oficial, é bastante diferente no caso do programa do 10º ano e um pouco diferente no do 11º ano, mas é praticamente idêntica no do 12º ano. Alguns tópicos do programa oficial não foram tratados no projecto Faraday (*cf.* Capítulo 5).

4. Elementos para Avaliação do Projecto

4.1 Dados do relatório de análise de resultados

Participaram neste projecto 248 alunos de turmas Faraday (FDY) e 107 alunos de turmas de controlo (CTR) no 10º ano, 233 alunos FDY e 83 alunos CTR no 11º ano, e 119 alunos FDY e 25 alunos CTR no 12º ano. Dos alunos que frequentaram o 12º ano FDY, 70 só foram alunos do projecto nesse último ano. Submeteram-se a exame nacional do 12º ano, 89 alunos FDY e 21 alunos das turmas CTR.

A avaliação de resultados destes alunos foi confiada à equipa da FCUP. Os métodos de análise e principais conclusões da equipa constam do *Relatório de Análise de Resultados*, apresentado à FCG em Setembro de 2007.

A metodologia seguida consistiu na comparação dos resultados das turmas FDY com turmas CTR, nas quais a leccionação decorreu sem qualquer interferência do projecto, nas várias escolas. As turmas CTR tinham docentes diferentes das turmas FDY, à excepção da ES da Maia em que um professor leccionava duas turmas.

Foram também usadas classificações de outras disciplinas, além de Ciências Físico-Químicas, para aferir possíveis diferenças entre as turmas.

Nos 10º e 11º anos, a comparação dos dois grupos e a evolução do grupo FDY baseou-se em vários elementos, nomeadamente:

- as classificações de fim de período;
- os resultados de um questionário de escolha múltipla, administrado antes e depois da leccionação de Física (pré e pós teste);

- os resultados de problemas comuns administrados na avaliação intercalar das turmas FDY;
- um questionário de avaliação distribuído aos alunos no final do 11º ano sobre a participação no projecto;
- as opiniões informais dos docentes do projecto.

De referir que estão disponíveis no portal do projecto quer os questionários usados quer os problemas comuns.

No 12º ano, e atendendo a que o número de alunos que escolhe Física é relativamente reduzido, só foi possível constituir uma turma de controlo na escola FV, pois nas outras escolas todas as turmas de 12º ano estavam associadas ao projecto. Neste ano de escolaridade, os elementos de avaliação foram apenas as classificações escolares e os resultados do exame nacional de Física.

As principais conclusões que os dados recolhidos sugeriram à equipa da FCUP, e que são apresentadas no referido relatório, são:

- a) Os resultados dos alunos FDY nos exames nacionais foram inequivocamente superiores aos da (única) turma de controlo mas, mais importante, aos resultados nacionais, e aos dos Distrito e Concelho do Porto. Por exemplo, entre alunos internos a taxa de positivas dos alunos FDY na primeira fase foi de 70%, contra 40% a nível nacional, 46% no distrito do Porto e 42% no concelho do Porto;
- b) Não foi encontrada qualquer variação sistemática e consistente de classificações entre as turmas FDY e CTR nos 10º e 11º anos. Por exemplo, embora no 10º ano se encontre uma evolução na disciplina de CFQ entre primeiro e terceiro período mais favorável nas turmas FDY, no 11º ano ocorre exactamente o contrário. De qualquer modo, estas diferenças, embora estatisticamente significativas, são pouco expressivas;
- c) No 11º ano, foi detectada uma melhoria entre pré e pós teste nos dois grupos, mas claramente mais expressiva no grupo FDY. No 10º ano, as variações entre pré e pós teste foram menores, mas, ainda assim, foi significativa no grupo CTR e não no FDY;
- d) Existe alguma evidência, consistente entre 10º e 11º anos, de que a correlação entre a cotação obtida no pós-teste e a classificação final de CFQ é maior no grupo FDY do que no grupo de controlo;
- e) Investigaram-se vários indicadores que poderiam indicar que o projecto era especialmente eficaz para alunos de médias elevadas. Não foi encontrado nos resultados qualquer suporte para essa afirmação;
- f) O grau de satisfação manifestado pelos alunos no inquérito do final do 11º ano é razoável (64%). Os alunos são particularmente entusiastas sobre a utilidade das actividades experimentais, mas mais divididos sobre a utilidade dos textos, que ligeiramente mais de metade considerou difíceis ou muito difíceis.

Para os coordenadores do projecto, em jeito de conclusões gerais referidas no documento em apreciação, parecem claros os seguintes pontos:

- a) Os alunos do Faraday foram melhor preparados, em média, para os exames nacionais de 12º ano. Os maus resultados nacionais foram atribuídos ao facto de se tratar dos primeiros exames realizados com os novos programas e não haver indicações prévias sobre o tipo de prova a esperar. Nestas circunstâncias, a formação deste projecto é especialmente vantajosa;
- b) Não há qualquer evidência estatística que o projecto tenha tido reflexos negativos nas classificações de frequência dos alunos (em média);
- c) Houve, seguramente, uma fracção significativa de alunos que poucos ou nenhuns benefícios tirou do projecto, mas também houve uma fracção substancial dos alunos que tirou grandes benefícios desta experiência. A título de exemplo, é mencionada a participação entusiástica de cerca de 30 alunos Faraday, das cinco escolas, no encontro *Física para o Século XXI*, na Alfândega do Porto, em Dezembro de 2005; estes alunos apresentaram e demonstraram, com enorme entusiasmo e confiança, actividades experimentais por eles realizadas, em sessões extremamente participadas e muito vivas deste congresso.

Os coordenadores do projecto referem ainda que as condições de execução não foram as melhores, tendo o Ministério de Educação aumentado posteriormente a escolaridade de CFQ para permitir uma melhor gestão das actividades experimentais, reconhecendo, implicitamente, que o início da revisão curricular foi feita em condições deficientes.

Também as dificuldades de produção dos materiais pedagógicos (sistematicamente subestimadas) fizeram com que nem sempre fosse possível passar por ciclos de avaliação e revisão, que poderiam ter levado a uma melhor adaptação dos materiais às capacidades dos alunos.

Os coordenadores do projecto consideram ainda que não têm dúvida que a metodologia do projecto aproximou a leccionação da prática universitária, e que isso foi possível sem comprometer o desempenho nos exames nacionais, ou seja, que foram cumpridos os objectivos do projecto.

Concluem ainda que “... *uma abordagem integrada para combater o insucesso escolar na disciplina de CFQ no secundário não pode deixar de levar em conta este estudo. Em particular, esta experiência demonstrou a importância da formação científica permanente dos docentes ligada de uma forma muito estreita à sua actividade lectiva.*”

Para saber se os estudantes Faraday beneficiaram desta experiência nos seus estudos universitários, os coordenadores do projecto referem que “... seria necessário recolher dados sobre o seu desempenho nos respectivos cursos”. No entanto, a concretização desta tarefa teria sido muito difícil, senão impossível, em particular face à legislação respeitante à protecção de dados pessoais.

