Revista de Educação, vol. IX, nº 1, 2000
Departamento de Educação da F.C. da U.L.

A BIOLOGIA NO ENSINO SECUNDÁRIO: TENDÊNCIAS CURRICULARES, TRABALHO LABORATORIAL E INTERESSES DOS ALUNOS*

ISABEL P. MARTINS
Departamento de Didáctica e Tecnologia Educativa da Universidade de Aveiro

CRISTINA C. DIAS
Escola Secundária Luís de Freitas Branco

ISABEL PROFÍRIO DA SILVA
Escola Secundária Dr. João Carlos Celestino Gomes

Um pouco por todo o mundo, com predominância para o Ocidente, atravessa-se uma época de reflexão. O crescimento científico e tecnológico extraordinário verificado a partir dos meados do século XX e que introduziu profundas alterações a nível social, político, económico e cultural, trouxe a necessidade de a nível curricular se reflectir sobre algumas questões: porquê ensinar/aprender ciência; que ciência deve ser ensinada/aprendida; como é que a ciência deve ser ensinada/aprendida.

De entre os diversos domínios das ciências, a Biologia é uma das áreas em que é bem visível o impacto da grande explosão de conhecimentos a nível pessoal, por exemplo, ao fazerem-se opções relativamente a que alimentos consumir (biológicos ou não) ou que detergentes utilizar (com ou sem fosfatos), e a nível social, ao ser-se chamado a pronunciar-se em relação a alguns problemas ou situações de risco potencial que a própria ciência criou, como a manipulação de embriões humanos, a produção de organismos transgénicos, a clonagem ou a co-incineração de resíduos tóxicos.

Ora, implica isto que para se manter uma democracia saudável não se pretende um público complacente, nem tão pouco hostil ou desconfiado, mas um público com uma sólida compreensão das ideias científicas mais importantes, que para além de apreciar o valor da ciência e das suas contribuições para a nossa cultura, seja capaz de fazer opções pessoais de uma forma fundamentada, bem como tomar uma posição crítica relativamente a assuntos e argumentos que envolvem o conhecimento científico (Millar, Osborne e Nott, 1998; Nuffield Foundation, 1998). Por outras palavras, tornou-se uma exigência social que os cidadãos fossem cientificamente literados.

Sendo a compreensão da ciência o resultado da aprendizagem que um indivíduo vai construindo ao longo da sua vida, para ela irão contribuir todas as situações de ensino formal, não-formal e informal com que este se vier a confrontar. A realidade mostra-nos, porém, que a via não-formal é, em geral, mais cativante da atenção e do interesse dos alunos e que muitos dos estudantes rejeitam o estudo formal das ciências, que vêem como um corpo de conhecimentos difíceis de compreender (Gil-Perez, 1994), maçadores e desfasados dos seus próprios interesses e necessidades (Eisenhart, Finkel e Marion, 1996; Millar, 1996).

No entanto, isto não quer dizer que a escola esteja a perder a sua função na formação dos jovens mas tão só que não poderá descurar as potencialidades formativas das outras vias (os alunos trazem para a escola muita informação aí recolhida), pois é nela que se situa o lugar por excelência para aprendizagens estruturadas de muitos dos conceitos das ciências, a maior parte contra-intuitivos. Assim, não obstante as três vias de acesso ao conhecimento serem complementares e não intersubstituíveis, a educação formal continua a ser a principal responsável pela construção de um conhecimento fiável.

Estudos realizados nas áreas da Biotecnologia e da Engenharia Genética vêm também apoiar o papel

* *Estudo financiado pela FCT / PRAXIS XXI (PRAXIS / PCSH / OUT / 0180 /96).*

fundamental da escola, ao mostrarem que os alunos aproveitam melhor a informação transmitida pelos meios de comunicação se dispuserem de uma base sólida de conhecimentos científicos adquiridos na escola (Lewis e Wood-Robinson, 1997), e apontam para uma possível relação directa entre uma melhor aprendizagem inicial e uma atitude positiva face às ciências (Lock, 1996). Outros estudos realizados com o intuito de avaliar o nível de literacia científica da população, mostram que esta aumenta com o nível de escolarização (Miller, 1994; Jornal "O Público", 1997; National Science Board, 1998). Apesar do empenhamento mundial na promoção da literacia científica os resultados destes últimos estudos evidenciaram que os níveis de literacia continuam abaixo daqueles desejáveis socialmente. Embora a responsabilidade por estes baixos níveis não possa ser atribuída exclusivamente à escola, esta terá que assumir a sua quota-parte nela.

Autores como Woolnough (1997) indicam que o caminho a seguir para tornar o ensino das ciências mais efectivo passa por prestar mais atenção aos estudantes, para descobrir o que os motiva. De acordo com Ramsden (1998), os alunos escolhem ciências quando pensam que lhes é útil e que tal é interessante, e essa escolha no Ensino Secundário tem vindo a diminuir. No entanto, no caso da Biologia, encontramos motivos para ficarmos optimistas pois não se verifica uma diminuição na procura da disciplina. Aliás quando comparada com a Química e a Física é, notoriamente, a preferida nas escolhas dos alunos (Osborne, Driver e Simon, 1998). Por outro lado, como afirmam Lock (1998) e Reiss (1998), esta área atravessa hoje um período de aceitação pública, dado que muitos dos temas polémicos do momento têm uma forte ligação com esta área das ciências. Apesar desta posição favorável, os baixos níveis de literacia científica, também me Biologia, apontam para a necessidade de se proceder a mudanças a nível curricular.

EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E CURRÍCULOS ESCOLARES

Entre as mudanças que será importante implementar, encontra-se, sem dúvida, a dos programas, pelo facto de estes constituírem o elemento organizador de muitas decisões dos professores e dos autores de diversos recursos didácticos disponíveis, nomeadamente os manuais escolares. Segundo Gagliardi (1994), os programas devem conter menos informação, já que, por força dos rápidos avanços na ciência, e em particular na Biologia, e da rapidez com que se acede hoje a quaisquer informações, estariam sempre, e necessariamente, desfasados. Por outras palavras, os conteúdos em todos os níveis de ensino deverão ser reduzidos, devendo favorecer-se as ideias fundamentais que tenham tido grande influência naquilo que vale a pena saber hoje e ainda valerá a pena saber daqui a décadas (Millar, 1996; Lock, 1997; Millar, 1997). É, portanto, fundamental que a atenção passe a centrar-se no desenvolvimento de redes conceptuais de base, da capacidade de utilizar os conhecimentos em novas situações e na motivação para continuar a aprender e a procurar informação nas diversas fontes disponíveis (Gagliardi, 1994). Estas ideias são igualmente defendidas por Rutherford e Ahlgren (1990), que afirmam a necessidade de ensinar menos para ensinar melhor e de definir critérios para a selecção de conteúdos a incluir nos programas.

Os resultados de alguns estudos vêm confirmar a importância da abordagem de assuntos e problemas sócio-científicos na escola, uma vez que ao levantarem, de um modo concreto, a questão da responsabilidade social dos cidadãos e dos cientistas, permitem, pela motivação e reflexão que suscitam, compreender melhor o papel da ciência na sociedade, aprofundar os conhecimentos científicos e desenvolver capacidades de resolução de problemas (Qualter, 1993; Lock, 1996; Lewis e Wood-Robinson, 1997; Hong, Shim, e Chang, 1998). A tendência é, pois, a de reorientar os programas em torno de contextos Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS).

A abordagem CTS para o ensino das ciências assenta na escolha de temas sócio-tecnológicos a partir dos quais ganha relevância e sentido a aprendizagem dos conceitos científicos, bem ao contrário do que se faz tradicionalmente (Yager, 1992). Vários autores (por exemplo, Yager, 1992; Gardner, 1994) têm relevado a importância desta perspectiva de ensino pois proporciona uma visão integradora dos saberes, liga a escola à sociedade, desenvolve o interesse e a curiosidade dos alunos.

As mudanças sugeridas ao nível dos programas impõem a necessidade de se desenvolverem métodos e estratégias de ensino a eles adequadas. Uma das vias do ensino formal que pode servir para motivar os alunos para a aprendizagem, desenvolvendo neles atitudes positivas face à ciência e aumentando o seu interesse por ela é o trabalho laboratorial (Reiss, 1998). No entanto, tal como em todas as outras actividades de ensino, é fundamental estar consciente das respectivas potencialidades (Leach, 1998). Se, por um lado, o ensino das ciências é considerado impensável sem o recurso ao trabalho laboratorial, por outro, atribuir -lhe objectivos irrealistas, ou que se podem atingir mais eficazmente usando outros meios, é um erro em que não devemos persistir (Jenkins, 1998).

