

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**  
**DIRECÇÃO-GERAL DE INOVAÇÃO E DE DESENVOLVIMENTO**  
**CURRICULAR**

ENSINO RECORRENTE DE NÍVEL SECUNDÁRIO

**PROGRAMA**

**DE**

**BIOLOGIA**

12º ANO

CURSO CIENTÍFICO-HUMANÍSTICO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS

Autores

Alcina Mendes (Coordenadora)  
Dorinda Rebelo

Adaptado a partir do programa elaborado por:

Alcina Mendes (Coordenadora)  
Dorinda Rebelo  
Eduardo Pinheiro

**Homologação**

**31/10/2006**

# Índice

1.	Introdução.....	2
2.	Apresentação do Programa.....	4
2.1	Finalidades .....	4
2.2	Competências e objectivos gerais.....	4
2.3	Visão geral dos temas/conteúdos.....	6
2.5	Sugestões metodológicas gerais .....	8
2.6	Avaliação.....	10
2.7	Equipamentos e recursos .....	11
3.	Desenvolvimento do programa.....	14
	MAPA DE EXPLORAÇÃO DO PROGRAMA DE BIOLOGIA 12º ANO.....	15
	Módulo 1 — REPRODUÇÃO E PATRIMÓNIO GENÉTICO .....	16
	Módulo 2 — CONTROLO DE DOENÇAS E BIOTECNOLOGIA.....	22
	Módulo 3 — RECURSOS NATURAIS E SUSTENTABILIDADE .....	26
4.	Bibliografia.....	31

# 1. *Introdução*

A disciplina de Biologia para o 12º ano constitui uma das opções da componente de formação específica do Curso de Ciências e Tecnologias para o Ensino Secundário Recorrente. Visa o aprofundamento dos saberes construídos nas disciplinas estruturantes do curso, de modo a alargar o espectro de conhecimentos e competências dos alunos, perspectivando também as suas opções de prosseguimento de estudos a nível superior.

O programa destina-se a alunos já familiarizados com o objecto de estudo da Biologia. As aprendizagens realizadas nos anos anteriores — nomeadamente na disciplina de Biologia e Geologia — ter-lhes-ão permitido compreender que existe uma unidade biológica subjacente às mais diversas soluções funcionais encontradas pelas espécies, tanto para fazer face às condições do meio ambiente, como para rentabilizar as potencialidades susceptíveis de conferir vantagens imediatas ou evolutivas.

A forma como o homem tem utilizado os conhecimentos de Biologia ao longo dos tempos determinou o modo como se relacionou com a sua própria espécie e com o meio ambiente. Actualmente, os recursos naturais que suportam a vida no nosso planeta estão a ser continuamente afectados pelos sistemas sócio-económicos. O crescimento acentuado da população humana e os seus engenhos tecnológicos têm-se traduzido numa capacidade crescente de condicionar e alterar, de modo irreversível, aspectos diversos, tais como a composição dos solos e do ar, a qualidade dos recursos hídricos, a circulação biogeoquímica de elementos essenciais à vida, por exemplo carbono e azoto, bem como a própria biodiversidade.

Também, no presente, as sociedades vêem-se cada vez mais confrontadas com questões sócio-científicas com impacte imediato na integridade física, ética e moral dos cidadãos. São disso exemplo as polémicas que rodeiam a manipulação de gâmetas e embriões humanos, a clonagem, a utilização da informação genética dos indivíduos por entidades empregadoras e seguradoras, o consumo de alimentos transgénicos, a utilização de medicamentos experimentais ou a selecção de processos de tratamento de resíduos.

Neste quadro geral de expectativas e apreensões, considera-se que os propósitos da educação em Biologia devem ser dirigidos para a educação científica dos cidadãos. Importa, pois, que estes fiquem preparados para enfrentar com confiança as questões científico-tecnológicas que a sociedade lhes coloca, que sejam capazes de ponderar criticamente argumentos, de modo a formularem juízos responsáveis e, assim, participarem nos processos de tomada de decisão. A disciplina de Biologia do 12º ano pretende ter em conta estes desafios e dar um contributo válido para a formação científica dos alunos.

Conforme o plano curricular do Curso de Ciências e Tecnologias, a disciplina de Biologia do 12º ano dispõe de 4,5 horas semanais, tempo este que se prevê distribuído em três unidades lectivas de noventa minutos. Esta organização considera-se a mais adequada para desenvolver dinâmicas de aprendizagem diversificadas e centradas nos alunos, nomeadamente as que pressupõem a experimentação, a pesquisa e análise de informação, a argumentação e o debate.

A concretização deste programa exige que a gestão das dimensões teórica e prática do processo de ensino-aprendizagem seja feita de forma integrada, o que justifica a opção de não ser apresentada qualquer proposta de distribuição

ou compartimentação de tempos lectivos para uma e outra componente. No entanto, a natureza prática de algumas abordagens propostas recomenda que a turma esteja dividida em turnos, numa das sessões de noventa minutos, e disponha de um espaço devidamente adaptado e equipado. Estas condições serão indispensáveis para que todos os alunos tenham idênticas oportunidades na concretização das actividades que exigem meios laboratoriais, informáticos ou bibliográficos específicos e/ou requeiram uma supervisão mais detalhada e individualizada por parte do professor. Recomenda-se, ainda, que o funcionamento dos turnos se concretize num mesmo dia da semana de modo a equiparar a situação dos alunos.

## *2. Apresentação do Programa*

### *2.1 Finalidades*

As finalidades do programa de Biologia do 12º ano decorrem das definidas para o próprio ensino secundário, da adopção de referenciais de valor relativos a princípios orientadores do ensino das ciências e, também, do papel dos conhecimentos de Biologia e de Biotecnologia no mundo actual.

Assim, o programa desta disciplina estabelece as seguintes finalidades para a formação dos alunos.

- A construção e o aprofundamento de conhecimentos de Biologia úteis para o desenvolvimento de competências que permitam o exercício de uma cidadania responsável, a aprendizagem ao longo da vida e a decisão sobre o prosseguimento de estudos relacionados com esta área do saber.
- A compreensão do valor da ciência enquanto corpo de conhecimentos, que evolui sempre que soluções mais explicativas são encontradas, enquanto processo, que engloba o que os cientistas fazem e como o fazem, enquanto forma de entender a realidade e, sobretudo, enquanto actividade humana, que não pode ser considerada neutra ou isenta das influências sociais inerentes a cada época e a cada contexto.
- O reconhecimento da relevância da Biologia e da Biotecnologia nos dias de hoje, uma vez que influenciam a qualidade de vida das pessoas e a organização das sociedades, ao apresentarem alternativas e originarem questões que exigem tomadas de decisão a nível tecno-científico, político, social e ético.

### *2.2 Competências e objectivos gerais*

Pretende-se que o desenvolvimento de competências contemple, de forma integrada, os domínios conceptual, procedimental e atitudinal, conforme sucintamente se apresenta.

- A nível conceptual as competências visam o conhecimento de factos, hipóteses, princípios, teorias, bem como terminologia ou convenções científicas; inclui, também, a compreensão de conceitos, na medida em que se relacionam entre si e permitem interpretar e explicar situações ou informação em formatos diversos.

- A nível procedimental as competências estão relacionadas com a própria natureza do trabalho científico. Assim, são exemplos a observação e descrição de fenómenos, a obtenção e interpretação de dados, o conhecimento de técnicas de trabalho, a manipulação de dispositivos, bem como as competências que permitem a planificação, execução e avaliação de desenhos investigativos. Nesta perspectiva, o desenvolvimento de competências procedimentais incluiu aspectos de natureza cognitiva e manipulativa.
- A nível atitudinal as competências visam que os alunos desenvolvam atitudes face aos conhecimentos e aos trabalhos científicos (rigor, curiosidade, objectividade, perseverança,...) e às implicações que daí decorrem para a forma como perspectivam a sua própria vida e a dos outros. Em causa estão a identificação e diferenciação de condutas e suas implicações, a capacidade de formular juízos de valor, ou mesmo a assunção de condutas guiadas por convicções fundamentadas.

Em articulação com as finalidades definidas espera-se que no final do 12º ano os alunos tenham atingido os seguintes objectivos gerais.

- Conhecer, compreender e ser capaz de utilizar conceitos da Biologia para interpretar cientificamente aspectos de funcionamento do corpo humano, fenómenos naturais e situações resultantes da interacção do Homem com o Ambiente.
- Desenvolver capacidades de pesquisa, análise, organização e avaliação crítica de informação, obtida em fontes diversificadas, assim como competências que permitam a sua comunicação com recurso a diferentes suportes.
- Aplicar estratégias pessoais na resolução de situações problemáticas, o que inclui a formulação de hipóteses, o planeamento e a realização de actividades de natureza investigativa, a sistematização e a análise de resultados, assim como a discussão dessas estratégias e dos resultados obtidos.
- Ponderar argumentos de natureza diversa, sendo capaz de diferenciar pontos de vista e de distinguir explicações científicas de não científicas, com vista a posicionar-se face a controvérsias sociais que envolvam conceitos de Biologia ou Biotecnologia.
- Construir valores e atitudes conducentes à tomada de decisões fundamentadas relativas a problemas que envolvam interacções Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente.
- Reconhecer que a construção de conhecimentos de Biologia e de Biotecnologia envolvem abordagens pluri e interdisciplinares.
- Compreender que os processos de investigação em Biologia e Biotecnologia são influenciados pelos problemas que afectam as sociedades em cada momento histórico, assim como pelos seus interesses de natureza política, económica e/ou axiológica.
- Analisar implicações do desenvolvimento da Biologia e das suas aplicações tecnológicas na qualidade de vida dos seres humanos.

## 2.3 Visão geral dos temas/conteúdos

Como melhorar a qualidade de vida das pessoas sem pôr em risco os recursos naturais?

Que contributos científico-tecnológicos deveremos aceitar?

Decidir com base em que critérios e com que argumentos?

Encontrar respostas para estes problemas pressupõe que as sociedades disponham não só de soluções científico-tecnológicas adequadas, como também de cidadãos capazes de participar de forma consciente nos processos que regem a sua utilização.

Neste sentido, a educação em Biologia deverá ter em vista a preparação dos alunos para utilizarem racionalmente conhecimentos de Biologia e de Biotecnologia na análise das questões que se colocam à sociedade. Em causa está a necessidade de ponderar argumentos e tomar decisões.

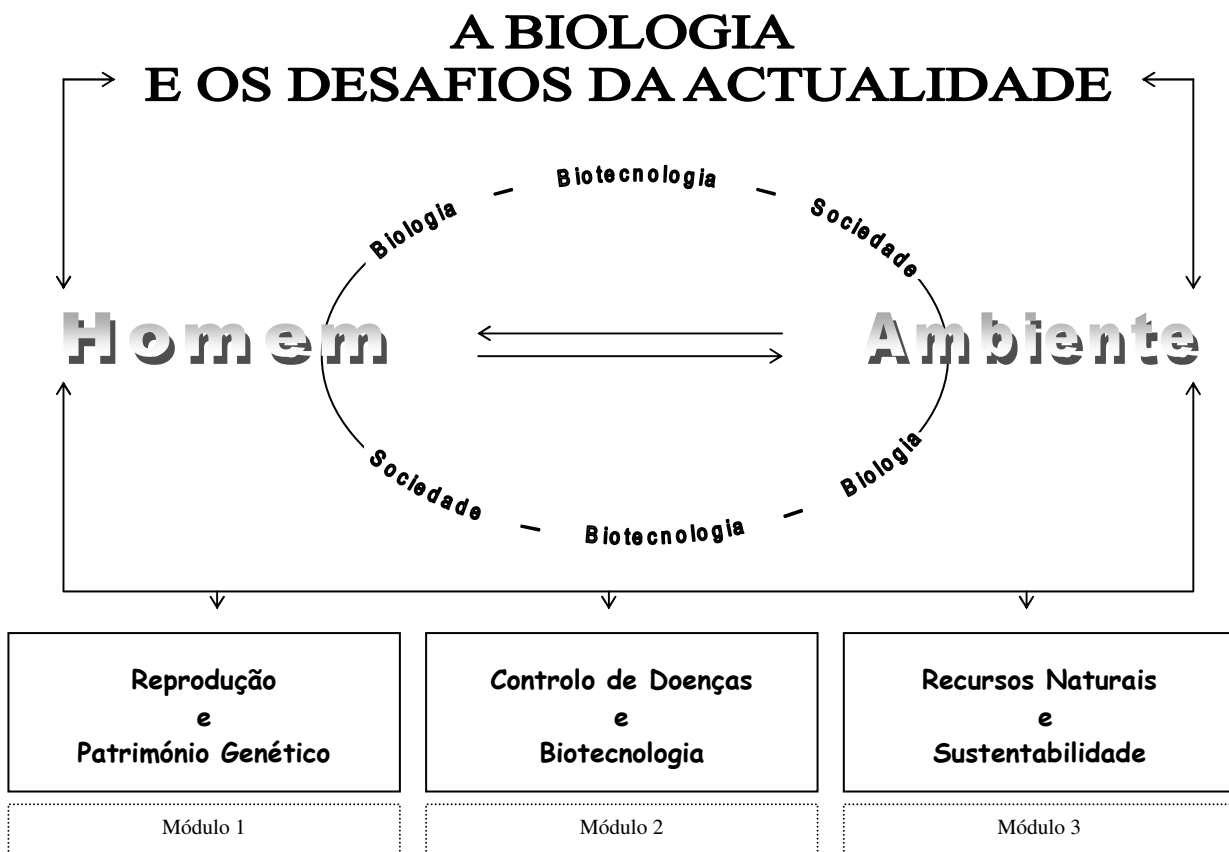


Figura 1 – Esquema Conceptual do Programa

Em articulação com estes pontos de vista, *A BIOLOGIA E OS DESAFIOS DA ACTUALIDADE* é o tema central do programa de Biologia do 12º ano. A selecção das temáticas e a sua organização conceptual tiveram em conta as finalidades e objectivos previamente apresentados, assim como referências recentes relativas à educação em Ciências, em particular à educação em Biologia.