4.2 Opinião dos professores

A opinião dos professores que leccionaram o projecto foi obtida numa reunião no dia 14 de Abril nas instalações do Departamento de Física da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto. Estiveram presentes os professores Graça Pizarro Almeida, Maria Rita Borges de Sousa e Carlos Carvalho, da ES Garcia da Orta (GO), Maria Astrid Bastos e Paula Alexandra Leitão, da ES Filipa de Vilhena (FV), Maria Luisa Carqueija, da ES Fontes Pereira de Melo (FPM), e Piedade Oliveira Torres, da ES Santa Maria da Feira (SMF). Não tivemos oportunidade de colher informações da ES da Maia (MA) dado não ter comparecido à reunião o único docente desta Escola envolvido no projecto.

As escolas FV e GO são do centro do Porto, enquanto as escolas da MA e de SMF são de zonas periféricas, que têm populações mais heterogéneas. Este conjunto de cinco escolas dá portanto uma amostragem diversificada em termos de tipologias de alunos, o que, não tendo sido expressamente procurado à partida, traduz-se num vantagem do ponto de vista das conclusões da avaliação do projecto.

Incluem-se de seguida os depoimentos obtidos.

Maria Luisa Carqueija, da ES FPM, considera que o projecto foi para ela um autêntica reciclagem sobre temas concretos do programa a leccionar, muito melhor do que qualquer outro tipo de formação que eventualmente pudesse ter frequentado, salientando a importância da aprendizagem científica assim direccionada. Assinala contudo que a participação neste projecto, que foi feita de forma voluntária e na prática foi demasiado absorvente, não teve nenhuma espécie de compensação, não tendo fornecido créditos do ponto de vista de promoção na carreira. A motivação para participar no projecto foi assim intrínseca, sem nenhum incentivo externo, o que em si representa uma crítica ao sistema, mas simultaneamente uma prova de mais valia do projecto, que conseguiu, apesar disso, atrair colaboradores dedicados. Foi necessário, em paralelo com esta aprendizagem real, frequentar cursos de formação (sem grande utilidade), só para obter os ditos créditos. No caso desta escola, houve libertação não oficial de alguns assuntos burocráticos da docente, por parte do Conselho Directivo. Fez notar que a flexibilidade introduzida no modo de abordar os programas foi possível pela ausência de exame do 11º ano, o que seria muito mais difícil neste momento. Assinala, como elementos mais importantes, a abordagem da parte experimental e a apresentação das matérias de modo a obrigar os alunos a pensar, estimulando a entender os conceitos, sobretudo promovendo o desenvolvimento da capacidade de aprender. Considera os textos do 12º ano muito ambiciosos. Conclui que os resultados obtidos nesta escola foram muito positivos, opinião confirmada por alunos numa análise feita *a posteriori*, realçando como aspectos particularmente significativos para este sucesso do projecto o excelente apoio por parte

da Universidade do Porto, concretizado pelos professores que estiveram ao serviço do projecto.

Graça Pizarro Almeida e Maria Rita Borges de Sousa, da ES GO, consideram que o projecto foi globalmente muito bom, que ajudou a aprender e a usar as novas tecnologias. Em particular, a grande mais valia do projecto está associada à parte experimental, que foi desenvolvida com grande apoio da equipa dos coordenadores do projecto. Valorizam também o apoio informático.

As fichas dos trabalhos experimentais continuam a ser usadas, embora tenham sido feitas algumas adaptações resultantes das condições específicas das turmas e da escola. A ordem de apresentação dos temas ensinados, uma das alterações importantes introduzida por este projecto, foi mantida em anos posteriores, por considerarem mais adequada.

Como aspectos problemáticos para implementar o projecto, assinalam a ausência de apoio por parte da escola, a dificuldade com algumas famílias, resultante da expectativa de notas elevadas como um factor considerado muito mais importante do que o factor aprendizagem (60 a 70% filhos de pais licenciados).

Consideram que poderia ser muito melhorado o envolvimento e a responsabilização dos alunos, com um maior esclarecimento e informação sobre o projecto, fazendo notar que este será cada vez mais difícil de implementar face à tendência de alteração de valores nas escolas e na sociedade em geral.

Piedade Oliveira Torres, da ES SMF, começa por afirmar que a participação neste projecto lhe trouxe uma enorme enriquecimento em termos pessoais e profissionais, fazendo notar que um dos aspectos cruciais de melhoramento pessoal foi a utilização das novas tecnologias, usada neste projecto como ferramenta essencial de trabalho. Assinala que, embora sem oposição, a escola se alheou de participar activamente neste projecto, o qual só funcionou por adesão individual e motivação pessoal dos envolvidos. Face aos bons resultados obtidos, houve em anos posteriores uma aproximação de outros colegas da escola e uma manifestação de interesse pelo projecto. Considera como a grande mais valia do projecto a parte experimental desenvolvida e introduzida como base de leccionação dos conceitos, mas acha que os textos, embora muito bem explicados, são difíceis para a generalidade dos alunos. Continuou a seguir a metodologia e o programa do projecto Faraday em anos posteriores, assinalando como aspecto muito importante a sequência dos conteúdos adoptada.

Pensa que faria sentido a implementação do projecto de uma forma mais alargada às escolas. Tendo consciência de que tem havido um progressivo aligeiramento da exigência a nível do ensino básico, faz notar que uma implementação generalizada traria dificuldades acrescidas, pelo que seria necessário fazer alguns reajustes importantes.

Conclui que os seus alunos aprenderam a gostar de Física!

Maria Astrid Bastos e Paula Alexandra Leitão, da ES FV, confirmam a adesão voluntária ao projecto, que foi para estas professoras uma enorme mais valia e lhes

permitiu aprender uma nova visão da Física. Assinalam, como o aspecto mais importante de todo o processo, a oportunidade de uma reciclagem em primeira mão que lhes deu oportunidade de uma real aprendizagem. Afirmam que gostariam muito de repetir a experiência, apesar do muito trabalho que esta participação significa. Fazem notar a importância para as escolas do relacionamento que se estabeleceu com os professores do ensino superior.

Consideram muito boas as actividades experimentais, assinalando como mais valia fundamental o desenvolvimento do espírito criativo que estas promoveram. Pensam que o projecto “*trabalhou as competências sem descuidar os saberes*”.

