

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Departamento do Ensino Secundário

PROGRAMA DE ECOLOGIA

10 ° ANO

Curso Tecnológico de Ordenamento do Território e Ambiente

Autores

José Carlos Carvalho

José Vítor Vingada

Pedro Teixeira Gomes (Coordenador)

Homologação

14/04/2003

Índice

1. Introdução	3
2. Apresentação do programa	5
2.1 Finalidades	5
2.2 Objectivos gerais.....	5
2.3 Competências a desenvolver	6
2.4 Visão geral dos temas/conteúdos	7
2.5 Sugestões metodológicas gerais	11
2.6 Avaliação	13
2.7 Recursos.....	14
3. Desenvolvimento do programa - organização dos temas/conteúdos	16
Desenvolvimento do programa - 10º ano	17
Módulo inicial – Vida na Terra	18
Tema 1. A Ecologia como ciência	21
Tema 2. A variedade do Mundo Vivo	25
Tema 3. Os organismos e o meio ambiente	28
Tema 4. Energia e vida.....	31
Tema 5. Estrutura e funcionamento dos ecossistemas	34
Tema 6. Fluxos de energia nos ecossistemas	40
4 Bibliografia	42

1. Introdução

Na elaboração do programa para a disciplina de Ecologia (Curso Tecnológico de Ordenamento do Território e Ambiente), foram tidos em consideração os seguintes aspectos:

- A formação julgada necessária ao perfil dos alunos a que se destina a disciplina;
- A complementaridade com as disciplinas que integram o plano de estudos do curso, nomeadamente os programas das duas disciplinas científicas (Geografia e Técnicas de Ordenamento);
- Os documentos orientadores fornecidos pelo Departamento do Ensino Secundário.

A disciplina insere-se na componente de formação científico-tecnológica do Curso Tecnológico de Ordenamento do Território e Ambiente, desenvolvendo-se em dois anos, com uma carga horária de 3 horas semanais, organizadas em tempos lectivos de 90 minutos.

Num contexto de rápidas mudanças económicas, sociais e culturais, em que a globalização é disso uma consequência, tem vindo a tornar-se cada vez mais premente a adopção de uma visão de desenvolvimento sustentável. Nesta perspectiva, pretende-se garantir que a satisfação das necessidades das gerações presentes não comprometam o futuro das gerações seguintes. Deste modo, não faz sentido encarar o ordenamento do território dissociado de uma perspectiva ecológica promotora do equilíbrio natural. É neste contexto que se tem vindo a conferir crescente importância à disciplina de Ecologia, enquanto ciência que considera os complexos problemas ambientais actuais. As questões ambientais, a deterioração do habitat humano e as acções imprescindíveis a tomar para melhorar o ambiente em que vivemos exigem, cada vez mais, a formação de profissionais na área da Ecologia.

Das decisões a tomar por futuros técnicos de Ordenamento do Território e Ambiente, dependerão inúmeros efeitos sobre a distribuição e abundância das espécies e, em última análise, sobre os sistemas ecológicos. Neste sentido, a Ecologia, enquanto ciência que estuda as interrelações que determinam a distribuição e abundância dos organismos, poderá auxiliar os técnicos na busca de soluções para os problemas ambientais e na tomada de decisões conformes com o equilíbrio ecológico e o desenvolvimento sustentável.

No presente programa propõe-se uma abordagem conceptual da Ecologia do ponto de vista funcional e evolutivo. Com efeito, estando as raízes da Ecologia intimamente ligadas à emergência da *Teoria da Evolução* e ao conceito de *Seleção Natural* faz todo o sentido encarar este ramo da Ciência num contexto evolutivo mais lato. Pretende-se ir além de uma mera abordagem descritiva e procurar compreender as respostas dos organismos, populações e comunidades aos factores do meio ambiente. Esta abordagem exige, por isso, uma via prática de experimentação e de contacto com ambiente, no sentido de formar técnicos com alguma experiência para enfrentarem as exigências do mercado de trabalho.

Um aspecto considerado fundamental foi a ligação dos conteúdos da disciplina de Ecologia à realidade nacional. Destinando-se os alunos principalmente ao mercado de trabalho nacional, é importante que estes conheçam a realidade natural do país. A grande riqueza natural de Portugal Continental e Insular tende a ser ignorada quando a Ecologia é abordada, como resultado, fundamentalmente, do recurso a livros de origem anglo-saxónica dominantes nesta área do saber. Considera-se, no entanto, que não faz qualquer sentido formar técnicos em Ordenamento do Território e Ambiente que não conheçam os valores naturais do País.

2. Apresentação do programa

2.1 Finalidades

Constituem finalidades desta disciplina:

- Desenvolver o sentido de responsabilidade e de consciência crítica do aluno necessários à sua participação como indivíduo e como técnico, face aos desafios ambientais que se colocam;
- Promover a formação de técnicos conscientes de que a resolução dos problemas relativos à organização do espaço exige a contribuição de vários campos da ciência;
- Participar nas discussões e tomadas de decisão relativas ao ordenamento do território ponderando os riscos ambientais;
- Promover a formação de técnicos conscientes dos problemas ambientais e da necessidade de assegurar um desenvolvimento sustentável;
- Desenvolver o sentido de cooperação, o respeito e o espírito de equipa necessários ao exercício de uma cidadania interventiva;
- Relacionar ideias, permitindo a passagem do conhecimento *per se* para o conhecimento posto em acção;
- Assegurar um conjunto de conhecimentos, métodos e técnicas que permitam aos futuros técnicos abordar os problemas de uma forma cientificamente sustentada;
- Desenvolver o sentido de criatividade e a imaginação na utilização das Tecnologias de Informação e Comunicação, nomeadamente as relacionadas com a gestão do território.

2.2 Objectivos gerais

O presente programa tem por objectivo fundamental complementar a formação dos alunos do Curso Tecnológico de Ordenamento do Território e Ambiente na área da Ecologia, em aspectos fundamentais para a sua actividade futura. Para além da formação de base, ao nível da Ecologia e Ambiente, houve a preocupação de dar um cariz prático à abordagem dos assuntos, complementada sempre que possível com um enquadramento na realidade regional / nacional. Partindo do princípio de que não é possível gerir o que se desconhece, um aspecto fundamental a desenvolver ao longo do programa é precisamente a ligação ao meio envolvente da Escola e a situação dos problemas ao nível nacional/ibérico, sempre que possível. Ao longo de todo o programa, houve a preocupação de criar

situações que conduzam à consciencialização das consequências das acções do homem sobre o ambiente e o desenvolvimento de uma atitude crítica. Assim, podem-se considerar os seguintes objectivos fundamentais:

- Adquirir um conjunto de conhecimentos sobre o funcionamento dos processos naturais mais relevantes para o funcionamento dos ecossistemas;
- Adquirir métodos de investigação experimental no domínio da Ecologia;
- Desenvolver a capacidade de raciocínio e o gosto pela descoberta de outras matérias;
- Desenvolver uma atitude consciente, crítica e fundamentada, face aos efeitos das actividades humanas sobre o ambiente;
- Desenvolver capacidades de abstracção e de raciocínio lógico necessárias à procura de soluções para os problemas que se colocam no âmbito do ordenamento do território;
- Valorizar o património natural nacional / regional, conseguido através do reconhecimento do seu valor ao nível europeu / mundial e da sua diversidade.

2.3 Competências gerais a desenvolver

Assumindo-se que durante o ensino básico foi despertada nos alunos curiosidade acerca do mundo natural e um interesse mínimo pela Ciência, pretende-se levar esses aspectos ao ponto em que estes sintam a necessidade do conhecimento, para os ajudar a entender e a resolver as questões com que irão ser confrontados na sua futura vida profissional. Nesse sentido, estabeleceram-se as seguintes competências:

- Pesquisar, seleccionar e organizar a informação, com recurso a múltiplas fontes;
- Analisar, interpretar e avaliar evidências recolhidas quer directamente, quer a partir de fontes secundárias;
- Argumentar, de forma responsável e persuasiva a partir de evidências;
- Discutir sobre um conjunto de questões pertinentes, envolvendo aplicações da Ciência e das ideias científicas, na procura de resolução de problemas importantes para a vida na Terra;
- Mobilizar os conhecimentos, métodos e técnicas da Ecologia na procura de soluções para os problemas que se colocam no âmbito do ordenamento do território;

- Assumir responsabilidade em tarefas, individuais e de grupo, no sentido de tomada de decisões e de resolução de problemas de interesse comunitário;
- Utilizar de forma crítica e responsável as Tecnologias de Informação e de Comunicação;
- Utilizar a abstracção e o raciocínio lógico na procura de soluções;
- Perspectivar soluções relativas ao ordenamento do território que contribuam para o equilíbrio ecológico;
- Comunicar de forma correcta e diversificada utilizando o vocabulário específico da disciplina;
- Utilizar técnicas de trabalho de campo e métodos de investigação experimental na área da Ecologia;
- Utilizar instrumentos de medição e análise no âmbito da disciplina.
- Mostrar disponibilidade, abertura e gosto pela descoberta e aquisição de saberes, numa perspectiva de aprendizagem permanente.

2.4 Visão geral dos temas/conteúdos

O programa da disciplina de Ecologia foi elaborado seguindo uma abordagem problematizadora e experimental da distribuição e abundância da fauna e flora e dos complexos problemas que se colocam neste domínio. Conceptualmente, a Ecologia foi considerada segundo um ponto de vista evolutivo e funcional sem, no entanto, entrar em domínios meramente académicos. Deste modo, os temas propostos estão fundamentalmente orientados para a concretização prática.

A disciplina irá decorrer em 2 anos, sendo o 10º ano dedicado essencialmente à aquisição de um conjunto de técnicas e princípios ecológicos básicos que sirvam de base para o estudo de problemas mais concretos que constituem o objecto de estudo do 11º ano. Apesar de muitos temas e conteúdos terem um grande interesse conceptual, por motivos pragmáticos, que se prendem com a gestão adequada dos tempos lectivos, a natureza tecnológica do curso e ainda as perspectivas do mercado de trabalho em Portugal, seleccionaram-se aqueles que se enquadram melhor nesta perspectiva.

Assim, o programa começa com um módulo inicial que se destina essencialmente a efectuar o enquadramento da disciplina no conjunto de saberes prévios dos alunos e a recuperar um conjunto de conhecimentos estruturantes e essenciais para aprendizagens futuras.

Após o módulo inicial o programa desenvolve-se em 11 temas:

Tema 1. *A Ecologia como ciência* – visa delimitar o âmbito de estudo da disciplina e a complexidade dos problemas abordados.

Tema 2. *A variedade do Mundo Vivo* – deverá ser encarado numa dupla perspectiva: por um lado fornecer um conjunto de conhecimentos básicos de biologia necessários a futuras aprendizagens, por outro lado, dar a conhecer a enorme diversidade de seres vivos, com destaque para a fauna e flora existentes em Portugal.

Tema 3. *Os organismos e o meio ambiente* – permitirá perceber os factores que determinam a distribuição e abundância dos organismos.

Tema 4. *Energia e vida* – a inclusão deste módulo justifica-se face à inexistência de uma disciplina de biologia geral no curso e visa, essencialmente, a compreensão dos fenómenos de produção de energia nos organismos vivos.

Tema 5. *Estrutura e funcionamento dos ecossistemas* – trata-se de um módulo onde a estrutura biótica e abiótica dos ecossistemas serão os principais assuntos abordados. Esta unidade permitirá enquadrar um vasto conjunto de temas e conteúdos mais específicos que serão desenvolvidos em temas seguintes.

Tema 6. *Fluxos de energia nos ecossistemas* – surge na sequência do tema anterior e tem como principal objectivo relacionar a passagem da matéria através dos níveis tróficos do ecossistema com fluxos de energia.

Tema 7. *Sistemas naturais da Península Ibérica* – estando a disciplina de Ecologia integrada num curso de Ordenamento do Território e Ambiente, considerou-se de grande importância a inclusão de um módulo dedicado aos principais sistemas naturais ibéricos, porquanto estes farão, certamente, parte dos projectos de trabalho que os alunos irão integrar na sua futura vida profissional.

Tema 8. *Ecologia de populações* – permitirá aos alunos adquirir um conjunto de procedimentos e técnicas utilizados para estimar os parâmetros das populações silvestres. Para além disso, serão também abordados os princípios que regulam a distribuição, crescimento e dimensão das populações.

Tema 9. *Ecologia de comunidades* – ao longo deste módulo serão desenvolvidos aspectos estruturais e funcionais das comunidades biológicas e o seu dinamismo temporal. Pretende-se essencialmente que os alunos fiquem habilitados a caracterizar comunidades naturais nos aspectos relativos à sua estrutura, diversidade e dominância.

Tema 10. *Ecologia de paisagem* – a Ecologia de paisagem dirige-se ao estudo da estrutura, funcionamento e alterações dos mosaicos heterogéneos do território. Os assuntos tratados neste módulo são, por isso, essenciais para a implementação de planos de ordenamento do território compatíveis com a conservação da natureza e da biodiversidade.

Tema 11. *Ecologia e Conservação* – visa sensibilizar os alunos para a importância de conservar os recursos biológicos e o meio onde estes se inserem, em particular a biodiversidade em Portugal. A definição de critérios de conservação e as bases legais da conservação são também assuntos tratados neste tema, os quais são julgados de grande importância para a futura vida profissional dos alunos.

De seguida, apresenta-se uma visão geral dos temas e conteúdos a desenvolver em cada ano lectivo.