O estudo de aspectos biotecnológicos está presente em todos os módulos distanciando-se, porém, da tradicional oposição ciência – básica e ciência – aplicada. Pretende-se enfatizar a influência que, actualmente, a Biologia e a Biotecnologia exercem sobre a vida das pessoas, visando-se, por isso, tanto o conhecimento de exemplos de produtos e serviços, como a reflexão sobre aspectos de natureza social, económica e ética que contextualizaram a sua génese e/ou influenciaram a sua aplicabilidade.

Conforme se ilustra no esquema conceptual apresentado na figura 1, o programa está organizado em três módulos que seguidamente se apresentam.

- **MÓDULO 1 – Reprodução e Património Genético**

Estuda-se a reprodução humana e a compreensão de alguns processos biotecnológicos que permitem a sua manipulação, ponderando-se a sua importância no controlo de natalidade das populações humanas e a resolução de problemas de infertilidade.

A abordagem da genética, também prevista neste módulo, centra-se no estudo dos genes, nomeadamente a sua natureza e carácter hereditário, a sua regulação e alteração, com implicações ao nível da qualidade de vida dos indivíduos e da biodiversidade. O módulo contempla ainda, a perspectiva dos genes como património evolutivo das espécies e como campo de intervenção biotecnológica.

- **MÓDULO 2 – Controlo de Doenças e Biotecnologia**

Aborda-se o sistema imunitário humano, explorando-se algumas das principais reacções de defesa do organismo, bem como o desenvolvimento de algumas soluções biotecnológicas que visam melhorar processos de diagnóstico e terapêutica de doenças.

São também analisados alguns processos de produção biotecnológica de alimentos que envolvem a utilização de microrganismos e o controlo ou a optimização de processos enzimáticos.

- **MÓDULO 3 – Recursos Naturais e Sustentabilidade**

Pretende-se construir uma compreensão global dos desafios que se colocam à utilização sustentável dos recursos do planeta. Nessa perspectiva analisam-se processos de criação e melhoramento de espécies, no sentido de explorar as potencialidades da Biosfera para aumentar a produção de alimentos.

Estudam-se igualmente problemas relacionados com a poluição e a degradação de recursos naturais, face ao crescimento da população humana e aos impactes da sua actividade; prevê-se a identificação de causas, consequências e formas de intervir para minorar efeitos, recuperar e/ou preservar o meio ambiente.

A secção ***Desenvolvimento do Programa*** inicia-se com a apresentação de um mapa geral de exploração.

O mapa pretende ilustrar e clarificar a conceptualização do programa e sugerir caminhos possíveis para a sua operacionalização.

Assim, a partir do tema central, *A BIOLOGIA E OS DESAFIOS DA ACTUALIDADE*, estabelece-se uma possível situação problemática capaz de integrar e articular as aprendizagens de todo o programa: *Como melhorar a qualidade de vida dos seres humanos?* Esta interrogação traduz uma problemática abrangente que preocupa, em geral, todas as socieda-



des e passível de discussão com os alunos deste nível de ensino. Não sendo possível encontrar respostas imediatas e eficazes, ainda que, eventualmente, os alunos sejam capazes de enriquecer o seu debate com diversas ideias mais ou menos fundamentadas, sugere-se a formulação de questões mais específicas e simples, cuja resolução permita o estudo dos conteúdos que integram os três módulos acima apresentados.

Para cada módulo apresenta-se um quadro, onde conteúdos conceptuais, procedimentais e atitudinais estão organizados em colunas contíguas o que permite tanto a sua exploração específica (na vertical) como a sua análise articulada (horizontal).

Por motivos pragmáticos, que se prendem com a gestão adequada do tempo disponível e com a clarificação do nível de abordagem, nesses quadros são também explicitados os aspectos que devem ser enfatizados e aqueles que, pelo contrário, devem ser evitados. Para auxiliar a exploração dos conteúdos apresenta-se uma listagem de conceitos fundamentais e/ou um conjunto lexical (palavras / expressões - chave) considerado mínimo para a compreensão desses mesmos conceitos.

A título meramente orientador sugere-se, também nesses quadros, o número de tempos lectivos (30 unidades lectivas de 90 minutos para cada módulo) necessários à concretização das actividades de ensino-aprendizagem e avaliação dos conteúdos previstos em cada módulo. Os restantes tempos lectivos (9 unidades lectivas de 90 minutos) destinam-se a ser geridas de acordo com o critério do professor.

## *2.5 Sugestões metodológicas gerais*

No que respeita aos aspectos metodológicos, assume-se que os professores, os alunos e a escola, como um todo, devem desempenhar um papel central na selecção das melhores opções para a operacionalização do programa. No entanto, salienta-se que esta autonomia de gestão das abordagens metodológicas deverá ter sempre em conta os aspectos que se seguem.

### **1 Centrar os processos de ensino nos alunos:**

Numa perspectiva construtivista da aprendizagem, salienta-se que é importante ter em conta os conhecimentos prévios dos alunos, assim como valorizar as suas vivências e objectivos, pois estes aspectos condicionam, de modo decisivo, as suas aprendizagens.

### **2 Valorizar a realização de actividades práticas:**

A componente prática deverá ser parte integrante e fundamental dos processos de ensino e aprendizagem dos conteúdos de cada módulo.

O trabalho prático deve ser entendido como um conceito abrangente que engloba actividades de natureza diversa, que vão desde as que se concretizam com recurso a papel e lápis, àquelas que exigem material de laboratório.

Os alunos deverão desenvolver e/ou aperfeiçoar competências tão diversificadas como, a utilização de instrumentos ópticos e de sistemas automáticos para recolha de dados (nomeadamente sensores), a apresentação e interpretação gráfica de dados, a execução de memórias descritivas e interpretativas de actividades práticas, a pesquisa autónoma de informação em diferentes suportes,...., sem esquecer o reforço das capacidades de expressão e o recurso às novas tecnologias da informação.

Atribui-se especial importância ao desenvolvimento de actividades que impliquem os alunos na planificação de percursos experimentais (com manipulação e controlo de variáveis e decisão sobre a utilização de réplicas).

As abordagens práticas deverão, sempre, integrar as dimensões teórica e prática da Biologia, assim como o trabalho cooperativo entre os alunos. Ao professor caberá decidir o grau de abertura das tarefas, ponderando as competências que os alunos já possuem, o tempo e os recursos disponíveis.

### 3 **Explorar relações explícitas e recíprocas entre Ciência, Tecnologia e Sociedade.**

A organização de actividades de ensino e aprendizagem centradas em contextos reais, com significado para os alunos, facilitam o desenvolvimento integrado de competências de natureza conceptual, procedimental e atitudinal.

A mobilização de questões de âmbito local, nacional ou internacional, situações do dia-a-dia, ou mesmo casos históricos que envolvam controvérsias sociais em torno de aplicações científicas ou tecnológicas, possibilitam a organização de processos de ensino-aprendizagem interessantes e válidos para a concretização das finalidades do programa.

Neste tipo de abordagens, o conhecimento e a compreensão de conceitos e processos científicos não se assumem, em si mesmo, como finalidades de ensino e aprendizagem; ao aluno apresentam-se, antes, como meios indispensáveis para a compreensão efectiva das questões em análise, pois permitem-lhes compreender e avaliar criticamente diferentes argumentos ou pontos de vista.

Esta orientação metodológica visa a alfabetização científica dos alunos, valorizando a possibilidade de se tornarem cidadãos capazes de assumir posturas críticas e responsáveis, face ao desafio de participarem nos processos democráticos de tomada de decisão, quando estão em jogo questões de natureza científico-tecnológica com impacte social e/ ou ambiental.

Nesta perspectiva, é indispensável que o estudo dos conceitos e processos que estão previstos no programa, inclua a análise das interrelações biologia – biotecnologia, assim como a análise de questões sociais e /ou ambientais relacionadas com a sua génese ou aplicação.

### 4 **Promover a identificação e exploração de situações problemáticas abertas.**

Valoriza-se que os processos de ensino e aprendizagem sejam centrados em problemáticas com significado para os alunos, ou seja, organizados numa perspectiva de resolução de problemas.

A compreensão de um problema abrangente e a selecção de *caminhos* para a sua resolução deverá supor a **formulação de questões**, articuladas e progressivamente mais simples, susceptíveis de orientar a definição de percursos de aprendizagem intencionais.

A resolução de problemas deverá incluir o desenvolvimento de actividades de planificação, pesquisa de informação, execução de actividades práticas, avaliação de resultados e, desejavelmente, a confrontação e avaliação de argumentos, assim como a síntese de informação.

O grau de abertura das propostas deverá ser criteriosamente ponderada pelos professores, tendo em conta as competências dos alunos, o que implica aproximações progressivas a formas de trabalhar que exijam elevada autonomia e responsabilidade.

## 5 Integrar aspectos da história da ciência

Esta dimensão pode envolver a recapitulação de fases essenciais da construção dos conhecimentos científicos, agindo assim como instrumento de mudança conceptual e pode servir, também, para apresentar a Ciência como um empreendimento que envolve processos pessoais e sociais.

Em causa não deverá estar a reconstrução de elevado número de factos históricos para um determinado conceito nem, tão pouco, a exploração de narrativas ou descrições empíricas sem qualquer critério.

## 6 Rentabilizar situações de aprendizagem não formal.

A exploração da informação veiculada por livros e revistas de divulgação científica para o público em geral, ou mesmo a análise de notícias divulgadas pelos *media*, pode contribuir para mostrar a importância da ciência na vida diária das pessoas, promovendo também o desenvolvimento de hábitos de análise crítica da informação.

## 2.6 Avaliação

As actividades de avaliação deverão ser entendidas como parte integrante dos processos educativos e, nesse sentido, perfeitamente articulados com as estratégias didácticas utilizadas, pois ensinar, aprender e avaliar são, na realidade, três processos interdependentes e inseparáveis.

De acordo com as propostas do programa, os processos de avaliação deverão integrar as dimensões teórica e prática do ensino da Biologia. Deste modo o objecto da avaliação não poderá ficar limitado ao domínio conceptual, mas integrar, necessariamente, os dados relativos aos aspectos procedimentais e atitudinais da aprendizagem dos alunos.

Em permanente articulação com as estratégias didácticas utilizadas pelos professores, as actividades de avaliação das aprendizagens deverão ser concebidas de modo a averiguar não só as construções conceptuais alcançadas pelos alunos mas, também, a forma como tal aconteceu, os procedimentos realizados, as destrezas desenvolvidas e as atitudes reveladas.

Nesta perspectiva, avaliar é uma tarefa permanente e complexa que supõe o uso de diferentes técnicas e instrumentos. Valorizam-se os processos de observação e, para além de testes e questionários, sugere-se o recurso a memórias descritivas de actividades, ensaios, mapas conceptuais, V de Gowin, listas de verificação, entre outros, bem como a organização de *portfolios*.

À semelhança do que foi dito acerca das sugestões metodológicas, considera-se que a escola, como um todo, desempenha um papel central na monitorização dos processos de avaliação dos seus alunos, no entanto, salienta-se que as opções tomadas deverão, sempre, salvaguardar os seguintes aspectos.

1. A avaliação, sendo parte integrante dos processos educacionais, deverá revestir-se de funções diagnóstica, formativa e sumativa interdependentes e devidamente articuladas com as actividades de ensino-aprendizagem.