Relativamente aos textos, que acham de muito boa qualidade e ao estilo dos textos universitários, com os temas introduzidos de uma forma progressiva, pensam que seria vantajoso alguma simplificação para a média dos alunos. Se o projecto for implementado de uma forma mais alargada, o que lhes parece valeria muito a pena, importaria não esquecer que o sucesso de uma tal generalização também estaria dependente da possibilidade de melhoramento do ensino da Física antes do 10º ano.

Continuam a promover com regularidade algumas das actividades desenvolvidas ao longo do projecto, que consideram excelente para obtenção de material para as aulas, estejam ou não a seguir exactamente as orientações propostas.

Estas docentes tiveram bom apoio por parte da escola, referindo contudo a difícil logística dos horários do 12º ano, dificultando a concretização do programa.

Finalmente, **Carlos Carvalho**, da ES GO, manifestando uma total adesão ao projecto, classificou-o como muito estimulante, muito divertido, permitindo uma excelente ligação entre os docentes universitários e do ensino secundário, aspecto que foi absolutamente essencial para o sucesso do projecto. O modo entusiasmado e envolvido como este professor fala do projecto permite adivinhar a importância do seu desempenho, provavelmente determinante para o sucesso dos resultados nesta escola. Reforça ainda a importância da parte experimental desenvolvida, que continua a ser utilizada, sobretudo face à realidade presente em muitas escolas do país, onde existe por vezes material experimental empacotado, que ninguém sabe ou quer pôr a funcionar.

Estes depoimentos, obtidos mais de dois anos após os últimos comentários que os referidos professores prestaram em Setembro de 2007, incluídos no relatório de análise de resultados apresentado, confirmam as opiniões então expressas. Referimos alguns aspectos mais enfatizados nas respostas de 2007, que nos parece interessante salientar.

Relativamente aos conteúdos:

- a vantagem dos programas inseridos em contexto;
- o facto das actividades experimentais serem executáveis com resultados convincentes; o equipamento e material fornecido ser de fácil utilização.

Relativamente aos professores:

a importância da troca de experiências não só com os professores do ensino superior, mas também entre os colegas do secundário que participaram no FDY; a vontade dos professores de retomar o projecto para consolidação da aprendizagem realizada.

Concluimos, assim, que as opiniões dos docentes sobre o projecto são muito positivas, tendo ficado muito clara a importância que a participação neste projecto trouxe a cada um individualmente, permitindo um aprofundamento de conteúdos científicos, que funcionou como uma verdadeira formação profissional em exercício.

O aumento de trabalho para os docentes do secundário foi evidente, sendo o apoio da equipa universitária determinante e talvez o aspecto mais importante e mais original deste projecto, cujo sucesso esteve fortemente correlacionado com este apoio.

As actividades experimentais do projecto, foram o aspecto mais valorizado, bem como a metodologia utilizada e a sequência curricular adoptada.

Resumindo a opinião dos professores, podemos salientar:

- a adesão voluntária e individual dos professores;
- o entusiasmo demonstrado e a vontade de continuar;
- o interesse do projecto em particular do modo de organização curricular;
- a grande vantagem na ênfase dada à parte experimental;
- a boa qualidade dos textos, embora difíceis para a maioria dos alunos;
- a vantagem de estimular os alunos a pensar e a aprender conceitos;
- a utilização posterior da metodologia adoptada no modo de organização curricular;
- a utilização posterior do material (textos e equipamento experimental);
- o interesse na generalização do projecto, mas associada a alguns ajustes;
- a importância e a excelência do apoio continuado dos professores universitários coordenadores;
- as grandes vantagens de aprendizagem científica para os docentes do secundário.

Há, contudo, que salientar como aspectos menos positivos:

- o pouco apoio institucional das escolas em geral;
- o exagerado esforço pessoal exigido aos professores;
- a injustiça da não contabilização de créditos para promoção na carreira.

4.3 Opinião dos alunos

Obtida a partir do relatório “Análise de Resultados” do projecto

Quando concluída a leccionação do 11º ano de escolaridade, foi distribuído um questionário não anónimo a todos os alunos envolvidos no projecto, em que foi solicitada uma avaliação do mesmo a partir de um conjunto de cinco questões de resposta fechada e uma sexta e última questão, de resposta aberta, em que era pedido que escrevessem livremente a sua opinião sobre o projecto.

Os comentários expressos pelos alunos são demasiado díspares para poderem ser aqui mencionados, mas estão incluídos no Anexo B do relatório final de Setembro de 2007.

Nas perguntas de resposta fechada solicitava-se aos inquiridos:

1. que levando em conta o seu conhecimento de conversas com colegas que não estavam em turmas Faraday, avaliassem o grau de dificuldade (a), o seu interesse (b), e o seu desempenho na disciplina de Ciências Físico-Químicas (componente de Física) (c);
2. se tencionavam escolher Física no 12º ano e, em caso afirmativo, se gostariam de permanecer no Faraday ou, em caso negativo, que assinalassem a razão;
3. qual a área de estudos que pretendiam escolher no futuro;
4. que classificassem numa escala de 4 (muito) a 1 (muito pouco), a utilidade dos textos (a), a dificuldade dos textos (b), a utilidade das actividades (c), a dificuldade das actividades (d), a utilidade dos problemas (e) e a dificuldade dos problemas (f);
5. se estavam contentes por ter participado no projecto.

Foram recolhidas 94 respostas, tendo-se verificado que o grau de satisfação demonstrado pela participação no projecto é relativamente elevado (64%), sendo que apenas 14% prefeririam não ter participado.

Das respostas recolhidas, o relatório final salienta que:

- quase metade dos alunos achou que a disciplina de CFQ foi mais difícil pelo facto de estarem no projecto, embora num inquérito inicial a maior parte dos alunos achasse o contrário;
- quase 70% dos alunos achou que CFQ se tornou mais interessante;
- cerca de 40% dos alunos achou que poderia ter obtido melhor classificação se não estivesse integrado no projecto, sendo que cerca de um quarto dos alunos considerou o oposto;
- a percentagem de alunos que contemplavam escolher Física no 12º ano foi perto de 40%, enquanto que, no inquérito inicial do projecto, só 20% dos alunos estavam decididos a escolher Física no 12º ano;

- a percentagem de alunos que indica como razão para não escolherem Física no 12º ano não gostarem de Física é cerca de 23%. A maioria indica como razão a Física não ser necessária para o curso que desejam;
- dos alunos que vão escolher Física, 30% não desejam continuar no projecto (contra 35 % que querem continuar e 35% indiferentes).

Relativamente aos materiais pedagógicos do projecto:

- a maioria dos alunos acha os textos difíceis ou muito difíceis (59%) e úteis ou muito úteis (65%);
- uma esmagadora maioria considerou as actividades úteis ou muito úteis (90%), ligeiramente mais de 1/3 considera-as difíceis;
- os problemas foram considerados difíceis (90%) e só foram considerados úteis por cerca de 36% dos alunos.