10º ANO

Módulo inicial – Vida na Terra

1. A Ecologia como ciência

- 1.1 A Ecologia como ciência
- 1.2 Natureza dos problemas abordados em Ecologia
- 1.3 Aplicação do Método Científico em Ecologia

2. A variedade do Mundo Vivo

- 2.1 A célula: unidade básica dos seres vivos
- 2.2 A origem da biodiversidade
- 2.3 Taxonomia e sistemática
- 2.4 As grandes divisões do Mundo Vivo

3. Os organismos e o meio ambiente

- 3.1 O ambiente interno dos organismos
- 3.2 A distribuição dos organismos como reflexo da variabilidade ambiental

4. Energia e vida

- 4.1 Energia e termodinâmica
- 4.2 As enzimas
- 4.3 O processo fotossintético
- 4.4 Metabolismo celular
- 4.5 A quimiossíntese como alternativa à fotossíntese em ambientes particulares

5. Estrutura e funcionamento dos ecossistemas

- 5.1 Noção de ecossistema
- 5.2 Componentes estruturais dos sistemas ecológicos: a componente biótica
- 5.3 Estrutura trófica dos ecossistemas
- 5.4 Componentes estruturais dos sistemas ecológicos: a componente abiótica

6. Fluxos de energia nos ecossistemas

- 6.1 Produção e produtividade
- 6.2 Produção primária
- 6.3 Produção secundária

11º ANO

7. Sistemas naturais da Península Ibérica

- 7.1 A Península Ibérica nos grandes sistemas globais
- 7.2 Biogeografia da Península Ibérica

8. Ecologia de populações

- 8.1 A população como unidade de estudo
- 8.2 Parâmetros de uma população
- 8.3 Distribuição no espaço
- 8.4 Interações entre populações
- 8.5 Crescimento e regulação natural do tamanho das populações

9. Ecologia de comunidades

- 9.1 A comunidade como unidade de estudo
- 9.2 Dominância ecológica
- 9.3 Diversidade de espécies
- 9.4 Estrutura vertical
- 9.5 Estrutura horizontal
- 9.6 Evolução de comunidades

10. Ecologia de paisagem

- 10.1 A paisagem como unidade de estudo
- 10.2 Métodos de análise em Ecologia de paisagem
- 10.3 Efeitos dos padrões paisagísticos sobre os organismos
- 10.4 A fragmentação dos habitats
- 10.5 Dinâmica de metapopulações em habitats fragmentados

11. Ecologia e Conservação

- 11.1 Conservação da biodiversidade
- 11.2 Biodiversidade em Portugal
- 11.3 Definição de prioridades de conservação
- 11.4 Bases legais da conservação

2.5 Sugestões metodológicas gerais

Considera-se fundamental um ensino essencialmente prático ao invés de uma exploração académica, expositiva dos conceitos, que só deverão ser abordados pelo professor após algum trabalho de investigação. É aconselhável que, no decorrer do ano, surjam questões que justifiquem o tema seguinte, de forma a que o aluno sinta sempre a necessidade de saber mais para obter respostas às suas perguntas. Desta forma, o sucesso da abordagem dependerá fundamentalmente da atitude do professor e da sua aderência às linhas orientadoras propostas.

A abordagem exploratória deve ser privilegiada. Os alunos devem ser estimulados a questionar, a pôr em causa, devendo o professor desempenhar um papel de moderador, que coloca as questões e orienta a discussão, ao contrário de um simples transmissor da informação. É fundamental a disponibilidade de tempo para pesquisa, podendo recorrer-se, com vantagem, aos recursos disponíveis na *internet*.

Obviamente que a realização de actividades experimentais implica um esforço de planeamento acrescido, que terá que ser efectuado antes da aula, nomeadamente aquele tipo de actividades que se prolongam no tempo. Nesse caso, o professor deve reservar alguns momentos em aulas anteriores para efectuar a montagem experimental, como pode ser o caso de todas as actividades que impliquem o uso de terrários ou aquários.

A realização de saídas de campo é fortemente aconselhável, uma vez que permite o contacto dos alunos com a realidade que irão encontrar futuramente na sua vida profissional. Deste modo, tendo em vista a optimização de tempo, recursos e conhecimentos, é aconselhável seleccionar uma área nas imediações da escola, que servirá para realizar algumas actividades de campo. As escolas que se situem perto de áreas protegidas poderão solicitar a colaboração dos técnicos responsáveis.

A gestão dos tempos lectivos é um problema associado a este tipo de abordagem. Deste modo, o número de aulas proposto para cada um dos módulos é apenas informativo. Para uma abordagem tradicional, baseada apenas na transmissão de conhecimentos, é manifestamente exagerado e os conteúdos propostos poderão ser ministrados num espaço de tempo bastante mais curto. Para uma abordagem de pesquisa e experimentação poderá não ser suficiente. Caberá ao professor fazer um balanço que permita um equilíbrio entre as duas perspectivas.

Ao longo de todo o programa, é necessário avaliar o nível de profundidade a que os diferentes conceitos devem ser explorados, devendo ter-se em consideração a formação de base que os alunos possuem, nomeadamente ao nível da Biologia. Alguns módulos surgem integrados numa disciplina de Ecologia apenas porque não existe uma disciplina complementar de Biologia, onde esses assuntos teriam todo o cabimento, como é o caso de parte do módulo 2 e do módulo 4. Como tal, a abordagem desses assuntos deve ser encarada de uma forma aligeirada, aprofundando apenas na medida necessária para que os assuntos que deles dependem possam ser entendidos.

É importante a colaboração com as disciplinas de Geografia e Técnicas de Ordenamento, a fim de evitar repetição de matérias. A coordenação de actividades com estas disciplinas é fundamental, nomeadamente ao nível da realização de visitas ao exterior e trabalho de campo.

Face ao exposto o grupo de trabalho sugere a utilização das seguintes técnicas metodológicas:

- Planificação e realização de experiências simples sobre os fenómenos ecológicos;
- Realização de saídas de campo para observação e interpretação de fenómenos ecológicos;
- Observação e detecção de mudanças em ecossistemas simples (no campo ou em modelos criados em laboratório);
- Utilização de instrumentos de medição em laboratório e no campo;
- Representação e interpretação de dados recolhidos no campo e em laboratório;
- Utilização da metodologia experimental na abordagem aos problemas ecológicos;
- Utilização de diagramas e modelos para explicar as propriedades dos sistemas ecológicos;
- Construção e interpretação de gráficos, mapas e tabelas referentes ao funcionamento dos sistemas ecológicos;
- Observação directa e sistemática mediante lupa e microscópio;
- Montagem e utilização de terrários e aquários como modelos para a observação de interações entre os seres vivos e de fenómenos biológicos e ecológicos;
- Elaboração de cadeias tróficas simples e interpretação de algumas redes tróficas em ecossistemas;
- Tratamento de informação procedente de diversas fontes, através das Tecnologias de Informação e Comunicação, nomeadamente os Sistemas de Informação Geográfica;
- Utilização de técnicas de debate e interacção grupal para abordar a resolução de problemas;
- Utilização de exercícios de tomada de decisão;
- Identificação e descrição dos impactos humanos sobre o meio ambiente e propostas de possíveis soluções.

2.6 Avaliação

Muitas questões se levantam a respeito da avaliação e sobre o modo de a realizar. Deste modo, pretende-se apenas deixar aqui algumas sugestões de carácter mais prático com o intuito de auxiliar os professores na sua actividade docente.

De uma forma geral, propõe-se um modelo de avaliação que utilize instrumentos diversificados e assente em três fases complementares:

- Uma avaliação inicial, de carácter diagnóstico a ser desenvolvida no início do ano e no início de cada unidade que proporcionará decisões relativas à planificação e à adopção de medidas relativas à realização de actividades;
- Uma avaliação formativa interactiva, de natureza constante e personalizada a realizar ao longo do processo de ensino/aprendizagem e que visa acima de tudo formar o aluno;
- Uma avaliação, de carácter sumativo, realizada no final de cada unidade e nos momentos legalmente previstos;

A natureza da abordagem proposta favorece uma avaliação diversificada e contínua que poderá ser levada a cabo por diferentes procedimentos:

- realização de fichas de avaliação diagnóstica, formativa e sumativa;
- formação de pequenos grupos de trabalho, que irão ser avaliados de uma forma contínua, quer pela observação do empenho na realização das tarefas e actividades experimentais solicitadas, quer pela execução de relatórios formais;
- fornecimento de grelhas ou outros esquemas conceptuais (ex: V de Gowin) onde os alunos registarão os seus resultados experimentais e a partir dos quais efectuarão a sua interpretação;
- fornecimento de mapas conceptuais para os alunos completarem e relacionarem conceitos específicos da disciplina;
- elaboração de trabalhos de pesquisa sobre os temas a tratar;
- colocação de situações-problema para as quais os alunos terão que desenvolver uma metodologia de análise que lhes permita abordar essas questões na procura de soluções (ex: delineamento de uma experiência simples para observar um determinado processo ecológico);
- observação e respectivo registo do grau de cooperação na procura de soluções para os problemas propostos;
- avaliação prática sobre a utilização de instrumentos de observação, registo e análise no laboratório e no campo.

2.7 Recursos

a) Equipamento

O acesso a meios informáticos, com ligação à Internet, é essencial para o desenrolar das actividades sugeridas para o presente programa. Actualmente estão disponíveis conteúdos *online* de qualidade, cujo aproveitamento vem colmatar um dos grandes problemas com que alunos e professores desta disciplina se irão debater: a falta de recursos bibliográficos em português ou sobre a realidade nacional/peninsular.

Ao nível do *software* é necessário um Sistema de Informação Geográfica que poderá ser adquirido pela escola ou, em alternativa, recorrendo a versões livres na *internet*. O site www.ai-geostats.org disponibiliza uma extensa lista de material de informação geográfica livremente disponível ou de baixo custo.

Para além dos recursos informáticos, é fundamental o recurso a equipamento de observação (microscópios e lupas) e o uso de mini câmaras de vídeo e/ou pequenas câmaras fotográficas digitais acopladas a esses equipamentos. A possibilidade de projecção das imagens num televisor ou num computador pessoal, ao permitir efectuar uma exploração dirigida pelo professor, fará com que haja um aproveitamento mais eficaz das observações efectuadas.

Ao nível do equipamento, considera-se fundamental a disponibilização do seguinte material:

- Computadores pessoais com ligação à Internet
- Microscópios ópticos
- Lupas binoculares
- Mini câmaras de vídeo e/ou pequenas câmaras fotográficas digitais (de preferência com possibilidade de ligação aos computadores pessoais)
- Televisor
- Leitor / gravador de vídeo / leitor DVD
- Aquários / Terrários e equipamento de apoio (bombas, filtros, etc)
- Redes, pinças, frascos
- Kits colorimétricos para análise de solos e de água

- Guias de identificação de fauna e flora

A abordagem experimental sugerida implica ainda a disponibilização de um espaço para montagem e manutenção de terrários e aquários.

b) Recursos disponíveis na *Internet*

A diversidade de materiais disponíveis na internet tem vindo a aumentar de uma forma bastante rápida, pelo que este meio de divulgação pode e deve ajudar a complementar a informação existente. No entanto, é de salientar que por vezes alguns conteúdos são de qualidade medíocre e outros são apenas de ocorrência efémera. A título de exemplo, indicam-se alguns *sites* (activos em Dezembro de 2002) que podem ajudar na busca e recolha de informação útil para apoio ao presente programa.

Para além dos recursos disponíveis na Internet anteriormente indicados, recomenda-se a exploração dos motores de busca para complementar a informação disponível. Para além dos motores em português, chama-se a atenção para <http://www.mamma.com> pela sua grande eficácia. Para as escolas que disponham de computadores pessoais da gama Apple, o programa de busca Sherlock é um recurso extremamente eficaz cuja utilização se recomenda.

Chama-se, no entanto, a atenção para o tipo de informação disponível na Internet. Ao contrário do que acontece com uma publicação em papel, não há qualquer controlo do conteúdo das publicações electrónicas. Caberá ao professor filtrar o que está disponível e de incutir nos alunos a noção de que a Internet não é o depósito da verdade mas sim um recurso útil a usar com cautela e moderação.

(ver no final da Bibliografia)

c) Outros recursos

Cabe ao professor da disciplina seleccionar, com base em critérios de relevância e proximidade, outros recursos externos que considere úteis, como sejam museus, associações ambientalistas, áreas naturais ou naturalizadas, etc., bem como valorizar os recursos disponíveis na região.

3. Desenvolvimento do programa – organização dos temas/conteúdos

Cada unidade didáctica é composta por um núcleo conceptual, que representa o conjunto articulado de conteúdos e conceitos estruturantes, os subtemas/conteúdos, uma listagem de conceitos/noções básicas destinada a facilitar o enquadramento dos assuntos a abordar e os objectivos/competências definidos para o tema.

A inclusão da secção *Nível de abordagem* destina-se a delimitar o âmbito de estudo dos temas e conteúdos e a fornecer indicações e actividades para alcançar os objectivos propostos. No entanto, é necessário salientar que a explicitação feita no nível de abordagem não deve pôr em causa a margem de liberdade para o professor explorar cada tema ou conteúdo, tendo em conta o contexto escolar, as características e motivações dos seus alunos.