O trabalho laboratorial deve ser visto como uma actividade de comunicação do conhecimento científico. Não deve nem precisa de ser comparado com a actividade dos cientistas. Poderá, por exemplo, servir para ilustrar fenómenos o que, como defende Leach (1998), pode ter lugar em qualquer nível de ensino, sendo muito importante no secundário, onde os estudantes devem ser solicitados a explicar o que acontece, relacionando os fenómenos observados com uma lei, uma teoria, ou uma hipótese em estudo. Para outros autores como Sutton (1998), o trabalho

laboratorial pode ser realizado, como fazendo parte de uma apresentação inicial do tema, como uma evidência que levou os cientistas a pensar de determinada forma, e pode ainda ser um recurso para ajudar os estudantes a interpretar os fenómenos de acordo com o sentido que a comunidade científica lhes confere. No caso particular da Biologia, Reiss (1998) propõe a realização de mais actividades envolvendo organismos vivos, dentro dos limites eticamente aceitáveis e permitidos numa sala de aula. No final, o aluno elaborará um relatório, oral ou escrito, que servirá para um confronto de opiniões e, eventualmente, para uma revisão das suas próprias ideias.

O LUGAR DO TRABALHO LABORATORIAL NOS PROGRAMAS DE BIOLOGIA DO ENSINO SECUNDÁRIO

Numa perspectiva histórica, podemos marcar o começo do Ensino Secundário, em Portugal, quando foi aprovado o plano dos Liceus Nacionais, em 1836. A sua implementação foi precária e a reforma surgiu nos anos 80 do século XIX, estruturada em Decreto de 1895[1]. Esta reforma foi uma das mais importantes do sistema educativo, embora lhe tivessem sido introduzidos algumas alterações substanciais em 1905[2]. Podemos por isso considerar o ano de 1895 como aquele em que, de facto, ocorreu o início do Ensino Secundário em Portugal.

O Decreto publicado no Diário do Governo de 14 de Setembro de 1895, que estabelecia as orientações programáticas para as várias disciplinas, indicava que a observação directa devia ser empregue no estudo das Ciências Físico-Naturais, sempre que possível. Também a demonstração experimental era considerada necessária, devendo mostrar-se a importância da hipótese científica legitimada pela experiência. Chamava-se ainda a atenção para a inutilidade de um ensino das Ciências da Natureza feito exclusivamente através dos livros. Recomendava-se mesmo ao professor que, por sua própria iniciativa, acrescentasse, à colecção existente no liceu, os exemplares (biológicos ou geológicos) que lhe fosse possível conseguir.

O primeiro Regulamento Geral do Ensino Secundário, previa já também, no seu art. 13°, 1°, a realização de excursões para o estudo das Ciências, recomendando que fossem tomadas as precauções necessárias para que as mesmas se realizassem com boas condições climatéricas e sem prejuízo das restantes actividades.

Em 1918, o único do Art. 18° do Regulamento da Instrução Secundária consagrava a existência de Trabalhos Práticos Individuais de Química, Física, Ciências Histórico-Naturais e Geografia, no Curso Complementar de Ciências do Ensino Secundário. Estas aulas, com a duração de hora e meia cada uma, decorriam em laboratórios devidamente apetrechados para o efeito os quais dispunham de uma biblioteca privativa, organizada pelo respectivo Director de Instalações. O seu uso pelas diferentes classes era objecto de regulamento específico e havia funcionários especialmente destinados e preparados para esse serviço. Os cursos de trabalhos práticos eram organizados pelos liceus, sendo os respectivos programas elaborados pelos professores da disciplina responsáveis por tal. Os alunos deviam usar cadernos onde registavam ou descreviam os trabalhos que realizavam nos laboratórios ou no campo. Havia manuais e guias de laboratório, oficialmente aprovados, que podiam ser utilizados como livros auxiliares. Para a frequência das aulas, os alunos eram distribuídos em turnos, normalmente de quinze, e o aproveitamento dos alunos era considerado em conjunto com a disciplina a que os trabalhos práticos diziam respeito. O exame do Curso Complementar de Ciências incluía então uma prova prática, com a duração de hora e meia, de trabalhos práticos de Geografia ou de Ciências Naturais (as aulas práticas versavam temas das duas disciplinas), sendo a disciplina decidida através de sorteio.

Com o Estatuto da Instrução Secundária, de 1926, os trabalhos práticos passaram a integrar as disciplinas a que se referiam, sendo disponibilizada uma hora semanal para a sua realização.

Em 1936, as reduções curriculares drásticas que ocorreram, desde a duração do ciclo aos programas das disciplinas, implicaram o desaparecimento de todos os trabalhos práticos do currículo e as orientações destinadas aos professores de Ciências Biológica[3] indicavam que estes só deveriam recorrer a demonstrações em casos excepcionais. O aluno deveria estudar pelo livro, que conteria notas biográficas e referências à metodologia própria das ciências.

Em 1947, a reforma que então ocorreu, fez reaparecer os trabalhos práticos de Ciências Naturais, com uma sessão semanal. As provas práticas dos exames, responsáveis por 50% da classificação final do aluno, são indicadores da sua importância no currículo nessa altura. Estas provas tinham a duração de 2 horas e durante elas os estudantes eram interrogados oralmente pelos professores examinadores. Todo o exame prático era conduzido sem o uso de qualquer guia e, no final do trabalho, o aluno devia redigir um relatório sucinto sobre o mesmo.

Esta estrutura curricular, nas suas linhas essenciais, manteve-se em vigor até à década de 70, quando foram suprimidos os exames.

A reforma de 1986 criou, entretanto, a disciplina de Técnicas Laboratoriais de Biologia (TLB) que integra a componente de Formação Técnica, é de livre escolha dos alunos, mas condicionada pela oferta das escolas. De um modo geral, a Componente de Formação Técnica é considerada por muitas escolas como um espaço de integração, desenvolvimento e concretizarão das aprendizagens efectuadas na Formação Específica. Possivelmente, em consequência desta decisão, a disciplina de TLB é apresentada como uma das escolhas possíveis

para os alunos do Curso de Carácter Geral do Agrupamento 1: Dominante Científico-Natural. Como a frequência da disciplina deve ser iniciada pelo Bloco I, é este que se apresenta como possível escolha aos alunos que se matriculam, pela primeira vez, no Ensino Secundário, ou seja, no 10' ano de escolaridade.

Paralelamente aos conteúdos programáticos, o programa oficial apresenta uma listagem de objectivos específicos e sugestões de actividades/comentários. Esta lista compreende diversas actividades práticas que podem ser realizadas pelos alunos e que vão desde a consulta bibliográfica ou a leitura de textos, análise de documentação (filmes, diapositivos, fotografias, etc.), exercícios experimentais onde todos os passos estão devidamente previstos, até à realização de investigações em que o aluno deve ter liberdade na selecção do material e da técnica a utilizar. Visitas de estudo com o intuito de estabelecer ligação dos conhecimentos adquiridos no laboratório escolar com contextos do quotidiano, são sugeridas uma única vez no programa, a propósito do tema "fermentação" e, por isso, visando unidades industriais de "Produção de cerveja ou de Panificação".

Quanto ao emprego de recursos informáticos nas actividades a desenvolver, não há qualquer sugestão, apesar de encontrarmos na literatura actual, diversas referências às vantagens da utilização do trabalho laboratorial assistido por computador, (uso de sensores, interfaces e software de recolha e tratamento de dados) de simulações, do recurso a CD-Rom (Hodson, 1993 e 1998; Barton, 1998) ou à Internet (Wardle, 1998). Baggott (1998), refere um estudo de avaliação, feito com estudantes de escolas secundárias inglesas, dos 14 aos 17 anos, sobre o interesse da utilização de um CD-Rom interactivo, que simula o funcionamento de um microscópio. Os dados foram recolhidos através de entrevistas, questionários e da observação dos alunos enquanto acompanhavam a simulação. Os resultados mostram que os alunos envolvidos nesta actividade, na sua maioria, disseram preferir a utilização do CD-Rom, para a recolha de dados, à realização de um trabalho laboratorial com experiências reais. Ora, a ausência de uma referência explícita no programa, ao uso do computador associada a dificuldades logísticas e à falta de interesse e de conhecimentos de muitos professores nesta área, leva ao não emprego deste tipo de actividades nas aulas de TLB. Esta situação, em nosso entender, necessita de ser corrigida, pois não só os alunos estão cada vez mais familiarizados com a utilização dos computadores fora da escola, como este é um tipo de actividade que pode ajudar a ultrapassar algumas das dificuldades práticas de certas realizações experimentais (montagens difíceis ou perigosas, recurso a aparelhos não existentes nos laboratórios escolares, recolha de dados muito demorada, cálculos matemáticos complexos, por exemplo). Além disso, a própria investigação científica que se faz hoje, não dispensa o uso do computador.

