

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Direcção-Geral de Inovação e de Desenvolvimento Curricular

PROGRAMA DE
SISTEMAS DE INFORMAÇÃO APLICADA

10º Ano

Curso Tecnológico de Ordenamento do Território e Ambiente

Autores

Ana Botelho

José Carlos Carvalho

José Vítor Vingada

Pedro Teixeira Gomes (Coordenador)

Homologação

14/9/2004

Índice

1. Introdução	3
Contexto e justificação	3
2. Apresentação do programa	5
2.1 Finalidades	5
2.2 Objectivos gerais	6
2.3 Competências gerais	7
2.4 Visão geral dos temas/conteúdos	8
2.5 Sugestões metodológicas gerais	13
2.6 Avaliação	17
2.7 Recursos	19
3. Desenvolvimento do programa.....	24
Módulo inicial	25
Tema 1	31
Tema 2.....	35
Tema 3.....	39
4. Bibliografia.....	43

1. Introdução

Contexto e justificação

Na elaboração da presente proposta de programa para a disciplina de Sistemas de Informação Aplicada (Curso Tecnológico de Ambiente e Conservação da Natureza), o grupo de trabalho procurou ter em consideração vários aspectos:

- A formação julgada necessária ao perfil dos alunos a que se destina a disciplina.
- A complementaridade com os programa das disciplinas de *Tecnologias de Informação e Comunicação, Ecologia, Técnicas de Ordenamento do Território e Matemática Aplicada às Ciências Sociais*
- A necessidade de fornecer e desenvolver um conjunto de conhecimentos e competências prévios necessários às disciplinas de especificação do 12º ano
- Os documentos orientadores das políticas do Ministério da Educação e as orientações fornecidas pela Direcção Geral de Inovação e de Desenvolvimento Curricular.

A disciplina foi concebida para proporcionar aos alunos um conhecimento inicial actualizado e operacional, como ponto de partida para uma actividade profissional prática.

A complementaridade e articulação com as restantes disciplinas do curso obrigou à exclusão de alguns conteúdos/conceitos que aí serão dados. Por outro lado, foram incluídos ou aprofundados outros conteúdos em virtude de não fazerem parte integrante dos programas das restantes disciplinas ou cuja abordagem é muito elementar.

A importância da informação de carácter ambiental para o ordenamento do território e ambiente exige que os futuros técnicos conheçam os quadros de referência, as metodologias e os instrumentos necessários à sua obtenção, tratamento e gestão.

Atendendo ao perfil e às expectativas prováveis dos alunos que irão frequentar este curso, optou-se por propor uma abordagem centrada numa problemática para a qual a sua colaboração irá, certamente, ser solicitada com frequência no seu futuro profissional: caracterização do ambiente nos seus aspectos abióticos e bióticos e posterior tratamento e análise da informação recolhida. Centrando o programa num tema específico, é possível criar um fio condutor, integrador, para todos os conceitos a

ministrar e todas as actividades a desenvolver. Pensamos que, desta forma, os alunos perceberão com facilidade que há um objectivo concreto por trás das suas actividades, evitando assim que a necessária aprendizagem de todo um conjunto de técnicas se limite à aplicação de um simples receituário.

Neste contexto, pretende-se que as várias metodologias propostas ao longo do programa sejam abordadas, salvaguardando os aspectos de carácter ambiental inerentes à sua concepção, a fim de evitar o deslizamento para resultados pouco coerentes na sua aplicação futura. De um modo geral, foram seleccionados prioritariamente os princípios e métodos básicos, facilmente compreensíveis e aplicáveis, tendo como critério subjacente a esta escolha, a necessidade de resposta ao mercado de trabalho português. Isto implicou a eliminação de alguns procedimentos complexos, utilizados graças ao uso de sofisticados sistemas de tratamento de dados, e que se encontram para além da natureza deste curso.

Um aspecto considerado fundamental por parte do grupo de trabalho foi a ligação dos conteúdos da disciplina à realidade regional. Destinando-se os alunos ao mercado de trabalho nacional, é importante que estes conheçam a realidade natural do país e da sua região. A grande riqueza natural de Portugal Continental e Insular tende a ser ignorada quando a temática do Ambiente é abordada, resultado fundamentalmente da adopção de manuais de origem anglo-saxónica. O grupo de trabalho considera, no entanto, que não faz qualquer sentido formar técnicos em Ambiente e Conservação que não conheçam os valores naturais do seu(a) país/região. Este foi considerado um princípio basilar que esteve subjacente à elaboração deste programa.

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

2. Apresentação do programa

2.1 Finalidades

Constituem finalidades desta disciplina:

- Desenvolver o sentido de responsabilidade e de consciência crítica necessários à participação do aluno como indivíduo e como futuro técnico face aos desafios ambientais que se colocam;
- Promover a formação de técnicos conscientes de que a resolução dos problemas ambientais e do ordenamento do território exige a contribuição de vários campos da ciência;
- Participar nas discussões e tomadas de decisão relativas ao ordenamento do território ponderando os riscos ambientais;
- Desenvolver o sentido de cooperação, de respeito e de espírito de equipa necessários à actuação dos futuros técnicos;
- Relacionar ideias, permitindo a passagem do conhecimento *per se* para o conhecimento posto em acção;
- Assegurar um conjunto de conhecimentos, métodos e técnicas relacionados com a caracterização ambiental 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 o ambiente e ordenamento do território.

2.2 Objectivos gerais

Face ao exposto anteriormente estabeleceram-se os seguintes objectivos fundamentais:

- Desenvolvimento de conhecimentos predominantemente técnicos com uma perspectiva correcta do seu enquadramento no ordenamento do território e ambiente;
- Aquisição de um conjunto de conhecimentos, metodologias e técnicas relevantes para a caracterização do ambiente nos aspectos bióticos e abióticos que o constituem;
- Aquisição de um conjunto de conhecimentos e técnicas de análise e síntese da informação recolhida;
- Desenvolvimento de uma atitude crítica, fundamentada na análise da informação e no conhecimento técnico e científico, na área do ambiente e do ordenamento do território;
- Utilização de conhecimentos, métodos e técnicas na procura de soluções para os problemas que se colocam no âmbito do ambiente e do ordenamento do território;
- Desenvolvimento da capacidade de abstracção e do raciocínio lógico na análise da informação recolhida;
- Desenvolvimento de uma atitude consciente e responsável face à necessidade de obter e gerir informação ambiental de qualidade;

2.3 Competências gerais

Dando cumprimento às finalidades e objectivos previamente formulados, pretende-se que os alunos adquiram as seguintes competências:

- Utilizar conhecimentos, métodos e técnicas no âmbito da caracterização dos componentes bióticos e abióticos do ambiente;
- Seleccionar técnicas de recolha, análise e gestão de dados;
- Utilizar instrumentos de medição e análise no âmbito da caracterização ambiental;
- Analisar, interpretar e avaliar informação recolhida quer directamente (laboratório e trabalho de campo), quer a partir de fontes secundárias (pesquisa);
- Aprender a construir argumentos persuasivos a partir de evidências técnicas e científicas;
- Discutir sobre um conjunto de questões relacionados com o ambiente e o ordenamento do território, fundamentando a sua opinião com base na análise da informação;
- Pesquisar, seleccionar e organizar a informação, com recurso a múltiplas fontes, em especial as TIC;
- Resolver problemas e tomar decisões para uma intervenção individual e comunitária
- Utilizar a abstracção e raciocínio lógico na procura de soluções para os problemas que se colocam no âmbito do ambiente e do ordenamento do território;
- Participar nas actividades dos grupos de trabalho multidisciplinares em que serão integrados futuramente;

2.4 Visão geral dos temas/conteúdos

O programa da disciplina de Sistemas de Informação Aplicada foi conceptualizado como uma introdução aos métodos e procedimentos utilizados na caracterização do ambiente nos componentes bióticos e abióticos e ao tratamento e gestão da informação recolhida.

Deste modo, é importante referir que a elaboração do documento seguiu uma perspectiva essencialmente prática, pelo que não se discutem ou se apresentam em detalhe os pressupostos teóricos subjacentes aos diferentes procedimentos e técnicas abordados. Foi dada prioridade à recolha, tratamento e análise da informação ambiental, dentro do contexto complexo do ordenamento do território e ambiente.