2. A avaliação, permitindo diagnosticar o ponto de partida dos alunos, orientará o professor na análise do programa e na selecção das estratégias mais adequadas para a sua implementação.

3. A avaliação formativa possibilitará o acompanhamento permanente da qualidade dos processos de ensino e de aprendizagem, fornecendo elementos que o professor deverá utilizar para reforçar, corrigir e incentivar a aprendizagem dos alunos que, deste modo, são considerados parte activa em todo o processo.

4. A avaliação com funções formativas deverá prevalecer durante todo o processo educativo, porém, será fundamental criar momentos para a avaliação sumativa. Também neste caso os alunos deverão receber *feedback* relativo ao seu desempenho, bem como informações que os ajudem a identificar dificuldades e potencialidades.

## 2.7 Equipamentos e recursos

Para a consecução das actividades práticas, que são parte integrante deste programa, as escolas deverão dispor de equipamentos e recursos adequados. Nesta secção incluem-se referências a materiais destinados aos trabalhos de laboratório, bem como aqueles que permitem a realização de actividades de papel e lápis, pesquisas e debates.

No que diz respeito ao material de laboratório, recomenda-se a consulta das listas de materiais publicadas pela Direcção-Geral de Administração Escolar – DGAE – (actual DGRHE).

Considera-se pertinente que as escolas disponham de sistemas automáticos de aquisição de dados, nomeadamente sensores de temperatura, pH, humidade relativa, oxigénio e dióxido de carbono, se possível com interface que permita a sua utilização autónoma e posterior ligação ao computador para tratamento dos dados recolhidos.

Quanto a mapas, modelos ou preparações definitivas, a sua aquisição deverá ser ponderada em função dos recursos já disponíveis na escola e às necessidades que efectivamente os professores venham a sentir face às competências procedimentais enunciadas no programa e às actividades práticas recomendadas.

No que respeita a equipamentos multimédia, considera-se que os laboratórios de Biologia deverão dispor de meios de obtenção de imagem adequados à recolha de informação em diversas actividades. Assim, o mais adequado será o recurso a câmaras de vídeo e câmaras fotográficas SLR digitais, dispendo de capacidade de teleobjectiva (mínimo 6X) e de macrofotografia.

A *internet* possibilita o acesso, em tempo real, a conteúdos interactivos, ricos e relevantes, pelo que nos laboratórios de Biologia deverão existir computadores, ligados em rede e à *internet*, em número suficiente, considerando-se desejável uma distribuição de dois alunos por posto de trabalho.

Nos laboratórios devem existir, ainda, sistemas de projecção capazes de funcionar com luz ambiente, nomeadamente os que permitem partilha com gravador vídeo ou leitor/gravador DVD.

A título exemplificativo, sugerem-se, em seguida, alguns *sites* (Setembro de 2006) que podem servir de ponto de partida para busca, recolha e análise crítica de informação que pode ser útil tanto para a organização de processos de ensino e aprendizagem, como para a consecução de algumas actividades propostas no programa.

## Sites

### **Reprodução Humana.**

- Reprodução Humana – Universidade de Utah (inglês) [http://medstat.med.utah.edu/kw/human\\_reprod](http://medstat.med.utah.edu/kw/human_reprod)  
[http://library.med.utah.edu/kw/human\\_reprod/](http://library.med.utah.edu/kw/human_reprod/)

### **Genética e Hereditariedade**

- Textos (clonagem, uso de animais em investigação, ...) – Univ. São Paulo <http://www.ib.usp.br/textos>
- *Human Genome Program* [http://www.ornl.gov/sci/techresources/Human\\_Genome/home.shtml](http://www.ornl.gov/sci/techresources/Human_Genome/home.shtml)

### **Engenharia Genética e/ou Biotecnologia.**

- Biotecnologia na escola – Universidade do Porto <http://biotecnologia-na-escola.up.pt>
- *BioReach Program* – Biotecnologia no Ens. Sec. – Univ. do Arizona <http://www.public.asu.edu/~langland>
- Iniciativa Europeia para o Ensino da Biotecnologia (EIBE) (inglês) <http://www.eibe.info>
- Informação diversa e possibilidade de contactar especialistas (inglês/ francês) <http://www.bio-scope.org/>

### **Bioética**

- Conselho Nacional de Ética para as Ciências da Vida <http://www.cnecev.gov.pt/CNECV/SiteEntry>

### **Biotecnologia na Alimentação e Agricultura**

- Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (FAO) – (espanhol) <http://www.fao.org/biotech/index.asp?lang=es>

### **Biologia Celular e Molecular.**

- *Cells Alive* (excelentes imagens) <http://www.cellsalive.com>
- Dicionário de Biologia Celular e Molecular (inglês) <http://www.mblab.gla.ac.uk/dictionary>
- Projectos de Biologia – Universidade do Arizona (inglês) [http://www.biology.arizona.edu/cell\\_bio/cell\\_bio.html](http://www.biology.arizona.edu/cell_bio/cell_bio.html)
- Recursos para o ensino da Biologia Celular (inglês) [http://www.cells.de/index\\_e.htm](http://www.cells.de/index_e.htm)

### **População Humana**

- UNFPA *United Nations Populations Found* (ingles/francês/ espanhol) <http://www.unfpa.org>  
<http://www.unfpa.org/swp/swpmain.htm>

(inclui sugestões de links <http://www.unfpa.org/sustainable/links.htm>, e publicações, nomeadamente os relatórios anuais sobre o estado da população humana [http://www.unfpa.org/publications/index.cfm?filterPub\\_Type=5](http://www.unfpa.org/publications/index.cfm?filterPub_Type=5) )

### **Informação diversa de Biologia, com interesse científico e/ou didáctico, com links úteis para professores e alunos.**

- Biorede – Departamento de Biologia da Universidade de Aveiro <http://www.biorede.pt>
- Biblioteca Virtual (inglês) <http://vlib.org/Biosciences.html>
- *Biological Sciences Curriculum Study* <http://www.bsos.org>
- Recursos de Biologia para o Ens. Sec. – Univ. Pittsburg (inglês) <http://www.pitt.edu/~poole/biology.html>
- *The Franklin Institute Science Museum* <http://www.fi.edu/tfi/units/life>
- *Association for Biology Laboratory Education* <http://www.zoo.utoronto.ca/able/proc/contents.htm#volume>  
(por exemplo, textos sobre estudo de actividade enzimática no volume 12 e 13)

As revistas que abaixo se sugerem permitem aceder a informação actualizada de didáctica ou da especialidade, pelo que são considerados importantes recursos para a actualização do professor.

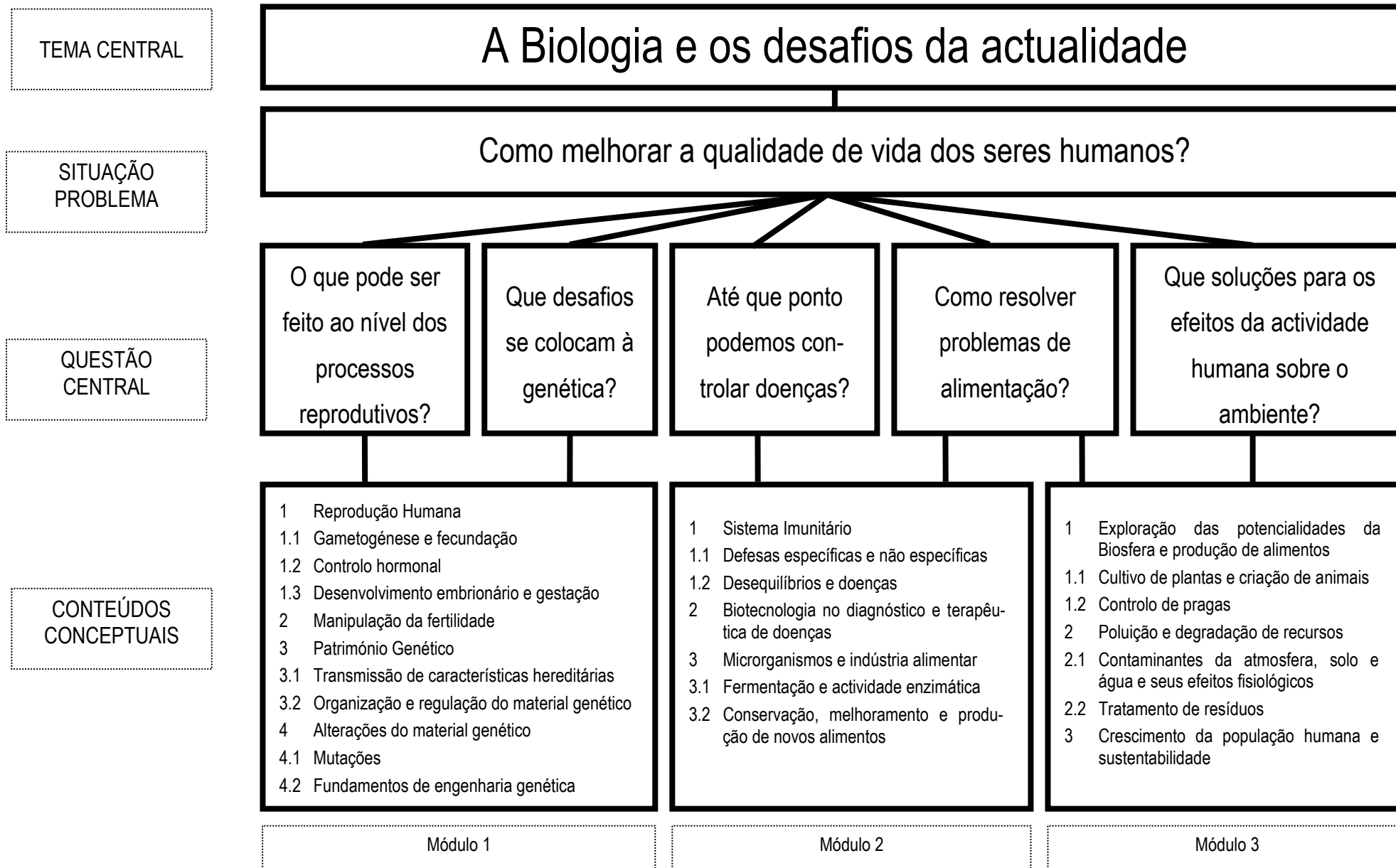
### Revistas

- *Alambique* – Didáctica de las Ciencias Experimentales, Graó, Barcelona.
- *Enseñanza de las Ciencias*, I C E de la Universitat Autònoma de Barcelona.
- *Journal of Biological Education*, Institute of Biology, London.
- *La Recherche*, La Société D'Éditions Scientifiques, Paris.
- *National Geographic Magazine*, National Geographic Magazine, Washington (existe edição portuguesa).
- *Pour la Science*, Éditions Belin, Paris (edição francesa de *Scientific American*)
- *Revista Ciência & Educação*. <http://www.fc.unesp.br/pos/revista/>
- *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*. <http://www.saum.uvigo.es/reec/>
- *Revista Iberoamericana de Educación / Educação*. <http://www.campus-oei.org/revista/>
- *Revista Iberoamericana de Ciencia Tecnología, Sociedad y Innovación*. <http://www.campus-oei.org/revistactsi/>
- *Science & Vie*, Excelsior Publications S.A., Paris.
- *Scientific American*, Scientific American, Inc., New York.
- *The American Biology Teacher*, National Association of Biology Teachers, Reston, VA.

Na secção 4 do programa – Bibliografia – são apresentadas referências comentadas de obras diversas, para consulta e/ou aprofundamento em Didáctica, Biologia e Biotecnologia. Em termos gerais, os comentários foram organizados no sentido de informar sobre quais os temas tratados, sua relevância mais ou menos directa para a implementação do programa, o grau de aprofundamento do texto, com vista a perspectivar os seus potenciais destinatários, bem como a riqueza em esquemas ou imagens ilustrativas.