Quanto às técnicas de avaliação, o programa de TLB indica, entre outras, a observação directa, como aquela que oferece uma informação mais completa sobre os progressos dos alunos (Ciurana, 1995), embora implicando a realização de trabalhos com grupos pequenos. As observações obtidas podem coligir-se segundo uma grelha ou num formato mais simples, ao critério do professor, alternativas sugeridos também no programa de TLB Bloco-I. Durante a realização da tarefa, o aluno poderá ser questionado oralmente ou por escrito, sobre o trabalho que está a executar. Esta informação deverá ser, posteriormente, ponderada com a avaliação dos relatórios escritos, que os alunos deverão fazer individualmente, mesmo quando o trabalho tiver sido realizado em grupo. No entanto, há um aspecto da avaliação que, tal como Ciurana (1995) e Gott e Duggan (1995), consideramos de grande importância e que não faz parte das sugestões apresentadas pelo programa da disciplina: a auto-avaliação.

QUESTÕES DE INVESTIGAÇÃO

Currículos e programas escolares embora não sendo os únicos determinantes da cultura científica (e de outros ramos do saber) dos cidadãos serão sempre meios que a condicionarão fortemente já que as aprendizagens escolares se repercutem no modo como se acompanha as outras vias de informação e, no caso dos jovens que terminam a escolaridade obrigatória, influenciam as escolhas da área de estudos a seguir. Embora sendo certo que as aprendizagens dos alunos não se avaliam através dos programas escolares, é praticamente incontestado por todos os intervenientes que estes são instrumentos de política educativa poderosíssimos ao determinarem o conteúdo dos manuais escolares e de muitas decisões dos professores em sala de aula.

Em Portugal pouco se sabe sobre o impacto dos conteúdos programáticos do ensino secundário nos interesses dos alunos, e desconhece-se mesmo se a construção de qualquer programa teve em conta interesses identificados junto dos seus destinatários. Ora, sendo a Biologia um dos ramos das ciências onde mais temas próximos do quotidiano dos indivíduos se podem incluir, assumiu-se como relevante encontrar resposta às seguintes questões:

1. Qual o interesse dos alunos do ensino secundário sobre temas actuais relacionados com a Biologia e qual a sua expressão nos programas respectivos?
2. Como evoluem os interesses dos alunos ao longo do ensino secundário?
3. Quais as expectativas dos alunos que optam pela disciplina de técnicas Laboratoriais de Biologia, conhecida a reduzida expressão do trabalho laboratorial em Biologia no ensino básico?
4. Qual a articulação existente entre os actuais

programas de Biologia e as recomendações / orientações internacionais?

A abordagem das questões colocadas será feita de forma diferente conforme o caso, e usando meios distintos. A avaliação dos interesses dos alunos terá por base um estudo empírico envolvendo a recolha de dados junto dos próprios alunos. A análise dos programas far-se-á por via documental, a partir de quadros de referência previamente estabelecidos. Neste caso foi necessário proceder à validação por um painel de juízes, quer do quadro de referência, quer da análise conduzida.

BIOLOGIA E INTERESSES DOS ALUNOS

METODOLOGIA

A população-alvo deste estudo correspondeu ao número total de alunos do Curso de Carácter Geral, do Agrupamento 1 (Científico-Natural), do Ensino Secundário público do distrito de Aveiro que, no ano lectivo de 1997/98, frequentou, no 10° ano, as disciplinas curriculares de Ciências de Terra e da Vida (CTV) e/ou de Técnicas Laboratoriais de Biologia Bloco I (TLB-I) e, no 12° ano, a disciplina de Biologia.

Embora a problemática em estudo seja de interesse nacional, a disponibilidade de meios e o limite de tempo aceitável para a conclusão deste trabalho de investigação, de natureza empírica e carácter descritivo, foram razões que nos levaram a optar pelo desenvolvimento do projecto a nível regional. A escolha do distrito de Aveiro teve por base razões como a sua melhor acessibilidade e proximidade da Universidade de Aveiro, o conhecimento pessoal que temos de algumas das escolas que nele se integram e as suas características socioculturais, contrastantes.

Para constituir a amostra, a forma que pareceu mais eficaz, por facilitar o processo de administração do instrumento de recolha de dados, foi a de respeitar os agrupamentos naturais - escolas e turmas. A consulta que fizemos da rede escolar do distrito, mostrou a existência de um total de 30 Escolas Secundárias. Atendendo ao tempo disponível para o estudo, a nossa amostra não poderia comportar todos os alunos. Tendo em conta o número médio de alunos por turma (entre 25 e 30), optou-se por seguir uma amostragem intencional e seleccionar uma turma, por cada disciplina (CTV, TLB-I e Biologia) e por escola. Como os três grupos de indivíduos apresentavam características distintas, passaram a constituir as três sub-amostras da nossa amostra. Dado que a escolha das turmas ficou ao critério dos professores, poderá ter havido alguns alunos do 10° ano que fizeram parte das duas sub-amostras desse ano. Tal situação não acarreta, no entanto, qualquer prejuízo para o estudo.

O instrumento utilizado para a recolha dos dados foi o questionário escrito, um para cada sub-amostra (Dias, 1999; Silva, 1999). A opção pelo questionário escrito deveu-se a factores como a dimensão da amostra, a dispersão das escolas envolvidas e a facilidade de administração por outras pessoas, sem a presença das investigadoras. Procurou-se, no entanto, minimizar algumas limitações associadas ao uso particular destes questionários; por exemplo, nas questões de resposta Sim/Não foi solicitada a justificação pelo aluno da opção tomada.

O estudo principal foi precedido de um estudo piloto com o objectivo de estimar o tempo necessário para a administração dos questionários e detectar possíveis dificuldades face à linguagem usada.

A recolha de dados iniciou-se em Outubro de 1997 e as respostas atingiram os 90%. Os questionários recebidos foram analisados um a um e excluídos aqueles em que se verificavam os critérios de exclusão previamente definidos, ficando a amostra final constituída por um total de 1590 inquiridos, distribuídos pelas 3 sub-amostras (CTV, 10° ano: 483, TLB I, 10° ano: 579 e Biologia, 12° ano: 528).

RESULTADOS

INTERESSE DOS ALUNOS PELA BIOLOGIA E RAZÕES SUBJACENTES

A motivação dos estudantes pode resultar, por exemplo, dos interesses que os alunos declaram possuir ou manifestam através de actividades escolares ou extra-escolares em que se envolvem. Os resultados do estudo evidenciam que os alunos manifestam *muito interesse* pela Biologia, mesmo após a frequência dos 10° e 11° anos, tendo para isso contribuído a sua experiência escolar e extra-escolar. Com efeito,

- A quase totalidade dos alunos no 10° ano (94%) declara *muito interesse* pela Biologia, mantendo-se esse posicionamento para a maioria dos alunos (95%) que já frequentaram os 10° e 11° anos e indica como uma das razões os temas abordados nas aulas (Dias, 1999);
- A maioria dos alunos, do 10° e 12° anos, aponta como principais factores responsáveis pelo seu muito interesse pela Biologia o ensino formal, através dos *temas abordados nas aulas* e *das experiências realizadas*, e o ensino não formal, através dos *programas de televisão sobre os seres vivos e o ambiente, das notícias e/ou livros que leram* e dos *Jardins Zoológicos, Parques Naturais e Aquários que visitaram* (Tabela 1). A apoiar o contributo destes meios não formais de ensino está o facto de estas serem actividades extra-escolares que muitos dos alunos dizem realizar com frequência (Tabela 2).
- A maioria dos alunos do 10° ano (77%) diz interessar-se pela discussão de temas relacionados com a Biologia, fora da escola, por razões que se prendem, essencialmente, com a importância social

e actualidade de assuntos como o cancro, a SIDA, ou os problemas ambientais. Consideram importante debater estes temas, com os familiares e com os amigos, sobretudo com estes, por uma necessidade de informação que ultrapassa os muros da escola e que tem a ver com a sociedade actual, onde as notícias circulam rapidamente, quer através da televisão, quer da imprensa (Silva, 1999).

Na nossa perspectiva, e face ao importante contributo do ensino não formal para o interesse dos alunos pela Biologia, torna-se imperativo o desenvolvimento de novos produtos, sobretudo ao nível da televisão e da imprensa, com rigor didáctico e científico. É também fundamental que haja uma relação mais estreita entre a escola e os meios não formais de educação, como forma de aproximação entre esta e a sociedade.

IMPORTÂNCIA DA APRENDIZAGEM DE BIOLOGIA

A maioria dos alunos da nossa amostra orienta as suas escolhas de estudos ao nível do Ensino Secundário, de acordo com o interesse que apresentam para uma futura profissão. A quase totalidade das profissões mencionadas pelos alunos, quer do 10° ano, quer do 12° ano relacionavam-se com as ciências, e de entre estas apareciam com maior expressão percentual global, sobretudo no 12° ano, as explicitamente ligadas à Biologia. Este aumento verificado no 12° ano vem apoiar a conclusão acima referida, uma vez que neste nível de estudos a frequência de Biologia é opcional.