Estes resultados do questionário foram cruzados com os resultados escolares obtidos pelos alunos, tendo-se verificado que os alunos satisfeitos com o Faraday representam todas as classificações possíveis; os alunos insatisfeitos têm classificações concentradas à volta do 14 e os alunos indiferentes têm classificações mais baixas.

Obtida pela Comissão de Avaliação

Tivemos oportunidade de contactar com um conjunto de dezesseis alunos, numa reunião no dia 14 de Abril de 2010, nas instalações do Departamento de Física da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto. Quatorze destes alunos estão actualmente a frequentar cursos de Engenharia, um o curso de Física e uma aluna frequenta Medicina. Quinze alunos participaram no projecto Faraday no 12º ano. Dois destes alunos apenas participaram neste projecto neste último ano do ensino secundário, dois só participaram no 10º e 12º, e os restantes frequentaram nos três anos, 10º, 11º e 12º anos. A aluna actualmente em Medicina frequentou o Faraday apenas no 10º e 11º. Todos estes alunos se encontram neste momento no 4º ano da Universidade, à excepção de um que se encontra no 3º ano.

Foi referido que os alunos Faraday estão, regra geral, entre os melhores alunos dos cursos que frequentam.

Os alunos com quem falámos foram **Pedro Meira Ramos**, da ES GO, actualmente no 4º ano de Eng.^a Industrial da FEUP, **Miguel Martinho Oliveira**, da ES SMF, actualmente no 4º ano de Eng.^a Mecânica da FEUP, **Pedro Burmester Campos** e **Hugo Sousa Pinto**, da ES GO, actualmente no 4º ano de Eng.^a Electrotécnica e de Computadores da FEUP, **João Pimenta**, **Francisca Cavaleiro**, **Isabel Afonso**, **Mário Martins**, **Francisco Chuva**, **Pedro Mark Sousa** e **Luís Leitão**, todos da ES GO, actualmente no 4º ano de Eng.^a Civil da FEUP, **Tiago Lima**, da ES FV, actualmente no 3º ano de Eng.^a Mecânica do ISEP, **Bárbara Crunchinho**, da ES FV, actualmente no

4º ano de Eng.^a Civil da FEUP, **Pedro Araújo**, da ES GO, actualmente no 4º ano de Eng.^a Electrotécnica do ISEP, **José Ricardo Oliveira**, da ES SMF, actualmente no 4º ano de Física da FCUP, **Sofia Baptista**, da ES FPM, actualmente no 4º ano de Medicina.

A opinião geral expressa pelos alunos sobre o projecto foi muito positiva. Todos, sem excepção, consideram que terem participado no projecto constituiu para eles e para os seus percursos académicos uma grande mais valia. Contudo, foi também claro que, para a maioria, esta vantagem não foi imediatamente percebida. A enorme vantagem do que o projecto lhes deu só foi entendida na Faculdade: *“Hoje dou valor...mas na altura não gostei muito. Foi um grande esforço!”*

O projecto foi considerado muito motivante, muito exigente, preparando muito melhor para o tipo de ensino da Faculdade. Tendo sido a primeira aproximação ao tipo de ensino universitário, permitiu estabelecer uma ponte fácil entre o secundário e o superior. A organização dos temas associados a aspectos de aplicação prática aumentou de forma significativa a motivação.

Consideraram muito importante a parte experimental, determinante na ajuda da introdução dos conceitos e no seu aprofundamento. Importante também a utilização continuada e estimulada de novas tecnologias. A metodologia utilizada permitiu aprender a pensar, ajudou a desenvolver o espírito criativo, ensinou a resolver problemas e ajudou a seleccionar informação. Ensinou a estudar, sem decorar, ensinou a perceber porquê.

Também consideraram muito interessantes os problemas, mas muito difíceis os textos, que eram pouco apelativos, mas muito bons. Em termos de tipo de texto, o Faraday representou uma transição muito grande (*“sem cores e sem bonecos...”*), mas ajudou muito a passagem para o ensino superior. Para o objectivo específico do exame nacional, muitos reconhecem ter recorrido também aos manuais “standard”, mais adaptados ao tipo de questões que são colocadas nos exames.

Os alunos declararam ter tido um grande volume de trabalho e um acréscimo de dificuldade, relativamente aos que seguiram o programa normal. Estas dificuldades foram acrescidas para alguns alunos por falta de bases de anos anteriores, sobretudo para os que entraram apenas no 12º ano. Concluem que o projecto exigiu muito esforço, mas que este valeu a pena, sobretudo para os alunos que, como eles, seguiram cursos de Engenharia ou de Física.

A opinião da única aluna que seguiu Medicina foi também coincidente com estas, sendo que esta referiu que, apesar de não ter continuado a estudar Física, sente que adquiriu nesta área científica uma base de conhecimentos muito mais sólida do que os colegas do seu curso que não estiveram envolvidos no projecto Faraday.

4.4 Opinião da Comissão de Acompanhamento

A fim de obter a opinião dos membros da Comissão de Acompanhamento (CAC), foi realizada uma reunião entre a Comissão de Avaliação (CAV) e a CAC no passado dia 28 de Abril, na FCG. Estiveram presentes todos os membros de ambas as comissões, com excepção do Prof. Nuno Reis Peres, que não pôde participar devido a obrigações académicas que tinha naquele dia. No entanto, a CAV solicitou ao Prof. Nuno Peres que desse a sua opinião por escrito, o que fez posteriormente.

A CAV foi informada de que a CAC realizou sete reuniões de trabalho com os coordenadores do projecto, tendo estes sempre apresentado relatórios de progresso e outra documentação relevante para apreciação da CAC em cada uma daquelas reuniões. Este material encontra-se disponibilizado no portal do projecto.

A primeira reunião teve lugar em 20 de Maio de 2002, portanto ainda bem antes do início da “intervenção no terreno”, no ano lectivo de 2003/2004, e teve como temas principais a apresentação e discussão dos objectivos do projecto e das metodologias a adoptar, bem como de algumas propostas curriculares para o 10º ano. Logo nesta primeira reunião, um dos membros da CAC, o Prof. António Alberto Silva, apresentou um documento crítico em que levanta todo um conjunto de questões do ponto de vista da Didáctica, fazendo notar que o projecto se estrutura numa linha metodológica com a qual não concorda e que é dissonante em relação ao “PF-10-NR” (Programa de Física do 10º ano da Nova Reforma): *“o programa do projecto é orientado por conteúdos (mais do que por competências) sequenciados de um modo considerado “lógico” do ponto de vista interno da Física” e “não é organizado por temas abrangentes, próximos do quotidiano, não segue a “filosofia” CTS”* (Ciência, Tecnologia e Sociedade). Assim, o Prof. António Alberto Silva declarou não estar em consonância com as linhas estruturantes do projecto, designadamente a nível científico, epistemológico e didáctico, e considerou que a documentação apresentada era demasiado vaga quanto a meios e métodos específicos no ensino-aprendizagem e na avaliação dos alunos.

