

A QUÍMICA ORGÂNICA NO ENSINO SECUNDÁRIO: A PERCEPÇÃO DOS PROFESSORES

SÉRGIO C. LEAL^{a,*}, JOÃO PAULO LEAL^{b,c},
MARIA A. F. FAUSTINO^a E ARTUR M. S. SILVA^a

Um estudo realizado no âmbito do Mestrado em Ensino da Física e da Química na Universidade de Aveiro teve como intenção analisar as percepções de alunos e professores acerca da Química Orgânica abordada no ensino secundário (ES), para além de procurar apresentar propostas que se consideram pertinentes e que visam a melhoria do processo ensino/aprendizagem das ciências e da Química Orgânica em particular. A escolha da Química Orgânica prendeu-se com o facto de os autores considerarem esta área da Química “mal amada” nos programas propostos pelo Ministério da Educação (ME), tendo em consideração a sua relevância no nosso dia-a-dia, situação aparentemente agravada com a reforma curricular do ES que teve início no ano lectivo de 2004/2005. A metodologia utilizada partiu da análise documental de programas curriculares e manuais escolares das áreas de Química e Biologia das últimas duas reformas curriculares e a análise quantitativa de questionários aplicados a alunos e professores. Os resultados obtidos apontam no sentido de mudar as práticas de ensino tradicionais e da contextualização da aprendizagem das ciências, em particular da Química Orgânica, e sugerem que a utilização das novas tecnologias e a experimentação devem ser privilegiadas como recursos didácticos.

INTRODUÇÃO

No estudo realizado [1] procurou-se reflectir sobre a situação actual do ensino/aprendizagem da Química Orgânica no ES, partindo de percepções de alunos e professores deste nível de ensino. Analisaram-se quais as concepções, as convicções e as atitudes dos professores e alunos do ES face à Química Orgânica, no sentido de apresentar propostas que visem a melhoria do processo ensino/aprendizagem desta área da Química.

Mais do que uma simples análise da situação da Química Orgânica no ES, este estudo é um projecto de desenvolvimento curricular, considerando-se como destinatários os responsáveis pela elaboração e revisão dos

programas curriculares do ME, autores de manuais escolares que utilizam os programas como referencial para o desenvolvimento de materiais escolares que servem de apoio ao processo ensino/aprendizagem e professores do ES, que devem proporcionar aos alunos a motivação necessária e promover a literacia científica para a aprendizagem da Química Orgânica.

Em suma, o objecto de estudo envolveu: (i) a análise dos programas curriculares do ES das áreas de Química e Biologia que contemplam conceitos específicos de Química Orgânica; (ii) os manuais escolares mais representativos adoptados pelas escolas no ano lectivo 2004/2005, a fim de verificar de que forma estes interpretam as orientações metodológicas dos programas curriculares oficiais; e (iii) o levantamento das percepções, atitudes e convicções dos intervenientes (professores e alunos).

METODOLOGIA

Este estudo desenvolveu-se em duas fases: uma fase de análise documen-

tal dos programas curriculares propostos pelo ME, relativos às disciplinas das áreas da Química e Biologia das duas últimas reformas curriculares e de manuais escolares do ES do ano lectivo 2004/2005; e outra fase de análise descritiva de natureza quantitativa de três questionários administrados, respectivamente, a alunos que frequentavam o ES, a alunos que frequentavam o primeiro ano do ensino superior, isto é, alunos que haviam concluído o ES e o terceiro administrado a professores do ES das áreas de Biologia e Química.

Os programas curriculares são o elemento organizador do processo de ensino/aprendizagem e influenciam decisões relativas à abordagem dos conteúdos programáticos, envolvendo professores, recursos e materiais didácticos.

Nas duas reformas curriculares abrangidas por este estudo, foram analisados *conteúdos, objectivos e sugestões metodológicas/estratégias/actividades/comentários* relativos a tópicos de Química Orgânica e, devido a uma

^a Departamento de Química & QOPNA, Universidade de Aveiro, 3810-193 Aveiro

^b Departamento de Química e Bioquímica, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, 1149-016 Lisboa

^c Unidade de Ciências Químicas e Radiofarmacêuticas, Instituto Tecnológico Nuclear, 2686-953 Sacavém

* Presentemente encontra-se a realizar Doutoramento no Departamento de Química e Bioquímica da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa e lecciona na Escola Secundária com 3.º ciclo Padre António Vieira em Lisboa, sergioleal20@gmail.com

estruturação diferente nos actuais programas, analisaram-se os *objectos de ensino, objectivos de aprendizagem e as sugestões metodológicas*. Entendeu-se como componente de estudo relativa a tópicos de Química Orgânica os aspectos concretos onde se evidencie claramente o estudo de saberes desta área do conhecimento e não a mera referência a compostos orgânicos.