### ***3. Desenvolvimento do programa***

# MAPA DE EXPLORAÇÃO DO PROGRAMA DE BIOLOGIA 12º ANO





## Módulo 1 — REPRODUÇÃO E PATRIMÓNIO GENÉTICO

### Como melhorar a qualidade de vida dos seres humanos?

#### O que pode ser feito ao nível dos processos reprodutivos? Que desafios se colocam à genética?

Conteúdos Conceptuais	Conteúdos Procedimentais	Conteúdos Atitudinais	Enfatizar	Evitar	Conceitos / Palavras-chave	Número de aulas previstas
<p>1 Reprodução Humana</p> <p>1.1 Gametogénese e fecundação</p> <p>1.2 Controlo hormonal</p> <p>1.3 Desenvolvimento embrionário e gestação</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interpretação de aspectos relativos à morfologia e à fisiologia dos sistemas reprodutores.</li> <li>• Observação e interpretação de imagens microscópicas relativas à histologia de gónadas e estrutura de gâmetas.</li> <li>• Integração de conhecimentos relativos a processos de divisão celular e gametogénese.</li> <li>• Análise e interpretação de dados em formatos diversos relativos à regulação hormonal da reprodução, estados iniciais do desenvolvimento embrionário, nidação e fenómenos fisiológicos associados.</li> <li>• Avaliação das condições necessárias ao encontro dos gâmetas.</li> <li>• Problematização e análise crítica de situações que envolvam a possibilidade de factores pessoais e/ou ambientais afectarem os processos reprodutivos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Valorização dos conhecimentos sobre reprodução para compreender o funcionamento do próprio corpo e adoptar comportamentos promotores de saúde.</li> <li>• Disponibilidade para analisar criticamente os mitos e/ou concepções pessoais relacionadas com aspectos da reprodução humana.</li> <li>• Reconhecimento da importância e interdependência das dimensões biológica, psicológica e ética da sexualidade humana.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A morfofisiologia dos sistemas reprodutores feminino e masculino.</li> <li>• As fases da gametogénese (multiplicação, crescimento, maturação e diferenciação) no ciclo de vida dos indivíduos, com destaque para a divisão meiótica e a conclusão da oogénese no momento da fecundação.</li> <li>• A importância da reacção acrossómica.</li> <li>• A regulação hormonal no funcionamento das gónadas e nos processos de nidação e gestação.</li> <li>• Os processos de retroalimentação que envolvam o funcionamento do hipotálamo, hipófise e gónadas.</li> <li>• A função e importância dos diferentes anexos embrionários.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudo detalhado de variações/ interacções hormonais para além das que expliquem as diferentes fases dos ciclos ovário e uterino.</li> <li>• Estudo pormenorizado do desenvolvimento embrionário humano.</li> </ul>	<p>Gametogénese</p> <p>Espermatogénese</p> <p>Oogénese</p> <p>Testículo:</p> <p>Túbulos seminíferos</p> <p>Espermatogónia</p> <p>Espermatídeo,</p> <p>Espermatozóide</p> <p>Células de Sertoli e Leydig</p> <p>Ovário:</p> <p>Folículos primordiais</p> <p>Folículos de Graaf</p> <p>Corpo amarelo</p> <p>Ovulação</p> <p>Testosterona</p> <p>Estrogénio</p> <p>Progesterona</p> <p>Hormonas hipofisárias</p> <p>Hormonas hipotalâmicas</p> <p>Retroalimentação</p> <p>Ciclos ovário e uterino</p> <p>Reacção acrossómica</p> <p>Fecundação</p> <p>Nidação</p> <p>Embrião</p> <p>Feto</p> <p>Anexos embrionários</p>	30

Conteúdos Conceptuais	Conteúdos Procedimentais	Conteúdos Atitudinais	Enfatizar	Evitar	Conceitos / Palavras-chave	Número de aulas previstas
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interpretação de dados de natureza diversa que permitam a compreensão das funções dos anexos embrionários.</li> <li>• Discussão dos contributos da gametogénese e fecundação na transmissão de características entre as gerações e na diversidade das populações humanas.</li> </ul>				Desenvolvimento embrionário: Crescimento, Morfogénese, Diferenciação celular Oxitocina Prolactina	
2 Manipulação da fertilidade	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recolha, organização e interpretação de informação relacionada com métodos contraceptivos, causas de infertilidade e técnicas de reprodução assistida.</li> <li>• Análise de princípios biológicos subjacentes a diferentes métodos contraceptivos e técnicas de reprodução assistida.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desenvolvimento de opiniões críticas e informadas face à utilização de métodos contraceptivos, de processos de reprodução assistida e de manipulação de embriões.</li> <li>• Reconhecimento de que os avanços sobre estrutura molecular e actuação das hormonas são marcos importantes no controlo e indução da fertilidade.</li> <li>• Reflexão sobre as implicações biológicas e sócio-éticas que decorrem da utilização de processos de manipulação da reprodução humana, no que respeita à qualidade de vida dos indivíduos e desenvolvimento das populações.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• As causas da infertilidade humana podem ter origem masculina ou feminina (ex. imobilidade do esperma, infecções, malformações congénitas, disfunções hormonais,...)</li> <li>• A reprodução assistida como meio de ultrapassar a infertilidade humana (ex. fecundação <i>in vitro</i>, microinjecção e implantação de embriões,...).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O estudo exaustivo ou descontextualizado de métodos contraceptivos.</li> <li>• A emissão de juízos de valor sobre a adopção dos diferentes métodos contraceptivos e técnicas de reprodução assistida.</li> </ul>	Contraceção Métodos contraceptivos  Infertilidade  Reprodução assistida  Crioconservação de gâmetas e de embriões	

Conteúdos Conceptuais	Conteúdos Procedimentais	Conteúdos Atitudinais	Enfatizar	Evitar	Conceitos / Palavras-chave	Número de aulas previstas
3 Património Genético 3.1 Transmissão de características hereditárias	<ul style="list-style-type: none"> <li>Integração de conhecimentos sobre meiose, gametogénese e hereditariedade.</li> <li>Comparação dos contributos dos trabalhos de Mendel e Morgan.</li> <li>Resolução de exercícios sobre a transmissão hereditária de caracteres.</li> <li>Construção e interpretação de árvores genealógicas.</li> <li>Problematização e organização de dados relativos a casos cuja expressão fenotípica resulte de interacção génica.</li> <li>Análise de evidências que permitam inferir a localização de dois genes num mesmo cromossoma.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Consciencialização da importância dos contextos (sociais, tecnológicos, ...) na construção do conhecimento científico.</li> <li>Reconhecimento da importância das teorias e modelos na construção do conhecimento científico.</li> <li>Desenvolvimento de atitudes que promovam o respeito pela diversidade fenotípica dos indivíduos.</li> <li>Valorização dos conhecimentos sobre genética no sentido de desenvolver uma atitude responsável face ao seu papel no melhoramento da qualidade de vida do indivíduo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>A pertinência das leis de Mendel e suas limitações.</li> <li>O estudo de alguns casos de mono e di-hibridismo.</li> <li>A importância dos dados fornecidos por retrocruzamentos.</li> <li>A ligação ao sexo de algumas características.</li> <li>A previsão de proporções feno e genotípicas numa descendência.</li> <li>O carácter hereditário de algumas patologias humanas (ex. daltonismo, fenilcetonúria, hemofilia, surdez...)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>A descrição detalhada dos trabalhos de Mendel.</li> <li>A resolução de exercícios que envolvam três ou mais pares de alelos.</li> <li>A resolução de exercícios sobre epistasia, cálculo de distância entre genes e mapa cromossómico.</li> </ul>	<p>Fenótipo Genótipo Homozigótico Heterozigótico Alelo recessivo, dominante e codominante Alelos múltiplos e letais Árvore genealógica</p>	
3.2 Organização e regulação do material genético	<ul style="list-style-type: none"> <li>Interpretação de dados relativos à organização geral do material nuclear e localização da informação genética.</li> <li>Sistematização de aspectos que caracterizem o cariótipo humano e permitam compará-lo com o de outras espécies.</li> <li>Discussão da importância dos mecanismos de regulação génica e sua relação com a diferenciação celular e ontogenia dos indivíduos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reflexão sobre aspectos biológicos, éticos e sociais relacionados com a descodificação do genoma humano.</li> <li>Reconhecimento do carácter provisório do conhecimento científico.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Os cromossomas como entidades que contêm os genes.</li> <li>O cariótipo humano e a determinação genética do sexo.</li> <li>A existência de material genético extra-nuclear.</li> <li>O carácter selectivo da expressão de alguns genes.</li> <li>A influência de agentes endógenos e exógenos na expressão génica.</li> <li>A importância dos operões nos seres procariontes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Abordagens que envolvam estruturas químicas complexas.</li> <li>A exploração das técnicas utilizadas para estudo da estrutura de cromossomas e visualização de cariótipos.</li> <li>O estudo detalhado de processos de regulação génica.</li> </ul>	<p>Genoma Gene Cromatina Cromossoma Autossoma Heterossoma Operão Regulão Promotor Operador Gene estrutural Gene regulador Repressor Indutor</p>	

Conteúdos Conceptuais	Conteúdos Procedimentais	Conteúdos Atitudinais	Enfatizar	Evitar	Conceitos / Palavras-chave	Número de aulas previstas
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interpretação de processos de regulação da expressão génica.</li> </ul>					
<p>4 Alterações do material genético</p> <p>4.1 Mutações</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análise e interpretação de casos de mutações, sua génese e consequências, com vista à compreensão global da diversidade de processos envolvidos na sua origem.</li> <li>• Avaliação de efeitos de mutações ocorridas em células somáticas e germinativas.</li> <li>• Interpretação de casos relacionados com a activação de oncogenes por mutações.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Atitude responsável e crítica face aos argumentos que suportam os debates sobre a utilização dos processos de clonagem e engenharia genética aplicados aos seres humanos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O carácter espontâneo de certas alterações génicas e cromossómicas.</li> <li>• O efeito mutagénico de radiações (ex. ionizantes, ultra-violeta,...) e substâncias químicas (ex. gás mostarda).</li> <li>• A exploração de exemplos de mutações cromossómicas em humanos (ex. síndromes de Down, Turner, Klinefelter,...).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A descrição detalhada dos aspectos que caracterizam as patologias humanas relacionadas com alterações cromossómicas.</li> <li>• O estudo exaustivo de hipóteses que explicam a activação de oncogenes.</li> </ul>	<p>Mutação</p> <p>Delecção</p> <p>Duplicação</p> <p>Translocação</p> <p>Inversão</p> <p>Haploidia /Poliploidia</p> <p>Monossomia</p> <p>Polissomia</p> <p>Nulissomia</p> <p>Agente mutagénico</p> <p>Oncogene</p>	
<p>4.2 Fundamentos de engenharia genética</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análise de procedimentos laboratoriais de manipulação de DNA, com vista à compreensão global de processos biotecnológicos envolvidos.</li> <li>• Interpretação de esquemas e modelos explicativos de obtenção de cópias de genes (cDNA) a partir do mRNA correspondente.</li> <li>• Avaliação da importância biológica das endonucleases de restrição.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apreciação crítica do papel desempenhado pelos media na divulgação dos avanços da ciência e da tecnologia.</li> <li>• Reflexão sobre implicações biológicas e sócio-éticas que decorrem da obtenção de organismos geneticamente modificados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A constituição dos ácidos nucleicos estudada nos anos anteriores</li> <li>• A possibilidade de obter cadeias de DNA partindo de um molde de RNA.</li> <li>• A importância das enzimas de restrição e das ligases como ferramentas de engenharia genética.</li> <li>• A obtenção de organismos geneticamente modificados (OGM) por manipulação de DNA.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A descrição aprofundada de técnicas de obtenção de DNA recombinante (rDNA).</li> <li>• A exploração dos sistemas restrição / modificação.</li> </ul>	<p>Enzima de restrição</p> <p>Ligase do DNA</p> <p>Transcriptase reversa</p> <p>Plasmídeo /Vector</p> <p>rDNA</p> <p>cDNA</p> <p>OGM</p>	

## **SUGESTÕES METODOLÓGICAS:**

Os conceitos básicos relativos aos sistemas reprodutores feminino e masculino foram já abordados em anos anteriores, como tal, as actividades de ensino-aprendizagem devem ser desenvolvidas no sentido do aluno clarificar, enriquecer e aprofundar os conteúdos deste módulo.

**De que modo os processos reprodutivos interferem na qualidade de vida dos seres humanos?**

**Em que difere a morfofisiologia dos sistemas reprodutores feminino e masculino? Que mecanismos regulam o seu funcionamento?**

**Que procedimentos tecnológicos permitem, actualmente, controlar a gametogénese, a fecundação e a gestação?**

**Quais as possíveis causas da infertilidade humana?**

Este tipo de questões poderá orientar actividades como as que seguidamente se enunciam.