Aparentemente, as opiniões expressas pelo Prof. António Alberto Silva não terão sido, na altura, secundadas por nenhum outro membro da CAC, pelo que não conduziram a nenhuma alteração substancial na concepção do projecto. Como se refere adiante, esta dissonância de visões dentro da CAC voltou a estar presente na reunião com a CAV no passado dia 28 de Abril de 2010.

As reuniões seguintes da CAC com os coordenadores do projecto tiveram lugar, respectivamente, em 12 de Fevereiro de 2003, 16 de Fevereiro de 2004, 1 de Outubro de 2004, 15 de Março de 2005, 17 de Outubro de 2005, e, finalmente, em 3 de Outubro de 2007, já após a conclusão do projecto, para apreciar e discutir o relatório final apresentado pelos coordenadores, com a análise dos resultados.

De notar que, na reunião de 15 de Março de 2005, os membros da Comissão de Acompanhamento presentes tiveram oportunidade de visitar o Laboratório Faraday, nas instalações da FCUP, e as Escolas Fontes Pereira de Melo e de Santa Maria da Feira.

Embora não existam actas destas reuniões, nem conclusões escritas, os membros da CAc informaram que, ao longo do tempo, foram fazendo numerosas sugestões sobre os materiais produzidos e as actividades propostas, as quais foram, em geral, acolhidas pelos coordenadores do projecto. A Prof.^a Maria José Marques de Almeida disponibilizou posteriormente à CAv comentários escritos por si elaborados sobre os textos do 10º ano e a unidade 1 do 11º ano. Da leitura destes documentos e das informações que nos foram prestadas oralmente, a CAv conclui sem reservas que a interacção entre os coordenadores do projecto e a CAc contribuiu de forma muito positiva para o bom desenvolvimento do projecto e para a boa qualidade e rigor de todos os materiais produzidos.

Todos os membros da CAc, com excepção do Prof. António Alberto Silva, consideraram que este projecto foi muito bem sucedido, tendo cumprido cabalmente os seus objectivos principais: “...uma preparação mais eficaz e útil dos alunos para os estudos universitários”; e “...um melhor desempenho dos alunos no 12º ano...”. A apresentação e sequência da abordagem dos conteúdos de Física, embora respeitando os *curricula* oficiais do 10º, 11º e 12º anos, foi considerada ter sido feita de um modo muito racional em termos de desenvolvimento dos conceitos próprios da Ciência Física. A qualidade e o rigor dos textos e dos outros materiais produzidos foram igualmente enaltecidos, embora alguns membros da CAc tenham considerado que alguns textos seriam um pouco difíceis para os alunos, especialmente na transição do ensino básico para o secundário, pelo que deveriam ser simplificados, caso o projecto tenha continuidade. A concepção e a organização das actividades experimentais, que decorreram ao longo de todo o projecto, utilizando técnicas laboratoriais modernas de medição, controlo e análise de resultados, foram igualmente enaltecidas pela CAc.

Na opinião da CAc, uma das razões que contribuiu mais fortemente para o sucesso do projecto foi a formação e o acompanhamento permanente que os professores que leccionaram nas escolas tiveram por parte dos coordenadores do projecto. Neste capítulo, na opinião unânime da CAc, o projecto constituiu um exemplo de como a formação de professores em exercício, com o apoio de professores universitários, poderia e deveria ser organizada a uma escala mais global, no nosso país. Este tipo de formação em exercício e de acompanhamento não só aprofundou os conhecimentos dos professores sobre as matérias a leccionar como lhes inculuiu um enorme entusiasmo, brio e satisfação profissional no exercício das suas funções docentes.

Foi ainda opinião, também neste aspecto unânime, da CAc que os textos e materiais produzidos, após algum trabalho de revisão e eventual simplificação de algumas partes, deveriam ser publicados, constituindo-se assim em materiais escolares que pudessem ser usados pelas escolas, por professores e por alunos. Seria, com certeza, um

procedimento adequado para que este projecto não se finasse por aqui, sem qualquer continuidade nem aproveitamento futuro dos materiais produzidos.

Cumpre-nos aqui salientar que o Prof. António Alberto Silva teceu numerosas críticas ao projecto, na reunião com esta CAV, muito na linha do documento crítico que elaborou aquando da primeira reunião da CAC com os coordenadores, em 20 de Maio de 2002, acima referida. A fim de documentar convenientemente este processo, para os fins que a Fundação Calouste Gulbenkian tiver por convenientes, a CAV solicitou que o Prof. António Alberto Silva entregasse um documento escrito com o teor das suas intervenções na reunião de 28 de Abril passado, o que este fez. Este documento é remetido pela CAV à FCG juntamente com este relatório, embora dele não faça parte integrante nem constitua um anexo. Procuraremos apenas resumir aqui algumas opiniões do Prof. António Alberto Silva expressas no referido documento. No seu entender, *“não ficou provado que a sequência de tópicos seguida no projecto é melhor que outra sequência, designadamente a que é sugerida em documentos do ME...”*; a amostra de alunos que foi possível inquirir pela CAV não permite tirar conclusões quanto ao sucesso do projecto, designadamente em comparação com outros métodos, outras sequências de tópicos, outros manuais, outras actividades experimentais; os inquéritos aos alunos realizados durante o projecto e a pequena vantagem que teve o projecto em termos de classificações em exames do 12º ano não constituem prova de sucesso do projecto, dos seus materiais, da sua visão da Física e dos seus métodos; o projecto nunca teve um enquadramento teórico claro do ponto de vista epistemológico, psicológico, pedagógico e didáctico; *“o espólio constituído pelos materiais desenvolvidos...merece ser divulgado e disponibilizado junto das comunidades educacionais, mas de modo algum constitui material devidamente validado. Muito menos pode ser apresentado como produtos de um projecto que tenha obtido um grande sucesso”*.

Nenhum outro membro da Comissão de Acompanhamento secundou esta opinião singular do Prof. António Alberto Silva, muito pelo contrário, todos manifestaram completa discordância desta posição.

5 – Avaliação do Projecto

Entendemos que a missão desta Comissão de Avaliação consiste não só em validar os resultados obtidos face aos objectivos enunciados, como também analisar em que medida é que a concepção e estrutura do projecto podem contribuir para uma aprendizagem mais sólida no domínio da Física no ensino secundário.

