

Na sequência do *Livro Branco da Física e da Química - Opiniões dos Professores - Diagnóstico 2000, Recomendações 2002*, e com o patrocínio das Sociedades Portuguesas de Física e de Química e o apoio da Fundação Calouste Gulbenkian, os autores decidiram recolher as opiniões sobre a aprendizagem da Física e da Química de 7900 estudantes dos 9.º, 11.º e 12.º anos dos Ensinos Básico (EB) e Secundário (ES), comparando-as com as dos professores.

ANABELA MARTINS
Escola Secundária D. Pedro V
Estrada das Laranjeiras, 122
1660-136 Lisboa

anabela.m@netcabo.pt

DÉCIO R. MARTINS
Departamento de Física
Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade
de Coimbra
Rua Larga
3004-516 Coimbra

decio@pollux.fis.uc.pt

LIVRO BRANCO E DA QUÍMICA DOS ESTUDANTES

INTRODUÇÃO

Na sequência do *Livro Branco da Física e da Química - Opiniões dos Professores - Diagnóstico 2000, Recomendações 2002*, e com o patrocínio das Sociedades Portuguesas de Física e de Química e o apoio da Fundação Calouste Gulbenkian, os autores decidiram recolher as opiniões sobre a aprendizagem da Física e da Química de 7900 estudantes dos 9.º, 11.º e 12.º anos dos Ensinos Básico (EB) e Secundário (ES), comparando-as com as dos professores.

As opiniões sobre o 12.º ano foram recolhidas numa amostra de 781 estudantes que frequentavam as disciplinas de Física e Química do primeiro ano de 9 instituições de Ensino Superior (ESup). Dos estudantes inquiridos, 53% eram do sexo feminino e 47% do sexo masculino, com idades compreendidas entre os 12 e os 38 anos. A média de idades dos estudantes do EB era de 15,0 anos, do ES de 16,8 anos, e do ESup de 19,5 anos. O estudo, que abrangeu todo o território nacional continental, abordou alguns aspectos relacionados com a aprendizagem da Física e Química e teve como primeiro objectivo identificar o interesse, a motivação e as causas do desinteresse e desmotivação para o estudo da Física e da Química, desde o EB até final do ES, intenções de prosseguimento de estudos e de cursos no ES (9.º ano) e ESup (11.º ano), metodologias de ensino com que os estudantes aprendem melhor, perspectivas sobre actividades experimentais e perspectivas

DA FÍSICA OPINIÕES ES 2003



sobre programas e avaliação. Em segundo lugar pretendeu-se comparar as opiniões de estudantes e professores.

INTENÇÃO DE PROSSEGUIMENTO DE ESTUDOS

Apenas uma maioria relativa dos estudantes do 9.º ano (58%) manifestou a intenção de prosseguir os estudos em cursos gerais do ES, dos quais, cerca de metade optará pela área das disciplinas científico-naturais. Entre os estudantes do 11.º ano, 84% pretendiam prosseguir estudos no ESup e, destes, 90% manifestaram a intenção de prosseguir os estudos nas Universidades e 10% nos Institutos Politécnicos. A percentagem de raparigas do 9.º e 11.º anos que manifestou a intenção de continuar os estudos no ES e no ESup era significativamente superior à dos rapazes. Apenas 30% dos estudantes do 11.º ano pretendiam prosseguir os estudos em cursos de engenharia, enquanto 38% preferia a área de saúde.

Considerando que o 1.º agrupamento (científico-naturais) representa pouco mais de 50% dos estudantes do ES, infere-se que menos de 15% da população estudantil deste escalão etário admitiu prosseguir estudos na área das tecnologias. Esta estimativa deixa antever que, face ao elevado número de cursos nesta área, existentes nas Universidades e Institutos Politécnicos, haverá uma baixa da procura pelos estudantes. Este dado não deixa de ser extremamente preocupante para um país com um grande atraso tecnológico.