A cada unidade didáctica foi atribuída uma determinada carga horária (tempos lectivos de 90 minutos). No entanto, esta indicação deverá funcionar apenas como uma sugestão destinada a guiar o trabalho de planificação do professor. Compete a este decidir a gestão efectiva dos tempos lectivos consoante as necessidades das turmas/alunos e de acordo com o contexto específico de cada escola.

De seguida, apresenta-se o desenvolvimento do programa para os 2 anos lectivos: 10º e 11º anos.

Desenvolvimento do programa – 10º ano

<p>Módulo inicial</p> <p>Vida na Terra</p>	<p>Núcleo conceptual</p> <p>Toda a vida na Terra está concentrada numa fina faixa que a envolve, denominada Biosfera.</p>
<p>Conceitos</p> <p>Noções básicas</p> <p>Ser vivo</p> <p>Ecosfera</p> <p>Biosfera</p> <p>Hidrosfera</p> <p>Atmosfera</p> <p>Litosfera</p> <p>Ecossistema</p> <p>Comunidade</p> <p>População</p> <p>Indivíduo</p> <p>Espécie</p> <p>Biodiversidade</p> <p>Ecologia</p> <p>Equilíbrio ecológico</p> <p>Desenvolvimento sustentável</p>	<p>Conteúdos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Distribuição da vida na Terra • Níveis de organização biológica • Influência da actividade humana sobre a biodiversidade • A Ecologia <p><u>No final deste módulo o aluno deve ser capaz de:</u></p> <p>Discutir o conceito de ser vivo</p> <p>Reconhecer que a vida na Terra só é possível graças à existência de condições particulares</p> <p>Identificar as condições essenciais à vida</p> <p>Conhecer os conceitos de Ecosfera, Biosfera, Hidrosfera, Atmosfera e Litofera</p> <p>Conhecer os diferentes níveis de organização biológica</p> <p>Conhecer o conceito de biodiversidade</p> <p>Identificar algumas ameaças à biodiversidade resultantes da actividade humana</p> <p>Identificar alguns problemas ecológicos que se colocam actualmente</p> <p>Reconhecer a Ecologia como uma ciência que se dedica ao estudo das interrelações que determinam a distribuição e abundância dos organismos</p> <p>Realizar experiências simples relacionando os organismos com factores ambientais</p> <p>Utilizar material laboratorial na elaboração de actividades com terrários e aquários</p> <p>Utilizar vocabulário básico da disciplina</p> <p>Questionar-se sobre as condições necessárias à vida</p> <p>Tomar consciência dos efeitos das actividades humanas sobre o ambiente e a biodiversidade</p> <p>Sensibilizar para a necessidade de desenvolver uma atitude favorável à conservação do ambiente e da biodiversidade</p> <p>Valorizar o papel da Ecologia na procura de soluções promotoras do equilíbrio ecológico e do desenvolvimento sustentável</p>

<p>Módulo inicial</p> <p>A vida na Terra (6 aulas)</p>	<p>Nível de abordagem</p>
---	----------------------------------

Pretende-se com este módulo inicial fazer uma avaliação diagnóstico sobre conceitos e competências adquiridos no ensino básico, essenciais para o desenvolvimento deste programa. Recomenda-se a realização de uma ficha de avaliação diagnóstico que permitirá a reorientação dos alunos e o delineamento de estratégias de recuperação. Este módulo deve assim assegurar a actualização ou facilitar a aquisição desses conceitos essenciais (em primeira abordagem), sem prejuízo de novas abordagens mais exaustivas e sob perspectivas diferentes ao longo do programa.

Com o tema *Distribuição da vida na Terra* propõe-se a discussão do conceito de ser vivo e a identificação de diferenças entre o mundo vivo e o mundo inanimado. As condições particulares da Terra que permitem a existência de vida deverão ser sumariadas (fornecimento de energia proveniente do sol, a presença de água, temperatura adequada e a retenção dos raios ultravioleta pela camada do ozono). De seguida, sugere-se a abordagem do modo como a vida se distribui pelo planeta, definindo-se o conceito de Ecosfera e identificando as suas sub-divisões (Biosfera, Hidrosfera, Litosfera, Atmosfera).

Relativamente ao conteúdo *Níveis de organização biológica*, sugere-se uma actividade prática durante a qual os alunos poderão caracterizar os diferentes níveis de organização e fazer a aplicação de conceitos básicos utilizados em Ecologia. A construção de um modelo de um ecossistema terrestre e/ou aquático em terrário e/ou aquário permitirá atingir este objectivo e, ao mesmo tempo, servir de suporte a actividades futuras. O vocabulário básico usado no âmbito da Ecologia deve aqui também ser introduzido, nomeadamente através das noções de ecossistema, de comunidade e de população. Propõe-se uma discussão do significado dos termos habitat e ecossistema, extremamente vulgarizados mas cujo significado nem sempre é alcançado por quem os usa. É importante que fique a ideia da abstracção desses termos e da dificuldade em delimitá-los e identificá-los no terreno. A partir deste momento o estudo da Ecologia entra numa fase em que estes termos vão ser sistematicamente usados, quer nos aspectos teóricos, quer nos práticos. No entanto, o uso destas noções, sem uma correcta explicação da sua definição, pode levar a problemas de compreensão por parte dos alunos e dificultar a aprendizagem da disciplina.

Com o conteúdo *Influência da actividade humana sobre a biodiversidade* pretende-se que o conceito de biodiversidade seja abordado (em primeira abordagem, necessariamente mais simples) e que alunos identifiquem algumas ameaças ao equilíbrio ecológico e à existência da vida na Terra resultantes da extracção, transformação e utilização dos recursos naturais vivos e inertes. A promoção da discussão acerca desses problemas proporcionará uma oportunidade para reflectir sobre a importância da procura de soluções promotoras do equilíbrio ecológico e do desenvolvimento sustentável.

Com o conteúdo *A Ecologia* pretende-se que os alunos reconheçam que esta ciência, ao estudar os factores responsáveis pela distribuição e abundância dos organismos nos ecossistemas, proporciona conhecimentos valiosos para a tomada de decisões que garantam o equilíbrio ecológico e o

desenvolvimento sustentável. Este conteúdo deverá ser abordado apenas nesta óptica, ficando uma apresentação da Ecologia como ciência, de um modo mais exaustivo, para o módulo seguinte.

Na abordagem dos dois últimos conteúdos sugere-se a realização de uma actividade experimental simples tal como a determinação da sobrevivência de organismos (ex: *Daphnia* sp.) a diferentes concentrações de um poluente (poderá ser usado um detergente vulgar). Esta actividade constitui, também, uma oportunidade para os alunos se familiarizarem com o material laboratorial.

<p>Tema 1</p> <p>Ecologia como ciência</p>	<p>Núcleo conceptual</p> <p>A Ecologia é uma ciência interdisciplinar com raízes complexas e que utiliza métodos próprios para investigar as interações físicas e biológicas nos ecossistemas.</p>
--	---

Conceitos	<u>Subtemas</u>
<p>Noções básicas</p> <p>Ecologia</p> <p>Método científico</p> <p>Método hipotético-dedutivo</p> <p>Observação</p> <p>Hipótese</p> <p>Experiência</p> <p>Resultado</p> <p>Indução</p> <p>Dedução</p> <p>Inferência</p> <p>Teoria</p> <p>Causa</p> <p>Efeito</p> <p>Especulação</p> <p>Holismo</p> <p>Reduccionismo</p> <p>Empirismo</p> <p>Ambientalismo</p>	<p>1.1 A Ecologia como ciência:</p> <p>Raízes</p> <p>Objectivos</p> <p>Relações com outros ramos da Ciência</p> <p>1.2 Natureza dos problemas abordados em Ecologia</p> <p>1.3 Aplicação do Método Científico em Ecologia</p> <p><u>No final deste tema o aluno deve ser capaz de:</u></p> <p>Compreender que a Ecologia procura encontrar um padrão nas variações observadas no funcionamento do mundo que nos rodeia, de forma a poder prever acontecimentos futuros</p> <p>Distinguir Ecologia de ambientalismo</p> <p>Conhecer as raízes que levaram à formação da Ecologia como ciência</p> <p>Compreender os objectivos da Ecologia</p> <p>Relacionar a Ecologia com outros ramos da Ciência</p> <p>Discutir o carácter dinâmico da ciência e, em particular, da Ecologia</p> <p>Compreender que a cada nível de organização biológica correspondem características e problemas diferenciados</p> <p>Compreender que, apesar da complexidade de assuntos abordados pela Ecologia, a metodologia científica se aplica tanto a esta ciência como às ciências clássicas</p> <p>Distinguir hipóteses de especulações</p> <p>Caracterizar as etapas do método científico</p> <p>Relacionar o método científico com as vias dedutiva e indutiva</p> <p>Aplicar o método científico em situações problemáticas de carácter ecológico</p> <p>Estabelecer hipóteses a partir de observações directas no campo</p> <p>Delinear experiências para testar hipóteses</p> <p>Utilizar linguagem específica da disciplina de forma correcta</p> <p>Valorizar a importância da Ecologia na sociedade actual e no futuro do Homem</p> <p>Manifestar interesse pelos assuntos e problemas abordados em Ecologia</p> <p>Respeitar a opinião dos outros na discussão sobre os problemas ecológicos</p> <p>Tomar consciência da importância do método científico na abordagem dos problemas em Ecologia</p>

Tema 1 Ecologia como ciência (6 aulas)	Nível de abordagem
---	---------------------------

O primeiro conteúdo deste tema, *A Ecologia como ciência*, deverá ser abordado de uma forma genérica e simplificada. A apresentação de uma breve síntese da história da ciência, principalmente das disciplinas em que a Ecologia tem as suas raízes, bem como a sua ligação ao desenvolvimento da Teoria da Evolução, servirá de enquadramento e permitirá perceber quais as raízes e objectivos desta disciplina e o porquê da sua origem recente. A natureza interdisciplinar da Ecologia, que fazem desta uma ciência de síntese, deverá ser referida. Durante anos, o termo Ecologia foi conhecido apenas por alguns especialistas e investigadores. No entanto, com o aparecimento dos movimentos ambientalistas dos anos 60 e 70, a Ecologia tornou-se mais popular. Dentro do contexto de uma nova moda, o termo Ecologia surge por todo o lado (jornais, rádio, televisão, etc.) e por vezes é usado de uma forma inadequada e errónea. No entanto, é necessário saber dar o correcto valor à Ecologia porque, sem dúvida, passa por esta ciência a obtenção de conhecimento que permitirá ao Homem compreender parte dos aspectos biológicos que regem o nosso planeta.

Com o conteúdo *Natureza dos problemas abordados em Ecologia* pretende-se que o aluno consiga perceber a amplitude da disciplina. Deste modo, será interessante apresentar um exemplo prático e acompanhar todo o módulo com esse exemplo. Esse exemplo deve estar relacionado com os sistemas naturais existentes em Portugal e é conveniente que tenha aplicabilidade à realidade da zona onde se insere a escola. Nesse sentido, sugere-se a visita a um sistema florestal espontâneo ou semi espontâneo (não submetido a gestão florestal) da região da Escola, devendo o professor levar os alunos a observar o estado em que esta se encontra. A presença e grau de desenvolvimento de estrato arbustivo, a quantidade de material vegetal morto acumulado (ramos secos, folhada...), o estado vegetativo das plantas do sub-bosque (convém efectuar esta saída antes do início da estação húmida de modo a poder ser observada a situação típica de final de Verão). Durante a visita seria proposto aos alunos o cenário seguinte:

Um fogo florestal de origem natural provocado por uma trovoada de verão consome uma grande extensão da floresta visitada (se não existir área florestada suficientemente grande na região terá que ser pedido um esforço imaginativo e tentar extrapolar para a situação em que esta floresta seria mais extensa). O fogo afectaria não só as espécies arbóreas dominantes mas também as plantas (árvores, arbustos e ervas) que viviam no seu interior. Os animais de médio e grande porte (coelhos, lebres, raposas, javalis), bem como as aves, conseguem na sua maioria escapar, mas as espécies mais pequenas (coelhos jovens, lagartos, cobras, sapos, ratos, musaranhos e muitos insectos) são apanhadas pelo fogo. A chuva finalmente surgiu e o fogo é extinto. Muitas árvores sobrevivem, pois em zonas de influência mediterrânica as espécies arbóreas espontâneas estão relativamente adaptadas ao fogo e este foi bastante mais rápido do que intenso, mas surgem clareiras no interior da floresta no lugar em que árvores parcialmente secas ou afectadas por um fogo localmente mais forte não resistiram às chamas.

Perante este cenário de aparente destruição, várias questões lhes podem ser colocadas:

- quais serão as consequências para a floresta do facto de ter desaparecido todo o material morto que estava acumulado no seu interior (transformado em cinzas pelo fogo)?
- que efeitos irão ter sobre o solo as primeiras chuvas que caírem após o incêndio?
- que consequências irá trazer no desenvolvimento da floresta o facto de grande parte da fauna de herbívoros ter desaparecido?
- os animais sobreviventes (caso dos insectos capazes de encontrar refúgio sob o solo) irão enfrentar problemas novos. Quais?
- que efeitos irão ter sobre a vegetação as clareiras que surgiram?
- serão de esperar alterações ao nível das espécies que vão surgir na floresta, em relação à situação antes do incêndio?
- todas as plantas irão ser afectadas da mesma forma pelo fogo?
- se o fogo tivesse ocorrido na Primavera, os efeitos na floresta seriam os mesmos?