A disciplina irá decorrer em 3 anos, sendo o 10º ano dedicado à produção de cartografia temática base, à aquisição de um conjunto de conhecimentos e técnicas básicas de amostragem e tratamento básico de dados e à aquisição de um conjunto de metodologias e técnicas de caracterização e análise dos componentes físicos do meio. O 11º ano foi desenvolvido em torno da monitorização de populações, da avaliação dos parâmetros que permitem a sua caracterização e das comunidades em que se inserem (crescimento, diversidade), deixando ainda um espaço para lidar com as ameaças que o Homem induz nos sistemas naturais. O 12º ano foi conceptualizado tendo como princípio basilar a aplicação de conceitos e técnicas adquiridas nos anos anteriores, com a introdução ao uso de modelos e a realização de um estudo de caso.

Assim, o programa inicia-se com um módulo inicial que se destina essencialmente a efectuar o enquadramento da disciplina no conjunto de saberes prévios dos alunos e a fornecer um conjunto de conhecimentos estruturantes e essenciais para aprendizagens futuras. Deste modo, considera-se estruturante para a disciplina o desenvolvimento da capacidade de planificar um projecto, tendo em conta as diversas fases que o caracterizam e alguns factores que poderão vir a condicionar as estratégias de amostragem e a aplicação das metodologias de caracterização dos componentes bióticos e abióticos do ambiente.

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

Tema 1. *A representação do terreno* – aborda de modo elementar o uso de técnicas de representação do terreno e de ferramentas de recolha e gestão da informação espacial (SIG e GPS).

Tema 2. *Noções básicas de amostragem* – desenvolve em maior profundidade as técnicas de amostragem utilizadas na caracterização do ambiente.

Tema 3. *O ambiente físico* – tem como objectivo abordar as principais metodologias e técnicas de recolha de dados referentes à componente abiótica do ambiente.

Tema 4 *Monitorização da biodiversidade* – tema orientado no sentido de uma abordagem genérica das técnicas de monitorização utilizadas mais frequentemente em estudos e projectos de conservação.

Tema 5. *Técnicas de censo de populações* – aborda as principais metodologias e técnicas de avaliação de populações

Tema 6. *Idade, crescimento e tabelas de vida*: pretende-se que os alunos entendam a utilidade das tabelas de vida nas actividades de gestão e que fiquem habilitados a caracterizar a estrutura etária de uma população, a interpretar dados relativos ao crescimento de uma espécie e a obter informação a partir de tabelas de vida.

Tema 7. *Avaliação da diversidade de espécies*: pretende habilitar os alunos a avaliar a diversidade de espécies de um local/comunidade utilizando as técnicas e índices mais comuns para o efeito.

Tema 8. *Ameaças à biodiversidade*: aborda as principais ameaças que actualmente põem em causa a conservação de espécies e habitats, salientando alguns problemas que afectam particularmente Portugal.

Tema 9. *Uso do habitat e alimento*: tem como objectivo sensibilizar os alunos para a importância da informação sobre o uso do habitat e do alimento das espécies/populações para a sua gestão e conservação. As principais técnicas de análise são abordadas.

Tema 10. *Aplicação de modelos*:

Tema 11. *Estudo de caso*:

10º ano

Módulo inicial:

Considerações preliminares na análise de um problema prático

Fases típicas de um projecto.

1. A representação do terreno

1.1. Recursos disponíveis

1.2. A representação do terreno

1.3. Tratamento e digitalização de imagem

1.4. Desenho assistido por computador

1.5. Utilização de aparelhos de GPS na recolha de informação no terreno

1.6. Introdução a SIG

2. Noções básicas de amostragem e análise descritiva de dados

2.1 Amostragem

2.2 Apresentação gráfica de dados

2.3 Parâmetros estatísticos básicos

3. O ambiente físico

3.1 A atmosfera

3.2 A hidrosfera

3.3 A litosfera

11º ano

4. Monitorização de populações

4.1. Parâmetros básicos de uma população

4.2. Monitorização de populações

4.3. Distribuição espacial e temporal da população alvo

4.4. Mobilidade dos organismos

4.5. Detectabilidade dos organismos

5. Metodologias de censo de populações

5.1. Censo de populações

5.2. Presença/ausência

5.3. Métodos relativos

5.4. Métodos absolutos

6. Idade, crescimento e tabelas de vida

6.1. Estimação da idade

6.2. Histogramas de frequências

6.3. Curvas de crescimento

6.4. Tabelas de vida

7. Avaliação da diversidade de espécies

7.1. Riqueza específica e diversidade específica

7.2. Estimação da riqueza específica

7.3. Índices de diversidade e equidade

7.4. Comparação de comunidades

8. Ameaças à biodiversidade

8.1. Destruição e fragmentação dos habitats

8.2. Sobreexploração

8.3. Espécies Invasoras

8.4. Dispersão de poluentes e bioacumulação

12ºano

9. Uso do habitat e do alimento

9.1. Uso do habitat

9.2. Uso do alimento

10. Aplicação de modelos

11. Estudo de caso

2.5 Sugestões metodológicas gerais

A concretização/aquisição dos objectivos/competências definidos pressupõe a realização de trabalho de campo. Uma abordagem deste tipo exige meios técnicos/logísticos consideráveis, bem como tempo disponível. No sentido de tornar compatível estas exigências com os meios disponíveis nas escolas e de otimizar o tempo disponível, propõe-se que o desenvolvimento dos trabalhos de campo seja efectuado numa mesma área nas imediações da escola. Para além das vantagens óbvias que esta estratégia traz em termos técnicos/logísticos, é de salientar as vantagens em termos do acompanhamento temporal dos fenómenos ambientais e o aprofundamento do conhecimento sobre o seu funcionamento, bem como a possibilidade de obter e cruzar informação sobre as diferentes componentes da área de estudo.

A estratégia proposta deverá ser provida de um fio metodológico condutor, de forma a garantir a integração e articulação das diversas actividades de campo num único projecto, ou em projectos relacionados a ser desenvolvidos ao longo dos três anos de estudo.

Pressupõe-se que no decorrer do ensino básico tenham sido desenvolvidas competências e atitudes visando, entre outros aspectos, o respeito pelo saber, pelo património natural, a consciencialização ecológica e social e a capacidade de intervenção cívica, responsável, solidária e crítica (Currículo Nacional do Ensino Básico – *Competências Essenciais*). A globalidade dos processos que possibilitam a vida no planeta Terra e a integração dos seres vivos e suas actividades nesses processos deverão ter sido abordados. Uma noção, mesmo que simplista de ecossistema e de habitat deverá ter sido já adquirida, bem como o conceito de sustentabilidade. Como forma de diagnosticar a aquisição desses conceitos, propõe-se uma abordagem prática que permitirá apreciar a valorização que os alunos atribuem ao património natural da sua região.

Como forma de concretizar estes aspectos, propõe-se que seja efectuado um levantamento dos espaços naturais, intervencionados ou não, da região em que se insere a escola (Concelho ou mesmo Distrito). O recurso às fotografias aéreas disponíveis em <http://ortos.igeo.pt/ortofotos> permitirá a identificação e delimitação das grandes manchas paisagísticas da região. A questão do seu valor relativo como espaço natural

poderá ser colocada e discutida. Terão todas o mesmo valor? Como avaliar o valor natural de um espaço? Pelo número de espécies? Pela sua extensão? Pela presença de uma espécie em particular? Entre outras, estas são questões a levantar pelo professor que deverá em seguida colocar a questão de como proceder a essa avaliação. O que avaliar e como avaliar são aspectos que permitirão a introdução do tema seguinte.

Baseado no levantamento dos espaços naturais efectuado, propõe-se a escolha de uma zona, mesmo que de pequenas dimensões (uma pequena quinta, um troço de rio e respectivo sistema ribeirinho, um segmento litoral, o próprio espaço envolvente da escola...) em que estejam presentes um sistema terrestre e um aquático, mesmo que privado ou degradado. Partindo da situação, hipotética ou real, de que esse espaço se destina a uma gestão com vista à sua recuperação ou protecção, propõe-se que os alunos sejam incumbidos da tarefa de caracterização desse espaço, bem como da inventariação dos recursos biológicos nele presentes. Várias questões deverão ser colocadas no que respeita à forma de proceder para levar a bom termo essa caracterização:

- i) Qual a situação presente?
- ii) Que parâmetros permitirão caracterizar o meio físico-químico (factores climáticos, características do meio aquático, características do solo)?
- iii) Como proceder à sua avaliação?
- iv) Como caracterizar as comunidades bióticas existentes na zona?
- v) Como tratar a informação recolhida?

Da discussão destas questões com os alunos deverá surgir a necessidade de efectuar um plano de trabalho e de definir metodologias concertadas de modo a que os grupos de trabalho sigam uma estratégia comum. Pretende-se que da colocação destas questões surja a necessidade de *aprender a fazer para poder aplicar*. Todas as técnicas de avaliação do meio físico e biótico a referir nos temas a desenvolver ao longo do programa deverão ficar enquadradas nessas questões, que deverão ser recordadas sempre que um novo conjunto de actividades seja proposto. Os alunos deverão perceber que a etapa de recolha / obtenção de dados é fundamental para poderem alcançar os objectivos propostos.