No entanto, para a maioria dos alunos, a frequência da Biologia no 10° e 11° anos (disciplina de CTV ou TLB) não é vista apenas como uma necessidade para a futura profissão, ou como uma imposição desnecessária do programa de estudos, mas como uma área muito interessante e importante. Este posicionamento é mantido pelos alunos que, após a frequência destes dois anos, optam pela disciplina de Biologia no 12° ano. A apoiar esta perspectiva temos o facto de que, independentemente das preferências profissionais:

- A quase totalidade dos alunos em ambos os anos (99%), incluindo os que não têm uma ideia sobre a futura profissão, considera importante a aprendizagem da Biologia no 10° e 11° anos, por exemplo *por contribuir para o enriquecimento da sua cultura científica* (cerca de dois terços) e por *ser uma área onde constantemente se efectuam descobertas* (cerca de metade) (Tabela 3).
- Muitos dos alunos dizem ter optado pela frequência da disciplina de Técnicas Laboratoriais de Biologia, no 10° ano, não por questões de facilidade, ou vantagem em obter boas classificações, mas sobretudo pelo seu carácter laboratorial e pelo interesse que os temas de Biologia têm em si mesmos (Silva, 1999).

EXPECTATIVAS RELATIVAMENTE À DISCIPLINA DE TLB

A motivação para aprender Biologia não depende apenas dos interesses que os alunos trazem para a escola. Pode também resultar de determinadas situações de aprendizagem escolar, entre as quais se encontra o trabalho laboratorial[4] (Freedman, 1997). No Ensino Básico não existe nenhuma disciplina destinada ao ensino das Técnicas Laboratoriais, como acontece actualmente no Ensino Secundário e o trabalho laboratorial é apenas uma das estratégias a utilizar nas aulas de Ciências Naturais, dos 7° e 8° anos de escolaridade. Mais de metade dos alunos que constituíam a amostra que inquirimos neste estudo (56%), disseram não

Tabela 1 - Razões do muito Interesse dos Alunos pela Biologia.

	% de Alunos	
	10° Ano	**12° Ano**
• Interesse pelos temas abordados nas aulas de Ciências Naturais, CTV e/ou TLB.	80	78
• Gostar de animais.	78	76
• Programas de Televisão sobre os seres vivos e o ambiente.	72	76
• Experiências realizadas nas aulas de Ciências Naturais, CTV e/ou TLB.	42	61
• Notícias e/ou livros que leram sobre Biologia.	44	50
• Jardins Zoológicos, Parques Naturais e Aquários que visitaram.	47	43

Tabela 2 - Actividades Extra-escolares Realizadas com Frequência.

	% de Alunos	
	TLB	**Bio**
• Ler livros sobre temas de Biologia.	45	66
• Programas de Televisão sobre os seres vivos e o ambiente.	90	86
• Ler artigos sobre Ciência e/ou Tecnologia, em jornais ou revistas.	41	66
• Jardins Zoológicos, Parques Naturais e Aquários que visitaram.	52	56

Tabela 3 - Razões que Justificam a Importância de Aprender Biologia no Ensino Secundário.

	% de Alunos	
	10º Ano	12º Ano
• Contribuir para o enriquecimento da cultura científica	68	64
• Ser importante para a profissão que pretende seguir.	56	59
• Ser uma área onde constantemente se efectuam descobertas.	56	51
• Permitir a compreensão de algumas situações do dia-a-dia.	45	51

ter realizado trabalho experimental nessas aulas. Esta resposta não exclui, contudo, a possibilidade de terem sido usadas actividades de tipo demonstrativo, já que a questão colocada se referia especificamente a trabalho experimental realizado pelos próprios estudantes. Os alunos que tiveram a oportunidade de experimentar este último tipo de actividades, avaliaram-no de forma muito positiva, considerando essas aulas *úteis para aprender a matéria* (93%) ou para *resolver problemas* (59%). E consideraram como aspecto importante, a *liberdade que elas lhes permitiam de mexer nos materiais* (48%), acrescentando alguns, que essas aulas de trabalho experimental lhes *estimularam o gosto pela disciplina* (28%) ou foram uma *forma de tornar a ciência mais real* (19%). Destas respostas concluímos que os alunos inquiridos consideraram o trabalho laboratorial útil para a aprendizagem das Ciências Naturais, além de estimular o gosto pela disciplina, ou seja, poder tê-los motivado para a escolha de uma área das ciências para prosseguirem os seus estudos. E são precisamente estes aspectos, que aparecem reunidos nas razões que os alunos referem como tendo sido mais importantes na sua opção pela disciplina de Técnicas Laboratoriais de Biologia, à entrada do Ensino Secundário. Escolha esta que, segundo os próprios estudantes, pouco teve a ver com questões de facilidade, ou apenas interesse em obter boas classificações. Voltaram a expressar a ideia de que o importante é o *carácter laboratorial da disciplina* (95%), a *maior liberdade que ela permite, quer na troca de impressões entre todos os envolvidos* (91%), *quer no contacto com os materiais* e, claro, o *interesse que os temas de Biologia têm em si mesmos* (93%) (Tabela 4).

Relativamente aos métodos de ensino/aprendizagem, os inquiridos manifestaram as suas preferências pelas aulas em que os *alunos realizam experiências, em grupo, seguindo instruções precisas do manual ou do professor* (93%). Estes dados contrariam a ideia de que os alunos preferem actividades investigativas, que lhes conferem um maior grau de liberdade. Actividades em que existe um protocolo escrito, com instruções detalhadas, poderão parecer, aos olhos dos alunos, como mais seguras para um resultado certo, do que as investigações.

As aulas menos apreciadas pelos inquiridos são as de *tipo demonstrativo*, quer as demonstrações sejam realizadas pelo professor quer por um grupo de alunos. Apenas 25% dos estudantes as preferem. Quanto às *aulas que impliquem pesquisa bibliográfica*, com vista à preparação das actividades, menos de metade (44%) tem interesse por elas (Tabela 5).

O último aspecto analisado foram as preferências dos alunos quanto ao tipo de avaliação. Os resultados apontaram a *avaliação do trabalho realizado na aula*, como sendo a preferida pelos inquiridos (92%) (Silva, 1999).

TEMAS QUE OS ALUNOS GOSTARIAM DE VER ABORDADOS NAS AULAS

Os alunos da nossa amostra manifestam muito interesse por temas relacionados com eles próprios - temas

Tabela 4 - Razões da Escolha da Disciplina de T.L.B.

	% de Alunos
• T.L.B. é importante para a profissão/curso que pretende seguir.	75
• A disciplina de T.L.B. pode ajudar a ter melhores resultados em C.T.V.	82
• Uma disciplina de carácter laboratorial é mais interessante do que uma disciplina de carácter mais teórico.	95
• Considera os temas de Biologia muito interessantes.	93
• Julga que a disciplina de T.L.B. é mais fácil do que as outras opções da componente de formação técnica.	47
• TLB permite uma maior troca de impressões entre o professor e os alunos e entre estes.	91
• Interessa-se por saber como trabalham os cientistas.	83
• Nos anos anteriores, houve boas notas na disciplina de T.L.B.	43
• A Biologia é uma área onde actualmente se fazem muitas descobertas e T.L.B. é uma oportunidade para contactar com algumas delas.	83

Tabela 5 - Preferências em Relação ao Tipo de Aulas de T.L.B.

	% de Alunos
• Aulas em que o professor realiza as experiências.	25
• Aulas em que um aluno ou um grupo de alunos realizam as experiências.	25
• Aulas em que os alunos, em grupo, realizam as experiências seguindo as instruções do manual ou do professor.	93
• Aulas em que os alunos, em grupo, planeiam e realizam experiências para dar resposta a problemas.	83
• Aulas em que os alunos realizam pesquisa bibliográfica, com vista à preparação das actividades.	44

relacionados com o corpo humano - ou com acontecimentos/ factos que influenciam as suas vidas - problemas ambientais. Mas também mostraram interesse por abordar temas, aparentemente bem diferentes, como *técnicas de microscopia.*

A frequência do Ensino Secundário praticamente não afecta o interesse dos alunos pelos temas de Biologia. Assim, dos 19 temas considerados muito interessantes por mais de 70% dos alunos do 10º ano (a frequentar a disciplina de CTV), 18 deles continuavam a ser considerados muito interessantes para a mesma percentagem dos alunos do 12º ano. A maioria desses temas estão relacionados com o corpo humano (*SIDA, doenças cardiovasculares, alimentação e dietas alimentares*) ou com factos que trazem implicações para a vida humana (*Implicações da poluição do ar, da água e do solo para a vida; Alterações climatéricas e vida na Terra*, etc.) (Tabela 6).