Toda a informação recolhida foi sistematizada num conjunto de tabelas¹ que permitiu comparar os programas de ambas as reformas curriculares [2-32], em termos de conteúdos de Química Orgânica neles contidos. A análise de manuais escolares [33-44] foi realizada com base num instrumento de análise de manuais escolares adaptado de Cachapuz *et. al* [45] e centrado no aluno como destinatário principal.

A administração dos questionários implica uma observação indirecta. Ao responder às questões, o participante intervém na produção da informação que não sendo recolhida directamente torna-se menos objectiva [46]. Existem assim dois intermediários, o participante e o instrumento (questionário), tendo sido necessário controlar estas duas variáveis.

Para a realização deste estudo apenas interessou que a amostra servisse os objectivos de investigação propostos, no entanto, o estudo envolveu uma amostra aleatória de cerca de 10% da população em estudo [alunos e professores do ES do Centro de Área Educativa (CAE) de Aveiro]. Antes da aplicação dos inquéritos por questionário à amostra em estudo, estes foram validados previamente.

A amostra abrangia professores dos antigos grupos de docência 4.º A (Física e Química) e 4.º B (Química e Física), agora pertencentes ao grupo de recrutamento 510 (Física e Química) e 11.º B (Biologia e Geologia), agora pertencentes ao grupo de recrutamento 520 (Biologia e Geologia), de dez escolas secundárias do CAE de Aveiro no ano lectivo 2004/2005. Os alunos do ES frequentavam as mesmas escolas dos professores inquiridos. Os alunos que constituíam o gru-

po que havia concluído o ES, faziam parte dos alunos que frequentavam o 1.º ano dos cursos de ciências e engenharias da Universidade de Aveiro, sem que no percurso universitário tivessem tido qualquer disciplina da área da Química Orgânica. O número de questionários distribuídos e respondidos por alunos e professores são apresentados nas Tabelas 1 e 2.

Obtiveram-se boas percentagens de resposta, tendo em conta o que seria expectável de acordo com a literatura [46]. Tal deveu-se, essencialmente, ao facto de os inquéritos por questionário terem sido entregues em mão e porque se manteve um contacto permanente com os interlocutores das escolas intervenientes no processo.

Relativamente à estrutura dos questionários elaborados, considerou-se importante na primeira parte dos mesmos obter alguma informação de ordem geral que possibilitasse uma melhor caracterização da amostra, como seja o perfil académico (alunos) e profissional (professores). Na segunda parte, perspectivar a situação actual da Química Orgânica e, por fim, recolher sugestões de quem intervém directamente no processo ensino/aprendizagem da Química Orgânica.

Quanto ao modelo de análise de dados, para os programas curriculares e para os manuais escolares foram utilizadas técnicas qualitativas, enquanto se recorreu ao tratamento estatístico para a análise das respostas às questões fechadas obtidas dos inquéritos por questionário e à análise de conteúdo para as questões abertas.

O modelo de análise dos programas e dos manuais implicou: (i) a leitura integral dos programas/manuais e a identificação de referências a tópicos de Química Orgânica; (ii) a análise valorativa do conteúdo de cada referência; e (iii) a transcrição das referências/preenchimento do instrumento de análise.

RESULTADOS OBTIDOS

Da análise dos programas curriculares do ES cuja reforma terminou no ano lectivo 2005/2006, verificou-se que 12 dos 21 programas analisados não apresentava explicitamente qualquer tópico de Química Orgânica apesar de alguns considerarem como pré-requisitos a Química dos compostos de carbono (Tabela 3).