A escolha do espaço a estudar deverá ser criteriosa. É desejável que esse espaço inclua um sistema terrestre e um aquático e que ofereça situações opostas no que respeita aos factores físicos (exemplos: água parada / água batida; encosta voltada a norte / encosta voltada a sul; sistema florestal / sistema herbáceo ou arbustivo). No litoral, a existência do gradiente água / terra deve ser devidamente explorado, bem como a variabilidade resultante do ritmo diário das marés. Numa disciplina de índole prática pode haver a tendência para o recurso ao estudo de zonas degradadas, poluídas, para ilustrar a aplicação de todo um conjunto de técnicas e de equipamentos. Com efeito, nessas zonas, situações contrastantes são fáceis de demonstrar e os resultados são praticamente garantidos. No entanto, é opinião deste grupo de trabalho que tais situações são de evitar com alunos que se iniciam neste tipo de actividade. O estudo de regiões degradadas ou poluídas envolve um certo grau de risco, que pode colocar em perigo a integridade física dos alunos, para o qual estes não estão preparados. A abordagem proposta implica um acompanhamento no tempo de um determinado espaço, significando que os riscos se prolongarão por igual período de tempo. Por outro lado, pensamos que não deve ficar a ideia que análises químicas só se realizam em condições de degradação / alteração, normalmente associadas a poluição, mas sim que fazem parte da panóplia regular do investigador na sua tentativa de perceber o funcionamento do ambiente com que lida. No caso em que a região não proporcione as condições para este tipo de abordagem, propõe-se a caracterização do espaço envolvente à escola. Os espaços verdes mais próximos (espaços lúdicos da escola, jardim público) poderão ser usados facilmente para levar a cabo as actividades propostas para o 10º ano; as do 11º ano poderão ser eventualmente pensadas à escala do microcosmos, proporcionada por aquários e terrários.

Deve ser clarificado perante os alunos que não se trata de uma análise ao nível do ecossistema, em que se estudam as interacções entre a comunidade e o seu ambiente abiótico (ex: ao nível da energética), mas se pretende efectuar uma caracterização do ambiente, procurando medir e avaliar as condições bióticas e abióticas.

Os resultados finais deste projecto poderão ser expostos no final do ano(s) na escola ou, preferivelmente, ao nível da autarquia.

Para além do fio metodológico condutor proposto, sugere-se a utilização de outras metodologias complementares:

- Utilização de exemplos concretos acompanhados de gráficos, tabelas e explicações dirigidas que servem para ilustrar de modo directo e pedagógico cada um dos métodos e técnicas a abordar;
- Planificação e realização de saídas de campo para aplicar as técnicas e metodologias abordados;
- Utilização de instrumentos de medição em laboratório e no campo;
- Representação (gráficos, mapas e tabelas) e interpretação de dados recolhidos no campo e em laboratório;
- Utilização da metodologia experimental na abordagem aos problemas;
- Utilização de diagramas e modelos;
- 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 de grupo para abordar a resolução de problemas.

2.6 Avaliação

Muitas questões se levantam a respeito da avaliação e sobre o modo de a realizar. Deste modo, o grupo de trabalho pretende 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 assente em três fases complementares:

- i) 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;
- ii) 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;
- iii) Uma avaliação final, de carácter sumativo realizada no final de cada unidade.

A natureza da abordagem proposta favorece uma avaliação diversificada e contínua que poderá ser levada a cabo por diferentes procedimentos. O grupo de trabalho propõe à consideração dos professores os seguintes 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 do grau de cooperação na procura de soluções aos problemas propostos;
- avaliação prática sobre a utilização de instrumentos de observação, registo e análise no laboratório e no campo.

2.7 Recursos

2.7.1. 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.

Para além dos recursos informáticos, é fundamental o recurso a equipamento de observação (microscópios e lupas) e altamente aconselhável o uso de mini câmaras de vídeo 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
- Câmaras fotográficas digitais e respectiva ligação aos computadores pessoais
- Televisor
- Redes, pinças, frascos
- Kits colorimétricos para análise de solos e de água
- Guias de identificação de fauna e flora

2.7.2. 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* que podem ajudar na busca e recolha de informação útil para a apoio ao presente programa.

2.7.2.1. Recursos genéricos sobre biologia e ciências da natureza

Recursos educativos sobre biologia

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

Guide to the Animal Kingdom for Students and Educators

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

The Krohne web site (página com recursos de apoio ao professor e ao aluno e com actividades para explorar):

<http://www.brookscole.com>

The Franklin Institute Science Museum (com diversos links úteis para alunos e professores)

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

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

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

Hypertextbook Chapters – Hipertextos sobre temas de Biologia

<http://esg-www.mit.edu:8001/esgbio/chapters.html>

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

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

BIODIDAC: A bank of digital resources for teaching biology – Conjunto de desenhos de qualidade muito úteis no suporte e ilustração de aulas de Biologia

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

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

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

2.7.2.2. Recursos educativos sobre ecologia e conservação

Ecology WWW web site (Universidade de Lyon)

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

Portal Espanhol de Natureza (informações sobre a a natureza e conservação em Espanha)

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

Portal nacional sobre ambiente

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

2.7.2.3. Recursos educativos em ecologia

Biodiversity Bibliography: Ecology, Economics and Policy (recursos *online* sobre Biodiversidade e Conservação e sua relação com a economia)

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

Center for Biodiversity and Conservation do American Museum of Natural History

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

United Nations Environment Programme

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

Biodiversity Maps Library

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

Site da NASA com informações sobre a Terra

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

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

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

Biodiversity servers

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

Biblioteca Virtual do Centro Europeu para a Conservação da Natureza

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

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

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

Conservation Biology Institute

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

IUCN: The World Conservation Union

<http://www.iucn.org>

Instituto da Conservação da Natureza

<http://www.icn.pt>

Instituto de Promoção Ambiental (IPAMB)

<http://www.ipamb.pt/>

Evo Forum Hom

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

European Environment Agency. Conjunto de links sobre o ambiente

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

WWW Virtual Library – Environment

<http://earthsystems.org/VL/>

United Nations Environment Programme

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

Site do Soil Science Education Home Page

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

Links genéricos sobre ambiente:

<http://www.dsa.unipr.it/EcoWWW.html>

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

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

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

2.7.3. Recursos bibliográficos

Revistas de divulgação científica, técnica e educativa

- *Quercus*, Madrid
- *El Carabo*. Madrid
- *Imersion*,
- *Natura*, Ediciones Mundo Natura, S.L., Madrid.
- *La Tierra que todos deseáramos*, Publicación Medioambiental, S.L., Madrid
- *British Wildlife*. Hants, U.K.
- *La Recherche*. Paris
- *Science et Vie*, Science et Vie V.P.C.. Paris

- *Terre Sauvage*. Terre Sauvage S.N.C. Paris
- *Scientific American*, Scientific American, inc , Nova Iorque,
- *National Geographic Magazine*, Washington, Portugal

Livros

(Ver *Bibliografia*)

2.7.4. 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.

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 controle do conteúdo das publicações electrónicas. Caberá ao professor filtrar o que está disponível e inculir aos alunos a noção de que a Internet não é o depósito da verdade mas sim um recurso útil a usar com cautela e moderação.

2. *Desenvolvimento do programa*

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 por 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) Considerou-se um total de 66 aulas em blocos de 90, correspondendo a 33 semanas de aulas com uma carga horária de 2 blocos/semana. Foi atribuída uma carga horária de 60 aulas/ano para o desenvolvimento dos temas, ficando as restantes 6 aulas para o professor dispor como margem de manobra ou para momentos de avaliação sumativa. 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.

Apresenta-se, em seguida, o desenvolvimento do programa para o 10º ano.