Relativamente aos temas em que é expressivo o *pouco interesse* ou o desconhecimento dos alunos, em ambos os anos, há três situações a salientar (Dias, 1999):

1. A *Fotossíntese* e a *Reprodução nas plantas* apesar de constarem dos programas, e dos alunos se lembrarem de as terem tratado no ensino básico e posteriormente em CTV, apresentam-se com *pouco interesse* para eles, o que poderá estar relacionado com o tipo de abordagem praticada;

Tabela 6 - Temas que os Alunos Gostariam de Ver Abordados nas Aulas.

	10º Ano		12º Ano
	CTV	TLB	Biologia
• Implicações da camada de ozono para a vida na Terra	76	---	79
• Reprodução humana e métodos contraceptivos	91	85	96
• Hereditariedade	---	---	87
• SIDA	93	91	95
• Cancro	90	86	92
• Clonagem	---	72	77
• Vacinação	72	---	72
• Alimentação e dietas alimentares	75	---	---
• Origem da Vida	92	---	86
• Evolução das espécies	83	---	85
• Variedade de seres vivos	79	---	84
• Os vírus e as novas enfermidades	77	---	78
• Implicações da poluição do ar, da água e do solo para a vida	83	82	81
• Funcionamento cerebral	79	---	85
• Alterações climáticas e vida na Terra	75	---	71
• Transplante de órgãos	78	---	85
• A célula como unidade estrutural dos seres vivos	76	75	78
• Consumo de drogas e saúde	89	---	87
• Consumo de bebidas alcoólicas e saúde	87	---	83
• Doenças cárdio-vasculares	79	---	80
• Técnicas de microscopia	---	80	---
• Técnicas de diagnóstico pré-natal e de diagnóstico precoce, na prevenção de doenças genéticas.	---	80	---
• Técnicas de observação das células	---	88	---
• Consumo de tabaco e saúde	87	---	79

2. O desconhecimento dos temas *Utilização de hormonas no desenvolvimento de plantas e animais*, *Plantas e animais transgénicos*, *Terapia genética*, *Projecto Genoma Humano* e o pouco interesse pelo tema *Doença das "vacas loucas"* mantêm-se para a maioria dos alunos, após a frequência do 10° e 11° anos. Dado que estes temas não têm sido abordados no ensino formal, podemos admitir que o seu tratamento poderia alterar o posicionamento dos alunos face a eles, tal como se verificou no caso da *Hereditariedade*.

PROGRAMAS PORTUGUESES DE BIOLOGIA DO ENSINO SECUNDÁRIO E AS ACTUAIS ORIENTAÇÕES INTERNACIONAIS: PONTOS COMUNS E DIVERGENTES

A grande explosão de conhecimentos a que se vem assistindo nas últimas décadas, bem como o impacto que muito desse conhecimento tem tido ou poderá vir a ter na vida de todos os cidadãos, mostra que a Biologia ensinada em contexto escolar está desarticulada da realidade social. Segundo Olson (1986, citado por Hurd, 1997), a actual exigência de uma reforma curricular nesta área, resulta de uma consciência pública de que o que aparece nos currículos, não reflecte a Biologia actual, com as suas dimensões pessoal, social e económica e a sua ênfase nos seres humanos. No entanto, a partir da década de 80, começou a tornar-se claro que com o crescimento exponencial de conhecimentos nas Ciências da Vida, não era possível fazer uma abordagem de todas as novas áreas ao nível dos ensinos básico e secundário. Houve uma tomada de consciência de que era necessário regressar à noção de que é possível definir um pequeno conjunto de conteúdos fundamentais nas Ciências da Vida. *O menos passa a ser mais*. Isto significa que precisamos de ensinar menos tópicos de Biologia, mas ensinar os mais importantes, a uma maior profundidade (Rutherford e Ahlgren, 1990; Millar, 1996). Permanecendo mais tempo em torno de um conteúdo verdadeiramente importante, podem desenvolver-se actividades com significado e os estudantes terão a possibilidade de poderem reflectir no que estão a aprender lucrando, por isso, mais do que com uma exposição superficial a um grande número de conteúdos.

Assim, no desenvolvimento de novos currículos de Biologia, deverão seleccionar-se os conteúdos que possam servir de base para os alunos desenvolverem uma compreensão mais vasta das Ciências da Vida.

Tendo por base um conjunto de critérios previamente estabelecidos (Rutherford e Ahlgren,1990; National Research Council, 1996), foram desenvolvidas diversas propostas para os conteúdos fundamentais que deveriam ser considerados na construção de futuros currículos de Biologia (Anexo I). Apesar de nestas propostas se apresentarem os conteúdos sob a forma de listagem e não associados a temas sócio-científicos, elas funcionam como base de referência para o que se poderá considerar como conteúdos fundamentais, os quais devem constar dos programas curriculares do ensino secundário (pós-obrigatório).

No entanto, há que ter presente que o desenvolvimento, publicação e utilização destas orientações deverão representar apenas o primeiro passo no processo da reforma na educação em ciências, ou seja, tais orientações não deverão ser consideradas currículos, mas apenas a base para a sua definição (NRC, 1996; Speece, 1996). O passo seguinte deverá ser então a tradução destas orientações para materiais curriculares (Bybee, 1998).

Estas propostas serviram de base para a construção e posterior utilização de um instrumento de análise que nos permitiu proceder, de uma forma sistemática, à análise dos programas de Biologia do ensino secundário português. Assim, definiram-se seis temas unificadores tendo sido explicitado para cada um, através de exemplos ilustrativos, os conteúdos por ele abrangidos, na perspectiva tradicional e na perspectiva CTS (Anexo II).

No final do ensino secundário, pretende-se que os alunos tenham aprofundado os seus conhecimentos relativamente a cada um destes temas unificadores, cuja abordagem, numa perspectiva de continuidade, já se deveria ter iniciado nos níveis de ensino anteriores. Considerámos, deste modo, importante explicitar, para cada tema unificador, alguns dos conhecimentos específicos que os alunos deverão adquirir neste nível de ensino (Anexo III).

O instrumento de análise dos programas curriculares e os conhecimentos específicos, para cada tema unificador, que defende que os alunos adquiram no ensino secundário, foram sujeitos à opinião de três juízas. A versão final teve em conta as opiniões formuladas. A análise dos conteúdos dos programas de Biologia do ensino secundário envolveu duas etapas articuladas entre si: 1. Correspondência entre todos os conteúdos explícitos nos programas de Biologia do Ensino Secundário Português (disciplinas de CTV dos 10° e 11° anos e de Biologia do 12° ano) e o Tema Unificador previamente definido; 2. Organização, em quadros, dos resultados da correspondência efectuada (Anexo IV).

Os quadros com os resultados das correspondências efectuadas também foram entregues às juízas para elaboração de parecer sobre a adequação da correspondência entre os conteúdos programáticos e os temas unificadores. A correspondência foi considerada terminada quando as três juízas manifestaram o seu acordo.

RESULTADOS DA ANÁLISE DOS PROGRAMAS DE BIOLOGIA DO ENSINO SECUNDÁRIO

Com base na aplicação do instrumento de análise aos programas portugueses de Biologia do Ensino Secundário, verificou-se que a maioria dos temas unificadores estão

representados nesses programas através dos conteúdos aí abordados. Existem, no entanto, alguns desequilíbrios a salientar. Com efeito, a lista de conteúdos é muito exaustiva e estes são apresentados sobretudo na forma tradicional (os conteúdos pelos conteúdos).Além disso, dos seis temas unificadores definidos, o tema *Dinâmica dos ecossistemas* é praticamente inexistente nos programas de Biologia do ensino secundário, apesar de já ter estado inserido no de Biologia do 12° ano. Na nossa perspectiva, não é compreensível a sua exclusão mesmo por razões de grande extensão do programa, uma vez que alguns dos problemas mais prementes com que a Humanidade se depara actualmente estão relacionados com os ecossistemas e para os protegermos temos, em primeiro lugar, que saber como é que estão estruturados e como funcionam.

Relativamente aos conteúdos programáticos, e tendo como referência o princípio orientador actual de *ensinar menos para ensinar melhor* (Rutherford e Ahlgren, 1990; Millar, 1996) constatámos que nos programas portugueses, mesmo após os "cortes" introduzidos pelas OGP's (Orientações de Gestão de Programas), a lista de conteúdos necessária para os diversos temas, continua a ser extensa. A agravar esta situação está a elevada especificidade dos conteúdos para o nível de ensino em que os alunos se encontram, em detrimento de uma abordagem mais global. Por exemplo, na fotossíntese é dada uma grande ênfase ao seu mecanismo, em vez de uma focagem na importância da fotossíntese no fluxo de energia nos ecossistemas.