- Análise de imagens (esquemas, fotografias, vídeo, ...) relativas à histologia das gónadas, à estrutura dos gâmetas, a estádios de gestação e a diferentes anexos embrionários, no sentido de interrelacionar aspectos morfológicos e fisiológicos.
- Observação e interpretação de preparações definitivas de gâmetas e/ou cortes de testículo e ovário de mamíferos.
- Planificação e realização de actividades laboratoriais que permitam observar gâmetas e processos de fecundação e, eventualmente, fases iniciais do desenvolvimento embrionário de seres com fecundação externa (ex. ouriço-do-mar).
- Análise e síntese de informação sobre situações que envolvam aspectos de regulação hormonal da reprodução, por exemplo, o uso de contraceptivos orais, a terapia hormonal de substituição ou a estimulação da ovulação em casos de esterilidade; a interpretação destes casos exige que os alunos mobilizem conhecimentos de retroalimentação hormonal (estudados no 10º ou 11º anos) e compreendam as interacções que se estabelecem entre hipotálamo, hipófise e gónadas.
- Organização de trabalhos de pesquisa, por parte de pequenos grupos de alunos, sobre métodos contraceptivos, causas de infertilidade e técnicas de reprodução assistida; posteriormente sugere-se a realização de debate, alargado à turma, mobilizando não só os aspectos biológicos que permitem compreender os processos em estudo, como também as suas implicações sociais, nomeadamente os possíveis contributos para a melhoria da qualidade de vida das populações humanas. Estes trabalhos podem ser enriquecidos com a análise e discussão de documentários videogravados, bem como com a organização de sessões onde possam estar presentes especialistas.

**De que modo os conhecimentos de genética podem ser utilizados para melhorar a qualidade de vida das pessoas?**

**Que meios são utilizados para estudar o património genético dos organismos?**

**Como prever o aparecimento de uma certa característica na geração seguinte?**

**Poder-se-á saber se uma determinada doença possui ou não um carácter hereditário?**

**Até que ponto os genes determinam o nosso fenótipo?**

Questões como estas poderão ser ponto de partida para as actividades de aprendizagem sobre hereditariedade e genética.

Sugere-se que as referências aos trabalhos de Mendel e Morgan sejam contextualizadas em termos históricos, sociais e tecnológicos, pois tal é indispensável à compreensão da sua importância; nesse sentido, será pertinente reflectir também sobre as dificuldades e as expectativas que actualmente desafiam e controlam a investigação em genética (opinião pública, interesses económicos, posições políticas e religiosas, meios tecnológicos,...).

Salienta-se que a resolução de exercícios de papel e lápis não deverá ser tomada como um fim em si mesmo, mas antes um meio para que os alunos compreendam como é possível interpretar e prever a transmissão de algumas características.

Importa diagnosticar e modificar eventuais concepções fixistas de gene e alelo, pelo que poderá ser útil ajudar os alunos a revisitarem alguns dos seus conhecimentos de evolução (relativos ao 11º ano). Cuidado semelhante deverá ser tido com concepções relativas à unidade do genoma das diversas células de um mesmo organismo. O tratamento destes aspectos poderá levar ao levantamento de novas questões relativas aos demais conteúdos deste módulo:

**Em que medida é que os genes explicam a ontogenia e a filogenia dos indivíduos?**

**Por que é que os genes não possuem todos um mesmo número de alelos? Como podem ser alterados os alelos que herdamos? Com que consequências?**

**De que forma se explica que células com um mesmo genoma sejam diferentes?**

**Como se pode manipular a regulação dos genes? Poder-se-á corrigir um defeito genético?**

Relativamente ao estudo da organização, regulação e alteração do material genético é indispensável que os alunos mobilizem e integrem, de forma responsável e crítica, os saberes que possuem sobre ácidos nucleicos, sua localização e organização nos seres procariontes e eucariontes, processos de replicação e tradução, bem como sobre a divisão celular; tal poderá supor tarefas, mais ou menos orientadas, de pesquisa para revisão e aprofundamento. Sugere-se, também, que as abordagens sejam feitas de forma integrada e contextualizada, pelo que se apresentam algumas sugestões.

- Análise, interpretação e comparação de imagens de cariótipos humanos normais e com mutações cromossómicas (ex. síndromas de Down, Turner, Cri-du-chat,...).
- Exploração de aspectos relativos à regulação génica e activação de oncogenes por mutações e casos relativos ao efeito mutagénico de radiações e substâncias químicas.
- Interpretação de procedimentos laboratoriais de manipulação de DNA e respectivos resultados (disponíveis em recursos multimédia e/ou bibliográficos).
- Avaliação das potencialidades da tecnologia do DNA recombinante para estudar a expressão de genes humanos em laboratório.
- Interpretação de documentos / documentários sobre a utilização de técnicas de PCR (reações de polimerização em cadeia), seus fundamentos biológicos e requisitos tecnológicos; análise das suas potencialidades (ex. aplicações às ciências forenses), limitações e questões éticas associadas.
- Discussão de casos com impacto social sobre a produção de OGM.

## Módulo 2 — CONTROLO DE DOENÇAS E BIOTECNOLOGIA

### Como melhorar a qualidade de vida dos seres humanos?

#### Até que ponto poderemos controlar doenças? Como resolver problemas de alimentação da população humana?

Conteúdos Conceptuais	Conteúdos Procedimentais	Conteúdos Atitudinais	Enfatizar	Evitar	Conceitos/ Palavras-chave	Número de aulas previstas
1 Sistema Imunitário 1.1 Defesas específicas e não específicas 1.2 Desequilíbrios e doenças	<ul style="list-style-type: none"> <li>Integração de conhecimentos relacionados com os processos e as estruturas biológicas que asseguram os mecanismos de defesa específica e não específica do organismo.</li> <li>Interpretação de acontecimentos biológicos que caracterizem os processos de infecção e inflamação de tecidos.</li> <li>Análise de dados laboratoriais relacionados com o sistema imunitário.</li> <li>Distinção de processos de imunidade humoral e imunidade mediada por células.</li> <li>Interpretação de acontecimentos imunitários envolvidos nas reacções de hipersensibilidade e dano tecidual (alergias e doenças auto-imunes).</li> <li>Análise de situações causadoras de imunodeficiência e suas consequências.</li> <li>Aplicação de conhecimentos para interpretar acontecimentos do dia-a-dia.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Valorização dos conhecimentos relativos a infecções e imunidade como meio de promoção da saúde individual, escolar e pública, em geral.</li> <li>Consciencialização da necessidade de divulgar conhecimentos e mobilizar a comunidade educativa na adopção de comportamentos mais saudáveis.</li> <li>Reconhecimento e aceitação das possibilidades e limitações dos mecanismos de defesa do corpo humano.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Os processos de defesa específica e não específica do organismo.</li> <li>As diferenças morfológicas e funcionais dos diversos tipos de leucócitos.</li> <li>As diferenças biológicas entre vírus e bactérias e respectivos processos de proliferação no organismo.</li> <li>Os principais acontecimentos que caracterizam um processo inflamatório.</li> <li>A especificidade da resposta imunológica.</li> <li>A existência de diferentes classes de imunoglobulinas.</li> <li>Os conceitos de imunidade inata e adquirida.</li> <li>A memória imunitária.</li> <li>A interpretação biológica dos processos de vacinação, incompatibilidades sanguíneas e rejeição de tecidos transplantados.</li> <li>As causas e os efeitos dos estados de imunodeficiência.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>A exploração da estrutura química das imunoglobulinas.</li> <li>O estudo dos processos que regulam a produção dos diferentes tipos de leucócitos.</li> <li>A exploração exaustiva das interacções existentes entre linfócitos B e T</li> <li>O estudo das diferentes classes de linfócitos T.</li> <li>A descrição detalhada dos mecanismos de infecção e rejeição.</li> </ul>	Defesas específicas e não específicas Reacção inflamatória Quimiotaxia Diapedese Fagocitose Linfócitos (B e T) Monócitos / Macrófagos Eosinófilos Basófilos Neutrófilos, Célula de memória Imunidade inata e adquirida Antígeno Anticorpo Imunoglobulina Interferão  Imunodeficiência Vacina Hipersensibilidade Alergia Histaminas Autoimunidade	30

Conteúdos Conceptuais	Conteúdos Procedimentais	Conteúdos Atitudinais	Enfatizar	Evitar	Conceitos/ Palavras-chave	Número de aulas previstas
2 Biotecnologia no diagnóstico e terapêutica de doenças	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interpretação de procedimentos gerais envolvidos na produção de anticorpos monoclonais.</li> <li>• Análise de exemplos que ilustrem as potencialidades da utilização dos anticorpos monoclonais no diagnóstico e terapêutica de doenças.</li> <li>• Recolha, organização e interpretação de informação relacionada com a utilização de procedimentos biotecnológicos na produção de substâncias com fins terapêuticos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desenvolvimento de opiniões fundamentadas sobre as questões que envolvem a utilização de animais na experimentação biomédica.</li> <li>• Reconhecimento da importância das relações entre ciência e tecnologia e implicações de ambas para a sociedade.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A distinção entre anticorpos poli e monoclonais.</li> <li>• A utilização biomédica dos anticorpos monoclonais.</li> <li>• As vantagens da utilização de substâncias terapêuticas produzidas biotecnologicamente.</li> <li>• A utilização de processos de bioconversão na produção de antibióticos e esteróides.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A descrição de processos biotecnológicos cuja compreensão exija conhecimentos de biologia, física, química, ou matemática que os alunos não dominem, ou detalhes excessivos e dispensáveis.</li> </ul>	<p>Anticorpos poli e monoclonais</p> <p>Hibridoma</p> <p>Mieloma</p> <p>Bioconversão</p>	
3 Microrganismos e indústria alimentar 3.1 Fermentação e actividade enzimática 3.2 Conservação, melhoramento e produção de novos alimentos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Organização e interpretação de dados de natureza diversa (laboratoriais, bibliográficos, <i>internet</i>,...) sobre a utilização de microrganismos na produção de alimentos (ex. iogurte, queijo, vinagre, pickles...)</li> <li>• Concepção e realização de actividades laboratoriais e/ou experimentais para estudo de factores que condicionem a actividade enzimática.</li> <li>• Execução de trabalhos práticos relativos a processos envolvidos na produção e conservação de alimentos.</li> <li>• Redacção de memórias descritivas e interpretativas de trabalhos laboratoriais e e/ou experimentais.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Valorização dos conhecimentos sobre os processos metabólicos de alguns organismos, na perspectiva da sua utilização no fabrico, processamento e conservação de alimentos.</li> <li>• Construção de opiniões informadas sobre a utilização de alimentos obtidos/ modificados por processos biotecnológicos.</li> <li>• Desenvolvimento da capacidade de analisar criticamente novas informações e ponderar argumentos contraditórios.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A importância biológica das enzimas.</li> <li>• Os factores que afectam a actividade enzimática.</li> <li>• A especificidade enzima-substrato.</li> <li>• O conceito de via metabólica e controlo pelo produto final.</li> <li>• Os fundamentos biológicos subjacentes a métodos de conservação de alimentos (pasteurização, criopreservação, irradiação, liofilização, aditivos...)</li> <li>• Alguns exemplos ilustrativos das potencialidades da biotecnologia na produção, melhoramento e conservação de alimentos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• As abordagens que incluam estruturas químicas complexas.</li> <li>• O estudo detalhado de procedimentos biotecnológicos.</li> </ul>	<p>Fermentação láctea, alcoólica e acética</p> <p>Via metabólica</p> <p>Catalisador</p> <p>Biocatalisador</p> <p>Enzima</p> <p>Centro activo</p> <p>Apoenzima</p> <p>Holoenzima</p> <p>Substrato</p> <p>Complexo enzima - substrato</p> <p>Especificidade relativa e absoluta</p> <p>Inactivação,</p> <p>Desnaturação</p> <p>Inibidor</p> <p>Inibição competitiva</p>	



Conteúdos Conceptuais	Conteúdos Procedimentais	Conteúdos Atitudinais	Enfatizar	Evitar	Conceitos/ Palavras-chave	Número de aulas previstas
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Discussão dos fundamentos biológicos subjacentes a diferentes técnicas de conservação de alimentos.</li> <li>• Interpretação de exemplos de aplicações biotecnológicas na indústria alimentar, nomeadamente, imobilização de enzimas, aditivos e novas fontes de nutrientes.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• A interdependência das dimensões conceptual e procedimental nas actividades laboratoriais / experimentais.</li> <li>• A importância do controlo de variáveis e da utilização de réplicas nos trabalhos de natureza experimental.</li> </ul>		Inibição alostérica Cofactor Coenzima Aditivos alimentares	

### SUGESTÕES METODOLÓGICAS:

**Em que medida a qualidade de vida dos seres humanos depende da capacidade que possuem para controlar as doenças?**

**De que forma poderá o organismo humano defender-se das agressões externas?**

**Que situações podem comprometer o funcionamento eficaz do sistema imunitário? Que implicações advêm para a saúde?**

Estes são exemplos de questões susceptíveis de orientar actividades que permitam aos alunos a construção de uma visão integrada do funcionamento do sistema imunitário e dos problemas associados ao seu desequilíbrio. Entre outras actividades, sugerem-se as seguintes.