Modulo inicial	Núcleo conceptual A execução de um projecto no âmbito do tema ambiente depende de uma planificação prévia cuidadosa, considerando diversos factores envolvidos.
Conceitos Noções básicas Planificação de um projecto Método científico Hipótese Experimentação Amostragem Habitat	<u>Subtema</u> 1.1 Considerações preliminares na análise de um problema prático 1.2 Fases típicas de um projecto Elaboração de hipóteses Previsões com base na hipótese elaborada Planificação e amostragem (recolha dos dados) Análise e interpretação dos dados Tomada de decisões com base nos resultados obtidos Aceitação da hipótese ou revisão da hipótese inicialmente colocada. <u>No final deste módulo o aluno deve ser capaz de:</u> DOMÍNIO COGNITIVO Compreender as questões/factores que devem ser colocados em trabalhos/projectos no domínio do ambiente Compreender a metodologia científica Discutir as dificuldades e cuidados a ter na interpretação de dados DOMÍNIO PROCEDIMENTAL Efectuar a abordagem inicial a um problema prático Elaborar um projecto prático considerando as várias fases Caracterizar, em primeira abordagem, os componentes temporais, espaciais, físico-químicos e biológicos de uma determinada área Realizar pesquisas/investigações sobre a gestão do território, condições edafoclimáticas e fenómenos ecológicos, individuais ou em grupo, ao nível da sua região Utizar o método científico na abordagem de uma situação problema de âmbito ambiental Elaborar hipóteses com base na observação de factos concretos no terreno Planificar a amostragem para validar uma hipótese DOMÍNIO ATITUDINAL Tomar consciência das particularidades e dificuldades nos projectos de trabalho no âmbito do tema ambiente Reconhecer a importância do planeamento cuidadoso de um projecto Assumir uma atitude responsável e cooperativa na realização de um projecto

Este tema destina-se a concretizar alguns dos aspectos relativos à planificação e estratégias básicas de amostragem enquadrados na linha metodológica definida no ponto 2.5 *Sugestões metodológicas gerais*.

A implementação de um projecto de trabalho no domínio do ambiente é talvez uma das áreas mais cativantes da investigação. Na verdade, a possibilidade de disfrutar de aspectos peculiares da vida selvagem e alguns de rara beleza, é uma das razões que atrai muitos investigadores.

Contudo, o trabalho de campo não é uma tarefa fácil e, apesar de geralmente não necessitar de equipamentos muito dispendiosos, exige um empenhamento e um esforço consideráveis, por parte do investigador, muito superior ao de qualquer outra disciplina da ciência. Um dos grandes problemas é a dificuldade em repetir ou replicar algumas experiências. Assim, nalgumas situações de campo é totalmente impossível encontrar uma outra zona de estudo igual à nossa, criando problemas quando pretendemos repetir uma experiência para validar os resultados encontrados. Um dado momento numa investigação pode não voltar a repetir-se pelo que uma amostragem mal planificada, pode implicar uma colheita errónea de dados e conduzir a conclusões erradas. Com este módulo pretende-se inculcar no aluno a necessidade de planificação de um trabalho, fornecer uma primeira abordagem sobre as diversas metodologias e dos principais requisitos para garantir a aquisição de informação válida a ser tratada e gerida posteriormente .

As preocupações a ter quando se pretende iniciar um projecto em ambiente deverão ser discutidas / colocadas – conteúdo *Considerações preliminares na análise de um problema práctico*- de modo a verificar se existe capacidade, meios e disponibilidade para iniciar o projecto. Algumas das questões que devem ser colocadas são:

- existe tempo disponível para a realização do projecto?
- quais são os períodos de tempo necessários para a sua implementação / execução?
- a área de trabalho já é conhecida?

- existe autorização das entidades devidas para a realização de trabalho nessa área?
- é necessário equipamento muito dispendioso ou complexo na sua utilização?
- é necessário equipamento que é usado por muita gente em projectos diferentes?
- é necessário efectuar muitas identificações taxonómicas?
- existem conhecimentos de base para isso ou será necessário recorrer a colaboradores que sejam capazes de o fazer?

Assim, o professor deve mostrar que o planeamento de um trabalho deve ser cuidadoso ou ambicioso em função dos meios à disposição e deve ser feito sempre de uma forma consciente e coerente.

O conteúdo *Fases típicas de um projecto* deverá surgir na sequência das considerações anteriores e da necessidade de definir uma metodologia de trabalho para atingir os objectivos do projecto proposto.

A noção de que não existe um procedimento básico único para o estudo e análise de um local deve ser transmitida. Efectivamente este depende dos objectivos do estudo, da localização geográfica, do tipo de habitat, da existência de espécies alvo preferenciais e dos recursos disponíveis para efectuar o estudo (tempo disponível, pessoal, equipamento e recursos financeiros, entre outros). No entanto, de uma forma genérica, os alunos devem ficar com a noção de que um bom estudo do seu local de trabalho deverá considerar os seguintes aspectos:

- a) um exame da documentação e da literatura existente sobre o local, incluindo mapas, fotografias aéreas e estudos regionais e locais;
- b) reconhecimento do terreno e recolha de dados no terreno;
- c) análise e interpretação dos dados recolhidos (no terreno e na bibliografia);
- d) confirmação dos resultados no terreno.

Pretende-se que o aluno compreenda que um projecto resulta da observação inicial de algum facto sobre o qual é possível levantar diversas perguntas. Nesta fase é conveniente apresentar a metodologia científica salientando a sua importância nos projectos em ciências do ambiente.

Neste contexto, poderá ser solicitado aos alunos que elaborem um conjunto de questões relacionadas com o tema e o local de trabalho, nomeadamente no que respeita aos diferentes micro-habitats a estudar e às diferentes abordagens possíveis. Os alunos deverão ser solicitados para elaborar pequenos relatórios/trabalhos, aplicando a metodologia científica, em resposta a eventuais situações problemáticas por eles colocadas ou criadas pelo professor. Os alunos devem compreender que cada questão pode ser uma linha de investigação, devendo haver um esforço inicial para eliminar as questões que são triviais e aquelas que são impossíveis de pôr em prática. A constituição de grupos de trabalho permitirá a elaboração de diferentes questões e a planificação de diferentes projectos de estudo.

De acordo com o acima referido, um dos aspectos essenciais na fase do levantamento das questões, é a procura de informação e antecedentes bibliográficos que permitam verificar a validade das questões levantadas. Assim, esta busca permitirá de uma forma mais segura verificar quais são as questões mais interessantes e ajudar a delinear quais as linhas de investigação a seguir.

Após esta fase chega-se à elaboração de hipóteses. O professor deve mostrar que uma hipótese é uma tentativa de explicar um facto, que pode ser testado de alguma forma. No entanto, deve ser logo salientado que a hipótese não é uma situação definitiva e que pode haver necessidade de a reformular caso, no decorrer da experimentação, os resultados comecem a indicar um caminho diferente do esperado.

Em seguida, o professor deve explicar todos os passos necessários à verificação da validade da hipótese:

- previsões com base na hipótese elaborada –com base nos conhecimentos adquiridos tentar saber qual é a resposta à nossa hipótese, de forma a esta ser considerada verdadeira;
- planificar o trabalho e amostrar de forma a obter os dados necessários, tendo em conta o método de tratamento utilizado posteriormente;
- analisar os dados, de forma a compreender o seu significado;
- tomar uma decisão, com base nos dados obtidos e verificar se estes têm algum significado, em função da hipótese formulada;
- aceitar a hipótese ou, se tal não se verificar, rever a hipótese inicialmente colocada e reiniciar todo o processo.

As fases do projecto podem ser demonstradas usando um esquema e, se possível, devem fazer parte de um exemplo teórico-prático de forma a que o aluno compreenda que, na maioria das vezes, esta sequência de perguntas surge naturalmente ao longo da elaboração de um projecto.

Ao implementar um projecto surgem uma série de factores que devem ser tidos em consideração, nomeadamente:

- que tipo de observações se podem efectuar para implementar o projecto;
- que tipo de variáveis se podem amostrar;
- que tipo de escalas se podem utilizar.

Estes aspectos revelam-se muito importantes ao longo de um projecto, porque uma má percepção do seu valor ou uma má selecção de um determinado factor pode condicionar todo o trabalho.

De uma forma não exaustiva, o professor deve mostrar que tipo de observação se deve efectuar. Ou seja, mediante uma hipótese, de que forma se poderão recolher os dados. Assim, num projecto podemos considerar diferentes tipos de observações referentes, entre outros, a:

- parâmetros físico-químicos (pH, concentração de sais, quantidade de oxigénio, etc.);
- abundância de uma ou mais espécies;
- distribuição espacial de uma espécie ou grupo de espécies;
- distribuição e abundância em função de factores ambientais;
- diversidade ao nível da comunidade e / ou do habitat;
- evolução / variação temporal de uma comunidade, grupo de organismos ou do próprio habitat;
- aspectos fisiológicos ou comportamentais em determinadas espécies / indivíduos.

Do universo possível de parâmetros a medir / avaliar, deverão ser retidos apenas aqueles que sejam relevantes para o problema inicialmente colocado e ao qual se pretende dar uma resposta.