Nos programas actualmente em vigor esta situação mantém-se com vários

Tabela 1 – Número de questionários dirigidos a alunos do ensino secundário e universitário entregues nos respectivos estabelecimentos de ensino e número de respostas obtidas

Ano de escolaridade	N.º de questionários entregues	N.º de respostas obtidas	Percentagem de respostas obtidas relativamente à amostra (%)
	N.º de alunos do Agrupamento 1 – Curso Geral Científico-Natural e Cursos Tecnológicos ²		
10.º	200	130	65,0
11.º	200	115	57,5
12.º	200	160	80,0
ES completo	100	97	97,0
Total:	700	502	-----

Tabela 2 – Número de questionários dirigidos a professores do ensino secundário entregue nos estabelecimentos de ensino secundário e número respostas obtidas

Grupo disciplinar	N.º de questionários entregues	N.º de respostas obtidas	Percentagem de respostas obtidas relativamente à amostra (%)
4.º A	100	29	56,0
4.º B		4	
11.º B		22	
Total:	100	56 ³	56,0

Tabela 3 – Programas curriculares do ES analisados da reforma que terminou no ano lectivo 2005/2006

Programas curriculares do ES	
Incluem conteúdos de Química Orgânica	Não incluem conteúdos de Química Orgânica
Curso Geral Científico-Natural	Curso Geral Científico-Natural
Programa de CTV ⁴ do 10.º ano [15] Programa TLB ⁵ – Bloco I do 10.º ano [18] Programa de CFQ ⁶ do 11.º ano [14] Programa de CTV do 11.º ano [16] Programa TLQ ⁷ – Bloco II do 11.º ano [22] Programa de Química do 12.º ano [17]	Programa de CFQ do 10.º ano [13] Programa de TLQ – Bloco I do 10.º ano [21] Programa de TLB – Bloco II do 11.º ano [19] Programa de Biologia do 12.º ano [12] Programa de TLQ – Bloco III do 12.º ano [23] Programa de TLB – Bloco III do 12.º ano [20]
Curso Tecnológico de Química (CTQ)	Curso Tecnológico de Química (CTQ)
Programa de Bioquímica do 10.º ano [24] Programa de Bioquímica do 11.º ano [25] Programa de Tecnologias do 12.º ano [32]	Programa de Tecnologias do 10.º ano [30] Programa de POL ⁸ do 10.º ano [27] Programa de Tecnologias do 11.º ano [31] Programa de POL do 11.º ano [28] Programa de POL do 12.º ano [29] Programa de Ciências do Ambiente do 12.º ano [26]

Tabela 4 – Programas curriculares do ES analisados actualmente em vigor

Programas curriculares do ES	
Incluem conteúdos de Química Orgânica	Não incluem conteúdos de Química Orgânica
Curso de Ciências e Tecnologias	Curso de Ciências e Tecnologias
Programa de FQA ⁹ do 10.º ano [10] Programa de BG ¹⁰ do 10.º ano [3] Programa de Química do 12.º ano [9]	Programa de FQA do 11.º ano [7] Programa de BG do 11.º ano [4] Programa de Biologia do 12.º ano [2]
Cursos Tecnológicos	Cursos Tecnológicos
Programa de FQB ¹¹ do 10.º ano [11] Programa de FQB do 11.º ano [8] Programa de BH ¹² do 10.º ano [5]	Programa de BH do 11.º ano [6]

programas a não referirem conteúdos de Química Orgânica de forma explícita. Na Tabela 4 pode-se verificar que, dos dez programas curriculares actualmente em vigor das áreas de Biologia e Química, quatro deles não apresentam qualquer conteúdo explícito de Química Orgânica.

Da análise dos manuais escolares das duas reformas curriculares em estudo, verificou-se que aqueles que pertencem à reforma que terminou no ano lectivo 2005/2006 apresentam um maior carácter académico, desvalorizando as restantes componentes.

Os principais aspectos negativos dos manuais analisados referem-se à estrutura dos mesmos, nomeadamente a deficiente apresentação de propostas metodológicas, actividades laboratoriais e questões, para além de não incluírem objectivos gerais e/ou específicos a atingir pelos alunos. Outros aspectos que deverão tendencialmente ser melhorados são as dimensões referentes ao contexto histórico, sociocultural e tecnológico, muitas vezes esquecidas. Resta acrescentar como nota negativa ainda o facto de poucos serem os manuais escolares que apresentam referências bibliográficas

ao longo do texto, ou mesmo no início ou no final de cada unidade temática, como apoio aos alunos que queiram saber mais sobre determinado assunto, apresentando, geralmente, apenas referências bibliográficas nas suas páginas finais relativas à construção do próprio manual.