USO DE FONTES DE INFORMAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA

Segundo o estudo, percentagens elevadas dos estudantes nunca, ou raramente, utilizam fontes de informação científica e tecnológica - como, por exemplo, consultar informação científica usando o computador (Internet) e ler livros de divulgação científica -, sendo a televisão o meio de informação preferido. Apenas uma percentagem relativamente baixa o faz de forma regular. Já os estudantes do ESup evidenciam uma maior tendência para procurar fontes diversificadas de divulgação científica e tecnológica. Verificou-se também um progressivo aumento de interesse dos estudantes pela informação disponibilizada pelos diversos meios ao longo da sua escolaridade. Tanto no 9.º como no 11.º ano e no ESup, os rapazes acedem mais às fontes de divulgação científica do que as raparigas.

HÁBITOS DE ESTUDO E OCUPAÇÃO DO TEMPO

Menos de 25% dos estudantes inquiridos estuda com regularidade, à medida que os assuntos de Física e Química são leccionados. A maioria estuda preferencialmente antes dos testes de avaliação e dependendo da dificuldade do assunto. Este padrão é predominante nos rapazes, isto é, as raparigas estudam com maior regularidade do que os rapazes, tendência esta que se acentua do 9.º para o 11.º

ano. Apenas 18% dos rapazes reconheceram estudar com regularidade e mais de 40% afirmaram que só estudavam nas vésperas das provas.

Uma percentagem elevada de estudantes dos 9.º e 11.º anos ocupa mais de duas horas por dia em actividades diversas como ver televisão, praticar uma modalidade desportiva, jogar no computador e em explicações. Mais de 80% dos estudantes dos EB e ES passam duas horas ou mais por dia a ver televisão e aproximadamente 50% praticam desporto. Verifica-se um aumento significativo do número de horas ocupadas com explicações pelos estudantes do 11.º ano relativamente aos do 9.º ano e também no trajecto casa-escola-casa. Os rapazes passam mais horas fora da escola com actividades desportivas e jogos de computador do que as raparigas e estas ocupam mais o seu tempo a aprender uma língua estrangeira e recorrem mais a explicações do que os rapazes.

OPINIÃO SOBRE OS MANUAIS ESCOLARES

Os manuais escolares de Física e de Química utilizados nos EB e ES foram considerados razoáveis ou bons por mais de 83% dos estudantes, embora esta opinião fosse progressivamente menos favorável ao longo da escolaridade (7% no EB, 11% no ES e 17% no ESUP consideraram os manuais maus ou muito maus). Apenas 5% dos estudantes do ESUP atribuíram a classificação de muito bom aos manuais de Física e Química que tinham utilizado no ES.

MOTIVAÇÃO PARA O ESTUDO DA DISCIPLINA E INTERESSE PELA CIÊNCIA

A motivação para o estudo da Física e da Química não se revelou muito elevada entre os estudantes dos 9.º e 11.º anos (Física - 38% e Química - 49%), aumentando ligeiramente para os alunos que já frequentavam o Ensino Superior (Física - 49% e Química - 53%). Os estudantes manifestaram menor motivação para o estudo da Física do que para o estudo da Matemática. As Ciências da Terra e da Vida (10.º e 11.º ano) e a Biologia (12.º ano) são as disciplinas que mais motivam os estudantes e os rapazes estão mais motivados para o estudo da Física, enquanto as raparigas se mostram mais motivadas para estudar Biologia, Química e Matemática.

As principais razões da falta de motivação para o estudo da Física e da Química dos estudantes dos EB e ES são a natureza difícil das matérias, as características dos manuais utilizados, a dependência destas ciências em relação à Matemática e as dificuldades de aplicação dos conhecimentos na resolução de problemas. Qualquer uma destas razões é mais acentuada em relação à Física.

Para os estudantes do ESUP, as razões mais indicadas para justificar a sua não opção por Física ou Química no 12.º ano foram o facto de estas disciplinas não serem específicas para o curso superior que pretendiam seguir e de a classificação final nelas obtida poder vir a condicionar o acesso ao Ensino Superior.