Este é apenas um exemplo da utilização de uma situação corrente em quase todo o país e que pode ser facilmente explorada pelo professor para demonstrar a complexidade dos problemas abordados em Ecologia. A discussão sobre este assunto servirá também para que os alunos se apercebam dos problemas que se colocam nos diferentes níveis de organização (população, comunidade e ecossistema). Assim, por exemplo, se ao nível da população se pode colocar a questão “Qual a influência do fogo sobre a espécie X?”, ao nível da comunidade a natureza do problema é diferente e outras questões se poderão colocar, “Qual a influência do fogo sobre a diversidade de espécies?” ou “Qual a influência do fogo sobre a estrutura da vegetação?”. Em alternativa, a zona costeira pode ser também utilizada com vantagem. A visita a um local onde tenham sido realizadas obras de defesa, nomeadamente enrocamentos perpendiculares à praia (vulgo *esporões*), pode fornecer dados para uma reflexão do mesmo tipo, comparando a situação a sotamar com a de barlar da estrutura de defesa. Um pouco de pesquisa, alguma colaboração com as disciplinas de Geografia e Técnicas de Ordenamento e a utilização de fotografias aéreas anteriores à obra permitirão colocar algumas questões interessantes.

Relativamente ao conteúdo *Aplicação do método científico em Ecologia* propõe-se que seja referida a metodologia da Ecologia, demonstrando-se que, como em qualquer outro ramo da ciência, se aplica a metodologia científica. Esta deverá ser apresentada, permitindo no final estabelecer com os alunos a diferenciação entre Ecologia e Ambientalismo. Na mesma linha de pensamento, deve ficar bem clara a diferença entre hipóteses, testáveis experimentalmente e de uma forma reprodutível, e especulações, baseadas apenas no chamado *senso comum* ou na *sabedoria popular*. Não será difícil apontar exemplos de soluções adoptadas sem qualquer base técnica de suporte para resolver problemas ambientais, nomeadamente no que respeita à gestão da zona costeira.

Os casos apresentados no conteúdo anterior podem facilmente ser utilizados como exemplo para aplicação da metodologia científica em Ecologia. Propondo aos alunos a exploração de uma das questões levantadas sobre os efeitos do fogo na floresta ou sobre os efeitos do esporão na dinâmica da costa, colocando-os no papel do investigador cuja missão é demonstrar a validade dessa questão (a hipótese de trabalho), poderá ser-lhes solicitada a aplicação do método científico e a idealização de uma forma de obter resultados que validem ou recusem a hipótese colocada. Poderá também ser

aproveitada a oportunidade para distinguir entre o reducionismo e o holismo, relacionando-os com o método científico tradicional e a investigação em Ecologia. É também útil demonstrar que a investigação em Ecologia não é uma investigação simplificada e que por isso existem limites associados à manipulação experimental. Por vezes, a complexidade de interações num sistema natural é de tal ordem, que se não planearmos cuidadosamente uma experiência, podemos estar a obter informação sobre outras interações, diferentes das desejadas.

Neste cenário bastante complexo é necessário que os alunos compreendam que, por vezes, o que é aceite hoje como uma verdade, no futuro pode ser considerado incorrecto e ser substituído por uma nova realidade, após um novo tipo de experimentação. Ou seja, as verdades não são absolutas e imutáveis.

Um outro aspecto importante na Ecologia está relacionado com a capacidade de efectuar inferências. Assim, os resultados devem ser sempre comparados com outros estudos de outros locais e equipas, visto que os resultados não são universalmente os mesmos. Um outro aspecto importante está relacionado com a capacidade de verificar se os dados que estamos a obter têm alguma validade biológica / ecológica ou são apenas um conjunto de números obtidos de um determinado tratamento matemático. Um bom exemplo de um resultado estatístico sem significado pode ser a relação entre o número de candeeiros e a ocorrência de ratinhos das casas (*Mus musculus*). Assim, apesar de existir uma correlação elevada entre estas duas variáveis, a presença do rato das casas não está associado ao número de candeeiros, mas sim a uma série de actividades humanas, que fazem com que ele tenha as condições mínimas para sobreviver nos meios urbanos.

<p style="text-align: center;">Tema 2</p> <p style="text-align: center;">A variedade do Mundo Vivo</p>	<p style="text-align: center;">Núcleo conceptual</p> <p style="text-align: center;">A grande variedade dos seres vivos tem por base uma arquitectura comum: a célula</p>
<p>Conceitos</p> <p>Noções básicas</p> <p>Célula</p> <p>Organelos</p> <p>Biodiversidade</p> <p>Evolução</p> <p>Seleccção natural</p> <p>Variabilidade genética</p> <p>Especiação</p> <p>Procarióticos</p> <p>Eucarióticos</p> <p>Domínio</p> <p>Reino</p> <p>Filo</p> <p>Classe</p> <p>Ordem</p> <p>Família</p> <p>Género</p> <p>Espécie</p> <p>Eubactérias</p> <p>Arqueobactérias</p> <p>Protista</p> <p>Plantas avasculares</p> <p>Plantas vasculares</p> <p>Fungos</p> <p>Animais</p> <p>Taxonomia</p> <p>Sistemática</p> <p>Nomenclatura</p> <p>Filogenia</p>	<p><u>Subtemas</u></p> <p>2.1 A célula: unidade básica dos seres vivos</p> <p style="padding-left: 20px;">Células procarióticas e eucarióticas</p> <p style="padding-left: 20px;">Organelos celulares e suas funções</p> <p style="padding-left: 20px;">Membranas</p> <p>2.2 Origem da biodiversidade</p> <p style="padding-left: 20px;">Variabilidade ambiental e evolução</p> <p style="padding-left: 20px;">Transmissão de características hereditárias</p> <p style="padding-left: 20px;">O fenómeno da especiação</p> <p>2.3 Taxonomia e sistemática</p> <p>2.4 As grandes divisões do Mundo Vivo</p> <p style="padding-left: 20px;">Organismos Procarióticos</p> <p style="padding-left: 40px;">Eubactérias e Arqueobactérias</p> <p style="padding-left: 20px;">Organismos Eucarióticos</p> <p style="padding-left: 40px;">Protistas</p> <p style="padding-left: 40px;">Plantas</p> <p style="padding-left: 40px;">Fungos</p> <p style="padding-left: 40px;">Animais</p> <p><u>No final deste tema o aluno deve ser capaz de:</u></p> <p>Distinguir células procarióticas de eucarióticas</p> <p>Conhecer as estruturas membranares, os principais organelos celulares e suas funções</p> <p>Compreender que a biodiversidade é o resultado da adaptação dos organismos aos diferentes desafios de um ambiente físico variado e variável</p> <p>Compreender o mecanismo da seleccção natural</p> <p>Relacionar os mecanismos da evolução com a especiação</p> <p>Reconhecer que a taxonomia e a sistemática surgem da necessidade de ordenar e catalogar os organismos vivos</p> <p>Discutir a noção de espécie</p> <p>Compreender que as espécies são agrupadas em grupos afins sob pontos de vista múltiplos: morfológico, fisiológico, genético e evolutivo</p> <p>Compreender que a sistemática procura traduzir as relações filogenéticas entre as espécies</p> <p>Caracterizar sumariamente os Domínios e Reinos em que actualmente são divididos os seres vivos</p> <p>Utilizar o microscópio óptico e a lupa binocular</p> <p>Classificar seres vivos relativamente aos Reinos</p> <p>Utilizar correctamente a nomenclatura biológica</p> <p>Interpretar e analisar dados sobre as características e o modo de vida dos seres vivos</p> <p>Tomar consciência da enorme diversidade de seres vivos que povoam o planeta</p> <p>Desenvolver uma atitude favorável em relação à conservação da biodiversidade</p> <p>Reconhecer a importância da taxonomia e da sistemática</p>

Tema 2 A variedade do Mundo Vivo (12 aulas)	Nível de abordagem
--	---------------------------

Os alunos a que se destina o Curso Tecnológico de Ordenamento do Território e Ambiente apresentam uma formação em Biologia de nível básico, manifestamente insuficiente para entenderem a abordagem da disciplina de Ecologia. No plano de estudos deste curso não existe disciplina complementar de Biologia que possa colmatar essas deficiências, pelo que se torna necessário introduzir alguns conceitos essenciais de Biologia.

Este tema deverá ser iniciado com o conteúdo *A célula: unidade básica dos seres vivos*. É necessário ter em consideração que alguns dos conceitos a analisar foram já abordados, de forma sumária, em anos anteriores. Assim, recomenda-se a realização de uma ficha de diagnóstico, que permitirá avaliar o grau de conhecimento dos alunos.

A célula, como unidade básica da vida, deverá ser apresentada de forma a que os alunos se apercebam da imensa variedade de formas existentes. Propõe-se que seja dada ênfase à observação directa, quer de material recolhido pelos alunos, quer de preparações de tecidos. O uso de pequenas câmaras de vídeo ou de máquinas fotográficas digitais acopladas directamente a microscópios ópticos permitirá a visualização, por parte de toda a turma, num vulgar televisor ou num ecrã de computador, e uma exploração dirigida por parte do professor.

A diferenciação entre células procarióticas e eucarióticas e a apresentação das principais estruturas celulares e respectivas funções será aqui abordada de uma forma elementar, podendo aproveitar-se a ocasião para introduzir algumas noções sobre as técnicas de microscopia mais avançadas (electrónica e óptica), através da visualização de imagens obtidas com as diferentes técnicas. Na abordagem das células eucarióticas deverá salientar-se a sua maior complexidade face às procarióticas, nomeadamente ao nível da sua compartimentação interna. Os diferentes tipos de organelos e suas funções deverão ser abordados, contrastando os que são responsáveis pelo processamento de informação e seu armazenamento, com os que estão envolvidos no armazenamento da energia química e com os que processam materiais. De uma forma muito simples, os vírus poderão ser apresentados e contrastados com os tipos de células anteriormente abordadas.

A observação de um conjunto de preparações definitivas ao microscópio óptico, de tecidos de várias origens (animal e vegetal) e a sua exploração comparativa permitirá fazer a ponte para os organismos no seu todo. Nesta situação, o uso de mini câmaras de vídeo associadas aos microscópios ópticos é aconselhável, pois permite uma exploração dirigida pelo professor, podendo ser utilizada directamente por toda a turma.

No conteúdo *Origem da biodiversidade* propõe-se a discussão da origem da grande variedade de seres vivos na Terra. Os diferentes aspectos da biodiversidade devem ser abordados de uma forma essencialmente prática. Sugere-se a visita a um sistema aquático (um rio, um lago, uma poça de rega, uma praia rochosa, etc), bem como a um sistema terrestre, para recolha de pequenos organismos e a reconstituição do respectivo meio em laboratório (montagem de aquários / terrários). Tanto no decurso

da visita, como na observação dos aquários / terrários, entretanto montados, os alunos devem ser estimulados a colocar questões sobre a distribuição dos organismos. O material recolhido poderá ser usado com facilidade para o estabelecimento de relações entre as características dos organismos e as suas preferências na escolha do local onde se instalam (caso dos aquários) ou dos locais onde foram recolhidos. A exploração do material recolhido, devidamente orientada pelo professor, permitirá abordar alguns aspectos da diversidade, nomeadamente ao nível da variedade específica e da heterogeneidade espacial, permitindo simultaneamente a introdução ao uso de algumas técnicas de observação (microscópio óptico, lupa binocular, mini câmara de vídeo associada ou não aos instrumentos ópticos referidos...). Face aos resultados obtidos, os alunos devem ser levados a questionar o porquê da variedade encontrada. Através da exploração de um grupo de organismos semelhantes (por exemplo, os macroinvertebrados aquáticos), a comparação das diferentes estratégias alimentares com as estruturas anatómicas associadas à recolha do alimento, as diferentes estratégias respiratórias, bem como formas de locomoção, poderão servir de mote para a discussão dos conceitos de habitat e micro habitat. Pretende-se com esta abordagem que os alunos compreendam que a diversidade biológica é uma consequência da vida num ambiente limitado em recursos, que resulta da evolução a partir de antepassados comuns, como uma resposta dos organismos aos diferentes desafios de um ambiente físico variado e variável.

No âmbito desta actividade, deverão ser referidos de forma elementar os mecanismos de transmissão de características hereditárias e o seu significado em termos de adaptação ao meio ambiente. Na sequência desta linha de raciocínio deverá ser abordada a teoria da selecção natural e o fenómeno da especiação de uma forma muito básica. É importante chamar a atenção dos alunos para o facto de a evolução ser um processo gradual de alterações ao nível da população e que a selecção natural constitui um factor da maior importância nesse processo.

O conteúdo *Taxonomia e Sistemática* poderá ser abordado através de um exercício prático, com recurso ao material recolhido nas primeiras aulas. Propondo aos alunos que assumam o papel de um explorador do século XVIII ou de um astronauta num planeta novo com vida, simulando a situação de um total desconhecimento da fauna e flora, sugere-se que lhes seja solicitada a ordenação dos organismos recolhidos sob a forma de colecção, devidamente catalogada. A necessidade de estabelecer um critério lógico para essa organização deverá surgir da discussão, devendo ser solicitadas sugestões aos alunos para resolver o problema. A título de exemplo, poder-se-á proceder à recolha dos nomes vulgarmente atribuídos a algumas aves ou plantas comuns na região. A mesma designação aplicada a organismos diferentes permitirá fazer a ponte para o moderno sistema de classificação iniciado por Lineu. A partir da situação criada, os princípios da taxonomia e sistemática deverão ser expostos, bem como a organização filogenética que actualmente se assume para os seres vivos. Noções básicas de nomenclatura biológica finalizarão este assunto, devendo os alunos ficar aptos a ler o nome científico de um organismo.