Também se constatou que poucos dos manuais escolares analisados faziam recurso às novas tecnologias da comunicação e nenhum deles apresenta um único sítio da Internet em português, o que seria uma mais-valia para o processo de ensino/aprendizagem. Contudo, constatámos que as editoras têm apostado na criação de portais electrónicos que procuram proporcionar um apoio complementar tanto a alunos como a professores. A grande vantagem dos portais electrónicos das editoras relativamente a sítios electrónicos genéricos prende-se com a actualização e disponibilidade permanente destes portais.

Os inquiridos por questionário possuíam diversos tipos de resposta pelo que o seu tratamento foi diferenciado. As respostas seleccionadas dos inquiridos por questionário aplicados neste estudo [1] para as questões abertas foram apresentadas em tabelas¹³, enquanto que para as questões fechadas se decidiu utilizar diagramas de Pareto e caixas de bigodes (*boxplot*).

A correlação encontrada no questionário dos professores entre as variáveis estudadas foi muito elevada, pelo que se optou por apenas analisar as relações existentes entre as variáveis grupo disciplinar e as restantes variáveis. Apesar disso, dada a extensão dos resultados, apenas iremos apresentar alguns dos resultados que nos parecem mais significativos referente às percepções dos professores (apresentando para o efeito alguns diagramas de Pareto¹⁴) e numa próxima comunicação serão discutidas as percepções dos alunos face ao estudo da Química Orgânica no ES.

PROFESSORES

Os professores quando questionados sobre “É fácil motivar os alunos nas questões associadas à aprendizagem

da Química Orgânica?”, a maioria dos inquiridos (71%) estiveram de acordo com a hipótese estabelecida de que os professores considerariam «razoavelmente» fácil motivar os alunos nas questões associadas à aprendizagem da Química Orgânica. Apenas 9% escolheram a opção «bastante ou muito», enquanto 16% escolheram a opção «pouco» fácil.

Quanto ao facto dos conteúdos de Química Orgânica propostos pelo Ministério da Educação nos diversos anos de escolaridade serem adequados ao nível etário dos alunos, a maioria dos professores inquiridos (52%) considera que estão razoavelmente adaptados e apenas 13% consideram pouco adequados (9%) ou nada adequados (4%). Realça-se o facto de quase 20% dos professores terem afirmado que «não sabe», isto é, não têm ideia se os conteúdos estão ou não adaptados ao nível etário a que se destinam.

Quando inquiridos sobre quais as práticas lectivas usadas para o ensino de tópicos de Química Orgânica, 30% referiu que a sua prática lectiva passa por «aulas teóricas com resolução de exercícios» e outros tantos por «aulas teóricas com resolução de exercícios e exemplificação experimental». Dos inquiridos, 21% dos professores referiram que habitualmente realizavam «aulas teóricas com exemplificação experimental». Um número reduzido de professores afirma que as suas aulas passam, essencialmente, pela realização de trabalho experimental.

Já no que se refere à transposição dos programas curriculares do ME para a sala de aula no que respeita ao tópico Química Orgânica observa-se que os professores inquiridos do grupo 11.º B maioritariamente consideram «difícil» esta transposição, enquanto os professores dos grupos 4.º A/B tendencialmente consideram mais «fácil» essa transposição (Gráfico 1).

Quando a questão é a maior ou menor dificuldade experimentada pelo professor em leccionar aspectos relacionados com a Química Orgânica, 45% dos professores inquiridos referiram sentir «poucas» dificuldades, 23% sentiram «razoáveis» dificuldades

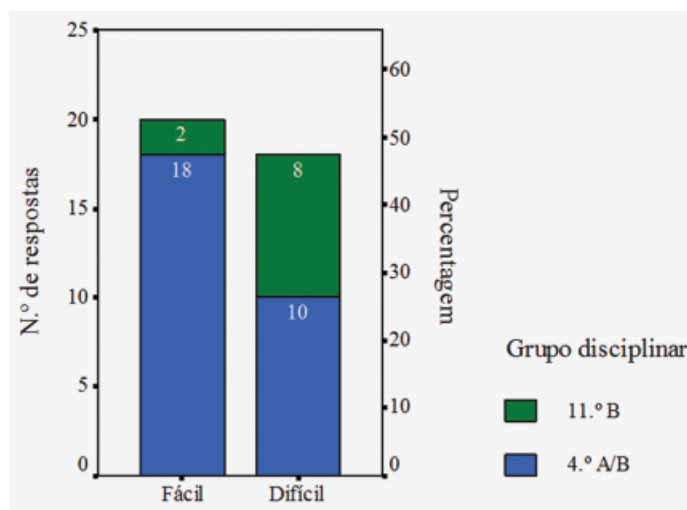


Gráfico 1 – Respostas à questão: “Como considera a transposição dos programas curriculares do Ministério da Educação para a sala de aula no que respeita ao tópico Química Orgânica?”