Em relação à Física foram ainda referidos outros argumentos: o elevado insucesso escolar desta disciplina no exame nacional poderá comprometer o ingresso nas primeiras opções dos candidatos; a formação obtida em Física ou Química não será fundamental para o curso que pretendem frequentar; a escola que frequentaram não teve turmas para essas disciplinas nesse ano de escolaridade; nos anos anteriores não foram motivados pelos professores, sobretudo na Física. Também a preparação obtida nestas áreas científicas até ao 11.º ano foi considerada pelos estudantes pouco adequada para obter um bom aproveitamento escolar no 12.º ano.

A não opção por Física e/ou Química no 12.º ano parece não estar relacionada com a falta de interesse pelos temas leccionados, mas sim pelos critérios de ingresso no Ensino Superior, o que poderá ser a principal causa do afastamento dos estudantes do 12.º ano, sobretudo da Física. Assim, esta situação poderá agravar-se com a actual revisão curricular do ES, que passou a considerar opcional a disciplina de Física e Química, a partir do 10.º ano.

Neste contexto, restará aos estudantes a única possibilidade de frequentarem a disciplina de Biologia, no 12.º ano, caso tenham optado, no 10.º ano, pela disciplina de Ciências da Terra e da Vida. Os dados obtidos neste estudo fazem prever percentagens muito elevadas de estudantes nestas condições. A maior motivação dos estudantes para as Ciências da Terra e da Vida, até ao 11.º ano, e para a Biologia, no 12.º ano, agravada pelos critérios definidos pelas Universidades e Institutos Politécnicos e ainda pelas determinações do Ministério da Educação terão certamente repercussões muito nefastas no futuro imediato no ensino e aprendizagem da Física e da Química. Pode inferir-se que a menor frequência da disciplina de Física no 12.º ano, relativamente a outras disciplinas científicas foi artificialmente introduzida no sistema educativo pelos critérios de ingresso no Ensino Superior, definidos pela generalidade das Universidades e Institutos Politécnicos. Esta situação agravou-se nos últimos anos, uma vez que algumas instituições de ensino que ainda exigiam a Física deixaram de o fazer, face à necessidade de terem uma maior procura dos respectivos cursos.

Os factores de motivação para o estudo da Física e Química aumentam ao longo da escolaridade. No entanto, os motivos da desmotivação diminuem na transição do 9.º para o 11.º ano, voltando, contudo, a aumentar na transição do 11.º para o 12.º ano.

Alguns comentários dos estudantes que estavam a frequentar o primeiro ano do ESUP reforçaram a convicção de que através de uma intervenção adequada dos diversos agentes educativos, incluindo as ordens profissionais e sociedades científicas, seria possível estimular mais estudantes para o estudo quer da Física, quer da Química, em determinadas fases cruciais do seu percurso escolar. Exemplos desses comentários dos estudantes referiam a necessidade dos conhecimentos de Física nos cursos que estão a frequentar; lamentavam o facto de não terem dado um maior desenvolvimento no estudo daquela disciplina durante o ES; consideravam (os estudantes que frequentaram a disciplina no 12.º ano) ter tido maior facilidade na compreensão das aulas no ESUP, o que, associado à realização de mais actividades práticas, lhes permitiu um melhor relacionamento da teoria com a prática, sendo sentida a necessidade do estudo da Física no 12.º ano.

Dos resultados deste estudo infere-se que a "falta de interesse" dos estudantes pela Física e Química, principalmente na transição para o 12.º ano, pode ser aparente, isto é, aquilo que se considera como falta de interesse pode ser apenas a falta de motivação para o estudo, decorrente de um conjunto de critérios que, nos últimos anos, têm vindo a condicionar o ingresso no Ensino Superior. Saliente-se que a percentagem de estudantes do primeiro ano do ESUP que declararam não se sentirem motivados, durante o 12.º ano, para o estudo da Matemática, é inferior à de Física e de Química, apesar do insucesso naquela disciplina ser bastante elevado.