- Observação e interpretação de esquemas e/ou fotografias (ou de preparações definitivas) de diferentes agentes patogénicos e tecidos danificados por esses agentes (importa salientar aspectos que se relacionam com a escala e os meios tecnológicos utilizados para a obtenção das imagens).
- Exploração de resultados de análises clínicas ao sangue que contenham contagem de leucócitos e pesquisa de imunoglobulinas.
- Pesquisa e sistematização de informação relativa a reacções de hipersensibilidade (ex. provocada por ácaros, látex, alimentos...), autoimunidade (ex. glomerulonefrite, febre reumática,...) e imunodeficiências (ex. SIDA, deficiência de desaminase de adenosina - ADA), vacinação e incompatibilidades de transplantes.

Relativamente aos aspectos de Biotecnologia no diagnóstico e terapêutica sugere-se a organização de trabalhos de pesquisa e discussão orientados por questões do tipo:

**De que modo a Ciência e a Tecnologia podem contribuir para prevenir, detectar ou resolver desequilíbrios imunológicos?**

Sistematização da informação recolhida, por aluno ou grupo de alunos, seguida de debate alargado à turma dos seguintes tópicos.

- Utilização de anticorpos monoclonais (ex. na localização e diagnóstico de tumores, tratamento de doenças autoimunes, testes de gravidez, antídotos para drogas e venenos,...).
- Engenharia genética na produção de substâncias com valor terapêutico (ex. insulina, hormona de crescimento, factor VIII anti-hemofílico, interferão,...), no diagnóstico pré-natal de doenças, na avaliação da compatibilidade de órgãos para transplante, em testes de paternidade.

- Bioconversão na produção de antibióticos (vantagens relativas à via de administração, ao espectro de acção e à redução de reacções alérgicas) e produção de esteróides (contraceptivos orais e anabolizantes).

Os conteúdos relativos a microrganismos e indústria alimentar podem ser explorados recorrendo à organização de actividades de pesquisa e discussão orientadas por questões do tipo:

**Como produzir maior quantidade de alimentos? Qual o contributo da indústria na produção, processamento e conservação de alimentos?**

**Em que medida as novas variedades de alimentos obtidas por engenharia genética podem ser uma solução?**

**Quais os efeitos ambientais da produção intensiva de alimentos?**

A pesquisa de aspectos relativos à indústria alimentar deve permitir ao aluno o planeamento e execução de actividades laboratoriais, de cariz experimental, que evidenciem processos utilizados na produção e conservação de alimentos (ex. produção de vinagre, iogurte,...), bem como factores que condicionem a actividade metabólica dos microrganismos nela envolvidos, nomeadamente variações de temperatura, pH, ou concentração de substrato / enzimas. Sugere-se que estes processos de experimentação envolvam a utilização de sensores e posterior tratamento informatizado de dados. Propõe-se a realização de sessões plenárias, nas quais os alunos apresentem e discutam as montagens experimentais realizadas, assim como os resultados obtidos. Recomenda-se, também, a análise e interpretação de dados experimentais (gráficos e/ ou tabelas) existentes na bibliografia.

Sugere-se o diagnóstico e a mobilização dos saberes que os alunos possuam sobre a conservação de alimentos por métodos tradicionais, processos de distribuição de alimentos e a introdução de algumas aplicações da biotecnologia nesta área. Esta abordagem permitirá, por um lado, a análise, discussão e compreensão de processos biológicos envolvidos e, por outro, perspectivar a evolução das técnicas usadas na conservação de alimentos ao longo do tempo.

## Módulo 3 — RECURSOS NATURAIS E SUSTENTABILIDADE

### Como melhorar a qualidade de vida dos seres humanos?

#### Como resolver problemas de alimentação da população humana? Que soluções para os efeitos da actividade humana sobre o ambiente?

Conteúdos Conceptuais	Conteúdos Procedimentais	Conteúdos Atitudinais	Enfatizar	Evitar	Conceitos/ Palavras-chave	Número de aulas previstas
<p>1 Exploração das potencialidades da Biosfera e produção de alimentos</p> <p>1.1 Cultivo de plantas e criação de animais</p> <p>1.2 Controlo de pragas</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interpretação e discussão de dados, de natureza diversa, sobre a intervenção do homem nos ecossistemas para aumentar as reservas alimentares.</li> <li>• Análise e interpretação de técnicas de cultura de tecidos vegetais e compreensão das suas potencialidades.</li> <li>• Avaliação de argumentos sobre vantagens e preocupações relativas à utilização de OGM na produção de alimentos.</li> <li>• Análise de métodos de clonagem aplicados à agricultura / criação de animais e debate sobre os aspectos relacionados com o seu impacto ecológico, económico e ético.</li> <li>• Avaliação de benefícios/prejuízos associados ao uso de hormonas e reguladores de crescimento no controlo do desenvolvimento e fertilidade de plantas e animais.</li> <li>• Discussão sobre a problemática do uso de biocidas e de métodos alternativos no controlo de pragas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desenvolvimento de atitudes responsáveis face à intervenção do homem no ecossistema.</li> <li>• Valorização dos conhecimentos científicos no controlo de pragas sem prejuízo para o ambiente.</li> <li>• Desenvolvimento de capacidades de analisar criticamente dados relacionados com a utilização de diferentes biotecnologias na produção de alimentos e formulação de juízos fundamentados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A importância para o ambiente e para a saúde da utilização de métodos naturais no controlo de pragas (ex. controlo genético, com químicos naturais,...).</li> <li>• A importância das biotecnologias na minimização do problema da fome no mundo.</li> </ul>		<p>Reprodução selectiva</p> <p>Transgénico</p> <p>Cultura de tecidos</p> <p>Micropropagação</p> <p>Tecido caloso</p> <p>Implante /explante</p> <p>Protoplasma</p> <p>Equilíbrio dinâmico</p> <p>Ciclo reprodutor</p> <p>Esterilização</p> <p>Feromonas</p> <p>Agentes biocidas</p> <p>Espectro de acção</p> <p>Persistência</p>	30

Conteúdos Conceptuais	Conteúdos Procedimentais	Conteúdos Atitudinais	Enfatizar	Evitar	Conceitos/ Palavras-chave	Número de aulas previstas
2 Poluição e degradação de recursos 2.1 Contaminantes da atmosfera, solo e água e seus efeitos fisiológicos 2.2 Tratamento de resíduos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Discussão de consequências relativas a contaminantes de ecossistemas (eutrofização, bioampliação, sinergismo,...).</li> <li>• Recolha e organização de dados sobre sistemas utilizados para diminuir as emissões para a atmosfera e tratamento de resíduos.</li> <li>• Análise do papel dos seres vivos decompositores e saprófitas na reciclagem de materiais.</li> <li>• Discussão de impedimentos e alternativas possíveis à reciclagem de produtos residuais (contaminação com materiais tóxicos).</li> <li>• Apreciação crítica de informação veiculada pelos <i>media</i> e aplicação de conhecimentos para interpretar problemáticas com impacto social.</li> <li>• Concepção e execução de trabalhos experimentais sobre contaminação de recursos naturais.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reflexão e desenvolvimento de atitudes críticas, conducentes a tomadas de decisões fundamentadas, sobre problemas ambientais causados pela actividade humana.</li> <li>• Consciencialização das vantagens da reciclagem e reutilização de materiais como modo de evitar a contaminação (ar, solo e água) e o esgotamento dos recursos naturais.</li> <li>• Valorização dos avanços científico-tecnológicos na preservação do meio ambiente.</li> <li>• Desenvolvimento de posturas interventivas e responsáveis, visando contribuir para a alfabetização científica dos membros da comunidade educativa sobre questões de impacto social para a comunidade local e/ou nacional.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Os principais contaminantes ambientais, suas fontes e avaliação dos seus riscos para a saúde.</li> <li>• Os contaminantes acarretam riscos para a saúde (efeitos crónicos, agudos, cancerígenos,...) e degradam o meio ambiente.</li> <li>• A importância da reciclagem de materiais e do tratamento de resíduos.</li> <li>• A utilização de microrganismos para a diminuição da matéria orgânica presente nos resíduos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A referência a um elevado número de contaminantes e seus efeitos.</li> <li>• O estudo pormenorizado dos processos químicos envolvidos no tratamento de resíduos.</li> </ul>	Poluição /Poluente Contaminação Eutrofização natural/cultural Bioampliação Sinergismo Chuvas ácidas Efeito de estufa Ozono atmosférico Carência bioquímica de oxigénio (CBO) Toxicidade Dose letal Efeito agudo, crónico Agente mutagénico, teratogénico, cancerígeno Estação de tratamento de águas residuais (ETAR) Incineração Aterro Sanitário Compostagem Biogás Biossólidos (lodos tratados) Biodegradável Reciclável	

Conteúdos Conceptuais	Conteúdos Procedimentais	Conteúdos Atitudinais	Enfatizar	Evitar	Conceitos/ Palavras-chave	Número de aulas previstas
3 Crescimento da população humana e sustentabilidade	<ul style="list-style-type: none"> <li>Análise e interpretação de dados em diferentes formatos (gráficos, tabelas,...) relativos à evolução da população ao longo do tempo.</li> <li>Discussão de causas e consequências da explosão demográfica, nomeadamente os seus efeitos ambientais e sociais.</li> <li>Interpretação de padrões de crescimento demográfico de sociedades com diferentes níveis de desenvolvimento.</li> <li>Avaliação de medidas a adoptar para solucionar os problemas associados à explosão demográfica e degradação ambiental.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reconhecimento que o crescimento demográfico, a degradação ambiental e os avanços científicos e tecnológicos condicionam a qualidade de vida do Homem.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Os factores que condicionam o desenvolvimento da população humana (reprodução e fertilidade, genética, imunidade e doenças, alimentação,...).</li> </ul>		<p>Demografia Mortalidade Natalidade</p> <p>Sustentabilidade</p>	

### SUGESTÕES METODOLÓGICAS:

Relativamente à intervenção do homem na ecossfera a informação disponibilizada e/ou recolhida pelos alunos deve ser sistematizada, interpretada e discutida (em pequenos grupos seguida de debate plenário) tendo em conta os aspectos que seguidamente se apresentam.

- Desflorestação, agricultura (cultivo excessivo,...) e desertificação:
  - será importante confrontar a agricultura familiar com a realizada por grandes empresas especializadas em monoculturas;
  - reflectir sobre a importância da agricultura sustentável na preservação dos ecossistemas;
  - a análise de tabelas / gráficos, textos / vídeos ou outros documentos multimédia poderão ser recursos pertinentes para este tipo de abordagem.
- Cultura de tecidos vegetais, criação de animais e biodiversidade:
  - será importante o aluno compreender os princípios biológicos subjacentes à utilização de algumas técnicas usadas na agricultura / pecuária / aquacultura, reconhecer as potencialidades desses processos e recolher dados para avaliar os seus impactes no meio ambiente.

- Controlo de pragas, equilíbrio dos ecossistemas e saúde do indivíduo:
  - sugere-se o estudo de casos que permitam conhecer os efeitos de algumas pragas sobre as culturas (ex. piolho do arroz,...) e de diferentes soluções encontradas pelo homem para as combater (biocidas, controlo por inimigos naturais, controlo genético,...);
  - a interpretação de dados contidos na literatura relativos à toxicidade, efeitos e persistência de alguns biocidas será importante, tanto mais que permitirá aos alunos problematizar situações do dia-a-dia que envolvam o uso deste tipo de substâncias.

Os aspectos relacionados com a toxicidade de biocidas são facilmente articuláveis com o estudo dos efeitos dos poluentes e tratamento de resíduos.

Partindo da questão central do programa **Que soluções para os efeitos da actividade humana sobre o ambiente?** e de tópicos já abordados (ex. problemática da utilização de biocidas), formular novas questões orientadoras das actividades de ensino-aprendizagem, tais como as seguintes:

**Que actividades humanas têm contribuído para a contaminação da atmosfera, solo e água?**

**Quais são os principais contaminantes ambientais? Que efeitos provocam nos ecossistemas? E na saúde das pessoas?**

**Por que é que as águas residuais são um dos factores de contaminação ambiental com maior risco para a saúde pública?**

**Como controlar as emissões para a atmosfera?**

**Como tratar os resíduos convertendo-os em produtos úteis? Quais as medidas mais adequadas para o caso de materiais tóxicos?**

A identificação e análise de situações de desequilíbrio ambiental de âmbito local ou regional, veiculadas pelos *media* ou retiradas da bibliografia permitirão um estudo contextualizado dos principais poluentes ambientais, suas fontes, efeitos para o meio ambiente e riscos para a saúde. Sugerem-se os seguintes exemplos de actividades.