Recordemos que o projecto Faraday se propunha cumprir dois objectivos:

- 1. demonstrar a possibilidade de uma preparação em Física que seja reconhecida como mais eficaz e útil para os estudos universitários;*
- 2. provar a compatibilidade da meta anterior com um melhor desempenho nos exames nacionais do 12º ano.*

Para além disso, os autores pretendiam ainda que o projecto contribuisse para que os alunos experimentassem “ ... um pouco dos métodos e atitudes que nos permitiram compreender e perceber uma variedade imensa de fenómenos, em termos de um conjunto muito reduzido de princípios e leis. Compreender e perceber, não decorar e executar tarefas sem sentido (...)”

Tendo em vista estes objectivos, o Projecto Faraday foi concebido assente em cinco princípios base, desde logo enunciados no Relatório nº 1, de Maio de 2002, apresentado na primeira reunião com a Comissão de Acompanhamento:

- 1. A observação/experimentação, o raciocínio/argumentação e a informação são os elementos de base que possibilitam o desenvolvimento de estruturas conceptuais;*
- 2. Os conceitos estão sujeitos a um refinamento progressivo, como resultado do alargamento de conhecimentos colhidos da observação/experimentação ou obtidos por informação;*
- 3. Este processo exige em qualquer nível de ensino uma coerência lógica. O raciocínio toma muitas formas, graus de desenvolvimento e níveis de abstracção. Mas deve estar sempre presente numa discussão de ciência;*
- 4. A construção de uma visão científica da realidade ultrapassa largamente o senso-comum e o dia-a-dia. É um processo longo, não linear, que exigiu saltos de intuição e escolhas que só o futuro validou. Este processo não pode ser redescoberto pelo aluno;*
- 5. A teoria desempenha um papel fundamental na organização da experiência. Uma observação ou experiência não pode ser discutida sem um quadro de referência teórico prévio. Este por sua vez só adquire estatuto de confirmação na base do seu poder organizativo de uma vasta gama de experiências e ou observações, que os alunos nunca podem repetir.*

Consequentemente, o projecto desenvolveu-se de acordo com uma estrutura lógica e metodológica visando introduzir conceitos, estabelecer hierarquias e associações lógicas entre esses conceitos, promover o alargamento de conhecimentos a partir da observação/experimentação, raciocínio/argumentação e informação científica, como elementos de base que possibilitam o desenvolvimento de estruturas conceptuais. Os

conceitos foram, assim, sujeitos a um refinamento progressivo, como resultado do alargamento dos conhecimentos colhidos.

Faz-se aqui notar, desde já, que esta perspectiva de abordagem difere substancialmente da que é preconizada oficialmente para os 10º e 11º anos, a qual opta por um modelo conhecido na literatura de Educação em Ciência como CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) ou CTS-A (Ciência-Tecnologia-Sociedade e Ambiente). Não obstante, o projecto não deixou de contemplar aplicações do dia-a-dia próximas da experiência do quotidiano dos alunos, bem como aplicações tecnológicas e uma visão rigorosa do mundo real. Certamente que uma sólida formação conceptual em Física melhor contribuirá ainda para atingir as finalidades de ensino relevantes para esta área científica.

Logo no programa do **10º ano**, o Projecto Faraday enveredou por uma alteração na ordem de leccionação dos tópicos do programa oficial, por razões que os autores bem explicam. No programa oficial do 10º ano “*Os alunos são introduzidos ao conceito de energia e sua conservação a partir de uma discussão sobre fontes de energia, consumos energéticos, degradação de energia. Na realidade, o conceito científico de conservação de energia é praticamente irrelevante nesta discussão e tem muito pouco a ver com ela. Na unidade 1 a discussão de conceitos da termodinâmica inicia-se com o complexo problema do balanço energético da Terra. A lei de Stefan-Boltzmann é mencionada a alunos que nem sequer sabem o que é temperatura absoluta. Uma actividade prática à qual é dedicada uma aula permitirá aos alunos distinguir calor, energia interna e temperatura. Precisamente, a incapacidade de alunos de nível universitário de distinguir estes conceitos é assunto de discussão recorrente na literatura. A conservação de energia no contexto da mecânica só acontece na última unidade.*” E prosseguem: “*Sem uma reorganização profunda do material parece-nos inevitável que esta proposta de programa degenerere numa transposição para a aula de física de uma discussão de tipo jornalístico, justaposta, sem qualquer integração, com um currículo tradicional com grandes dificuldades de organização coerente (...)*”.

De facto, partilhamos desta reflexão, parecendo-nos mais correcto que se comece, efectivamente, pela abordagem da energia numa perspectiva macrosópica, facilmente entendida pelos alunos a partir das suas vivências diárias, para depois passar a uma perspectiva microscópica deste conceito. Em termos de estrutura, esta alteração na ordem de leccionação dos tópicos que constam no programa oficial do 10º ano parece-nos fundamentada. Esta estrutura é mais facilitadora da integração de conceitos por parte dos alunos, como os próprios professores do projecto reconheceram. Em particular, saliente-se os capítulos 4 (Temperatura) e 6 (Radiação) do 10º ano, de grande clareza associada a um grande rigor, que ultrapassam largamente aquilo que é o programa oficial actualmente em vigor.

Também a estruturação da componente de Física do **11º ano** adoptada pelo Projecto Faraday se considera facilitadora da integração de conceitos por parte dos alunos,

parecendo mais correcto que se faça primeiro uma abordagem do ponto de vista cinemático dos movimentos, em estreita relação com o que os alunos conhecem quer do seu dia-a-dia quer do contexto das aulas de matemática, para depois passar a uma abordagem em termos das causas dos movimentos, ou seja, da abordagem dinâmica dos mesmos.

Por outro lado, o estudo das forças gravitacionais é feito de forma mais vantajosa após o estudo fundamentado das leis de Newton, pela ordem que este as enunciou.

Consideramos que a estruturação do Projecto Faraday para o 11º ano, tal como já se afirmou para o 10º ano, é mais coerente e mais clara para os alunos, sem prejuízo de que sejam estudados os mesmos conceitos e conteúdos que estão previstos no programa oficial.