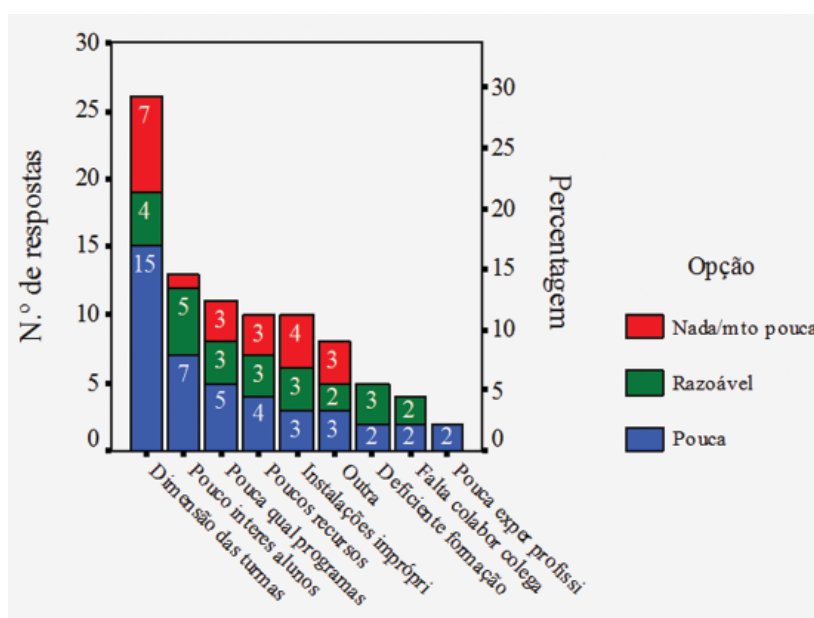


Gráfico 2 – Razões apontadas pelos professores no que toca às dificuldades sentidas na leccionação de conteúdos de Química Orgânica

e 21% referiram sentir «nenhumas ou muito poucas» dificuldades. Isto leva-nos a inferir que os professores se consideram de uma maneira geral bem preparados e detentores do “saber necessário” para leccionar tópicos de Química Orgânica.

O gráfico 2 evidencia as razões apontadas pelos professores no que toca às dificuldades sentidas na leccionação de conteúdos de Química Orgânica e correlaciona-as com a opção seleccionada pelo inquirido relativo à dificuldade sentida na leccionação. É interessante notar que, independentemente da dificuldade sentida pelos

professores, reportada na questão anterior, para a leccionação de tópicos de Química Orgânica, a «dimensão das turmas» e o «interesse reduzido dos alunos pela Química Orgânica», são apontados como factores que dificultam a leccionação.

Por fim, no sentido de melhorar o processo ensino/aprendizagem da Química Orgânica, cerca de um terço dos professores propõe alterações aos programas propostos pelo ME nas áreas de Biologia e/ou Química e cerca de um quinto considerou ser necessário alterar a formação inicial dos professores.

CONCLUSÃO

Da análise aos 31 programas curriculares das duas últimas reformas curriculares, verifica-se que 16 não abordam explicitamente qualquer conteúdo de Química Orgânica. Esta constatação vem corroborar as conclusões do Livro Branco da Física e da Química [47], que salienta o facto da componente de Química Orgânica ser reduzida tanto a nível conceptual, como a nível laboratorial. Esta situação parece ter-se agravado com o facto de desaparecerem dos currículos as disciplinas de Técnicas Laboratoriais de Biologia e Técnicas Laboratoriais de Química, disciplinas mais orientadas para o trabalho laboratorial. Constatou-se ainda que os manuais escolares actuais apresentam mais aspectos positivos, do ponto de vista do estudante, do que os da anterior reforma. No entanto, tendo por objectivo a melhoria do processo ensino/aprendizagem, é necessário aumentar e manter actualizados os portais electrónicos das editoras, aumentar o número de sítios electrónicos indicados e capazes de conter informação relevante e, por último, melhorar significativamente a bibliografia complementar, nomeadamente em português.