- Interpretação de quadros, gráficos e/ou tabelas sobre contaminantes, suas fontes e efeitos.
- Análise de informação relativa ao funcionamento de estações de tratamento de resíduos, no sentido dos alunos compreenderem alguns dos processos envolvidos, nomeadamente a importância dos seres vivos na reciclagem de materiais, tomando consciência da quantidade de “lixos” urbanos que são produzidos diariamente.
- Estudo de casos, suas causas, extensão espacial e temporal, consequências ambientais e humanas e soluções que foram ou não encontradas.
- Problematização de situações que lhes são próximas e envolvam a contaminação de recursos naturais e ambiente (ex. derrame de detergentes ou hidrocarbonetos em jardins, campos, lagos, rios ou oceanos).

Sugere-se que os alunos dinamizem actividades (por ex., colóquios, *workshops*, exposições, redacção de artigos para os *media*,...) que promovam, por um lado, a divulgação das suas aprendizagens junto da comunidade – educativa ou local – mas, principalmente, que lhes proporcionem espaços de argumentação e fundamentação de opiniões. Na organização destas actividades, será importante reforçar a necessidade de promover a gestão equilibrada dos recursos (renováveis e não renováveis) e levar produtores e consumidores a adoptarem padrões de produção e de consumo ecologicamente sustentáveis. Tratando-se de um exercício de cidadania responsável, recomenda-se especial cuidado de modo a excluir intervenções sensacionalistas.

**Que factores têm condicionado o desenvolvimento da população humana ao longo do tempo?**

**O nível de desenvolvimento de uma sociedade condicionará o seu crescimento demográfico?**

**Em que medida a Ciência e a Tecnologia têm influenciado esse crescimento?**

**Quais as consequências para o meio ambiente da explosão demográfica? E para a qualidade de vida dos indivíduos?**

Este tipo de questões podem enquadrar abordagens que visem a integração dos diversos temas estudados, nomeadamente no que diz respeito aos contributos da biotecnologia ao nível da manipulação da fertilidade, das alterações do material genético, da imunidade e controlo de doenças e da alimentação, de modo a clarificar o seu contributo para a resolução da situação – problema, **Como melhorar a qualidade de vida dos seres humanos?** que serve de contexto ao programa.

Mais do que aprender novos conceitos importa articular e integrar conhecimentos. Este tipo de abordagem deve, no entanto, ser apoiada por actividades de pesquisa, sistematização e interpretação de informação, por aluno ou grupos de alunos, e promover o debate na turma.

## 4. Bibliografia

- Alderson, P. & Rowland, M. (1995). *Making Use of Biology* (2ªEd.). London: MacMillan Press Ltd.

Neste texto a abordagem dos conceitos surge da necessidade de compreender aspectos sociais, económicos, tecnológicos ou éticos, bem como explorar as influências culturais e as limitações associadas aos conhecimentos de Biologia. O livro está organizado em duas partes, *Economic and Environmental Biology* e *Human and Social Biology*. São apresentados questionários (com soluções) e exemplos de actividades práticas.

- Aldridge, S. (2001). *Moléculas Mágicas – como actuam as drogas*. Lisboa: Editora Replicação.

Obra com texto acessível para alunos e professores. Possui informação interessante sobre a forma como alguns fármacos e drogas interagem com os seus alvos no organismo, de onde provêm e como foram desenvolvidos. São tratados, entre outros, aspectos relacionados com mecanismos de infecção e abordagens médicas centradas nos genes.

- Archer, L. Biscaia, J. & Osswald, W. (coords.) (1996). *Bioética*. Lisboa: Editorial Verbo.

Livro com reflexões de vários especialistas.

- Azevedo, C. (Coord.) (1999). *Biologia Celular e Molecular* (3ª Ed.). Lisboa: LIDEL – Edições Técnicas.

Texto para o professor, com informação actualizada sobre aspectos de ultraestrutura e fisiologia celular.

- Campbell, N. A., Mitchel, L. G. & Reece, E. J. (1999). *Biology* (3ª Ed.). Menlo Park: Benjamin/Cummings Publishing Company.

Obra organizada em torno dos grandes temas da Biologia (A vida da célula; Reprodução celular e genética; Conceitos de Evolução; Ecologia;...). A apresentação dos temas é feita de forma clara e sintética, sem esquecer os aspectos que caracterizam a natureza da Biologia como ciência e actividade humana. No final de cada unidade é apresentada uma síntese dos principais conceitos, questionários de revisão, problemas e sugestões de aspectos que permitem enfatizar a dimensão ciência – tecnologia - sociedade dos temas e conceitos estudados. O livro possui CD-ROM interativo.

- Carvalho, A., et al. (1984). *Biologia Funcional – estrutural, molecular, dinâmica e fisiológica*. Coimbra: Almedina.

Livro de texto onde se tratam alguns aspectos fundamentais de Biologia Celular, Bioenergética, Bioquímica e Fisiologia. O nível de aprofundamento não é excessivo pelo que a obra é acessível para os alunos deste nível de ensino.

- Cachapuz, A. (org.) (2000). *Perspectivas de Ensino das Ciências*. Porto: CEEC.

Obra para professores, interessante para aprofundar saberes sobre didáctica das Ciências. Apresenta e caracteriza as principais perspectivas de ensino das Ciências, desde a mais tradicional de *Ensino por Transmissão* até ao *Ensino por Pesquisa* potenciador de inovação e portador de uma nova concepção de educação em Ciências.



- Dolphin, W. (2001). *Biological Investigations: form, function, diversity and process* (6ª Ed.). Boston: McGraw-Hill, Companies. Inc.

Manual de laboratório. Contém propostas de actividades práticas e laboratoriais (nomeadamente, propriedades das enzimas, genética, isolamento de DNA e trabalhos com plasmídeos, ensaios sobre qualidade da água...).

- Gonçalves, M. (org.) (2003). *Os Portugueses e a Ciência*. Lisboa: Dom Quixote.

Obra interessante para professores. São apresentados diversos textos onde se analisam situações recentes do contexto nacional onde estão em jogo relações recíprocas entre a ciência, os cidadãos e o exercício da cidadania. São lançadas pistas para o repensar da conceptualização da cultura científica, para a reforma de práticas tradicionais de divulgação de ciência e de avaliação de literacia científica. Entre outros são analisados casos mediáticos como o da incineração de resíduos.

- González Garcia, M., López Cerezo, J. & Luján López, J. (1996). *Ciencia, Tecnología y sociedad: una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología*. Madrid: Editorial TECNOS S. A.

Obra para professores, de aprofundamento, que oferece uma visão geral sobre áreas de estudo CTS e perspectivas de educação CTS, enquanto campos que têm vindo a adquirir uma crescente importância tanto a nível académico como institucional. A primeira parte da obra contém dez capítulos, onde se apresentam e discutem, por exemplo, aspectos históricos, conceitos gerais, áreas de discussão, tendências recentes e críticas externas aos estudos CTS. Na segunda parte são apresentados cinco textos onde, entre outros aspectos, se analisam questões éticas em ciência e tecnologia, educação CTS nos níveis secundário e universitário, investigação biomédica e tecnologias da reprodução ou, ainda, aspectos de participação pública em política tecnológica e ambiental.

- Griffiths, A., Miller, J., Suzuki, D., Lewontin, R. & Gelbart, W. (1999). *An Introduction to Genetic Analysis* (7th Ed.). New York: Freeman.

Livro para professores. O texto é claro e apoiado por excelentes ilustrações. Apresenta aspectos gerais de hereditariedade e genética clássica, sendo a maior parte da obra dedicada aos aspectos de genética molecular. Inclui CD-ROM que, entre outros aspectos, apresenta sequências animadas dos processos de replicação, tradução, extracção de plasmídios e clonagem de genes.

- Guyton, A. (2001). *Tratado de Fisiologia Médica* (10ª Ed.). Madrid: Interamericana – McGraw-Hill Interamericana.

Obra de aprofundamento bastante completa, para o professor. Aborda a fisiologia dos diferentes sistemas do corpo humano, bem como alguns aspectos de anatomia. O texto é acompanhado por esquemas, gráficos e tabelas.

- Heritage, J., Evans, G. & Killington, D. (2002). *Microbiologia em Acção*. Lisboa: Editora Replicação.

O texto é enquadrado por uma série de perguntas (ex. De que modo os micróbios provocam doenças, e como nos defendemos da infecção? Como são utilizados os micróbios no controlo de pragas? Como contribuem os micróbios para a indústria farmacêutica?), cujas respostas ilustram diferentes interacções que os microrganismos estabelecem com os seres humanos. Embora a maior parte do texto descreva a forma como os micróbios interferem no equilíbrio do corpo humano, os autores também fazem referência à microbiologia ambiental e ao papel dos micróbios na indústria. O livro é muito interessante para os professores, podendo ser utilizado por alunos sob supervisão do professor.

- Jacob, S.W., Francone, C. A. & Lossow, W. J. (1984). *Anatomia e Fisiologia Humana* (5ª Ed.). Rio de Janeiro: Editora Guanabara.

Obra que reúne esquemas pormenorizados dos sistemas humanos, enfatizando a fisiologia dos mesmos. No final dos capítulos, surgem resumos e questões de revisão. Existem várias referências bibliográficas agrupadas de acordo com as temáticas específicas, o que facilita a pesquisa a quem desejar maior aprofundamento de um tema.

- Jenkins, M (2003). *A Genética*. Mem Martins: Publicações Europa América Lda.

Livro com interesse para alunos e professores. Os temas são abordados de forma sintética e acessível. Para além de conceitos básicos de genética e hereditariedade, são apresentados factos relativos à reconstrução histórica de algumas descobertas científicas.

- Jiménez, P. (Coord.) (2003). *Enseñar ciencias*. Barcelona: Editorial Graó.

O livro pretende ser uma ferramenta didáctica para os professores de ciências. Na primeira parte são discutidos aspectos chave para o ensino das ciências, tais como a construção do conhecimento e conhecimentos de ciências, a comunicação e a linguagem nas aulas de ciências, a resolução de problemas e os trabalhos práticos. Na segunda parte são apresentadas aspectos específicos de ensino de biologia, de geologia, de física e de química.

- Junqueira, L.C. & Carneiro, J. (2000). *Biologia Celular e Molecular* (7ª Ed.). Rio de Janeiro: Editora Guanabara.

Texto acessível e sintético acompanhado de esquemas e/ou fotografias. Apresenta, no início de cada capítulo, um roteiro dos principais assuntos a abordar, o que facilita a sua utilização. Ainda que se trate de um texto com um grau aprofundamento superior ao do programa poderá ser consultado pelos alunos com supervisão do professor.

- Junqueira, L.C. & Carneiro, J. (2004). *Histologia Básica* (10ª Ed.). Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan S.A.

A obra apresenta de forma clara e concisa aspectos da histologia funcional. Os tópicos de biologia celular e molecular, são mobilizados para a descrição do funcionamento dos tecidos e órgãos. O texto é acompanhado de esquemas e/ou fotografias. Ainda que se trate de um texto com um grau aprofundamento superior ao âmbito do programa poderá ser utilizado por alunos deste nível de ensino sob supervisão do professor. Esta edição inclui, para além do texto, atlas e CD-ROM.

- Lewis, R. (2002). *Human Genetics – Concepts and Applications* (5ª Ed.). Boston: McGraw-Hill, Companies Inc.

Trata-se de um texto de aprofundamento para o professor. Aborda aspectos básicos de hereditariedade (DNA, genes e leis de Mendel), genética de populações, genética relacionada com imunidade e cancro, bem como aplicações biotecnológicas dos conhecimentos de genética (terapia genética, biotecnologia aplicada à agricultura e tecnologias reprodutivas). O último capítulo do livro é dedicado ao projecto do genoma humano. O texto é acompanhado de esquemas e/ou fotografias a cores e frequentes quadros ou tabelas resumo; alguns capítulos incluem dados de natureza histórica relativos a avanços científicos e tecnológicos;

- Lima, N., Mota, M. (Coords.) (2003). *Biotecnologia: fundamentos e aplicações*. Lisboa: LIDEL – Edições Técnicas Lda.

Obra de aprofundamento, para o professor, que conta com a participação de dezenas de investigadores portugueses. O texto permite o estudo de diversos aspectos de biotecnologia referidos no programa, como por exemplo, os conceitos de biorremediação, bioconversão, terapia genética ou biotecnologia de alimentos, assim como a descrição de diversas técnicas, nomeadamente PCR ou cromatografia, entre outras.

- Membiela, P. (Ed.) (2001). *Enseñaza de las Ciencias desde la perspectiva Ciencia – Tecnología - Sociedad: formación científica para la ciudadanía*. Madrid: Narcea S. A. Ediciones.