Quanto ao **12º ano**, o Projecto Faraday segue de muito próximo as orientações que regem o programa oficial para a disciplina de Física, que foi elaborado tendo por base uma filosofia do ensino da Física muito diferente da que orientou os programas de 10º e 11º anos. Como referem os autores do programa oficial do 12º ano, na introdução ao mesmo: *“É reconhecido que o ensino na escola deve ter ligação às situações do quotidiano, e esta ideia esteve obviamente subjacente à elaboração do programa. Mas não é só às coisas práticas da vida que a física deve estar ligada: compreender os fenómenos naturais, apreender a essência do conhecimento científico e suas consequências para as sociedades é parte importante da cultura do cidadão de hoje, nomeadamente o que frequentou o ensino secundário. Ora, a compreensão do mundo que nos rodeia exige noções físicas e estas nem sempre se adquirem subordinando-as a uma qualquer aplicação tecnológica. Pelo contrário, a sua apreensão requer, quase sempre, um nível de abstracção que é preciso assumir sem complexos. Assim, a aplicação do programa pressupõe um equilíbrio entre, por um lado, a abstracção e a formalização necessárias à formulação clara de ideias, conceitos e leis e, por outro lado, a sua ilustração com situações do quotidiano e aplicações tecnológicas.”*

Esta visão do programa oficial para o 12º ano é, na essência, a mesma do Projecto Faraday. Este estende-a, contudo, também aos 10º e 11º anos, o que o programa oficial não faz. O programa oficial leva até ao fim do 11º ano uma filosofia de ensino da Física baseada no modelo CTS/CTS-A, que vem do ensino básico.

Importa agora avaliarmos outros aspectos do Projecto Faraday.

Consideramos serem aspectos muito fortes os seguintes:

- Elevada qualidade e grande rigor científico dos textos produzidos;
- Elevada qualidade científica e pedagógica das actividades propostas, nomeadamente das actividades experimentais e dos problemas e exercícios, em

- boa articulação com o programa teórico, o que permitiu estimular o ensino e a aprendizagem;
- Excelente acompanhamento e formação dos professores envolvidos, incluindo a produção de textos específicos para eles, que poderia e deveria servir de modelo, a um nível mais geral, para a formação em exercício dos professores do ensino secundário com o apoio de professores universitários.

Apesar de todos estes aspectos francamente positivos que reconhecemos no projecto e das opiniões francamente favoráveis recolhidas oralmente de professores e alunos que nele participaram (cf. Secções 4.2 e 4.3), não parece ser possível tirar conclusões estatisticamente válidas quanto ao seu sucesso em termos quantitativos. Os dados estatísticos apresentados mostram que os alunos do Faraday foram melhor preparados, em média, para os exames nacionais do 12º ano. Como se tratou dos primeiros exames realizados com os novos programas, para os quais não havia ainda, portanto, exame-tipo, apenas podemos concluir que a formação dada pelo Faraday terá sido vantajosa nestas circunstâncias. Noutras, não podemos saber. No que respeita às classificações de frequência dos alunos, em comparação com as turmas de controlo, também apenas se pode inferir que os alunos Faraday não terão sido prejudicados naquelas classificações. Finalmente, e embora todos os alunos por nós entrevistados tenham reconhecido que a sua participação no Faraday constituiu uma mais valia para o seu percurso académico no ensino superior, há que reconhecer que esta amostra é demasiado reduzida (em número de alunos e áreas de estudo prosseguidas) para que se possam tirar conclusões estatisticamente válidas.

Alguns aspectos do Projecto Faraday teriam carecido de melhoramentos.

Assim, no que respeita aos programas lectivos, verifica-se que a parte 2, **Comunicações**, do programa para o 11º ano está muito incompleta relativamente ao programa oficial. Falta o tópico *Microfone e altifalante*, em que se estudam os campos magnético e eléctrico, o fluxo magnético através de uma e de várias espiras condutoras, o fenómeno de indução electromagnética e a força electromotriz induzida associada à Lei de Faraday. No que diz respeito ao tópico *Transmissão de informação*, não é abordada a reflexão, refacção, reflexão total, absorção e difracção de ondas. Da mesma forma, no 12º ano não é abordado o tópico *Núcleos atómicos e radioactividade* do programa oficial. Trata-se aqui, manifestamente, de lacunas importantes, que deveriam ter sido supridas.

Embora as actividades experimentais sejam bastante adequadas e pertinentes, algumas delas poderiam ser um pouco mais abertas à iniciativa dos alunos, em conformidade com as orientações oficiais para o ensino secundário.

Algumas actividades propostas não vão exactamente ao encontro das previstas no programa oficial. Atendendo a que existe agora exame nacional cobrindo os programas dos 10º e 11º anos, um eventual prosseguimento do Projecto Faraday implicaria a

inclusão de actividades previstas que se encontram em falta, nomeadamente o estudo da variação da energia cinética num movimento ao longo de um plano inclinado, da relação entre o atrito e a variação de energia mecânica e a análise do movimento de uma bola de borracha. Seria ainda importante incluir actividades com painéis fotovoltaicos e colectores solares, já que os exames nacionais introduzidos desde 2006 incluem frequentemente questões relacionadas com estes equipamentos, bem como com a utilização do osciloscópio para estudo de sinais periódicos e análise de voz, na medida em que surgem frequentemente questões nos exames de análise de resultados em osciloscópios (por exemplo, com indicações sobre a base de tempo, amplitude de sinal, etc.). Também deveria ser incluída uma actividade relacionada com comunicação por radiação electromagnética, prevista no programa oficial, e que não está contemplada nas actividades que compõem o Projecto Faraday.

Por outro lado, o ensino da Física no secundário está intimamente ligado ao ensino da Matemática, e a verdade é que nenhum projecto de ensino da Física poderá fazer “tábua rasa” deste aspecto. Uma preparação deficiente dos alunos em Matemática dificulta seriamente o ensino da Física. Nesta perspectiva, o formalismo matemático usado no Projecto Faraday poderia ser mais claro e mais próximo do que os alunos normalmente utilizam na disciplina de Matemática. Em particular, o recurso a expressões literais e o desenvolvimento das mesmas deverá ser gradual, ao longo do secundário, de modo a que os alunos sejam capazes de fazer a transição dos cálculos “concretos” a que estão habituados no ensino básico (com inevitável substituição de valores numéricos), por ser mais fácil para eles manipular números em vez de letras. Por isso, deveria evitar-se este aspecto, sempre que se possa prescindir do mesmo sem perda da inteligibilidade do assunto tratado, e introduzi-lo gradualmente, começando com casos simples.

O estudo da Física envolve uma atitude de esforço mental e dedicação, prazer pela descoberta e vontade de aprender e de se desafiar, que não é característica intrínseca da maioria dos alunos na faixa etária a que chegam ao secundário. Por isso, é importante cativá-los com exemplos relevantes e pertinentes, mas que não fujam demasiado à sua realidade e que não envolvam uma abstracção associada a um esforço superior àquele que a maioria dos alunos está disposta a fazer. Só assim poderá ser estimulada a sua curiosidade e vontade de ir mais além. É claro que é importante chegar também à fatia de alunos que, embora em minoria, têm um real interesse e uma apetência particular pela compreensão dos fenómenos e um desejo de saber mais. Por isso, alguns tópicos desenvolvidos no Projecto Faraday poderiam ser considerados complementos ao texto principal, com um espaço físico definido que os destaque dos conteúdos considerados essenciais.