Relativamente ao conteúdo *As grandes divisões do Mundo Vivo*, tendo como base a divisão dos organismos vivos em 5 Reinos distintos, propõem-se que sejam apresentadas as suas características

distintivas e que seja referida a sua distribuição na natureza. É importante acompanhar este assunto com exemplos de espécies cuja área de distribuição inclua Portugal.

<p style="text-align: center;">Tema 3</p> <p style="text-align: center;">Os organismos e o meio ambiente</p>	<p style="text-align: center;">Núcleo conceptual</p> <p style="text-align: center;">A distribuição dos seres vivos na Biosfera é condicionada pela variabilidade ambiental</p>
<p>Conceitos</p> <p>Noções básicas</p> <p>Homeostase</p> <p>Tolerância</p> <p>Factor limitante</p> <p>Factores abióticos</p> <p>Factores bióticos</p> <p>Lei do mínimo</p> <p>Lei da tolerância</p> <p>Variabilidade ambiental</p> <p>Variabilidade sazonal</p> <p>Fotoperíodo</p> <p>Aclimação</p> <p>Distribuição</p> <p>Temperatura</p> <p>Luz</p> <p>Humidade</p> <p>Salinidade</p> <p>Adaptação</p> <p>Migração</p> <p>Hibernação</p> <p>Estado de latência</p> <p>Estado de dormência</p> <p>Habitat</p> <p>Nicho ecológico</p> <p>Especialista</p> <p>Generalista</p> <p>pH</p>	<p><u>Subtemas</u></p> <p>3.1. O ambiente interno dos organismos</p> <p style="padding-left: 20px;">Homeostase e tolerância</p> <p style="padding-left: 20px;">Factores limitantes</p> <p>3.2. A distribuição dos organismos como reflexo da variação ambiental</p> <p style="padding-left: 20px;">Variação no tempo e no espaço</p> <p style="padding-left: 20px;">Adaptações e seu significado</p> <p style="padding-left: 20px;">Habitat e nicho ecológico</p> <p><u>No final deste tema o aluno deve ser capaz de:</u></p> <p>Discutir o conceito de homeostase</p> <p>Compreender que os organismos têm necessidade de manter o seu ambiente interno em equilíbrio, dispondo para isso de mecanismos internos</p> <p>Discutir o conceito de factor limitante e de existência de limites inferiores e superiores para além dos quais a vida não é possível</p> <p>Discutir as consequências das leis do mínimo e da tolerância na distribuição dos organismos</p> <p>Analisar o efeito de alguns factores abióticos sobre os organismos</p> <p>Relacionar a capacidade e os limites de adaptação dos organismos aos diferentes factores abióticos com a sua distribuição</p> <p>Compreender que o tempo é um dos factores determinantes da variabilidade ambiental</p> <p>Discutir o conceito de adaptação</p> <p>Compreender o significado funcional e evolutivo das estratégias e adaptações dos organismos (migração, hibernação, estado de latência e estado de dormência) ao meio ambiente</p> <p>Perspectivar a noção de nicho ecológico e habitat em função dos factores limitantes e da plasticidade dos organismos</p> <p>Distinguir espécies generalistas de espécies especialistas na perspectiva da amplitude do nicho ecológico</p> <p>Interpretar e analisar dados sobre os factores condicionantes da distribuição das espécies</p> <p>Realizar actividades experimentais relacionando a actividade de organismos com os factores ambientais</p> <p>Utilizar instrumentos de medição/sensores de parâmetros físico-químicos</p> <p>Construir gráficos e tabelas, relacionando a distribuição e/ou actividade dos organismos com factores ambientais, utilizando as TIC</p> <p>Valorizar o estudo dos factores limitantes da distribuição dos organismos</p> <p>Tomar consciência da importância da protecção das espécies e do seu habitat durante os períodos mais desfavoráveis</p> <p>Tomar consciência do significado das adaptações dos organismos aos diferentes factores ambientais</p>

Tema 3 Os organismos e o meio ambiente (8 aulas)	Nível de abordagem
---	---------------------------

A exploração deste tema deve realizar-se de forma a resolver as questões específicas: Por que razão estão presentes os organismos de uma espécie em determinados locais e não noutros? O que limita a distribuição de uma espécie? Embora a resposta a estas questões resida numa combinação de factores bióticos e abióticos, neste tema apenas serão focados os factores físico-químicos, ficando uma análise mais detalhada das relações entre espécies para temas seguintes. A importância prática deste assunto pode ser salientada recorrendo a exemplos de organismos explorados pelo Homem (ex: as tentativas falhadas de introdução de espécies de peixes, tal como o salmão, comercialmente exploráveis em Portugal). Outro exemplo que ilustra a importância prática dos conteúdos tratados neste tema é a expansão de espécies exóticas no nosso país, e o impacto ecológico daí resultante (ex: lagostim americano, truta arco-íris, acácias, etc).

O conteúdo *O ambiente interno dos organismos* deverá ser abordado de forma elementar, pretendendo-se apenas que os alunos percebam que os organismos têm necessidade de manter um ambiente interno relativamente constante, existindo para isso um conjunto de mecanismos homeostáticos capazes de regular face às variações do ambiente externo. A descrição desses mecanismos deve ser evitada tendo em conta a natureza do curso. É importante salientar que a manutenção do equilíbrio interno só é possível numa gama limitada de condições. Nesta perspectiva, dever-se-á introduzir a noção de factor limitante e enunciar as leis do mínimo e da tolerância. Os principais factores físico-químicos, nomeadamente, a luz, a temperatura, a humidade, a disponibilidade de nutrientes, a salinidade e o pH deverão ser abordados muito sumariamente. Recomenda-se a realização de actividades experimentais, utilizando pequenos organismos, com o objectivo duplo de acompanhar a descoberta de conceitos e permitir aos alunos desenvolver as capacidades de utilização de materiais/instrumentos de laboratório e de medição de parâmetros físico-químicos. Deste modo, propõe-se que o efeito de diferentes salinidades ou de diferentes temperaturas no sucesso de eclosão de quistos de *Artemia salina* (podem ser adquiridos em lojas especializadas em aquários) seja testado. O mesmo tipo de abordagem pode ser usado para demonstrar a plasticidade individual face a condições distintas do meio. A avaliação da área, espessura e perímetro de folhas de sol e de sombra de uma mesma planta constitui uma actividade de fácil implementação e que permite explorar não só o efeito da luz como também de diferentes graus de dessecação.

Relativamente ao conteúdo *A distribuição dos organismos como reflexo da variação ambiental*, é conveniente realçar que a variabilidade temporal é um aspecto tão importante como o valor absoluto da variação e que há fases durante as quais os organismos são mais sensíveis do que outras para um mesmo factor. Este aspecto pode servir como mote à discussão de algumas regras de comportamento face à natureza e a problemas de gestão de áreas de valor natural. O valor de habitats particularmente

sensíveis em determinadas épocas do ano (migrações, período reprodutivo...) poderá ser aqui perspectivado no sentido acima referido. Um trabalho de pesquisa sobre a importância da região ou de uma área de valor natural regional para a migração das aves ou sua reprodução (por exemplo, balanço entre as espécies residentes, nidificantes e visitantes invernais / primaveris) pode constituir uma actividade motivadora que permita a exploração desta questão.

O desenvolvimento de adaptações dos organismos ao seu meio ambiente deverá ser abordado de forma a compreender o seu significado funcional e evolutivo. Este assunto poderá ser explorado recorrendo a exemplos da flora e fauna portuguesas e sempre que possível existentes na região. Aspectos como a migração, hibernação, estado de latência e estado de dormência deverão ser referidos, salientando-se a vulnerabilidade de muitos organismos durante estes períodos e a necessidade de protecção.

Recorrendo a um organismo comum na região (animal ou vegetal) mas cuja distribuição não seja generalizada, e recorrendo à experiência empírica dos alunos, complementada por pesquisa bibliográfica, sugere-se a discussão dos possíveis factores que podem limitar a sua distribuição regional. Com este tipo de abordagem pretende-se que os alunos se apercebam de que esse organismo será mais sensível a uns factores do que a outros, não podendo lidar da mesma forma com o conjunto de factores que o podem afectar. Na sequência desta actividade, as noções de habitat e de nicho ecológico deverão ser perspectivadas em função dos factores limitantes e da tolerância dos organismos. O recurso ao aquário utilizado no módulo inicial e a exploração da distribuição no espaço de macroinvertebrados bentónicos de água doce constituem duas formas diferentes de abordar, de uma forma prática, estes conceitos

<p style="text-align: center;">Tema 4</p> <p style="text-align: center;">Energia e vida</p>	<p style="text-align: center;">Núcleo conceptual</p> <p style="text-align: center;">Os seres vivos utilizam a energia que produzem para a síntese de moléculas orgânicas, crescimento e manutenção do organismo</p>
<p>Conceitos</p> <p>Noções básicas</p> <p>Energia</p> <p>Luz</p> <p>Enzima</p> <p>Assimilação</p> <p>Fotossíntese</p> <p>Pigmentos fotossintéticos</p> <p>Cloroplastos</p> <p>Clorofila</p> <p>Autotrófico</p> <p>Produtor</p> <p>Heterotrófico</p> <p>Consumidor</p> <p>Morfologia foliar</p> <p>Respiração</p> <p>Fermentação</p> <p>Mitocôndrias</p> <p>Anaerobiose</p> <p>Aerobiose</p> <p>Catabolismo</p> <p>Anabolismo</p> <p>Quimiossíntese</p> <p>Extremófilos</p>	<p><u>Subtemas</u></p> <p>4.1 Energia e termodinâmica</p> <p>4.2. As enzimas</p> <p>4.3 O processo fotossintético</p> <p style="padding-left: 20px;">A fotossíntese como processo de assimilação</p> <p style="padding-left: 20px;">A luz, os cloroplastos e os pigmentos fotossintéticos</p> <p style="padding-left: 20px;">A morfologia foliar e a fotossíntese</p> <p style="padding-left: 20px;">Os factores limitantes da fotossíntese (energia e materiais)</p> <p>4.4 Metabolismo celular</p> <p style="padding-left: 20px;">Utilização dos nutrientes ao nível celular</p> <p style="padding-left: 20px;">Processos de obtenção de energia: respiração e fermentação</p> <p style="padding-left: 20px;">Utilização de energia em actividades celulares</p> <p>4.5 A quimiossíntese como alternativa à fotossíntese em ambientes particulares</p> <p><u>No final deste tema o aluno deve ser capaz de:</u></p> <p>Compreender que os sistemas vivos estão sujeitos às mesmas leis da termodinâmica que os sistemas inanimados</p> <p>Compreender o papel das enzimas como catalizadores das reacções celulares</p> <p>Compreender os mecanismos básicos de obtenção e utilização de energia nos organismos</p> <p>Distinguir organismos autotróficos de heterotróficos</p> <p>Compreender o processo fotossintético e o papel desempenhado pelos cloroplastos e pigmentos fotossintéticos</p> <p>Relacionar a morfologia foliar com a fotossíntese</p> <p>Fazer o balanço fotossintético</p> <p>Analisar os principais factores limitantes da fotossíntese em ambientes terrestres e aquáticos</p> <p>Relacionar os factores limitantes da fotossíntese com a distribuição das plantas</p> <p>Compreender o metabolismo celular</p> <p>Distinguir catabolismo de anabolismo</p> <p>Comparar a respiração celular com a fermentação</p> <p>Conhecer a existência de organismos extremófilos que dependem de uma química diferente da do carbono para a obtenção de energia e alimento</p> <p>Observar cortes histológicos ao microscópio óptico</p> <p>Realizar actividades práticas relacionadas com a fotossíntese e a respiração e discutir os resultados obtidos</p> <p>Utilizar sensores e/ou outros instrumentos de medição de luz, temperatura, humidade, CO₂ e O₂</p> <p>Construir gráficos e tabelas, utilizando as TIC, a partir de resultados experimentais</p> <p>Interessar-se pelos processos de obtenção de energia e de síntese subjacentes à vida</p> <p>Tomar consciência da importância da fotossíntese para o fluxo de energia e nutrientes no ecossistema</p> <p>Reflectir sobre os efeitos dos poluentes na fotossíntese em ambientes aquáticos</p> <p>Manifestar curiosidade pelo modo de vida particular dos organismos extremófilos</p>

Tema 4 Energia e vida (8 aulas)	Nível de abordagem
--	---------------------------

O curso tecnológico de Ordenamento do Território e Ambiente, como já foi referido, não dispõe de uma disciplina de Biologia geral, razão pela qual se propõe este tema como forma de complementar a formação base dos alunos em alguns aspectos, julgados importantes para compreender outros conteúdos a abordar em temas seguintes. Desta forma, chama-se a atenção para a abordagem, necessariamente elementar, dos assuntos deste tema.

Relativamente ao conteúdo *Energia e termodinâmica*, deverão ser abordadas as leis da termodinâmica de uma forma muito ligeira de modo a que os alunos percebam apenas que os sistemas vivos estão sujeitos às mesmas leis que os sistemas inanimados. Dever-se-á referir apenas que a primeira lei estabelece que a energia não se destrói, mas que se transforma noutras formas de energia. Quanto à segunda lei, dever-se-á salientar apenas que toda a energia está dirigida para a desordem total, que nos sistemas vivos se traduz na produção de calor.