Para o trabalho proposto, que basicamente consiste na caracterização de um espaço natural, numa primeira fase, o esforço irá incidir fundamentalmente nos aspectos dominantes do habitat, no que se designa por análise do macro-habitat. Este tipo de análise deve incluir uma breve descrição dos componentes temporais, espaciais, físico-químicos e bióticos dominantes do ambiente. Os alunos deverão então ser solicitados a identificar esses componentes, nas três partes distintas da biosfera que podem ser consideradas no local (atmosfera, água e solo / sedimento). Após esse trabalho prévio, colocam-se várias questões relacionadas com a recolha e registo das informações a colher, bem como com a recolha e manuseamento da informação, que serão assuntos a desenvolver nos módulos seguintes.

<p>Tema 1 A representação do terreno</p>	<p>Núcleo conceptual A representação do terreno constitui a base para a realização de projectos de ecologia de campo.</p>
<p>Conceitos</p> <p>Noções básicas</p> <p>Mapa</p> <p>Escala</p> <p>Fotografia aérea</p> <p>Ortofotomapas</p> <p>Imagem de satélite</p> <p>Formato raster</p> <p>Formato vectorial</p> <p>Mapa temático</p> <p>GPS</p> <p>SIG</p> <p>Sistema geodésico</p> <p><i>Datum</i></p>	<p><u>Subtema</u></p> <p>Recursos disponíveis</p> <p>A representação do terreno</p> <p>O que é um mapa</p> <p>Componentes de um mapa</p> <p>As escalas</p> <p>Os mapas de pequena e grande escala</p> <p>Diferentes tipos de mapas</p> <p>Fotografias aéreas</p> <p>Ortofotomapas</p> <p>Imagens de satélite</p> <p>Tratamento e digitalização de imagem</p> <p>Desenho assistido por computador</p> <p>Formatos raster e vectorial</p> <p>O desenho de mapas temáticos</p> <p>O uso dos aparelhos de GPS na recolha de informação no terreno</p> <p>Introdução a SIG</p> <p>Sistemas geodésicos de referência</p> <p>O sistema de coordenadas UTM</p> <p>Data adoptados em Portugal</p> <p><u>No final deste módulo o aluno deve ser capaz de:</u></p> <p>DOMÍNIO COGNITIVO</p> <p>Compreender os vários componentes de um mapa</p> <p>Conhecer diferentes tipos de recursos relativos à representação do terreno</p> <p>Distinguir diferentes tipos de imagens fotográficas</p> <p>Distinguir os formatos raster e vectorial</p> <p>DOMÍNIO PROCEDIMENTAL</p> <p>Utilizar uma carta topográfica para se orientar no terreno e obter dados</p> <p>Utilizar fotografias aéreas no reconhecimento de unidades paisagísticas e formações vegetais</p> <p>Desenvolver mapas temáticos a partir do mapeamento de manchas vegetais e de unidades de uso de solo utilizando o computador pessoal</p> <p>Utilizar um aparelho GPS para se localizar no terreno</p> <p>Efectuar o levantamento dos contornos de uma unidade de paisagem com recurso a um aparelho de GPS</p> <p>Organizar e georreferenciar dados</p> <p>DOMÍNIO ATITUDINAL</p> <p>Tomar consciência da importância da representação do terreno nos projectos que envolvem trabalho de campo</p> <p>Interessar-se por conhecer os diferentes recursos disponíveis para a representação de um terreno</p> <p>Reconhecer as vantagens da visualização da informação</p>

Tema 1 A representação do terreno	Nível de abordagem (16 aulas)
--	---

Um dos aspectos base de qualquer trabalho de campo é a constituição de uma base cartográfica de apoio. É sobre esta que se efectua o planeamento das actividades a desenvolver e, na maior parte dos casos, se efectua o registo dos dados (em bruto ou após processamento), bem como a apresentação dos resultados finais. Torna-se pois fundamental recordar e ministrar aos alunos algumas noções básicas de cartografia – conteúdo *A representação do terreno* - e de desenho de cartas temáticas – conteúdo *Desenho assistido por computador*. Ao abordar estes conteúdos é desejável a coordenação com a disciplina de Técnicas de Ordenamento do Território, podendo o material cartográfico, saído de um levantamento do local de estudo de Sistemas de Informação Aplicada ser a aplicação prática dos conteúdos de Técnicas de Ordenamento do Território.

O professor deverá começar por identificar os conceitos e competências adquiridas pelos alunos durante o Ensino Básico, nomeadamente no que respeita à identificação dos diferentes tipos de mapas, ao uso correcto dos elementos de um mapa (escalas, legenda...) e aos diferentes sistemas de projecção. Uma actividade prática de orientação no terreno ajudará a consolidar estes conhecimentos, recorrendo eventualmente à colaboração do grupo de Geografia e de Educação Física (organização de uma prova de orientação com toda a escola).

No âmbito dos estudos como o proposto, as cartas topográficas constituem um instrumento fundamental para o planeamento dos trabalhos e a referenciação da informação recolhida. No entanto, tão importante ou mais do que essas cartas, as fotografias aéreas e, a uma outra escala, as imagens de satélite revelam-se fundamentais para a caracterização do espaço e o acompanhamento das grandes variações ao longo do tempo de um mesmo local. Importa pois introduzir este tipo de documento aos alunos, referindo os tipos de fotografias existentes (preto e branco, cor, falsa cor, ortofotos...) as suas vantagens e desvantagens face ao suporte cartográfico tradicional e, se possível (através de uma eventual colaboração com o grupo de Geografia), demonstrar as potencialidades destes documentos no domínio da visualização tridimensional do terreno (estereoscopia). A utilização destes documentos para a construção de cartas

temáticas deve ser abordada com algum detalhe, nomeadamente com recurso ao desenho assistido por computador. Este aspecto pode ser explorado, na prática, procedendo à elaboração de uma carta temática com as principais unidades paisagísticas (macro-habitat) da zona escolhida para o trabalho referido nos módulos anteriores. O recurso a fotografias aéreas adquiridas ao IGEO (a digitalizar através de um *scanner*) ou a utilização dos ortofotomapas disponíveis em <http://ortos.cnig.pt/ortofotos/indexp.html> fornecerá a base fotográfica necessária para a digitalização dessas unidades (uma pequena introdução sobre os dois grandes tipos de formato gráfico – vectorial e *raster* – as suas vantagens e desvantagens e a utilização de uma aplicação de desenho vectorial é aconselhável). A maioria das aplicações de desenho vectorial genéricas apresentam funcionalidades suficientes ao nível do desenho assistido por computador para o desenho confortável de uma carta temática à escala sem necessidade de recorrer a aplicações especializadas, forçosamente dispendiosas.

Para o tipo de trabalho proposto, as unidades individuais de GPS são um auxiliar de campo precioso. Uma vez que actualmente estão disponíveis no mercado a preços módicos (2 a 3 centenas de euros) aparelhos bastante fiáveis e de rigor aceitável (erro horizontal entre 3 a 4 metros), pensamos ser conveniente a sua utilização – conteúdo *Utilização de aparelhos de GPS na recolha de informação no terreno*. O professor deverá pois fazer uma pequena introdução ao seu funcionamento e caso estejam disponíveis, o seu uso deve ser implementado no decorrer dos trabalhos de campo.

Não se pretendendo, nesta fase do percurso curricular, que os alunos dominem os Sistemas de Informação Geográfica, devem no entanto ser exploradas algumas potencialidades desta ferramenta. Numa primeira abordagem a uma área de estudo, a informação recolhida provém em regra de diversas fontes. Explorando este tema de uma forma prática e com o objectivo de responder a questões concretas sobre o espaço a estudar, o professor pode levar os alunos a sentir a necessidade de organizar e integrar os dados existentes. Ao colocar questões como:

O que existe em determinada área?

Onde estão reunidas determinadas condições?

Que alterações ocorreram ao longo do tempo e onde estão localizadas?

Quais os impactos de determinada alteração do uso do território?

exige-se a combinação de vários elementos dos mapas e a manipulação da informação existente. Estes elementos de trabalho podem também servir como base para a introdução de novos dados que serão recolhidos ao longo do desenvolvimento dos Temas 5- *Caracterização do ambiente: a componente biótica*, Tema 6- *Caracterização do ambiente: a componente abiótica*, Tema 8- *Uso do habitat e alimento* e Tema 9- *Avaliação da diversidade de espécies*.