Nesta mesma linha, alguns textos poderiam ser mais sintéticos e concisos, facilitando com isso a leitura dos mesmos.

Em resumo, consideramos que o Projecto Faraday é cientificamente bem estruturado, apela à real compreensão dos factos e interpretação dos conceitos, estimula a

curiosidade dos alunos pela Física e fomenta um sólido conhecimento neste domínio científico. Neste projecto, como referem os seus autores, *“É dada primazia a um desenvolvimento harmonioso e gradual de estruturas conceptuais características de uma visão científica da realidade. A ligação dessas estruturas à realidade do dia-a-dia não será descurada, (...) mas será subordinada às oportunidades que o desenvolvimento do material proporcionar.”*

Esta Comissão de Avaliação não tem a menor dúvida em validar a abordagem seguida pelo Projecto Faraday como sendo a mais adequada para o ensino da Física em todo o ensino secundário, como sendo a mais eficaz e útil para o prosseguimento de estudos universitários. Esta afirmação é mais forte para o universo dos alunos que pretendem seguir cursos superiores em Ciências, Engenharias e Tecnologias, mas ainda assim suficientemente forte para todos os outros, mesmo os que não prosseguem estudos superiores, pelo nível de compreensão do mundo - quer do mundo físico quer do mundo social, onde imperam novas tecnologias em evolução constante - que a formação via Faraday permite fazer alcançar. É, na nossa opinião, o tipo de formação exigível para uma sociedade e uma economia baseadas no conhecimento.

6 – Recomendações

O projecto Faraday constituiu um excelente trabalho de análise do currículo e de concretização de um modelo de ensino da Física adequado ao ensino secundário. A apreciação feita permite concluir que este trabalho não deverá cair no esquecimento. Esta comissão reconhece-lhe tal qualidade que recomenda vivamente que os materiais que o constituem e, em particular, os textos produzidos e as actividades experimentais, sejam publicados e divulgados, de modo a que possam, se não mais do que isso, constituir um complemento à prática docente dos professores do ensino secundário. É nossa convicção que a abordagem adoptada neste projecto assegura uma formação de base no domínio da Física que é particularmente relevante para alunos que pretendem ingressar em cursos de Física e de Engenharias.

Contudo, a sua publicação e/ou divulgação, no contexto actual do ensino da Física e atendendo aos programas actualmente em vigor, exigiria algumas reformulações. Embora o ensino da Física no ensino secundário não deva ser direccionado exclusivamente para a resolução do exame nacional, qualquer proposta a ser aplicada neste contexto deverá estar em concordância, a nível de conteúdos e de metodologia, com os programas oficiais.

As adequações julgadas necessárias seriam principalmente a nível de:

- tratamento matemático, assegurando uma transição mais suave entre o ensino básico e o secundário, isto é, do cálculo numérico para a álgebra;

- uniformização de terminologia e nomenclatura;
- integração de propostas de trabalho/textos informativos sobre temáticas subordinadas à Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTS-A);
- aligeiramento de alguns textos de modo a serem mais acessíveis à média dos alunos;
- separação física de algumas partes do texto que deveriam ser abordadas como complementos, de modo a que se distinga claramente o essencial do complementar;
- inclusão de questões que possam ser resolvidas com o auxílio de ferramentas das calculadoras gráficas.

O projecto Faraday decorreu de forma exemplar devido essencialmente a dois aspectos cruciais:

- a ênfase num trabalho experimental bem concebido;
- a formação e o apoio permanente aos professores que o executaram no terreno.

Por isso, recomendamos que estes dois aspectos sejam reforçados no ensino da Física, de uma forma mais generalizada. Embora existam actividades experimentais de carácter obrigatório nos programas oficiais, a verdade é que estas nem sempre se concretizam em contexto de sala de aula. Em algumas situações, tal facto poderá ter a ver com a inadequação dos equipamentos existentes, mas noutras resulta de ausência de formação dos professores na utilização desses equipamentos. Os professores que participaram no Projecto Faraday destacaram o apoio obtido na componente experimental por parte dos professores universitários coordenadores.

Um acompanhamento generalizado dos professores do ensino secundário por professores universitários produz efeitos a nível da formação em exercício dos primeiros, mas a partilha de experiências contribuirá para aproximar estes dois ciclos de ensino, reunindo vantagens para todos os intervenientes.

Outro aspecto relevante prende-se com o incentivo e contrapartidas que os professores que participam na implementação de novas práticas deverão obter. Em particular é de lamentar que os professores do ensino secundário que participaram no projecto Faraday não tenham beneficiado de qualquer vantagem em termos de carreira, apesar do acréscimo de formação científica e profissional que o projecto lhes proporcionou.

As alterações curriculares e metodológicas têm sido frequentes no ensino básico e secundário e têm sido, por vezes, implementadas sem fase experimental e sem avaliação. É necessário encontrar mecanismos que por um lado estimulem e, por outro, reconheçam o esforço adicional dos professores envolvidos nessas mudanças.

O planeamento criterioso das alterações aos programas e consequente avaliação deverá ser oficialmente assumido. Só assim a implementação de qualquer projecto em que os professores sejam levados a uma ruptura com as suas práticas e metodologias de rotina poderá ser eficaz.

Entendemos ainda que novas reformas curriculares que venham a decorrer deverão ter equipas de trabalho diversificadas, cujos elementos tenham diferentes valências que se complementem: é notório que existe uma visão diferente do que deve ser o ensino da Física para os físicos de formação e profissão daquela que partilham os profissionais das ciências da educação.

Por isso, parece-nos importante que futuras alterações aos currículos possam ser debatidas em equipas plurais, de modo a que seja possível balancear as contribuições de todos, no sentido de uma eficaz preparação dos alunos reconhecida por todos os intervenientes. Deverá ainda haver uma mediação dos professores do ensino secundário, que deverão ser representados em qualquer equipa que tenha como função reformular currículos, pois são eles os profissionais habituados ao terreno e com maior conhecimento da realidade dos alunos.

Em conclusão, esta comissão de avaliação entende que o Projecto Faraday foi altamente meritório e que, como tal, deve ter continuidade. Um primeiro passo nesse sentido consistiria, desde já, em promover uma extensão do projecto, tendo em vista introduzir os melhoramentos e adaptações necessários nos materiais didáticos já produzidos, por forma a adequá-los à situação presente e a permitir a sua utilização generalizada nas escolas, como alternativa ou complemento aos elementos de trabalho existentes no mercado.

Entendemos também que, face à importância do trabalho desenvolvido, a Fundação Calouste Gulbenkian deveria dar pleno conhecimento ao Ministério da Educação deste projecto, a fim de que este possa tê-lo em devida conta no seu esforço permanente para a melhoria do ensino da Física no ensino secundário e da qualificação dos jovens necessária à promoção da sociedade do conhecimento.