Verificámos ainda que a grande maioria dos conteúdos são apresentados e abordados sob a forma tradicional, ou seja, a finalidade última é a aprendizagem dos conteúdos em si mesmos e não a sua aprendizagem para a compreensão de situações reais. Por outras palavras, a relação ciência-tecnologia-sociedade é ainda bastante incipiente nestes programas, embora se observem algumas mudanças nesse sentido, quer ao nível dos conteúdos - *Importância ecológica e económica dos fungos* -, quer ao nível do tipo de abordagem - sugestão de problemas biológicos e/ou éticos que a manipulação genética pode levantar.

Torna-se, pois, necessário diminuir a quantidade de conteúdos específicos a apreender e, sobretudo, dar uma maior ênfase à sua utilidade para a compreensão de situações reais.

CONCLUSÕES

Após a análise dos resultados do estudo empírico com alunos, do Ensino Secundário, sobre as suas expectativas e percepções relativamente aos programas de Biologia neste nível de escolaridade, constatámos que eles manifestam muito interesse pela mesma, o qual atribuem, em parte, aos temas abordados na disciplina de CTV nos 10° e 11° anos e consideram importantes as aprendizagens aí efectuadas, tanto para a futura profissão como para a sua cultura científica. No entanto, a maioria dos temas pelos quais manifestaram muito interesse, são os que se relacionam com eles próprios ou com problemas ambientais que os podem afectar e não fazem parte desses programas, nem do programa de Biologia do 12° ano.

Devendo os programas reflectir as necessidades pessoais e sociais dos estudantes (Hong, 1998), parece desejável a integração nos mesmos de temas CTS, relacionados quer com o corpo humano, quer com o ambiente. Relativamente aos temas pelos quais os alunos revelaram pouco interesse ou desconhecimento, sendo também eles de grande relevância social (Doença das "vacas loucas", Terapia genética, Plantas e animais transgénicos, por exemplo), estes poderiam e deveriam ser introduzidos nos actuais programas de CTV/Biologia do Ensino Secundário. Quanto aos temas como a Fotossíntese que, embora abordados nas aulas, continuam a não despertar interesse nos alunos, defende-se que a inversão desta situação poderá ocorrer se o mesmo for contextualizado em problemas com impacto social, como a contribuição das árvores para a diminuição do efeito de estufa.

Mas se, face a estes dados, parece importante rever os currículos e os programas, não será menos importante que, nessa revisão, haja também preocupações quanto aos métodos de ensino/aprendizagem. O estudo realizado sobre as expectativas dos alunos que optam pela disciplina de TLB, apontou para a existência de uma aproximação entre as propostas desse disciplina, quanto a alguns dos temas abordados, aos tipos de aulas e de avaliação utilizados e os interesses dos alunos que iniciam o Ensino Secundário. Estando o desaparecimento desta disciplina previsto na revisão curricular em curso, torna-se indispensável assegurar a inclusão do trabalho laboratorial entre as estratégias de ensino/aprendizagem de CTV/Biologia.

Partindo da análise dos programas portugueses de Biologia do Ensino Secundário, que efectuámos com base nas actuais orientações internacionais, verificámos ainda que é possível e necessária, a introdução de muitos temas CTS nos mesmos. Por exemplo, a SIDA e/ou a Clonagem poderiam ser integrados no 11° ano, aquando da abordagem da Reprodução humana.

Podemos, pois, concluir que a inclusão de temas de grande relevância social e actualidade, sob a forma de temas CTS, é uma exigência que se impõe aos actuais programas, como forma de:

- Contribuir para a compreensão dos conteúdos fundamentais da Biologia e, simultaneamente, para a formação de cidadãos cientificamente literados;
- Despertar nos alunos o interesse por continuar a aprendizagem da Biologia, quer prossigam ou não, estudos nesta área.

Notas

[1] Regulamento Geral do Ensino Secundário — D.G. n° 183, 178/

1895.

[2] Decreto de 29 de Agosto — D.G. de 29/8/1905.

[3] Decreto-Lei nº 27:084, de 14 de Outubro de 1936, que apresenta as várias disciplinas, os programas, observações e a indicação do livro adoptado.

[4] O trabalho laboratorial é referido no seu sentido mais lato, compreendendo todo o tipo de actividades realizadas no laboratório, não se limitado à realização de experiências.

REFERÊNCIAS

Baggott, L. (with Jon Nichol) (1998). "Multimedia Simulation: a threat to or enhancement of practical work in science education?", in Jerry Wellington (ed.), *Practical work in School Science – Which way now?,* London and New York, Routledge, pp. 252-270.

Barton, R. (1998). "IT in practical work: assessing and increasing the value-added", in Jerry Wellington (ed.), *Practical work in School Science – Which way now?,* London and New York, Routledge, pp. 237-251.

Bybee, R. W. (1998). "National Standards, deliberation and design: the dynamics of developing meaning in science curriculum", in Roberts, D. A. e Östman, L. (editors), *Problems of meaning in science curriculum,* New York: Teachers College, Columbia University, pp. 150-155.

Ciurana, A. M. G. (1995). "La evaluación de los trabajos prácticos", *Alambique,* 4: 25-32.

Dias, C. (1999). *A Biologia no Ensino Secundário: das Orientações Curriculares aos Interesses dos Alunos,* Dissertação de Mestrado (não publicada), Universidade de Aveiro.

Eisenhart, M., Finkel, E. e Marion, S. F. (1996). "Creating the Conditions for Scientific Literacy": A Re-Examination, *American Educational Research Journal,* 33 (2): 261-295.

Freedman, M. P. (1997). "Relationship among Laboratory Instruction, Attitude toward Science and Achievement in Science Knowledge", *Journal of Research in Science Teaching,* 34 (4): 343-357.

Gagliardi, R. (1994). "Quelques Tendences de L'Enseignemente des Sciences en Europe", in Mariano Gago (coord.), *O Futuro da Cultura Científica,* Lisboa, Instituto Prostectiva, pp. 67-71.

Gardner, P. (1994). "Representations of the relationship between science technology in the curriculum", *Studies in Science Education,* 24: 1-28.

Gil-Pérez, D. (1994). "The Future of Science Education or why Pupils reject it?", in Mariano Gago (coord.), *O Futuro da Cultura científica,* Lisboa, Instituto Prostectiva, pp. 89-97.

Gott, R. e Duggan, S. (1995). *Investigative work in the science curriculum,* Buckingham and Philadelphia, Open University Press.

Hodson, D. (1993). "Re-thinking Old Ways: Towards a more critical approach to practical work in School Science", *Studies in Science Education,* 22: 85-142.

Hodson, D. (1998). "Is this really what scientists do? Seeking a more authentic science in and beyond the school laboratory in Jerry Wellington (ed.), *Practical work in School Science – Which way now?,* London and New York, Routledge, pp. 93-108.

Hong, J.-L., Shim, K.-C. e Chang, N.-K. (1998). "A Study of Korain Middle School Student's Interests in Biology and their Implications for Biology Education", *International Journal of Science Education,* 20 (8): 989-999.

Hurd, P. D. (1997). *Inventing Science Education for the new Millennium,* New York: Teachers College Press, pp. 56-64

Jenkins, E. (1998). "he Schooling of Laboratory Science", in J. Wellington (ed.), *Practical Work in School Science: Which way now?,* London and New York, Routledge, pp. 35-51.

Jornal "O PÚBLICO", 4 de Setembro de 1997, Secção de Destaque, pp. 2-4.

Qualter, A. (1993). "I Would Like to Know More About that: A Study of the Interest Shown by Girls and Boys in Scientific Topics", *International Journal of Science Education,* 15(3): 307 - 317.

Leach, J. (1998). "Teaching About the World of Science in the Laboratory – the Influence off Students' ideas", in Jerry Wellington (ed.), *Practical Work in School science – Which way now?,* London and New York, Routledge, pp. 52-68.

Lewis, J. e Wood-Robinson, C. (1997). "Genetics for Life", *Education in Science,* 175: 12-13.

Lock, R. (1996). "What do GSCE Students Know and Think About Biotechnology and Genetic Engineering? Some Implication for Teaching Controversial Science and Society Issues", in *Issues in science Teaching,* ASE Inset Services Annual Conference, pp. 32-45.

Lock, R. (1997). "Is there Life in Science 2000?", *Journal of Biological Education,* 31 (2): 83-85.

Lock, R. (1998). "Advanced-level Biology – is there a Problem?", *School Science Review,* 80 (290): 25-28.

Millar, R. (1996). "Towards a Science Curriculum for Public Understanding", *School Science Review,* 77 (280): 7-18.