<p>Tema 2 Noções básicas de amostragem e análise descritiva de dados</p>	<p style="text-align: center;">Núcleo conceptual</p> <p>A necessidade da amostragem surge da impossibilidade em recolher, de uma forma exaustiva, toda a informação disponível</p>
<p>Conceitos</p> <p>Noções básicas</p> <p>Amostragem</p> <p>Amostra</p> <p>População</p> <p>Tamanho da amostra</p> <p>Apresentação gráfica</p> <p>Média</p> <p>Mediana</p> <p>Variância</p> <p>Desvio Padrão</p> <p>Erro Padrão</p> <p>Precisão</p> <p>Exactidão</p>	<p><u>Subtema</u></p> <p>2.1 Amostragem</p> <p>2.2 Apresentação gráfica de dados</p> <p>2.3 Parâmetros estatísticos básicos</p> <p><u>No final deste módulo o aluno deve ser capaz de:</u></p> <p>DOMÍNIO COGNITIVO</p> <p>Compreender a importância da amostragem em trabalhos de ecologia</p> <p>Distinguir amostra de população estatística</p> <p>Distinguir os principais tipos de amostragem</p> <p>Analisar as vantagens e inconvenientes dos diferentes tipos de amostragem</p> <p>Conhecer metodologias básicas para determinar o tamanho ideal da amostra</p> <p>Conhecer diferentes técnicas de representação gráfica de dados</p> <p>Analisar tabelas e gráficos relativos ao tratamento estatístico de dados</p> <p>Compreender o significado dos diferentes parâmetros básicos estatísticos</p> <p>Relacionar os diferentes parâmetros estatísticos</p> <p>Discutir a precisão e exactidão dos dados</p> <p>DOMÍNIO PROCEDIMENTAL</p> <p>Efectuar amostragens em contexto “real” (trabalho de campo) ou em situações de simulação em laboratório, utilizando as diferentes metodologias</p> <p>Representar graficamente dados de amostragem utilizando as TIC</p> <p>Calcular os parâmetros estatísticos básicos, a partir de amostras colhidas no terreno ou de dados fornecidos, utilizando as TIC e outros meios de cálculo</p> <p>Interpretar e analisar dados estatísticos de forma elementar</p> <p>DOMÍNIO ATITUDINAL</p> <p>Reconhecer a importância de efectuar amostragens cuidadosas em trabalhos de ecologia</p> <p>Desenvolver o interesse por conhecer diferentes metodologias de amostragem e de representação de dados</p> <p>Desenvolver um espírito crítico e analítico em relação a dados de amostragem</p>

Tema 2 Noções básicas de amostragem e análise descritiva de dados	Nível de abordagem (14 aulas)
--	---

Parte dos assuntos propostos para este módulo serão também abordados no decurso da disciplina de Matemática, dada a sua relevância para o programa de Sistemas de Informação Aplicada e o desfasamento temporal que se verifica entre a sua abordagem na referida disciplina e a necessidade de que algumas noções de estatística estejam presentes. Propõe-se pois que os assuntos a seguir expostos, que serão abordados mais tarde na disciplina de Matemática, sejam explorados de uma forma muito prática, aprofundando apenas na medida necessária à sua utilização.

Na sequência dos módulos anteriores, surge agora a necessidade de recolher informação com vista à caracterização do ambiente físico e das comunidades bióticas da zona em estudo. A dimensão da área a estudar, a impossibilidade de uma permanência constante no terreno e a enorme quantidade de informação que um estudo exaustivo iria gerar obrigam ao recurso a estratégias de amostragem para recolher a informação necessária. Estas considerações deverão dar início ao conteúdo *Amostragem*.

Um dos primeiros aspectos a abordar é a diferença que existe entre população e amostra estatística. Estas designações têm um significado diferente daquele que lhes é atribuído no âmbito da demografia ou da ecologia. Assim, o aluno deve compreender que uma amostra é o número limitado de medições que se efectua e que população é o total das medições que se poderiam efectuar. De uma forma simples, estas diferenças podem ser demonstradas utilizando um tabuleiro contendo uma mistura de um número conhecido de grãos diferentes (ervilhas, lentilhas, feijões...). A recolha aleatória de um pequeno número de grãos permitirá simular uma amostragem, solicitando-se aos alunos que efectuem uma estimativa do total de grãos de cada tipo existente no tabuleiro. Neste caso, o total de grãos de todos os tipos constituem a nossa população, enquanto que as recolhas parciais constituem as amostras. Em alternativa, sugere-se uma actividade de campo simples que consiste na contagem de árvores ou arbustos em quadrados numa determinada área. A repetição deste exercício, com registo dos resultados obtidos, poderá servir de tema para a discussão da fiabilidade e precisão das amostragens em função da dimensão e número de amostras recolhidas. Um paralelo com as sondagens

que regularmente são efectuadas para auscultar a opinião do público pode ser também efectuado.

A quantidade de amostras que é necessário realizar constitui um problema básico associado às amostragens. Assim, o professor deve explicar que não existe uma regra universal, nem existe um número mínimo e máximo de amostras a colher. O número de amostras a colher deve ser aquele que permite que os dados obtidos por amostragem se aproximem da realidade, sem no entanto tornar humanamente e tecnicamente impossível a sua colheita. A estimativa do número mínimo de amostras pode ser calculado graficamente (por exemplo, com um gráfico onde se expressa o número de espécies amostradas em função da área amostrada ou em função do número de zonas de amostragem). Estes dados também podem ser expressos utilizando gráficos do tipo histogramas ou então gráficos de linhas ou pontos. Na sequência deste assunto deverá ser introduzido o conteúdo *Apresentação gráfica de dados*. As representações gráficas ajudam a visualizar os dados e a compreender como é que eles se relacionam entre si. O exercício proposto com os tabuleiros e os grãos ou o trabalho de campo alternativo poderão ser usados para ilustrar este assunto. É importante que os alunos relembrem a utilização de uma folha de cálculo para registar dados e proceder à sua representação gráfica.

Uma amostragem pode produzir uma massa de dados importante, cujo tratamento em bruto nem sempre é fácil ou desejável. Na maior parte dos casos, os valores obtidos destinam-se a estimar os parâmetros que caracterizam uma população (média, mediana, desvio padrão, variância) – conteúdo *Parâmetros estatísticos básicos*. O significado destes termos deverá ser recordado / explicado de uma forma simples, nomeadamente ao nível da variação em torno de um valor central (média da população). De uma forma simplista poderá dar-se a noção de que quanto mais próximos entre si estiverem os valores obtidos em amostragens sucessivas, menor é a sua variabilidade e melhor será a estimativa do parâmetro que se quer avaliar. Em relação à média e à mediana, é conveniente que o professor recorde que ambos os parâmetros são uma forma de expressar a tendência central dos dados. Contudo, estes parâmetros não são suficientes para ajudar a compreender a distribuição dos valores de uma série de amostras, pelo que se recorre a outros parâmetros para avaliar a sua variabilidade. Esses parâmetros são entre outros, a variância e o desvio padrão.

Depois de apresentar todas estas noções entramos numa fase em que o aluno tem que compreender que a utilização dos dados tem de ser cuidadosa, de forma a evitar a tomada de decisões ou parâmetros erróneos. Para abordar tal assunto, uma das melhores formas é mostrar aos alunos o que é a precisão e a exactidão. Assim, o primeiro parâmetro refere-se ao grau de dispersão das várias medidas de uma grandeza, enquanto que a exactidão, se refere ao grau de rigor com que os resultados obtidos se aproximam dos valores verdadeiros. A melhor forma de apresentar estes conceitos é recorrendo a um exemplo numérico como aquele que é apresentado por Rabaça (1995) ou então recorrer a um exemplo esquemático (tipo alvo de tiro ao arco) similar ao proposto por Smith (2000). Estes exemplos ajudarão os alunos a compreender que por vezes podemos estar a direccionar os nossos trabalhos para valores que se afastam da realidade.

Um dos aspectos importantes a colocar em evidência está relacionado com o facto de, a partir de um certo número de amostras, se pretender efectuar inferências sobre a população de onde essas amostras foram retiradas. Assim, normalmente é possível mencionar dois tipos de inferências, que se traduzem pelas seguintes questões:

- a) existem diferenças entre duas populações no que se refere a uma dada característica?
- b) qual a magnitude dessa diferença?

A resposta a estas duas questões baseia-se na verificação das hipóteses levantadas, recorrendo a testes estatísticos que estão fora do âmbito deste curso. Como tal, a resposta a estas perguntas implica uma formação de nível mais avançado não devendo ser desenvolvida. Apenas deve ser transmitida a noção de que, para demonstrar diferenças ou semelhanças, é necessário recorrer à análise estatística, cuja utilização está altamente dependente de um processo matemático de análise, por vezes bastante complexo, muito dependente do processo de amostragem e da planificação correcta do trabalho.