Da análise dos programas curriculares e consequentemente dos manuais escolares analisados sobressai de forma evidente que os conteúdos de Química Orgânica apreendidos pelos alunos na actual reforma curricular foram reduzidos substancialmente. Parece indiscutível a importância do conhecimento da Química e da Química Orgânica para as Ciências da Vida. No entanto, apenas os alunos que escolhem a disciplina de Química no 12.º ano de escolaridade, que não é obrigatória para acesso aos cursos na área da Saúde, terão contacto com uma componente de Química Orgânica satisfatória.

Na análise dos questionários dirigidos a professores do ES, no qual a larga maioria referiu sentir necessidade da Química Orgânica surgir no 9.º ano de escolaridade, constata-se uma falta de conhecimento dos conteúdos de Química Orgânica que fazem parte do programa curricular dos alunos do ES, especialmente em professores do grupo de recrutamento 520 (anti-

go grupo 11.º B). Os professores do grupo de recrutamento 510 (antigo 4.º A/B) são os que consideraram ser mais fácil motivar os alunos em questões associadas à aprendizagem da Química Orgânica, bem como transpor os programas curriculares para a sala de aula. No entanto, são também aqueles que em maior número consideraram que os programas propostos pelo ME, tal como estão formulados relativamente a tópicos de Química Orgânica, pouco permitem aos alunos enfrentar os problemas sociais, científicos e tecnológicos dos dias de hoje. Os resultados obtidos dos professores inquiridos vêm, de certa forma, por em contradição o facto de estes considerarem adequada a formação que recebem de Química Orgânica e reflectem a pouca análise dos programas que é feita ao nível dos Departamentos a que os docentes pertencem.

Contrariamente às conclusões do Livro Branco da Física e da Química [47], foram poucos os professores que referiram não ter equipamento necessário na escola para realizar actividades laboratoriais, no entanto, o trabalho laboratorial não está muito presente nas aulas realizadas pelos professores inquiridos quando abordam conteúdos de Química Orgânica.

Assim, conclui-se que os resultados deste estudo apontam para a necessidade de: (i) intervenções relacionadas com a revisão dos programas curriculares e para um aperfeiçoamento dos manuais escolares do ensino secundário nas áreas de Biologia e Química; (ii) promoção ao nível de escola de momentos de reflexão sobre os programas curriculares; e (iii) formação inicial e contínua dos professores do ES na área da Química Orgânica. Para isto as universidades, e as sociedades científicas em particular, deverão desempenhar um papel dinamizador e muitas vezes de interlocutores em todo este processo.

NOTAS

- ¹ Podem ser fornecidas por solicitação aos autores deste estudo.
- ² Atendendo à actual reforma curricular, os alunos deste agrupamento pertencem à área de Ciências e Tecnologias do curso Científico-Humanístico.
- ³ Atente-se que um professor não res-

pondeu à questão que permitia identificar o seu grupo disciplinar.

- ⁴ Ciências da Terra e da Vida
- ⁵ Técnicas Laboratoriais de Biologia
- ⁶ Ciências Físico-Químicas
- ⁷ Técnicas Laboratoriais de Química
- ⁸ Práticas Oficiais e Laboratoriais
- ⁹ Física e Química A
- ¹⁰ Biologia e Geologia
- ¹¹ Física e Química B
- ¹² Biologia Humana
- ¹³ Podem ser fornecidas por solicitação aos autores deste estudo.
- ¹⁴ Os Diagramas de Pareto são “gráficos de barras” ordenados por número de frequência de respostas (do maior para o menor).

REFERÊNCIAS

- [1] S. Leal, *A Química Orgânica no Ensino Secundário: percepções e propostas*, Dissertação de mestrado inédita, Universidade de Aveiro, Aveiro, 2006.
- [2] A. Mendes, D. Rebelo, E. Pinheiro, *Programa de Biologia – 12.º ano*, Ministério da Educação, Direcção-Geral de Inovação e Desenvolvimento Curricular, Lisboa, 2004.
- [3] A. Mendes, D. Rebelo, E. Pinheiro, *Programa de Biologia e Geologia – Componente de Biologia – 10.º ano*, Ministério da Educação, Departamento do Ensino Secundário, Lisboa, 2001.
- [4] A. Mendes, D. Rebelo, E. Pinheiro, *Programa de Biologia e Geologia – Componente de Biologia – 11.º ano*, Ministério da Educação, Departamento do Ensino Secundário, Lisboa, 2001.
- [5] A. Mendes, D. Rebelo, E. Pinheiro, *Programa de Biologia Humana – 10.º ano*, Ministério da Educação, Departamento do Ensino Secundário, Lisboa, 2002.
- [6] A. Mendes, D. Rebelo, E. Pinheiro, *Programa de Biologia Humana – 11.º ano*, Ministério da Educação, Departamento do Ensino Secundário, Lisboa, 2003.
- [7] I. P. Martins, J. A. Costa, J. M. Lopes, M. O. Simões, T. S. Simões, *Programa de Física e Química A – Componente de Química – 11.º ano*, Ministério da Educação, Departamento do Ensino Secundário, Lisboa, 2003.
- [8] I. P. Martins, J. A. Costa, J. M. Lopes, M. O. Simões, T. S. Simões, *Programa de Física e Química B – Compo-*