AUTO-AVALIAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO GLOBAL

Os estudantes dos três níveis de ensino consideraram como bom e muito bom o seu desenvolvimento global. Os resultados revelam consciência da sua progressão na aquisição de conhecimentos e desenvolvimento de competências desde o 9.º ano até ao 12.º. Deve salientar-se a opinião comum entre os estudantes de todos os níveis de ensino, traduzida na forte correlação entre os conhecimentos matemáticos, a capacidade de resolução de problemas e a capacidade de raciocínio, mas os estudantes do 11.º ano avaliaram o seu desenvolvimento global de forma menos positiva nos conhecimentos matemáticos, na resolução de problemas, na aplicação de conhecimentos a novas situações e no pensamento crítico.

De um modo geral, os rapazes atribuem melhores classificações às diversas componentes do seu desenvolvimento global. As componentes onde as raparigas se auto-avaliaram melhor são o domínio da língua portuguesa, autonomia na aprendizagem e métodos e hábitos de estudo. Os estudantes do ES reconhecem que os seus hábitos de estudo e os conhecimentos matemáticos são menos desenvolvidos.



A tendência para uma auto-avaliação global mais positiva acentua-se ligeiramente nos estudantes que já concluíram o 12.º ano, embora considerem fraco o seu desenvolvimento global relativamente à área da Física. Cerca de 81% dos estudantes consideram possuir conhecimentos suficientes e bons em Matemática, destacando como aspectos mais desenvolvidos as suas competências para a resolução de problemas, a capacidade de aplicar conhecimentos a novas situações e a autonomia na aprendizagem. Os resultados obtidos pelos estudantes do 12.º ano nos exames nacionais de Matemática, Física e Química contrariam esta auto-avaliação do desenvolvimento global.

Os estudantes que obtiveram melhores classificações na disciplina de Física e Química avaliaram melhor o seu desenvolvimento global, sobretudo nos conhecimentos matemáticos, capacidade de resolução de problemas, aplicação de conhecimentos a novas situações e autonomia na aprendizagem. Mesmo nas componentes relacionadas com a capacidade de resolução de problemas e a aplicação de conhecimentos a novas situações, os estudantes com melhores classificações naquela disciplina consideraram-se mais bem desenvolvidos do que os estudantes que obtiveram melhores classificações na disciplina de Matemática. Os estudantes do 11.º ano com melhores classificações na disciplina de Matemática consideram as suas competências na resolução de problemas apenas ligeiramente mais desenvolvidas do que os estudantes com melhores classificações na disciplina de Física e Química.

OPINIÃO SOBRE AS ACTIVIDADES EXPERIMENTAIS

De um modo geral, os estudantes consideram as estratégias de ensino centradas no professor mais eficazes para a sua aprendizagem. As que referem como mais adequadas para aprender são a revisão da matéria na véspera dos testes e a resolução de exercícios; seguem-se a explicação do professor, preferencialmente acompanhada de demons-

trações experimentais, o estudo em casa e a realização de experiências em pequenos grupos de estudantes.



Enquanto os rapazes valorizam mais as actividades que envolvem a utilização do computador e a participação em actividades experimentais, as raparigas preferem estratégias de ensino centradas no professor, como a resolução de exercícios, a explicação do professor, seguida do estudo individual em casa e das demonstrações experimentais feitas pelo professor. Ao contrário dos rapazes, a elaboração de relatórios e a planificação de actividades experimentais não se encontram entre as estratégias de ensino mais valorizadas pelas raparigas.