Quanto ao conteúdo *As enzimas*, deverá ser introduzida a noção de enzima para que o processo fotossintético e o metabolismo celular sejam melhor compreendidos. Todavia, a abordagem deverá ser meramente informativa, não se pretendendo que os alunos a quem este curso se destina conheçam em pormenor os mecanismos enzimáticos. Sugere-se a utilização de algumas experiências simples com enzimas no sentido de verificar a sua actuação como catalizadores de reacções.

A abordagem do conteúdo *O processo fotossintético* poderá ser iniciada de uma forma prática através da demonstração de que a luz visível é decomponível em várias cores / comprimentos de onda e que essa luz não é usada da mesma forma pelos vegetais para efectuar a fotossíntese. Através de uma experiência simples, usando uma fonte de luz, filtros coloridos e plantas aquáticas (ex: *Elodea* sp ou *Lemna* sp) os efeitos de diferentes comprimentos de onda na actividade fotossintética podem ser facilmente demonstrados, servindo simultaneamente para questionar os motivos das diferenças observadas. A implementação de uma sequência de perguntas / respostas devidamente orientadas pelo professor poderá conduzir os alunos à elaboração de uma pesquisa experimental mais complexa que termine com a extracção dos pigmentos fotossintéticos e, eventualmente, a sua separação por cromatografia em papel. A observação de células vegetais ao microscópio, bem como de fotografias e esquemas, deverá conduzir os alunos à noção de que os cloroplastos são os organelos onde se efectua a captação da luz ao nível das células, chamando-se, no entanto, a atenção para o facto de esta ser apenas uma etapa de um processo mais complexo que se desenrola de uma forma complementar noutras partes da célula vegetal. A abordagem celular deverá ser seguida por uma abordagem ao nível dos tecidos, através da observação de cortes dos diferentes tipos de parênquima e das estruturas condutoras associadas a estas.

Com base na equação geral da fotossíntese e na constatação de que há separação espacial entre os órgãos fotossintetizadores e as outras partes constituintes de uma planta, poderá efectuar-se uma discussão sobre os principais factores limitantes da actividade fotossintética, nomeadamente a luz (intensidade e duração do período luminoso) e a água, devendo a discussão ser alargada também aos nutrientes essenciais para as plantas. A ligação ao tema anterior, *Os organismos e o meio ambiente*, permitirá compreender melhor os mecanismos que limitam a distribuição das plantas. As diferenças do comportamento da luz em ambientes terrestres e aquáticos deverão também ser abordadas nesta óptica de limitação, podendo ser efectuada a ponte para situações em que as condições naturais de transparência da água são alteradas, correspondentes a situações de poluição.

O conteúdo *Metabolismo celular* poderá ser abordado começando pela exploração de textos históricos servindo de base para as actividades de aprendizagem. A realização de simples experiências para verificar a produção e o consumo de gases poderá ser uma actividade complementar a desenvolver. Como exemplo, sugere-se a colocação de um pedaço de carne fresca num matraz acoplado a um sensor de CO₂ e O₂ ou, em alternativa, a um tubo ligado a um goblé com água de cal.

A finalizar este módulo, propõe-se a apresentação do conteúdo *A quimiossíntese como alternativa à fotossíntese em ambientes particulares*. Nas escolas em que seja possível uma visita a um local com termalismo ou vulcanismo activo (arquipélago dos Açores, nomeadamente), poderão ser observadas algumas manifestações de organismos que utilizam essas vias. Esta actividade servirá também como motivo para a apresentação das comunidades hidrotermais de profundidade, com referência às que existem ao largo dos Açores. A visualização de um filme sobre o assunto é recomendável.

<p style="text-align: center;">Tema 5</p> <p style="text-align: center;">Estrutura e funcionamento dos ecossistemas</p>	<p style="text-align: center;">Núcleo conceptual</p> <p style="text-align: center;">Um ecossistema é um sistema de processamento de energia e de regeneração de materiais, composto por uma estrutura biótica e outra abiótica</p>
<p>Conceitos</p> <p>Noções básicas</p> <p>Ecossistema</p> <p>Comunidade biótica</p> <p>Autotróficos</p> <p>Produtores</p> <p>Protistas fotossintéticos</p> <p>Cianobactérias</p> <p>Algas</p> <p>Plantas superiores</p> <p>Heterotróficos</p> <p>Consumidores</p> <p>Herbívoros</p> <p>Carnívoros</p> <p>Detritívoros</p> <p>Parasitas</p> <p>Decompositores</p> <p>Decomposição</p> <p>Humificação</p> <p>Mineralização</p> <p>Imobilização</p> <p>Lexiviação</p> <p>Nutrientes</p> <p>Nível trófico</p> <p>Cadeia alimentar</p> <p>Teia alimentar</p>	<p><u>Subtemas</u></p> <p>5.1. Noção de ecossistema</p> <p>5.2. Componentes estruturais dos sistemas ecológicos: a componente biótica</p> <p style="padding-left: 20px;">Noção de comunidade biótica</p> <p style="padding-left: 20px;">Organismos autotróficos</p> <p style="padding-left: 20px;">Organismos heterotróficos</p> <p style="padding-left: 20px;">Organismos decompositores</p> <p>5.3. Estrutura trófica dos ecossistemas</p> <p>5.4. Componentes estruturais dos sistemas ecológicos: A componente abiótica</p> <p style="padding-left: 20px;">A água</p> <p style="padding-left: 40px;">Propriedades do meio líquido</p> <p style="padding-left: 40px;">Componentes do meio líquido</p> <p style="padding-left: 20px;">Nutrientes minerais</p> <p style="padding-left: 20px;">Matéria orgânica morta</p> <p style="padding-left: 20px;">Os solos</p> <p style="padding-left: 40px;">Características do solo e processos de formação</p> <p style="padding-left: 40px;">Os organismos vivos e a sua influência no solo</p> <p style="padding-left: 20px;">Os ciclos biogeoquímicos</p> <p><u>No final deste tema o aluno deve ser capaz de:</u></p> <p>Discutir a noção de ecossistema</p> <p>Compreender que o ecossistema é basicamente um sistema de processamento de energia e de regeneração de materiais, cujos limites são difíceis de definir</p> <p>Relacionar a fixação da energia solar pela fotossíntese com a circulação de materiais e energia através dos ecossistemas</p> <p>Relacionar as componentes biótica e abiótica do ecossistema</p> <p>Explicar a noção de comunidade biótica</p> <p>Estabelecer a relação entre os vários componentes estruturais da comunidade biótica (autotróficos, heterotróficos e decompositores)</p> <p>Relacionar a complexidade dos organismos com os mecanismos para obtenção de alimento</p> <p>Compreender que a matéria orgânica morta é uma fonte importante de materiais e energia</p> <p>Compreender a importância dos processos de decomposição na remobilização dos nutrientes minerais</p> <p>Analisar a estrutura trófica dos ecossistemas</p> <p>Identificar no terreno as componentes estruturais da comunidade biótica</p> <p>Obter informação sobre as relações e estrutura tróficas a partir da observação directa de organismos</p> <p>Realizar actividades experimentais relacionadas com os processos de decomposição e discutir os resultados obtidos</p> <p>Construir gráficos e tabelas, utilizando as TIC, a partir de resultados experimentais</p> <p>Elaborar teias e cadeias alimentares</p> <p>Manifestar interesse pela estrutura e funcionamento dos ecossistemas</p> <p>Desenvolver uma atitude favorável à conservação dos ecossistemas</p> <p>Reflectir sobre o efeito das actividades humanas no equilíbrio natural dos ecossistemas</p> <p>Valorizar o papel dos organismos decompositores na circulação da matéria</p>

<p>Tema 5</p> <p>Estrutura e funcionamento dos ecossistemas</p>	<p>Núcleo conceptual</p> <p>Um ecossistema é um sistema de processamento de energia e de regeneração de materiais composto, por uma estrutura biótica e outra abiótica</p>
<p>(continuação)</p> <p>Água</p> <p>Nutriente</p> <p>Mineral</p> <p>Micronutriente</p> <p>Macronutriente</p> <p>Matéria orgânica</p> <p>Solo</p> <p>Húmus</p> <p>Erosão</p> <p>Ciclo biogeoquímico</p> <p>Ciclo da água</p> <p>Buraco do ozono</p> <p>Efeito de estufa</p> <p>Chuvas ácidas</p>	<p>(continuação)</p> <p>Identificar as principais características e propriedades da água essenciais à vida</p> <p>Relacionar a humidade com a temperatura e o papel destes dois factores com a distribuição da vegetação</p> <p>Analisar do ponto de vista funcional os mecanismos de adaptação dos seres vivos à disponibilidade de água e de nutrientes</p> <p>Comparar as estratégias de adaptação dos organismos em água doce e salgada</p> <p>Discutir os efeitos das actividades humanas sobre a qualidade da água</p> <p>Explicar o ciclo da água</p> <p>Compreender a importância dos minerais para os processos biológicos</p> <p>Compreender o papel dos microrganismos na absorção dos nutrientes pelas plantas</p> <p>Discutir a noção de solo</p> <p>Caracterizar o perfil de um solo e os seus horizontes</p> <p>Compreender o processo de formação de um solo relacionando-o com os principais factores envolvidos</p> <p>Relacionar as características do solo com o desenvolvimento da vida</p> <p>Analisar as principais causas e consequências da erosão dos solos</p> <p>Relacionar o clima e a vegetação com os principais grupos de solo</p> <p>Compreender o equilíbrio dinâmico entre o interior do solo e o meio exterior</p> <p>Compreender que os nutrientes minerais circulam na biosfera em ciclos fechados</p> <p>Compreender que os ciclos biogeoquímicos envolvem compartimentos biológicos, geológicos e químicos, com tempos de residência distintos</p> <p>Discutir as alterações provocadas pelo Homem nos ciclos biogeoquímicos e as suas consequências nos sistemas naturais</p> <p>Identificar e interpretar as adaptações à disponibilidade de água e de nutrientes a partir da observação directa de organismos</p> <p>Utilizar kits de doseamento de minerais</p> <p>Analisar amostras de solo recolhidas no terreno</p> <p>Utilizar material laboratorial para observação da fauna própria do solo (ex: lupa binocular, funil de <i>Berlese</i>...)</p> <p>Identificar e caracterizar no terreno os tipos de solo</p> <p>Utilizar sensores e/ou outros instrumentos de medição de humidade e temperatura</p> <p>Tomar consciência da importância da água, dos nutrientes e dos solos para a vida</p> <p>Reflectir sobre o efeito das actividades humanas sobre a água, os solos e ciclos biogeoquímicos</p> <p>Desenvolver uma atitude favorável relativamente à manutenção da qualidade da água e à conservação dos solos</p>

Tema 5 Estrutura e funcionamento dos ecossistemas (14 aulas)	Nível de abordagem
---	---------------------------

Com este tema pretende-se explorar a noção de ecossistema e os componentes estruturais que dele fazem parte. O seu estudo deverá ser iniciado com o conteúdo *Noção de ecossistema*, devendo-se transmitir a ideia de que o ecossistema é um conceito global em que se considera o movimento de energia e materiais, composto por uma componente biótica e outra abiótica. É importante salientar que este termo corresponde a uma situação de referência cujos limites são difíceis de definir. A observação e discussão de documentários poderão conduzir a uma melhor compreensão deste conceito. Retomando a noção de Ecosfera (módulo inicial), as diferenças entre sistemas abertos e fechados deverão ser concretizadas, bem como entre entradas (*inputs*) e saídas (*outputs*) de materiais e energia de e para o interior dos ecossistemas. O papel fundamental da energia solar deverá ser equacionado e um balanço energético geral, para todo o planeta, poderá ser efectuado.

O conteúdo *Componentes estruturais dos sistemas ecológicos: A componente biótica* deverá ser iniciada com a noção de comunidade biótica, seguindo-se a apresentação da sua estrutura biológica, designadamente dos organismos produtores, consumidores e decompositores. A realização de uma saída de campo permitirá aos alunos identificar no terreno os componentes bióticos estruturais da comunidade. Em alternativa, poder-se-á caracterizar os organismos do aquário ou terrário, montados no início do ano lectivo, de acordo com a sua função na comunidade. A interrelação entre os componentes bióticos deverá ser realçada. Em particular deverá ser destacado o papel dos decompositores na reciclagem dos materiais nos ecossistemas. O acompanhamento das diversas fases de decomposição de um organismo morto ou de restos orgânicos, que poderá ser documentado através do registo em vídeo ou em fotografia, pode ilustrar o facto de que os detritos orgânicos (secreções, fezes, partes de organismos), bem como organismos mortos, encerram ainda um potencial energético elevado, que é usado por organismos especializados. Em alternativa, sugere-se a realização de uma experiência simples como, por exemplo, o enterramento de sacos de folhada num solo florestal, a sua submersão numa linha de água ou ainda a sua colocação no terrário montado no primeiro módulo. Esta actividade permitirá fazer a ligação entre a componente biótica e a componente abiótica, servindo ainda de introdução ao estudo do solo.