<p style="text-align: center;">Tema 3 O ambiente físico</p>	<p style="text-align: center;">Núcleo conceptual</p> <p>A atmosfera, a hidrosfera e a litosfera constituem o suporte físico da biosfera.</p>
<p>Conceitos</p> <p>Noções básicas</p> <p>Clima</p> <p>Microclima</p> <p>Climatograma</p> <p>Turbidez</p> <p>Condutividade</p> <p>Salinidade</p> <p>Oxigénio dissolvido</p> <p>Carência Bioquímica de Oxigénio</p> <p>Alcalinidade</p> <p>Dureza</p> <p>Perfil do solo</p> <p>Humidade</p> <p>Matéria orgânica</p> <p>Densidade do solo</p> <p>Permeabilidade</p> <p>Porosidade</p>	<p><u>Subtema</u></p> <p>3.1. A atmosfera</p> <p>Clima, clima regional e microclima</p> <p>O climatograma como representação gráfica do clima regional</p> <p>Intensidade da luz</p> <p>Temperatura</p> <p>Precipitação</p> <p>Humidade</p> <p>3.2. A hidrosfera</p> <p>Temperatura</p> <p>Velocidade da corrente</p> <p>Turbidez</p> <p>Condutividade</p> <p>Salinidade</p> <p>Oxigénio dissolvido</p> <p>Carência Bioquímica de Oxigénio (CBO)</p> <p>pH</p> <p>Alcalinidade</p> <p>Cálcio, magnésio e dureza</p> <p>Nutrientes azotados (amónia, nitritos e nitratos)</p> <p>Nutrientes fosfatados</p> <p>3.3. A litosfera</p> <p>Perfil do solo</p> <p>Humidade do solo</p> <p>Temperatura do solo</p> <p>Teor em matéria orgânica</p> <p>Densidade do solo</p> <p><u>No final deste módulo o aluno deve ser capaz de:</u></p> <p>DOMÍNIO COGNITIVO</p> <p>Compreender o significado biológico dos parâmetros físico-químicos</p> <p>Analisar os limites de aplicabilidade dos métodos de análise</p> <p>Conhecer a possibilidade de, a partir da informação conhecida, gerar os dados em falta e os riscos associados a essas operações</p> <p>DOMÍNIO PROCEDIMENTAL</p> <p>Utilizar diferentes métodos e <i>kits</i> específicos de mediação / avaliação de parâmetros físico-químicos</p> <p>Interpretar os dados analíticos obtidos procurando relacioná-los entre si e com processos ecológicos</p> <p>Caracterizar o clima regional e interpretar um climatograma</p> <p>Efectuar e interpretar um perfil de solo</p> <p>Calcular os parâmetros estatísticos básicos com base nos dados obtidos</p> <p>Elaborar e interpretar gráficos e tabelas a partir dos dados obtidos, utilizando as TIC</p> <p>DOMÍNIO ATTUDINAL</p> <p>Interessar-se por conhecer diferentes metodologias de medição de parâmetros físico-químicos</p> <p>Desenvolver o sentido do rigor, da responsabilidade e cooperação no que diz respeito ao trabalho de campo</p> <p>Desenvolver um espírito crítico em relação aos dados obtidos</p>

A caracterização do meio ambiente físico é essencial para perceber e explicar a distribuição dos organismos e a dinâmica dos processos em que estes intervêm. Esse processo de caracterização requer conhecimentos que estão para além dos objectivos do presente curso tecnológico, não só ao nível da execução como também da interpretação dos dados obtidos. No entanto, algumas técnicas simples podem ser utilizadas para o efeito, desde que não se pretenda a obtenção de dados absolutos, de elevado rigor, e uma margem de erro apreciável possa ser tolerada. Existem actualmente no mercado *kits* para a determinação dos parâmetros físico-químicos mais significativos para os processos biológicos, que aliam simplicidade e rapidez a um grau de precisão suficiente para, em termos comparativos / relativos, permitir uma primeira interpretação / relação dos dados biológicos em função das características do meio físico.

No decorrer deste módulo propõe-se que sejam apresentadas algumas técnicas visando a caracterização do meio físico (conteúdos *A atmosfera*, *A hidrosfera* e *A litosfera*), bem como algumas técnicas de recolha de amostras. Do universo de parâmetros e de técnicas possíveis de utilizar, a escolha do grupo de trabalho centrou-se naqueles(as) que se revelam mais fáceis de analisar ou para os quais existem *kits* de análise acessíveis e financeiramente disponíveis. Esses parâmetros serão também aqueles que, no decorrer da sua actividade profissional futura, os alunos poderão ser solicitados a avaliar.

Isto significa que alguns parâmetros mais significativos para o estudo de um processo possam ter sido excluídos por serem demasiado complexos ou exigirem equipamentos / procedimentos demasiado onerosos. A opção por *kits* de análise, cujos resultados são normalmente expressos em intervalos de valores ou com uma precisão não tão elevada quanto a desejável, pode não permitir concluir com rigor sobre os parâmetros avaliados. Os resultados a obter são sobretudo indicativos e destinam-se a um estudo comparativo com uma situação de referência.

Ao nível da escola, o professor deverá ter um papel preponderante na escolha dos parâmetros a abordar nas aulas, seleccionando aqueles que melhor se enquadram no contexto ambiental regional em que a escola se insere.

Algum cuidado deve ser tomado na abordagem deste módulo. O risco de se transformar no simples aplicar de um receituário é grande. Para evitar essa situação, propõe-se que um processo biológico seja implementado e que a avaliação do meio físico sirva de enquadramento a esse processo, procurando encontrar-se correlações entre este e os parâmetros avaliados. A título de exemplo, propõe-se o acompanhamento da decomposição de uma determinada quantidade de material vegetal (folhas mortas ou algas, consoante se trate de um sistema continental ou litoral). O enterramento / submersão desse material e o acompanhamento da perda de peso ao longo do tempo, em condições diferentes, bem contrastantes [solo florestal / solo agrícola; diferentes níveis da praia (areias dunares); águas batidas / águas paradas; mar aberto / poças de maré com várias profundidades; troço de rio regularizado / troço natural; lagoa / canal corrente; encosta exposta / encosta abrigada...], permitirá pôr em evidência os factores directamente relacionáveis com esse processo e interpretar os resultados em função dos seus valores. Com uma abordagem deste tipo, será possível a apresentação das várias técnicas de análise e os dados a obter poderão ser directamente relacionados com o desenrolar de um processo biológico (aspecto extremamente importante para que os alunos sintam que as medidas que estão a efectuar contribuirão para o problema que lhes foi colocado). Por uma questão de coerência com a abordagem que tem vindo a ser seguida, propõe-se que o espaço que tem vindo a ser caracterizado seja escolhido para levar a cabo a actividade proposta. Os alunos poderão ser questionados sobre a influência dos diferentes tipos de micro habitat já identificados no processo de decomposição e a escolha dos parâmetros a avaliar deverá ser previamente discutida. A questão *o que aconteceria se...* deverá conduzir essa abordagem, cabendo ao professor o papel de conduzir os alunos aos conceitos e às técnicas mais relevantes, em função das características do espaço escolhido (no litoral os parâmetros a reter e as técnicas de avaliação poderão ser diferentes das do interior).

Os conteúdos presentes na proposta de programa devem seguir uma abordagem comum. O significado biológico de cada parâmetro deverá ser apresentado, seguido da fundamentação do(s) método(s) mais comum(s) para a sua avaliação. Sugere-se uma abordagem do tipo da seguida por Brower *et al* (1997). Se pertinente, a sua exploração prática deverá ser efectuada no sentido referido nos parágrafos anteriores.

Sugere-se que o docente tome a seu cargo, de uma forma simplesmente demonstrativa, a exploração e tratamento dos dados obtidos num SIG. Sem pretender

um rigor elevado, os dados obtidos poderão ser alvo de uma operação de interpolação ou de “kriging”, apenas para demonstrar aos alunos como a partir de pontos dispersos, descontínuos, é possível gerar dados contínuos. Tendo em consideração a incerteza associada a este tipo de operações, sugere-se que estas sejam efectuadas com os dados que os alunos vão obtendo, de forma a gerar mapas sobre os quais os trabalhos subsequentes possam ser programados. À medida que mais dados vão surgindo, os mapas gerados constituirão uma aproximação melhor à realidade, o que permitirá demonstrar a importância da acumulação progressiva de informação e as fragilidades deste tipo de abordagem.

4. Bibliografia

Bibliografia essencial

Obras de suporte para o professor

Barbour, M.G., Burk, J.H., Pitts, W.D., Gilliam, F.S. & Schwartz, M.W. (1998). *Terrestrial Plant Ecology* (3rd edition). San Francisco: The Benjamin/Cummings Publishing Company.

Bookhout, T.A., ed (1996). *Research and Management Techniques for Wildlife Habitats*. 5th edition, rev. Bethesda, Maryland: The Wildlife Society.