- nente de Química – 11.º ano, Ministério da Educação, Departamento do Ensino Secundário, Lisboa, 2003.
- [9] I. P. Martins, J. A. Costa, J. M. Lopes, M. O. Simões, P. R. Claro, T. S. Simões, *Programa de Química – 12.º ano*, Ministério da Educação, Direcção-Geral de Inovação e Desenvolvimento Curricular, Lisboa, 2004.
- [10] I. P. Martins, M. C. Magalhães, M. O. Simões, T. S. Simões, J. M. G. Lopes, J. A. L. Costa, P. Pinto, *Programa de Física e Química A – Componente de Química – 10.º ano*, Ministério da Educação, Departamento do Ensino Secundário, Lisboa, 2001.
- [11] I. P. Martins, M. C. Magalhães, M. O. Simões, T. S. Simões, J. M. G. Lopes, J. A. L. Costa, P. Pinto, *Programa de Física e Química B – Componente de Química – 10.º ano*, Ministério da Educação, Departamento do Ensino Secundário, Lisboa, 2001.
- [12] Ministério da Educação, Departamento do Ensino Secundário, *Programa de Biologia – 12.º ano*, Autor, Lisboa, 1995.
- [13] Ministério da Educação, Departamento do Ensino Secundário, *Programa de Ciências Físico-Químicas – 10.º ano*, Autor, Lisboa, 1995.
- [14] Ministério da Educação, Departamento do Ensino Secundário, *Programa de Ciências Físico-Químicas – 11.º ano*, Autor, Lisboa, 1995.
- [15] Ministério da Educação, Departamento do Ensino Secundário, *Programa de Ciências da Terra e da Vida – 10.º ano*, Autor, Lisboa, 1995.
- [16] Ministério da Educação, Departamento do Ensino Secundário, *Programa de Ciências da Terra e da Vida – 11.º ano*, Autor, Lisboa, 1995.
- [17] Ministério da Educação, Departamento do Ensino Secundário, *Programa de Química – 12.º ano*, Autor, Lisboa, 1995.
- [18] Ministério da Educação, Departamento do Ensino Secundário, *Programa de Técnicas Laboratoriais de Biologia – Bloco I – 10.º ano*, Autor, Lisboa, 1992.
- [19] Ministério da Educação, Departamento do Ensino Secundário, *Programa de Técnicas Laboratoriais de Biologia – Bloco II – 11.º ano*, Autor, Lisboa, 1992.
- [20] Ministério da Educação, Departamento do Ensino Secundário, *Programa de Técnicas Laboratoriais de Biologia – Bloco III – 12.º ano*, Autor, Lisboa, 1992.
- [21] Ministério da Educação, Departamento do Ensino Secundário, *Programa de Técnicas Laboratoriais de Química – Bloco I – 10.º ano*, Autor, Lisboa, 1992.
- [22] Ministério da Educação, Departamento do Ensino Secundário, *Programa de Técnicas Laboratoriais de Química – Bloco II – 11.º ano*, Autor, Lisboa, 1992.
- [23] Ministério da Educação, Departamento do Ensino Secundário, *Programa de Técnicas Laboratoriais de Química – Bloco III – 12.º ano*, Autor, Lisboa, 1992.
- [24] Ministério da Educação, Gabinete de Educação Tecnológica, Artística e Profissional, *Programa de Bioquímica – 10.º ano – Curso Tecnológico de Química*, Autor, Lisboa, 1992.
- [25] Ministério da Educação, Gabinete de Educação Tecnológica, Artística e Profissional, *Programa de Bioquímica – 11.º ano – Curso Tecnológico de Química*, Autor, Lisboa, 1992.
- [26] Ministério da Educação, Gabinete de Educação Tecnológica, Artística e Profissional, *Programa de Ciências do Ambiente – 12.º ano – Curso Tecnológico de Química*, Lisboa, 1992.