Millar, R. (1997). "Science Education for Democracy: What can the School Curriculum Achieve?", in Levinson, R. e Thomas, J. (editors), *Science Today: Problem or Crisis?* London: Routledge, pp. 87-101.

Millar, R., Osborne, J. e Nott, M. (1998). "National Curriculum Review – Science Education for the Future", *School Science Review,* 80 (291): 19-24.

Miller, J. D. (1994). "Scientific Literacy: An Updated Conceptual and Empirical Review", in *O Futuro da Cultura Científica.* Lisboa: Instituto de Prospectiva, pp. 37-57.

National Science Board (1998). *Science & Engineering Indicators,* Arlington, V. A.: National Science Foundation.

National Research Council (1996). *National Science Education Standards,* Washington, DC: National Academy Press.

Nuffield Foundation (1998). *Beyond 2000: Science Education for the Future.* London: King's College London.

Osborne, J., Driver, R, E Simon, S. (1998). "Attitudes to Science: issues and concerns, *School Science Review*, 79 (288): 27-33.

Ramsden, J. M. (1998). "Mission Impossible?: Can Anything be done about Attitudes to Science?", *International Journal of Science Education,* 20 (2): 125-137.

Reiss, J. M. (1998). "The Future of Life Science Education", *School Science Review,* 79 (289): 19-24.

Rutherford, F. J. e Ahlgren, A. (1990). *Ciência para Todos,* (tradução de C. C. Martins, 1995). Lisboa: Gradiva Publicações.

Silva, I. (1999). *O Trabalho Laboratorial no Ensino Secundário,* Dissertação de Mestrado (não publicada), Universidade de Aveiro.

Speece, S. P. (1996). "Life Science Standards & Curriculum development for K-12", *The American Biology Teacher,* 58 (4): 206-210.

Sutton, C. (1998). "Science and conversation – Come and see my air pump!", in Jerry Wellington (ed.), *Practical work in School Science – Which way now?,* London and New York, Routledge, pp. 174-191.

Yager, R. E. (1992). "Science – Technology – Society as Reform", in R. E. Yager (ed.), *The Status of Science - Technology – Society Reform Efforts around the World,* Icase Yearbook, Arlington, pp. 2 - 8

Wardle, J. (1998). "Virtual Science: a practical alternative?, in Jerry Wellington (ed.), *Practical work in School Science – Which way now?,* London and New York, Routledge, pp. 271-281.

Woolnough, B. E. (1997). " Motivating Students or Teaching Pure Science?", *School Science Review,* 78 (285): 67-72.ANEXO II

ANEXO I

Tópicos de Biologia de Quatro Propostas Americanas de Desenvolvimento Curricular para os Níveis 9-12

BSCS[11] (1993)	AAAS (1993)	NSTA (1993)	NRC (1994)
Evolução dos sistemas vivos;	A diversidade da vida; Evolução da vida;	Diversidade da vida; Classificação dos seres vivos;	Biodiversidade; Evolução biológica;
Homeostasia (equilíbrio dos sistemas vivos);	As células; Saúde física e mental; Funções básicas do organismo humano;	Estrutura e função da célula;	A célula; O sistema nervoso e o comportamento dos seres vivos;
Energia, matéria e organização dos sistemas vivos;	Fluxo de matéria e energia nos sistemas vivos;	Fluxo de energia nos sistemas vivos;	Matéria, energia e organização dos sistemas vivos;
Continuidade genética e reprodução;	A hereditariedade;	Reprodução das células, meiose e mitose;	A base molecular da hereditariedade;
Crescimento, desenvolvimento e diferenciação dos organismos;	Desenvolvimento humano;	----------	----------
Ecologia (interacção e interdependência dos seres vivos).	A interdependência da vida.	Interrelações entre os seres vivos; Efeitos dos humano no ambiente.	População e interdependência dos organismos.

ANEXO II

Temas Unificadores para um Currículo de Biologia no Ensino Secundário
e Exemplos de Conteúdos por eles Abrangidos

Temas Unificadores	Exemplos de Conteúdos	
	Tradicionais	**CTS**
1. Origem, evolução e diversidade da vida	Geração espontânea, selecção natural, fóssil, diversidade das espécies, Lamarckismo	A pesquisa de vida noutros planetas do sistema solar, a biotecnologia e a extinção massiva das espécies
2. Estrutura e funções celulares	Ultra estrutura celular, estrutura química do DNA, fotossíntese, fermentação, segregação dos cromossomas	Projecto genoma humano, doença da "vacas loucas", importância económica da fermentação
3. Hereditariedade e reprodução	DNA e a transmissão de características entre gerações, genótipo, fenótipo, sistemas reprodutores, reprodução sexuada e assexuada, ciclos de vida	Cancro, a fertilização *in vitro* e a congelação de embriões humanos, clonagem, anticoncepcionais, a exploração económica da propagação vegetativa em plantas
4. Desenvolvimento, crescimento e diferenciação	Crescimento, diferenciação, desenvolvimento embrionário, anexos embrionários, tecidos animais e vegetais	Crescimento cognitivo, social, físico e emocional dos humanos, a utilização de embriões humanos na produção de órgãos
5. Homeostasia dos sistemas vivos	Sistemas de órgãos, comportamento, mecanismos de defesa dos organismos	Doenças cárdio-vasculares, transplantes de órgãos, transfusões sanguíneas, vacinação, stress, os vírus e as doenças infecciosas (SIDA, hepatite B, ...)
6. Dinâmica dos Ecossistemas	Ciclo da água, ciclo do carbono, recursos energéticos, interacções entre seres vivos e o meio ambiente, equilíbrio/desequilíbrio dos ecossistemas, dinâmica das populações	Produção pelo homem de resíduos não recicláveis, incineração de resíduos tóxicos – que implicações ambientais?, o esgotamento dos combustíveis fósseis, a agricultura biológica

ANEXO III

Exemplos de conhecimentos específicos de Biologia que os alunos devem possuir no final do ensino secundário

Temas Unificadores	Conhecimentos específicos
1. Origem, evolução e diversidade da vida	— A evolução é a consequência das interacções do potencial de uma espécie para aumentar em número, da variabilidade genética dos indivíduos devido a mutações e recombinação de genes e da selecção pelo ambiente dos indivíduos mais capacitados para sobreviverem; — A grande diversidade de organismos (biodiversidade) existente na terra actualmente é o resultado de mais de 3500 milhões de anos de evolução, e todos estes organismos estão relacionados entre si pela descendência de antepassados comuns.
2. Estrutura e funções celulares	— As células possuem estruturas especializadas que permitem o transporte de materiais, o armazenamento e libertação de energia, a síntese de proteínas, a remoção de resíduos, a resposta a estímulos e até o movimento das células; — Interacções complexas entre diferentes moléculas numa célula conduzem a diferentes ciclos de actividade, como o crescimento e a divisão. O comportamento celular pode também ser afectado por moléculas provenientes de outras partes do organismo ou mesmo de outros organismos; — A informação das características transmitidas dos progenitores para os seus descendentes está codificada em moléculas de DNA.
3. Hereditarieda de e reprodução	— As mutações génicas ocorrem espontaneamente e a taxas baixas, podendo ser causadas por agentes mutagénicos. Quando estas ocorrem em células sexuais, podem ser transmitidas à descendência, se ocorrem nas células somáticas apenas podem ser transmitidas a outras células somáticas delas descendentes; — As células somáticas num ser humano contêm duas cópias de cada um dos 22 cromossomas diferentes. Adicionalmente existe um par de cromossomas que determina o sexo: dois cromossomas X, na fêmea, um X e um Y, no macho.
4. Desenvolvimento, crescimento e diferenciação	— Os organismos crescem e diferenciam-se com base num plano genético e sob a influência de factores ambientais; — No desenvolvimento de organismos multicelulares, a partir de uma única célula (ovo) forma-se um embrião no qual as células se multiplicam e diferenciam para formar as diferentes células, tecidos e órgãos que constituem o organismo final.
5. Homeostasia dos sistemas vivos	— Os sistemas vivos mantêm estáveis as condições internas através da regulação (regulação da temperatura corporal, perda de água por transpiração, ...) e do comportamento (refúgio de alguns animais em tocas para evitar as elevadas temperaturas durante o dia); — A maioria dos animais multicelulares possuem sistema nervoso que determina/gere o seu comportamento;
6. Dinâmica dos ecossistemas	— O fluxo de energia nos ecossistemas é unidireccional, dos organismos fotossintéticos, para os herbívoros, para os carnívoros e para os decompositores; — A distribuição e abundância de organismos e populações nos ecossistemas é limitada pela disponibilidade de energia, água, oxigénio, minerais e pela capacidade dos ecossistemas reciclarem os materiais; — A destruição, pelos humanos, dos habitats através da desflorestação, poluição, alterações atmosféricas e outros factores está a ameaçar a estabilidade global e, se esta não é travada, os ecossistemas estarão irremediavelmente condenados.