Ao confrontarmos a elevada percentagem dos estudantes deste estudo que gostam de realizar actividades experimentais com as respostas dos professores (Martins *et al.*, 2002, pp. 107 131 e 129) sobre a frequência de realização daquele tipo de actividades, somos levados a concluir que o ensino experimental que se pratica nas disciplinas de Física e Química não corresponde, em geral, nem ao preconizado nos programas nem às expectativas e interesses dos estudantes. Com efeito, apenas cerca de 27% dos professores do ES e 21% do EB declararam no estudo concluído em 2002 realizar este tipo de actividades nas suas aulas. Recorde-se que neste estudo também estavam incluídos os professores que leccionavam as disciplinas de Técnicas Laboratoriais de Física e Química, bem como os professores do Curso Tecnológico de Química.

De acordo com dados da investigação educativa (Hofstein et Lunetta, 2004), vivemos numa era marcada por um enorme desenvolvimento de novos recursos tecnológicos e novos padrões de ensino. Neste contexto ressalta deste estudo a importância e a necessidade de um ensino mais experimental e competitivo que possa atrair os estudantes para o estudo das ciências.

Durante a realização de actividades experimentais, os procedimentos científicos preferidos pela maioria dos estudantes são conhecimentos declarativos ou factuais considerados, simultaneamente, os menos difíceis. Os procedimentos considerados mais difíceis pelos estudantes são o desenvolvimento de generalizações, a explicação de relações e a formulação de questões para investigar. A dificuldade manifestada pelos estudantes em todos os processos experimentais, em geral, diminui bastante ao longo da escolaridade. Porém, os estudantes do 11.º ano são os que consideram mais difícil a comunicação escrita e oral de resultados, a formulação de questões para pesquisar, o desenvolvimento de generalizações e a explicação de relações. No entanto, este é o ano onde parece haver maior adesão dos estudantes à maioria dos procedimentos de trabalho científico, o que poderá relacionar-se com a maior frequência de realização de actividades experimentais consentâneas com as necessidades de aprendizagem e interesses dos estudantes.

Globalmente conclui-se que os estudantes, mesmo os mais motivados e com melhores classificações, gostam mais de processos de trabalho científico considerados conhecimento declarativo ou factual (saber a informação - Tennyson, 1995) como, por exemplo, executar/realizar uma experiência, manipular materiais e equipamento, observar, medir e registar dados, descrever procedimentos experimentais e comunicar resultados escrita e oralmente (só na Química). Os estudantes com melhores classificações em Física e Química também se mostram motivados para os procedimentos considerados conhecimento procedimental e conceptual (saber como, quando e porquê usar a informação - Tennyson, 1995), como, por exemplo, formular hipóteses para testar, prever resultados, explicar relações, formular e responder a novas questões baseadas na investigação realizada e aplicar técnicas laboratoriais na resolução de novos problemas ou situações experimentais. Os rapazes afirmaram gostar mais de actividades experimentais que envolvem conhecimentos procedimentais e contextuais, enquanto as raparigas preferem procedimentos experimentais que envolvem conhecimentos declarativos ou factuais.

No estudo com professores (Martins *et al.*, 2002, p.137), 96% dos docentes consideram que os procedimentos associados ao trabalho experimental mais difíceis para os estudantes são a explicação de relações, a formulação de novas questões baseadas na investigação e de hipóteses para serem testadas, as decisões acerca de técnicas de investigação, a previsão de resultados e o desenvolvimento de generalizações. Relativamente a este aspecto, parece existir alguma concordância entre a percepção dos professores e dos estudantes sobre as dificuldades do trabalho experimental.

As principais razões do sucesso nas actividades experimentais de Física e de Química são a melhor compreensão da teoria e a explicação adequada pelo docente da teoria antes e depois da experiência. No entanto, a ordenação desses indicadores é ligeiramente diferente entre o EB e o ES, e também entre a Química e a Física, porque, provavelmente, por um lado, o tipo de ensino experimental é diferente nos dois níveis de escolaridade e, por outro lado, realizam-se actividades experimentais em Química com mais frequência do que em Física.