Obra para professores. Reúne textos em castelhano e português. Pretende divulgar o movimento Ciência -Tecnologia - Sociedade na península Ibérica, chamando a atenção para a pertinência deste campo de interesse no ensino das ciências nos níveis básico e secundário. Na primeira parte discutem-se os seguintes aspectos: a ciência como cultura, a alfabetização científica; a educação científica para o desenvolvimento sustentável; as relações da ciência com a tecnologia e a sociedade; a aprendizagem das ciências e o exercício da cidadania; o movimento CTS na instrução das ciências. Na segunda parte comenta-se a presença CTS na instrução obrigatória em Portugal e Espanha. Na terceira parte são analisadas as atitudes e as crenças dos estudantes relacionados com a ciência, a tecnologia e a sociedade e a formação dos professores nesta perspectiva. A quarta parte é centrada nos projectos curriculares de orientação CTS, como o projecto "Salters", projecto "APQUA" e o projecto "ciência através de Europa". O livro finaliza com uma reflexão sobre o papel das interacções CTS no futuro da educação em ciências.

- Miller Jr, G. (2002). *Living in the Environment: principles, connections, and solutions* (12ª Ed.). Brooks/Cole, United States: Wadsworth Group.
- Miller Jr, G. (2002). *Introducción a la ciencia ambiental – desarrollo sostenible de la Tierra – un enfoque integrado* (5ª Ed.). Madrid: THOMSON Editores Spain.

Obra organizada com ênfase em temas que dizem respeito ao meio ambiente, às interacções da população humana com o ambiente e à sustentabilidade. O professor encontra suporte para abordagem de algumas questões do programa, nomeadamente no que respeita a aspectos de utilização e exploração dos recursos naturais ou poluição e sustentabilidade face ao crescimento da população humana. O livro apresenta casos, coloca questões e aponta algumas sugestões para minimizar efeitos nefastos, de modo prevenir a destruição ambiental e o esgotamento dos recursos essenciais à sobrevivência no nosso planeta.

- Mintzes, J. J., Wandersee, J.H. & Novak, J.D. (Coords.) (2000). *Ensinando ciência para a compreensão – uma visão construtivista*. Lisboa: Plátano.

O livro apresenta, de modo acessível, aspectos de fundamentação teórica e empírica que suportam os modelos construtivistas de ensino e de aprendizagem das ciências. São sugeridas estratégias de ensino, baseadas na teoria, destinadas a promover a reestruturação dos conhecimentos e a aprendizagem significativa. A última secção é especialmente destinada a ajudar os professores a reflectirem sobre as suas próprias práticas e a avaliarem criticamente novas formas de ensinar ciências.

- Nebel, B. J. & Wright, R. T. (1999). *Ciencias Ambientales – Ecología y desarrollo sostenible* (6ªEd.). México: Printice Hall.

A obra está organizada em torno de temas ambientais e sustentabilidade. Cada capítulo inicia-se uma breve exposição do tema e levantamento de perguntas – chave; segue-se o texto de desenvolvimento, bastante claro, acompanhado por tabelas e mapas, com referência a alguns *sites* de *internet*. Para alguns temas existem, ainda, quadros que acrescentam informações particulares (A Terra em Observação), que discutem problemas éticos (Ética) e que mostram o carácter universal ou a extensão dos tópicos em estudo (Panorama mundial). No final de cada capítulo existem perguntas de revisão e uma secção de actividades e questões (Pensamento Ambientalista) que permitem relacionar os conceitos abordados em cada um dos temas com outras áreas das ciências do ambiente, assim como a sua aplicação a problemas ambientais concretos. Sugere-se que a consulta do livro pelos alunos seja supervisionada pelo professor.

- Nester, E., Anderson, D., Roberts C., Pearsall, N. & Nester, M. (2003). *Microbiology – a human perspective* (4ªEd.). Boston McGraw-Hill, Companies Inc.

Embora se trate de um texto de aprofundamento, tem uma organização que facilita a consulta. O professor encontra informação pertinente para preparar a discussão de questões do dia-a-dia com os alunos. As duas primeiras partes do livro apresentam conceitos básicos da biologia dos microrganismos. A terceira “*Microorganisms and humans*” trata aspectos de imunologia, epidemiologia e infecções a diversos níveis ou sistemas do corpo humano. A última parte do livro refere-se a aplicações biotecnológicas dos conhecimentos de microbiologia, nomeadamente no tratamento de resíduos, na indústria alimentar e em aspectos de ecologia dos ambientes terrestres e aquáticos. O texto é acompanhado de esquemas e/ou fotografias a cores e frequentes quadros ou tabelas resumo; todos os capítulos possuem contextualização histórica, por vezes com descrição das controvérsias que envolveram a descoberta de alguns conhecimentos científicos; por diversas vezes o texto discute algumas crenças ou mitos do senso comum (por exemplo, “*Does a cold temperature cause colds?*”, p.466).

- Odum, E. (1996). *Fundamentos de Ecologia* (5ª Ed.). Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.

O livro contém texto básico de ecologia. Possui, entre outros, capítulos específicos sobre ecologia dos meios aquáticos de água doce, marinho e estuários. Também existem capítulos relacionados com os Recursos Naturais e com Poluição e Saúde Ambiental que podem apoiar a leccionação de algumas rubricas programáticas. O texto destina-se ao professor, mas pode ser criteriosamente seleccionado para uso dos alunos.

- Oliveira, M. T. (Coord.) (1991). *Didáctica da Biologia*. Lisboa: Universidade Aberta.

O livro reúne o contributo de vários autores que apresentam, de forma sintética, alguns dos aspectos que nos últimos anos têm sido alvo de investigação em didáctica (p. ex., *Concepções Alternativas, Mudança Conceptual, Modelos de Ensino*,...). Os capítulos fornecem elementos que podem ajudar os professores a analisar criticamente as suas práticas.

- Pimentel, G. C. & Coonrod, J. A. (1997). *Oportunidades em Química – Hoje e Amanhã*. Lisboa: Escolar Editora e Sociedade Portuguesa de Química.

Este livro fornecerá leitura suplementar para o professor. O seu conteúdo foi extraído de breves ensaios escritos por cientistas e descreve as fronteiras contemporâneas da investigação em Química e as oportunidades para as ciências químicas responderem às necessidades da sociedade. Foca temas como Alimentação, Saúde e Biotecnologia, entre outros.

- Postgate, J. (2002). *Os Micróbios e o Homem*. Lisboa: Editora Replicação.

Obra com texto acessível para alunos e professores. Introduce o leitor no mundo dos micróbios e mostra o seu impacto sobre a economia e a sociedade. Aborda aspectos como, por exemplo, os micróbios na indústria alimentar, química e farmacêutica, os micróbios e as matérias-primas, os micróbios no controlo da poluição e no tratamento de resíduos, entre outros.

- Purves, W. K., Orians G. H. & Heller E. H. (1998). *Life, The Science of Biology* (5ª Ed.). Sunderland: Sinauer Associates.

Compêndio de Biologia que se evidencia pela clareza do seu texto e qualidade das ilustrações. Adequado para professores.

- Ramsden, E. (1996). *Chemistry of the Environment*. Cheltenham: Stanley Thornes Publishers Ltd.

Livro de química com interesse para os professores. A informação é apresentada de forma sintética, acessível e contextualizada. Possui capítulos específicos sobre poluição do ar, poluição da água, tratamento de águas e poluição dos solos. Apresenta descrição de casos.

- Robertis, E. & Robertis, E. M. (1996). *Biologia Celular e Molecular*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.

Este livro trata das células e moléculas que integram a unidade do mundo vivo. Aborda os avanços mais recentes da biologia molecular, sem deixar de fazer referência aos trabalhos dos citologistas clássicos. Cada capítulo contém uma introdução onde se mencionam os seguintes aspectos: principais objectivos; sumários com os pontos essenciais do capítulo; uma lista de referências e leituras adicionais para completar a informação. O livro poderá ser utilizado pelos alunos sob supervisão do professor.

- Seeley, R. R., Stephens, T. D. & Tate, P. (1997). *Anatomia e Fisiologia* (1ª Ed.). Lisboa: Lusodidacta.

Nesta obra a os conceitos são apresentados de forma simples. A relação entre a estrutura e função e a homeostase são os temas mais realçados. Incluem-se, em cada capítulo, para além da apresentação clara dos temas, resumos e questões.

- Sequeira, M. *et al.* (org.) (2000). *Trabalho Prático e Experimental na Educação em Ciências*. Braga: Universidade do Minho.

Actas do Congresso subordinado ao título do próprio livro que decorreu de 22 a 24 de Março de 2000, na Universidade do Minho. Contém vários contributos interessantes para conhecer e aprofundar perspectivas didácticas actuais sobre a educação em ciências. Possui, também, diversos relatos de actividades práticas e experimentais, desenvolvidas por professores com os alunos. Obra interessante para aprofundamento de saberes didácticos. O ME distribuiu exemplares a todas as escolas com ensino secundário.

- Stansfield, W., Colomé, J. & Cano, J. (1998). *Biologia Molecular e Celular*. Amadora: Editora Mc Graw-Hill de Portugal Lda.

Este livro apresenta um texto bastante acessível. Inclui questões de revisão e problemas resolvidos. Destaque para a preocupação dos tradutores em clarificarem o sentido dos termos menos comuns com notas de rodapé. Interessante para professores.

- Torrance, J. (Coord.) (1999). *Human Biology – higher grade*. London: Hodder & Stoughton.

Texto simples e sintético acompanhado por muitos esquemas. Apresenta sugestões de actividades práticas e experimentais, bem como exemplos de questionários de revisão ou avaliação. Adequado para alunos com domínio da língua inglesa.

- Tourte, Y. (2002). *Engenharia Genética e Biotecnologias: conceitos e métodos – aplicações à agronomia e às bioindústrias*. Lisboa: Instituto Piaget.

O livro é recomendado para professores, podendo também ser utilizado pelos alunos, desde que devidamente supervisionados na sua consulta. De forma bastante sintética são apresentadas noções essenciais de biologia celular e molecular, bem como de biotecnologia (por exemplo, culturas *in vitro* de células vegetais, protoplastos ou tecidos, micropropagação, transferência de genes, ...). São facultados diversos exemplos que ilustram aplicações de biotecnologia vegetal na agronomia e bioindústria, bem como os seus impactes e vantagens.

- Vander, A., Sherman, J. & Luciano, D. (2001). *Human Physiology: the mechanisms of Body Function* (8ªEd.). New York: Mc Graw Hill. (existem versões brasileiras de edições anteriores)

Obra de referência, com excelentes esquemas e fotografias. Permite o estudo de conceitos relacionados com a reprodução humana, genética e alterações do material genético, imunologia, bem como aspectos gerais de toxicologia. Inclui CD-ROM interactivo.

- Veríssimo, A., Pedrosa, A. & Ribeiro, R. (Coord.) (2001). *Ensino Experimental das Ciências: (re)pensar o ensino das ciências*. Lisboa: Departamento do Ensino Secundário.

Publicação que reúne textos de diversos autores. Possui textos interessantes para conhecer e aprofundar perspectivas didácticas actuais sobre o papel das actividades práticas (nomeadamente as de natureza laboratorial, experimental e de campo) na educação em ciência. Outros textos discutem a importância da educação científica nos tempos actuais, bem como o seu contributo para a promoção da cultura e da cidadania. Obra para aprofundamento de saberes didácticos.

- Videira, A. (Coord.) (2001). *Engenharia Genética – Princípios e Aplicações*. Lisboa: LIDEL - Edições Técnicas.

Publicação que reúne textos de vários autores. Contributos interessantes no que diz respeito às técnicas básicas utilizadas em engenharia genética, nomeadamente a manipulação de genes, a sua incorporação em organismos procariontes e a produção de estirpes eucariontes geneticamente modificadas. Existe um capítulo que refere a aplicações relacionadas com a detecção de anomalias genéticas na espécie humana e algumas correcções que podem ser feitas por manipulação de DNA. Os diferentes capítulos incluem perguntas de revisão. Livro para o professor.

- Vodopich, D. & Moore, R. (2001). *Biology Laboratory Manual* (6ª Ed). Boston: McGraw-Hill, Companies Inc.

Manual de laboratório. Contém propostas que poderão ser úteis para a organização de actividades práticas (nomeadamente, tópicos relacionados com actividade enzimática, genética de Mendel, biologia molecular e biotecnologia, efeitos de poluentes químicos, térmicos e ácidos).

- Wheater, P., Burkitt, H. & Daniels, V. (1987). *Histología funcional – Texto y atlas en color* (2º Ed.). Barcelona: Editorial JIMS.

O livro apresenta imagens – esquemas e fotografias de microscopia óptica e electrónica – de muito boa qualidade acompanhadas de texto interpretativo e breve enquadramento teórico.