Com o conteúdo *Estrutura trófica dos ecossistemas* pretende-se enfatizar a ideia de que a passagem de energia dos organismos produtores para os consumidores (de várias ordens) corresponde à passagem de matéria orgânica através de relações tróficas. A ligação entre produtores e consumidores pode ser estabelecida através de uma actividade prática, a partir do material existente no aquário montado no início do ano. A observação dos diferentes mecanismos de obtenção do alimento que os organismos nele existentes apresentam, permitirá facilmente estabelecer relações entre os diferentes grupos e construir uma cadeia alimentar rudimentar, que deverá ser complementada através de actividade de pesquisa. A extrapolação para o ecossistema deverá então ser efectuada e a noção de teia alimentar

introduzida. Durante esta abordagem, pretende-se que os alunos adquiram a noção de que as cadeias alimentares descrevem o fluxo de energia química através dos ecossistemas e de que o nível trófico se baseia na forma como a energia é obtida por um organismo podendo, no entanto, este ter mais do que uma forma de a obter (ou recorrer a níveis distintos).

A terminar o tema apresenta-se o conteúdo *Componentes estruturais dos sistemas ecológicos: A componente abiótica*. A água, nas suas várias formas, constitui um elemento essencial à vida, cujo papel nos seres vivos está relacionado com as características, físico-químicas particulares que esta substância apresenta. Uma breve resenha dessas características bem como das suas particularidades como meio ambiente, deve ser efectuada, não esquecendo a sua ligação à atmosfera. O ciclo da água deverá ser apresentado, devendo ser transmitida a noção de que a água passa por vários compartimentos do ecossistema, relacionando essa passagem com os vários estados físicos em que a água pode surgir. A distinção entre ciclo hidrológico local e ciclo hidrológico global deve ser feita, podendo ser questionado o efeito das actividades humanas neste ciclo, principalmente em ambiente urbano.

A noção de nutriente mineral e de que apenas as suas formas iónicas podem ser usadas pelas plantas deverá ser transmitida. A importância das características do meio físico no tipo de ião e a influência de outras substâncias na disponibilidade dos nutrientes deverá também ser abordada. De uma forma elementar, a reversibilidade das várias formas iónicas deve ser salientada e relacionada com os aspectos anteriormente referidos. É possível uma abordagem experimental deste aspecto, recorrendo aos aquários e terrários montados no início do ano. Técnicas simples de doseamento dos principais iões da água e do solo podem ser facilmente levadas a cabo, utilizando kits específicos.

Importa ainda fazer sentir aos alunos que os nutrientes minerais não são apenas importantes para o crescimento vegetal. Um dos exemplos mais comuns está relacionado com as necessidades de ungulados como o veado e o corço, que procuram zonas com elevadas concentrações de sódio e cálcio, (chegando por vezes a ingerir grandes quantidades de solo) ou com o consumo de ossos de animais mortos por roedores. Em ambos os exemplos, os animais estão à procura de recursos minerais de que necessitam para satisfazer as suas necessidades biológicas, não devendo ser estes recursos classificados como fontes energéticas.

Um dos aspectos que deve ser posto em evidência está relacionado com o facto de que um organismo pode necessitar entre 30 a 40 nutrientes para o crescimento, desenvolvimento e metabolismo, sendo que os nutrientes podem ser divididos em micro e macro-nutrientes. Os prefixos mencionados referem-se apenas às quantidades em que cada nutriente é ingerido e não à sua importância para o organismo. Uma descrição sucinta dos principais tipos de nutrientes, explicando a sua contribuição para os processos biológicos que ocorrem nos organismos, completará esta abordagem.

Após a descrição dos aspectos mais relacionados com a estrutura e tipo de nutrientes é conveniente demonstrar de que forma estes influenciam os organismos e que tipo de fenómenos podem resultar das variações na sua disponibilidade. Nesta fase, é conveniente mostrar que as plantas têm mecanismos de adaptação diferentes, podendo também referir-se a contribuição dos microrganismos que desempenham um papel activo na absorção de nutrientes pelas plantas. Assim, pode fazer-se referência

ao contributo de grupos específicos de bactérias na absorção de nitrogénio ou dos fungos (micorrizas), que, associados ao sistema radicular das plantas, contribuem para a absorção de nitrogénio e fósforo.

Um dos outros aspectos a focar está relacionado com o facto de que a disponibilidade mineral também afecta o crescimento e a reprodução animal. Neste caso, a influência pode ser indirecta, visto que a disponibilidade mineral vai influenciar o crescimento dos organismos produtores, o que por sua vez vai condicionar toda a cadeia de organismos existentes, os quais dependem das plantas para a sua sobrevivência. Um dos exemplos a dar pode ser o facto de, nos meios pobres em sódio, as populações de herbívoros sofrerem uma influência negativa por parte deste factor. Uma das épocas mais críticas para os animais é a época da reprodução e é também nesta fase que a carência de alguns nutrientes pode criar problemas fisiológicos graves. Estes problemas podem ocorrer ao nível parental e ter repercussões fisiológicas e comportamentais podendo, também, influenciar o sucesso reprodutivo e o desenvolvimento das crias.

O solo é uma das estruturas físicas mais importantes para a existência da vida. Assim, é importante que os alunos compreendam que o solo é o suporte abiótico da vida terrestre, bem como de parte da vida existente nos meios aquáticos de água doce. Neste contexto, é importante transmitir a noção de que as diversas formas de vida são dependentes de uma estrutura abiótica com origem diversa e complexa a qual está a ser sistematicamente submetida a múltiplos factores de pressão de origem antropogénica.

Propõe-se que a abordagem ao tema dos solos seja iniciada pela caracterização de um solo (uma saída ao campo permitirá a visualização dos seus elementos constituintes, através da observação de cortes resultantes da abertura de fundações para casas) e pela apresentação das definições mais comuns apresentadas na bibliografia. Deve ser posto em evidência que a definição de solo não é simples, sendo isso uma das consequências do facto desta estrutura ser relativamente complexa. Para explicar esta complexidade é conveniente mostrar quais os principais factores envolvidos na formação do solo (tipo de material parental, o clima, factores bióticos, a topografia e o tempo). Uma referência aos principais tipos de solos existentes deverá ser feita, descrevendo de uma forma sintética as principais diferenças entre estes, dando ênfase aos tipos de solo existentes em Portugal. A carta de solos disponível na Internet (Atlas do Ambiente) poderá servir de guia para esta abordagem. Se possível, aconselha-se a realização de uma pequena sondagem a efectuar num solo agrícola e num solo florestal. Tal actividade permitirá mostrar como é que se organiza um perfil de solo e efectuar a comparação entre um perfil de um solo intervencionado pelo homem e um perfil desenvolvido naturalmente. Uma discussão sobre quais os principais processos de formação e de alteração dos solos poderá seguir-se. Durante a discussão destas características e dos processos de formação do solo podem ser introduzidos exemplos relacionados com a degradação e perda de solo, que surgem na actualidade como um fenómeno preocupante. Assim, quer no passado, quer na actualidade, a degradação desta estrutura levou ao aparecimento de problemas graves nos sistemas naturais e também nos sistemas agrícolas.

Na sequência da visita de campo, sugere-se a recolha de material dos horizontes superficiais de um solo florestal e de um solo agrícola. Esse material será posteriormente usado para observar a fauna nele existente. Para essa observação, sugerem-se várias abordagens. Parte do material destina-se a uma observação simples, com recurso a lupas binoculares. Mais uma vez, a utilização de uma pequena

câmara de vídeo, acoplada a uma lupa binocular, permitirá uma exploração do tema mais dirigida por parte do professor. Outra parte do solo recolhido pode ser usada para extracção através de um funil de Berlese / Tulgreen improvisado (uma lâmpada de incandescência, uma rede, um funil de vidro, um suporte de bureta e um pequeno goblé com líquido conservante são suficientes para a sua montagem) e o material assim obtido observado à lupa binocular. Uma outra parte poderá servir para efectuar uma infusão em água, para observação da fauna microscópica do solo. Desta forma, os alunos ficarão com a noção de que aquilo que aparentemente é apenas material inerte é efectivamente um meio ambiente extremamente rico em organismos vivos. A comparação da fauna proveniente do solo florestal com a do solo agrícola permitirá discutir os efeitos das alterações provocadas pelo Homem. Será assim demonstrado que existe um equilíbrio dinâmico entre o interior do solo e o meio exterior que ocorre por cima do solo. Deverá ser evidenciada, ao longo desta abordagem, a riqueza de organismos vivos que ocorre num solo. Para além da ocorrência de um elevado número de grupos faunísticos, deve-se salientar que alguns solos apresentam uma densidade muito elevada de organismos vivos e que os organismos mais numerosos e com maior número de espécies vivem no solo. Esta fase deve ser acompanhada de uma pequena descrição dos principais grupos de organismos vivos que habitam o solo, sendo de descrever a sua importância para a diversidade total do sistema. Para terminar a abordagem dos solos, sugere-se a referência a algumas actividades humanas que têm vindo a destruir a vida do solo, nomeadamente o uso de pesticidas e de fertilizantes de uma forma intensa e descuidada, as monoculturas florestais, o uso de solos de baixa aptidão para agricultura intensiva e o desenvolvimento de estruturas urbanas sobre solos de elevada aptidão agrícola.

Relativamente aos ciclos biogeoquímicos, pretende-se sobretudo que se reconheça o intercâmbio cíclico de nutrientes entre diversos compartimentos através de fenómenos biológicos, químicos ou físicos. Sugere-se a utilização de um diagrama generalizado evitando a análise descritiva dos vários ciclos. A importância prática deste assunto poderá ser demonstrada recorrendo a alguns fenómenos actuais que actuam a uma escala mais global relacionados com as alterações provocadas pelo Homem nos ciclos biogeoquímicos, designadamente as chuvas ácidas, o efeito de estufa, o excesso de azoto nos ecossistemas e aerossóis com CFC's (Clorofluorcarbonetos). O declínio das populações de anfíbios a nível mundial é um bom exemplo que permitirá aos alunos compreenderem a natureza destes fenómenos.

<p style="text-align: center;">Tema 6</p> <p style="text-align: center;">Fluxos de energia nos ecossistemas</p>	<p style="text-align: center;">Núcleo conceptual</p> <p style="text-align: center;">A energia solar é captada pelos produtores e transferida ao longo dos ecossistemas sob a forma de energia química</p>
<p>Conceitos</p> <p>Noções básicas</p> <p>Produção primária</p> <p>Produtividade primária</p> <p>Produção primária bruta</p> <p>Produção primária líquida</p> <p>Produtividade secundária</p> <p>Biomassa</p> <p>Acumulação</p> <p>Substâncias de reserva</p> <p>Produtor primário</p> <p>Consumidores</p> <p>Fluxo de energia</p>	<p><u>Subtemas</u></p> <p>6.1 Produção e produtividade</p> <p>6.2 Produção primária</p> <p style="padding-left: 20px;">Destinos da energia nas plantas</p> <p style="padding-left: 20px;">Limites à produção primária</p> <p style="padding-left: 20px;">Estimativa da produtividade primária nos ecossistemas</p> <p>6.3 Produção secundária</p> <p style="padding-left: 20px;">Destinos da energia nos organismos heterotróficos</p> <p style="padding-left: 20px;">Limites impostos pela produção primária</p> <p style="padding-left: 20px;">Eficiência de produção ao nível dos consumidores</p> <p><u>No final deste tema o aluno deve ser capaz de:</u></p> <p>Compreender que a energia que flui nos ecossistemas é o resultado da transformação da radiação solar em energia química</p> <p>Relacionar a passagem da matéria através dos níveis tróficos com fluxos de energia</p> <p>Distinguir produção de produtividade</p> <p>Discutir o significado ecológico dos vários destinos da energia nos organismos autotróficos e heterotróficos</p> <p>Compreender que as diferentes estratégias vitais apresentadas pelos organismos possuem uma base energética</p> <p>Analisar os principais factores limitantes da produção primária de um ecossistema</p> <p>Analisar as causas e consequências do fenómeno da eutroficação</p> <p>Discutir as implicações das actividades humanas no processo da eutroficação</p> <p>Compreender que a produção primária líquida é a base energética para os componentes heterotróficos dos ecossistemas e por isso constitui o principal factor limitante da produção secundária</p> <p>Relacionar o conceito de eficiência ecológica com o número de níveis tróficos num ecossistema e com o número de organismos por nível trófico</p> <p>Analisar pirâmides ecológicas de biomassa e de energia</p> <p>Estimar de forma elementar a produção primária de um ecossistema</p> <p>Interpretar e analisar dados sobre a produção de sistemas naturais</p> <p>Medir parâmetros físico-químicos da água relacionados com o fenómeno da eutroficação</p> <p>Calcular a eficiência ecológica de um nível trófico</p> <p>Construir pirâmides ecológicas de biomassa e de energia</p> <p>Reflectir sobre as causas e as consequências para a saúde pública da eutroficação</p> <p>Desenvolver um espírito crítico em relação às actividades humanas relacionadas com a eutroficação</p> <p>Tomar consciência de que o número de organismos por nível trófico e o número de níveis tróficos num ecossistema são necessariamente limitados</p>

Tema 6 Fluxos de energia nos ecossistemas (6 aulas)	Nível de abordagem
--	---------------------------

O conteúdo *Produção e produtividade* pode ser iniciado recorrendo à análise de um texto sobre a produção de um campo agrícola ou de um sistema natural (disponível na bibliografia) e efectuando um balanço do uso da energia. Desta análise deverá ser extraída a noção de que, do total de energia disponível, apenas uma parte é usada pelas plantas. Um paralelo com a actividade económica humana poderá ser efectuado, apresentando-se seguidamente os conceitos de produção e produtividade (bruta e líquida), devendo ser demonstrada a diferença entre o que está disponível à entrada do sistema, aquilo que efectivamente é usado por este e o que é capitalizado para uso futuro.