Enquanto para os estudantes do 9º ano, a obtenção de bons resultados no trabalho experimental em Física, isto é, resultados previstos/iguais aos dos livros, é o principal indicador de sucesso, para os estudantes do 11º ano e ESUP o sucesso das actividades experimentais está mais relacionado com a melhor compreensão da teoria. Esta diferença evidencia uma evolução da percepção dos estudantes sobre um dos papéis mais importantes do trabalho experimental desde o EB até final do ES. Os estudantes do 9º ano, ao considerarem muito importante a obtenção de resultados iguais aos que são apresentados nos livros, denotam uma concepção de ensino bastante orientada e reprodutiva. Ter bons resultados significa que o "livro está certo" e que a ciência é aquilo que "o professor ensina".

CONCLUSÃO

Este estudo, além de apresentar uma avaliação feita pelos estudantes de diversos aspectos relacionados com o ensino e a aprendizagem da Física e da Química, levantou novas questões decorrentes das opiniões expressas. Estas opiniões não podem deixar de ser tidas em conta quando se pretende uma intervenção eficaz da comunidade educativa na concretização das mudanças desejadas no ensino da Física e da Química. A intervenção pedagógica e as reformas educativas só poderão ter alguma eficácia se houver um melhor conhecimento do processo, sob pena de se introduzirem reformas que irão agravar os problemas existentes.

Para finalizar, pensamos que se deve promover uma intervenção em áreas que ajudem os professores a melhor compreender como devem ser usados os recursos laboratoriais, a avaliar o trabalho dos estudantes no laboratório e saber como as actividades experimentais podem ser usadas para atingir os objectivos educativos pretendidos. O sistema educativo deve contribuir para a literacia científica de modo que a formação nestas áreas não termine no fim da escolaridade básica. Recorde-se que apenas 58% dos estudantes do 9º ano pretende prosseguir estudos nos cursos gerais do ES e, destes, apenas cerca de 50% desejam continuar os seus estudos na área das ciências.

As sociedades actuais, marcadas pelo desenvolvimento científico e tecnológico, pressupõem uma participação informada que depende, quase sempre, do conhecimento científico. Além disso, muitos daqueles estudantes poderão prosseguir estudos em Escolas Superiores de Educação, optando pela docência no primeiro ciclo do EB. A interrupção prematura da formação científica destes docentes terá, certamente, consequências gravosas na qualidade do ensino da Matemática e do Estudo do Meio, tradicionalmente subvalorizadas neste nível de ensino. São bem conhecidos os graves problemas relacionados com o ensino e aprendizagem da Matemática e a quase inexistência do ensino de ciências nos primeiros anos da escolaridade básica. Os primeiros contactos com os conceitos das ciências físico-naturais são, na prática, relegados para o segundo ciclo do EB, onde a Física não raras vezes é ignorada, originando uma lacuna muito grave. Por outro lado, o facto da disciplina de Física e Química ser opcional nos actuais currículos do ES irá contribuir para um desinteresse e desmotivação ainda maiores dos estudantes em relação ao estudo da Física e da Química.

BIBLIOGRAFIA

Hofstein A. et Lunetta, V. N., "The Laboratory in Science Education: Foundations for the Twenty First Century", *Science Education*, **88**, 2004, pp. 28-54. www.interscience.wiley.com.

Martins, A., Malaquias, I., Martins, D., Fiúza, E., Silva, M. M., Neves, M., Soares, R., Campos, A. C., Lopes, J. M., *Livro Branco da Física e da Química - Diagnóstico 2000 Recomendações 2002*. Sociedade Portuguesa de Física e Sociedade Portuguesa de Química, Editorial Minerva, Aveiro.

Martins, A. *et all.*, *Livro Branco da Física e da Química - Opinião dos Alunos 2003*, Sociedade Portuguesa de Física e Sociedade Portuguesa de Química, Lisboa, 2005

Tennyson, R. D., "Concept Learning: Teaching and Assessing", in L. W. Anderson (Ed.), *International Encyclopedia of Teaching and Teacher Education*, Elsevier Science Ltd., Oxford, 1995, pp. 457-463.