ANEXO IV

Correspondência entre os conteúdos dos programas de Biologia portugueses e os temas unificados propostos

1. Origem, Evolução e Diversidade da Vida

Conteúdos tradicionais

10º Ano

Síntese abiótica de compostos de interesse biológico
- formação de estruturas pré-celulares, microgotas, pré-bionte

11º Ano

12º Ano

Fixismo
- teorias fixistas, criacionismo, geração espontânea, catastrofismo, fóssil, lacunas estratigráficas

Evolucionismo
- teorias interpretativas, Lamarckismo, lei do uso e do desuso, herança dos caracteres adquiridos, origem do Darwinismo, fundamentos da teoria Darwinista;

Sistemática
- classificações fenéticas, classificações filogenéticas, taxionomia numérica, hierarquia das categorias sistemáticas, a espécie como unidade de classificação, regras básicas de nomenclatura, nomenclatura binomial
- seres procariontes, seres eucariontes.

2. Estrutura e funções celulares

Conteúdos tradicionais

10º Ano

Microscopia e estudo da célula
- microscópio óptico, ampliação, poder de resolução

Movimentos transmembranares
- difusão simples, difusão facilitada, transporte mediado, transporte activo, osmose, fagocitose.

Sistemas membranares
- membrana plasmática, retículo endoplamático, complexo de Golgi, núcleo, mitocôndrias, cloroplastos.

Componentes não membranares
- ribossomas, centrossomas, membrana esquelética

Organização celular
- célula procariota e eucariota

Actuação enzimática – seu significado biológico
- centro activo, energia de activação, complexo enzima-substrato, inibição enzimática, metabolismo

11º Ano

Processo fotossintético
- reacções que envolvem a membrana dos tilacóides, reacções a nível do estroma

Respiração e fermentação
- degradação do ácido pirúvico em condições aeróbias.
- utilização do ácido pirúvico em condições anaeróbias, fermentação láctica, fermentação alcoólica.

Estrutura e localização dos ácidos nucleicos
- ácidos nucleicos, DNA, RNA.
- cariótipo, cromossoma, cromatídeo, centrómero
- genoma

Expressão da informação genética
- replicação semi – conservativa
- transcrição da informação genética, síntese do mRNA, tradução, síntese proteica, tRNA.

12º Ano

ANEXO IV (continuação)

Correspondência entre os Conteúdos dos Programas de Biologia Portugueses e os Temas Unificados Propostos

3. Hereditariedade e reprodução

Conteúdos tradicionais

10º Ano

11º Ano

Reprodução assexuada
- ciclo celular, mitose.

Reprodução sexuada,
- importância genética da meiose e fecundação

Ciclo de vida humano
- cariótipo humano, autossomas
- gametogénese, oogénese, espermatogénese.
- ciclos sexuais

Hereditariedade
- teoria cromossómica da hereditariedade
- sistema ABO, sistema RH.

12º Ano

Ciclos de vida
- ciclos de vida da espirogira, da funária, de um feto e das angiospérmicas.

4. Desenvolvimento, crescimento e diferenciação

Conteúdos tradicionais

10º Ano

11º Ano
- crescimento, regeneração, renovação tecidular

12º Ano

Desenvolvimento embrionário
- ontogénese, embriogénese.

Anexos embrionários
- saco vitelino, âmnios, alantóide, córion, placenta

Tecidos animais
- tecidos epiteliais, mucosa
- tecido conjuntivo propriamente dito, fibras
- sangue
- tecidos musculares - liso, estriado e cardíaco -, miofibrilha

Órgãos e tecidos vegetais
- raiz, caule
- crescimento primário, crescimento secundário.
- folha de mono e dicotiledónea.

ANEXO IV (continuação)

Correspondência entre os Conteúdos dos Programas de Biologia portugueses e os Temas Unificados Propostos

5. Homeostasia dos sistemas vivos

Conteúdos tradicionais

10º Ano

11º Ano

- dador universal, receptor universal, anticorpo, antigéneo, aglutinogéneo, aglutininas

12º Ano

Digestão e nutrição

- digestão intracelular, sistemas digestivos incompletos, sistemas digestivos completos

Sistemas de transporte

- transporte em invertebrados, transporte nos vertebrados

Defesa do organismo contra materiais estranhos

- antigéneos, anticorpos, imunidade natural, imunidade adquirida

Respiração e excreção

- órgãos respiratórios, superfícies respiratórias
- sistemas excretores.

Transporte nas plantas

- absorção de água e sais minerais ao nível da raíz, translocação de água no xilema, transpiração foliar
- translocação no floema – fluxo sob-pressão

BIOLOGY IN THE SECONDARY SCHOOL: CURRICULAR TENDENCIES, LABORATORIAL WORK AND STUDENTS' INTERESTS

ABSTRACT

This study evolves around the idea of the importance of citizens' knowledge of scientific and technological development. Given that Biology is the nearest science to human beings, it seems important to analyze the way the Portuguese programs in secondary schools are structured, taking some international tendencies as reference, and their articulation with students' interests. Although these interests are not the most relevant issue in a program, it seems important to motivate students in order to promove success in their learning process, and also to establish a connection between curricular and extra-curricular learning. This is an empirical study which involved 1649 students from the 10th and 12th grades, who were submitted to an individual written test. It also involved a documental study of Earth and Life Sciences programs (connected with Biology) and Biology Lab Techniques. The results lead us to think that the students are especially interested in social-scientific themes and that there is a sharp difference between the Portuguese programs and the international ones.

Key-words: biology in the secondary school, science education, laboratorial work, students' interests, curricular tendencies.

L'ENSEIGNEMENT DE LA BIOLOGIE: TENDANCES CURRICULAIRES, TRAVAIL LABORATORIEL ET CENTRES D'INTÉRÊT DES ÉLÈVES

RESUMÉ

Nul ne conteste la nécessité de préparer les adultes de demain à comprendre l'evolution scientifiques et techniques du monde dans lequel ils viveront, en particulier dans le domaine de la biologie, le plus proche de l'homme. C'est dans cette optique que nous avons fait l'analyse des référentiels concernant l'enseignement de la Biologie dans les lycées portugais, en cherchant d'une part à les situer par raport aux tendances des autres pays, et d'autres part à mesur l'intérês que suscitent les contenus auprès des élèves. Même si les intérêts des élèves ne doivent pas devenir une fin en soi, leur prise en compte permet de les motiver et de faire le relais entre l'apprentissage scolaire et extra-scolaire. Notre recherche comprend une étude empirique qui à été réalisée dans plusieurs lycées portugais, touchant 1649 élèves de Seconde et Terminale. On leur a administré un questionneire écrit. Elle comprend aussi une analyse des instructions officielles concernant l'enseignement des Sciences de la Vie et de la Terre (option Biologie) et de T.L.B. – Bloco I. Nos conclusions sont les suivantes: L'étude empirique nous a montré que les élèves s'interessent surtout aux thèmes de nature socio-scientifique. L'analyse des instructions officielles nous a révélé qu'il y a un décalage entre l'enseignement fait dans les lycées portugais et les tendances internationales.

Mots-clefs: biologie dans l'enseignement secondaire, education en sciences, travail laboratoriel, intérêt des élèves, tendances curriculares.

A BIOLOGIA NO ENSINO SECUNDÁRIO: TENDÊNCIAS CURRICULARES, TRABALHO LABORATORIAL E INTERESSES DOS ALUNOS

RESUMO

O estudo que se apresenta toma como pressuposto a importância da literacia científica dos cidadãos para o acompanhamento por estes do desenvolvimento científico e tecnológico. Dado que a Biologia é de entre as ciências aquela que mais próxima está dos indivíduos pela natureza dos temas que aborda, pareceu relevante analisar o modo como os programas portugueses do ensino secundário se encontram estruturados, à luz de recomendações internacionais, e ainda como é que elas se articulam com os interesses dos seus destinatários. Embora não se defenda que estes interesses sejam a condicionante de qualquer programa, parece ser de relevar a importância da motivação para o envolvimento dos alunos na própria aprendizagem e ainda da ligação entre o ensino formal e não-formal. Trata-se de um estudo empírico envolvendo 1649 alunos do 10° e 12° ano, os quais foram inquiridos individualmente por escrito; e de um estudo documental dos programas de C.T.V. (componente Biologia) e de T.L.B. – Bloco I. Os resultados obtidos apontam para níveis elevados de interesse dos alunos por temas de caríz sócio-científico e de desfasamento entre os programas portugueses e as orintações internacionais.

Palavras-chave: biologia no ensino secundário, educação em ciências, trabalho laboratorial, interesses dos alunos, tendências curriculares.