- [27] Ministério da Educação, Gabinete de Educação Tecnológica, Artística e Profissional, *Programa de Práticas Oficiais e Laboratoriais – 10.º ano – Curso Tecnológico de Química*, Autor, Lisboa, 1992.
- [28] Ministério da Educação, Gabinete de Educação Tecnológica, Artística e Profissional, *Programa de Práticas Oficiais e Laboratoriais – 11.º ano – Curso Tecnológico de Química*, Autor, Lisboa, 1992.
- [29] Ministério da Educação, Gabinete de Educação Tecnológica, Artística e Profissional, *Programa de Práticas Oficiais e Laboratoriais – 12.º ano – Curso Tecnológico de Química*, Autor, Lisboa, 1992.
- [30] Ministério da Educação, Gabinete de Educação Tecnológica, Artística e Profissional, *Programa de Tecnologias – 10.º ano – Curso Tecnológico de Química*, Autor, Lisboa, 1992.
- [31] Ministério da Educação, Gabinete de Educação Tecnológica, Artística e Profissional, *Programa de Tecnologias – 11.º ano – Curso Tecnológico de Química*, Autor, Lisboa, 1992.
- [32] Ministério da Educação, Gabinete de Educação Tecnológica, Artística e Profissional, *Programa de Tecnologias – 12.º ano – Curso Tecnológico de Química*, Autor, Lisboa, 1992.
- [33] A. D. da Silva, F. Gramaxo, M. E. Santos, A. F. Mesquita, *Terra, Universo de Vida – Biologia e Geologia – Componente de Biologia – 10.º ano* (1.ª ed.), Porto Editora, Porto, 2003.
- [34] C. Côrrea, F. P. Basto, *Química 12.º ano* (1.ª ed.), Porto Editora, Porto, 2003.
- [35] H. C. Pinto, M. de J. Carvalho, M. M. Fialho, *Técnicas Laboratoriais de Química II – 11.º ano* (1.ª ed.), Texto Editora, Lisboa, 2000.
- [36] J. Paiva, A. J. Ferreira, G. Ventura, M. Fiolhais, C. Fiolhais, *10Q – Ciências Físico-Químicas – Química – 10.º ano* (1.ª ed.), Texto Editora, Lisboa, 2003.
- [37] L. S. Mendonça, M. D. Ramalho, *Jogo de Partículas – Química – 11.º ano* (4.ª ed.), Texto Editora, Lisboa, 2003.
- [38] O. Matias, P. Martins, *Biologia e Geologia 10.º ano – Componente de Biologia* (1.ª ed.), Areal Editores, Porto, 2003.
- [39] R. Soares, L. Serra, C. Almeida, *Biologia Humana – 10.º* (1.ª ed.), Porto Editora, Porto, 2004.
- [40] T. S. Simões, M. A. Queirós, M. O. Simões, *Química em Contexto – Física e Química A – 10.º ano* (1.ª ed.), Porto Editora, Porto, 2003.
- [41] T. S. Simões, M. A. Queirós, M. O. Simões, *Química em Contexto – Física e Química B – 10.º ano* (1.ª ed.), Porto Editora, Porto, 2004.
- [42] T. S. Simões, M. A. Queirós, M. O. Simões, *Técnicas Laboratoriais de Química – Bloco II* (1.ª ed.), Porto Editora, Porto, 2001.
- [43] V. M. S. Gil, *Química 11.º ano* (2.ª ed.), Plátano Editora, Lisboa, 2000.
- [44] V. M. S. Gil, *Química 12.º ano* (1.ª ed.), Plátano Editora, Lisboa, 2001.
- [45] A. F. Cachapuz, I. M. O. Malaquias, I. P. Martins, M. F. Thomaz, N. M. Vasconcelos, *Proposta de um Instrumento para Análise de Manuais Escolares de Física e de Química*, Universidade de Aveiro, Aveiro, 1987.
- [46] A. Hill, M. M. Hill, *Investigação por questionário*, Gradiva, Lisboa, 2002.
- [47] A. Martins, I. Malaquias, D. R. Martins, A. C. Campos, J. M. Lopes, E. M. Fiúza, M. M. F. da Silva, M. Neves, R. Soares, *Livro branco da física e da química* (1.ª ed.), Minerva Central, Aveiro, 2002.