Quanto ao conteúdo *Produção primária* sugere-se que uma reflexão sobre os destinos da energia nas plantas seja efectuada de modo a identificar os processos em que esta será usada / armazenada. A ligação da produtividade de um ecossistema com os factores físicos que o caracterizam, nomeadamente o clima, deverá ser evidenciada, contrastando-se a situação em ambientes terrestres com ambientes aquáticos. Os principais factores capazes de afectar a produção de um ecossistema deverão ser analisados. Recomenda-se a realização de alguns exercícios simples que permitam estimar a produtividade nos ecossistemas.

Relativamente ao conteúdo *Produção secundária*, propõe-se que seja efectuada uma caracterização sumária dos destinos da energia nos organismos heterotróficos. A noção de que a produtividade primária constitui um limite energético à produtividade secundária deverá ser discutida, bem como a sua relação com a taxa de renovação dos organismos intervenientes. A eficiência de produção ao nível dos consumidores deverá ser abordada na perspectiva do nível trófico. Poder-se-á recorrer a um exemplo simples de utilização da energia ao longo de níveis tróficos sucessivos, o que permitirá aos alunos concluir que o seu número num ecossistema é necessariamente limitado.

De uma forma apenas informativa, algumas metodologias de avaliação da produtividade primária deverão ser apresentadas, nomeadamente o recurso a imagens de satélite (bons exemplos estão disponíveis em <http://www.earthobservatory.nasa.gov>).

4. Bibliografia

Bibliografia geral de referência

Begon, M. *et al* (1998). *Ecología: Individuos, poblaciones y comunidades*. Barcelona: Ed. Omega, S. A.

Dodson, S. I. *et al* (1998). *Ecology*. Oxford: Oxford University Press.

Krohne, D. T. (2001). *General ecology* (2ª Ed). Pacific Grove: Brooks/Cole

Smith, R. L. *et al* (2000). *Elements of ecology* (5ª Ed). Menlo Park: The Benjamin/Cummings Publishing Company.

Obras directamente relacionadas com a Ecologia, nos seus mais diversos aspectos. A divisão em capítulos varia um pouco de obra para obra, mas na sua maioria apresentam conteúdos similares e é seguida uma perspectiva evolutiva. Salienta-se a enorme riqueza de exemplos práticos a ilustrar os conteúdos programáticos.

Campbell, N. A. *et al* (1999). *Biology* (5ª Ed.). Menlo Park: Benjamin/Cummings Publishing Company.

Campbell, N. A. *et al* (1999). *Biology, Concepts & connections* (3ª Ed.). São Francisco: Addison Wesley Longman.

Purves, W. K. *et al* (1998). *Life, The Science Of Biology* (5ª Ed.).Sunderland: Sinauer Associates.

Obras organizadas em torno da Biologia, onde os conceitos-chave são construídos com lógica e clareza, através dum texto acessível e apoiado por excelentes ilustrações.

McKinney, L. & Schoch, R. (1996). *Environmental Science – Systems and Solutions*. Sudbury: Jones and Bartlett Publishers

Miller, G. & Tyler, J. R. (2000). *Living in the environment* (11ª Ed.).Pacific Grove: Brooks/Cole Publishing Company.

Primack, R. B. (2000). *A Primer of Conservation Biology* (2ª Ed.). Boston: Boston University.

Bibliografia específica

Blanco Castro, E. *et al* (1997). *Los bosques ibéricos. Una interpretación geobotánica*. Barcelona: Editorial Planeta, S.A.

Obra de referência, de grande qualidade, sobre a vegetação arbórea da Península Ibérica.

Blondel, J. & Aronson, J. (1999). *Biology and Wildlife of the mediterranean region*. Oxford: Oxford University Press.

- Botelho da Costa, J. (1995). *Caracterização e constituição do solo* (5ª Ed.). Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Costa, M. J. (1999). *O estuário do Tejo*. Lisboa: Edições Cotovia.
- Crawford, R. M. M. (1989). *Studies in plant survival. Ecological case histories of plant adaptation to adversity*. Studies in Ecology, vol. 11. Oxford: Blackwell Scientific Publications.
- Dajoz, R. (2000). *Précis d'Ecologie* (7ª Ed.). Paris: Dunod.
- Fielder, P. & Jain, S. K. (1992). *Conservation Biology. The theory and practice of nature conservation preservation and management*. New York: Chapman & Hall.
- Killham, K. (1995). *Soil Ecology*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Little, C. & Kitching, J. A. (1996). *The Biology of Rocky Shores*. Oxford: Oxford University Press.
- Little, Colin (2000). *The Biology of Soft Shores and Estuaries*. Oxford: Oxford University Press.
- Lorca, M. P. & Rivas-Martinez, S. (1987). *La vegetation de España*. Alcala de Henares: Universidad de Alcala de Henares.
- Margalef, R. (1983). *Limnología*. Barcelona: Ed. Omega, S. A.
- Margalef, R. (1991). *Ecologia*. Barcelona: Ed. Omega, S. A.
- McLusky, D. S. (1994). *The estuarine ecosystem* (2ª Ed.). New York: Chapman & Hall.
- Odum, E.P. (1997). *Fundamentos de Ecologia* (Trad. 5ª Ed.). Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Um dos poucos manuais de Ecologia existente em português. Infelizmente é a reimpressão de uma obra antiga, cuja tradução não foi das mais felizes.*
- Pité, M.T. (2000). *Populações e comunidades*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Primack, R. B. (1993). *Essentials of Conservation Biology*. Sunderland: Sinauer Associates, Inc.
- Ramade, F. (1979). *Écotoxicologie*. Collection d'Écologie, 9. Paris: Masson.
- Ramade, F. (1981). *Écologie des ressources naturelles*. Paris: Masson.
- Ramade, F. (1989). *Éléments d'écologie. Écologie appliquée*. Boston: Mc Graw Hill.
- Sacarrão, G. F. (1991). *Ecologia e Biologia do Ambiente. I – A vida e o ambiente*. Lisboa: Biblioteca Universitária. Publicações Europa – América.
- Stiling, P. D. (1992). *Introductory Ecology*. New Jersey: Prentice Hall, Englewood Cliffs.
- Tullot, I. (2000). *Climatologia de España y Portugal* (2ª Ed.). Salamanca: Ediciones Universidad Salamanca.
- Wilson, E. (1997). *A Diversidade da Vida* (1ª Ed). Lisboa: Gradiva – Publicações, Lda.
- Wilson, E. (1987). *Biodiversidade*. Rio de Janeiro: Editora Nova fronteira S.A.

Outras referências bibliográficas gerais

- AAAS/Project 2061 (1993). *Benchmarks for Science Literacy*. New York: Oxford University Press.
- Brum, G. *et al* (1994). *Biology, exploring life* (2ª Ed.). Nova Iorque: John Wiley & Sons Inc.
- Canavarro, J. M. (1999). *Ciência e Sociedade*. Coimbra: Quarteto Editora.
- Canavarro, J. M. (2000). *O que se pensa sobre a Ciência*. Coimbra: Quarteto Editora.
- Conselho Nacional de Educação (org.) (1998). *A sociedade da informação na escola*. Lisboa: Ministério da Educação.
- Conselho Nacional de Educação (org.) (1999). *O Ensino Secundário em Portugal*. Lisboa: Ministério da Educação.
- Conselho Nacional de Educação (org.) (1999). *Ensino experimental e construção de saberes*. Lisboa: Ministério da Educação.
- Ministério da Educação (1997). *Desenvolver, consolidar, orientar: Documento orientador das políticas para o ensino secundário*. Lisboa: Ministério da Educação.
- Ministério da Educação (1998). *Ensino básico e secundário: Dez medidas de revisão curricular*. Lisboa: Ministério da Educação.
- National Research Council (1996). *National Science Education Standards*. Washington: National Academy Press.
- Tedesco, J. C. (1999). *O novo pacto educativo*. Vila Nova de Gaia: Edição Fundação Manuel Leão.

Revistas de divulgação científica, técnica e educativa

- *BBC Wildlife*. London: BBC Editions.
- *British Wildlife*. Hants, U.K: British Wildlife Publishing.
- *El Carabo*. Madrid: Editorial Quercus.
- *Fórum Ambiente*. Lisboa: Publicações Ecoesfera.
- *La Recherche*. Paris: Societé d' Editions Scientifiques.
- *La Tierra que todos deseáramos*. Madrid: Publicación Medioambiental, S.L.
- *National Geographic Magazine*. Washington: Editorial Offices of the National Geographic Magazine.

- *Natura*. Madrid: Ediciones Mundo Natura, S.L.
- *Quercus*. Madrid: Editorial Quercus.
- *Science et Vie*. Paris: Science et Vie V.P.C.
- *Scientific American*. Nova Iorque: Scientific American, inc.
- *Terre Sauvage*. Paris: Terre Sauvage S.N.C.

Recursos disponíveis na *Internet*

Recursos genéricos sobre biologia e ciências da natureza

<http://student.biology.arizona.edu/sciconn/biology.html>

Recursos educativos sobre biologia

http://www.biosis.org/free_resources/classifn/index.html

Guia, para alunos e professores, sobre o *Reino Animal*.

<http://www.brookscole.com>

Site com recursos de apoio ao professor e ao aluno e com actividades para explorar:

<http://www.fi.edu/tfi/units/life>

Site do *Franklin Institute Science Museum*, com diversos *links* úteis para alunos e professores.

<http://www.gcRIO.org/edu/educ.html>

Global Change and Environmental Education Resources: catálogo de recursos do *US Global Change Research Information Office (GCRIO)*, com planeamento de aulas e de trabalhos práticos.

<http://web.mit.edu/esgbio/www/>

Hipertextos sobre temas de Biologia

<http://mcb.harvard.edu/BioLinks/EduRes.html>

Lista de *links* úteis para o ensino da Biologia da Universidade de Harvard (*Harvard Dept of MCB - More Biology Links*).

<http://biodidac.bio.uottawa.ca/>

BIODIDAC– Conjunto de desenhos de qualidade muito úteis no suporte e ilustração de aulas de Biologia.

<http://www.chebucto.ns.ca/Environment/NHR/bird.html>

Site muito interessante sobre Ornitologia. Inclui um artigo sobre a polémica da evolução das aves.

Recursos educativos sobre Ecologia e conservação

<http://pbil.univ-lyon1.fr/Ecology/Ecology-WWW.html>

Site sobre Ecologia da Universidade de Lyon.

<http://www.natuweb.com/paginas.asp/index.asp>

Portal Espanhol da Natureza com informações sobre a natureza e conservação em Espanha.

<http://www.netmais.pt/portugueseenvironment/>

Portal nacional sobre ambiente.

<http://darwin.bio.uci.edu/>

Livro em hipertexto sobre biodiversidade e conservação.

Recursos educativos sobre Ecologia

<http://www.apec.umn.edu/faculty/spolasky/Biobib.html>

Recursos *online* sobre Biodiversidade e Conservação e sua relação com a economia.

<http://www.amnh.org/science/biodiversity/index.html>

Centro de biodiversidade e conservação do *American Museum of Natural History*.

<http://www.unep.org/>

Programa ambiental das Nações Unidas.

http://www.wcmc.org.uk/information_services/bml/

Biblioteca virtual de mapas de biodiversidade.

<http://www.earthobservatory.nasa.gov>

Site da NASA com informações sobre a Terra

<http://www.ecnc.nl/>

ECNC – Centro Europeu para a Conservação da Natureza (*European Centre for Nature Conservation*).

<http://www.ecnc.nl/doc/servers/biodiver.html#intro>

Servidores de biodiversidade.

<http://www.ecnc.nl/doc/servers/educatio.html>

Biblioteca virtual do Centro Europeu para a Conservação da Natureza

<http://www.ecnc.nl/doc/europe/legislat/>

Permite o acesso a um grande conjunto de normas e legislação europeias sobre o ambiente

<http://www.consbio.org/>

Site do *Conservation Biology Institute*.

<http://www.iucn.org>

Site do IUCN: *The World Conservation Union*.

<http://www.icn.pt>

Instituto da Conservação da Natureza.

http://www.dga.min-amb.pt/pls/ia/app_mapa_site

Instituto do Ambiente.

<http://www.natcenscienced.org/>

Centro de Educação científica.

http://themes.eea.eu.int/Actions_for_improvement/information/links

Conjunto de *links* úteis sobre o ambiente da Agência Europeia de Ambiente (*European Environment Agency*).

<http://earthsystems.org/virtuallibrary/vlhome.html>

Biblioteca virtual de temáticas ambientais.

<http://ltpwww.gsfc.nasa.gov/globe/index.htm>

Site do *Soil Science Education*.

<http://www.peak.org/~mageet/tkm/ecolenv.htm>

<http://www.ecology.com/>

<http://www.gcario.org/edu/educ.html>

Links genéricos sobre ambiente:

Recursos educativos sobre evolução

<http://www.nap.edu/readingroom/books/evolution98/>

Site com informação muito interessante sobre evolução e a natureza da ciência

<http://users.mstar2.net/spencersa/evolutus/>

*Site para professores e estudantes de Biologia (*The Evolution Research Center for Students and Teachers of Biology*).*

http://bioinfo.med.utoronto.ca/~lamoran/Evolution_home.shtml

*Site com informação muito completa sobre evolução - *Evolution Homepage*.*