Brower, J.E., Zar, J.H. & von Ende, C.N., eds. (1997). *Field and Laboratory Methods for General Ecology*. 4th edition. McGraw-Hill Key Textbooks Series. Dubuque, Iowa: McGraw-Hill.

Dodson, S. I., T. F. H. Allen, S. R. Carpenter, A. R. Ives, R. L. Jeanne, J. F. Mitchell, N. E. Langston & M. G. Turner. (1998). *Ecology*. Oxford: Oxford University Press.

Elzinga, C. L., Salzer, D. Willoughby, J. W. & Gibbs, J. P. (2001). *Monitoring plant and animal populations*. London: Blackwell Science Ltd.

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

Gibbs, J.P., Hunter (Jr), M.L. & Sterling, E.J. (1998). *Problem-solving in Conservation Biology and Wildlife Management. Exercises for Class, Field and Laboratory*. Oxford: Blackwell Science Ltd.

Henderson, P.A. (2003). *Practical methods in ecology*. Oxford: Blackwell Science Ltd.

Matos, J.L. (2001). *Fundamentos de Informação Geográfica*. Lisboa: Lidel – edições técnicas, Lda.

Molles Jr, M.C. (2002). *Ecology. Concepts and Applications* (2nd edition). Dubuque, Iowa: McGraw-Hill.

Morrison, M.L., Marcot, B.G. & Mannan, R.W. (1998). *Wildlife-Habitat Relationships. Concepts and applications*. 2nd edition. Wisconsin: The University of Wisconsin Press.

Smith, R. L. & T. H. Smith (2000). *Elements of ecology*. 5th Edition. s/l: The Benjamin/Cummings Publishing Company.

Sutherland, W.J. (2000). *The conservation handbook: research, management and policy*. s/l: Blackwell Science Ltd.

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

McKinney, Michael L., Robert M. Schoch (1996). *Environmental Science – Systems and Solutions*. S/l: Sudbury: Jones and Bartlett Publishers

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

Primack, Richard B. (2000). *A Primer of Conservation Biology*, Second Edition. Boston: Boston University

Bibliografia de apoio

Bang, P. e Dahlström, P. (1997). *Huellas y Señales de los Animales de Europa*. Barcelona: Ediciones Omega, S.A.

Versão espanhola de um clássico para a identificação de pegadas e rastros de animais no terreno.

Blanco Castro, E., Casado González, M.A, Tenorio., M.C., Bombín, R.E., Antón, M.G, Fuster, M.G, Manzaneque, A.G, Saiz, J.C.M., Juaristi, C.M., Pajares P.R. y Sainz Ollero, H. (1997). *Los bosques ibéricos. Una interpretación geobotánica*. s/l: Editorial Planeta, S.A.

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

Blanco, J.C (Ed.), 1998. *Mamíferos de España*. Vol. I e II. s/l: Editorial Planeta S.A. *Excelente obra que resume a ecologia dos mamíferos existentes na Península Ibérica. Possui chaves para a identificação de mamíferos com base em dentes e ossos.*

Botelho da Costa, J. (1995). *Caracterização e constituição do solo*. (5ª Ed.). Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.

Brönmark, C e Hansson, L-A. (1998). *The Biology of Lakes and Ponds*. Biology of Habitats Series. Oxford: Oxford University Press.

Bugalho, J.F. (1974). *Métodos de Recenseamento de Aves*. Direcção geral dos Serviços Florestais e Aquícolas.

Obra antiga mas de grande qualidade na introdução ao estudo das aves.

Castroviejo, S., Aedo, C., Benedí, C. Laínz, M., Garmendia, F.M., Feliner, G.N. e Paiva, J., eds. (1989-). *Flora Iberica. Plantas vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares*.

Obra de referência sobre a flora ibérica (publicados 9 volumes de uma colecção de 18).

Chinery, M. (1997). *Guía de campo de los Insectos de España y de Europa*. Barcelona: Ediciones Omega, S.A.

Versão espanhola de um clássico para a identificação de Insectos.

Costa, M. J. (1999). *O estuário do Tejo*. s/l: Edições Cotovia.

Farinha, J.C. e Costa, H. (1999). *Aves Aquáticas de Portugal. Guia de Campo*. Instituto de Conservação da Natureza.

Guia fotográfico de qualidade para a identificação das aves aquáticas nacionais.

Fielder, P. & Jain, S.K. (1992). *Conservation Biology. The theory and practice of nature conservation preservation and management*. New York: Chapman & Hall.

Gibson, R., Hextall, B. e Rogers, A. (2001). *Photographic Guide to the Sea & Shore Life of Britain & North-west Europe*. Oxford Natural History. Oxford: Oxford University Press.

Excelente guia sobre os organismos marinhos que se podem encontrar nas nossas praias.

Giller, P.S. e Malmqvist, B. (1998). *The Biology of Streams and Rivers*. Biology of Habitats Series. Oxford: Oxford University Press.

Heinzel, H., Fitter, R., Parslow, J. (1995). *Birds of Britain and Europe with North Africa & the Middle East*. Collins Pocket Guide. S/l: HarperCollins Publishers.

Um dos melhores guias de bolso no mercado para identificação de aves europeias no campo.

Jones, D. (1985). *Guia de campo de los Aracnidos de España y de Europa*. Barcelona: Ediciones Omega, S.A.

Killham, K. (1995). *Soil Ecology*. Cambridge: Cambridge University Press, 242 pp.

Little, C. (2000). *The Biology of Soft Shores and Estuaries*. Oxford: Oxford University Press, Biology of Habitats Series.

Little, C. and Kitching J.A. (1996). *The Biology of Rocky Shores*. Oxford: Oxford University Press, Biology of Habitats Series.

Lorca, M. Peinado y Rivas-Martinez, S, Eds. (1987). *La vegetation de España*. s/l: Universidad de Alcala de Henares, Secretaria Geral, Servicio de Publicaciones, 544 pp.

Macdonald, D. e Barrett, P. (1993). *Mammals of Britain & Europe*. Collins Pocket Guide. s/l: HarperCollins Publishers.

Excelente guia para a identificação de mamíferos.

Maitland, P.S. (2000). *Guide to the Freshwater Fish of Britain and Europe*. Hamlyn. s/l: Octopus Publishing Group Limited.

Guia ilustrado sobre a fauna ictiológica europeia de água doce.

Marchand, P.J. (1996). *Life in the cold. An introduction to winter ecology*. s/l: University Press of New England.

Margalef, R. (1983). *Limnología*. Barcelona: Ed. Omega, S. A.

Margalef, R. (1991). *Ecologia*. Barcelona : Omega.

Obra fundamental mas actualmente muito difícil de encontrar.

McLusky, D.S. (1994). *The estuarine ecosystem*. 2nd edition. New York: Chapman & Hall.

Mullarney, K, Svensson, L., Zetterström, D. & Grant, P.J. (2003). *Guia de Aves. Guia de campo das aves de Portugal e Europa*. s/l: Assírio & Alvim.

Guia muito completo para a identificação das aves europeias. A tradução portuguesa foi efectuada com o apoio da Sociedade Portuguesa para o Estudo das Aves (SPEA). Obra de grande qualidade gráfica e de conteúdo cuidado.

Odum, E.P. (1997). *Fundamentos de Ecologia* (Trad. 5ed.). 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.

Perrins, C. (1987). *New Generation Guide to the Birds of Britain and Europe*. Austin: First University of Texas Press Edition. (David Attenborough general editor).

Guia muito completo para a identificação das aves europeias. Um bom complemento ao livro de Heinzel et al (1995).

Pité, M.T. (2000). *Populações e comunidades*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.

Rabaça, J.E. (1995). *Métodos de censo de Aves: Aspectos gerais, pressupostos e princípios de aplicação*. s/l: Sociedade Portuguesa para o estudo das Aves (SPEA).

Pequeno livro sobre as metodologias de censo de aves. Muito bem organizado, alia a simplicidade ao rigor científico da abordagem. Uma obra essencial para quem se quer iniciar no estudo das aves.

Saldanha, L. (1995). *Fauna Submarina Atlântica*. Lisboa: Publicações Europa-América.

Sanmartin, L.A. e Canzobre, H.L. (1998). *Guía da flora do litoral galego*. Montes e Fontes. s/l: Edicións Xerais de Galicia.

Guia fotográfico para a identificação das plantas com flor da Galiza. Muito acessível, é utilizável sem grandes problemas no norte de Portugal.

Tullot, I. Font (2000). *Climatologia de España y Portugal*. 2ª edición. Salamanca: Ediciones Universidad Salamanca.

Referências bibliográficas gerais

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 (1998). *Ensino básico e secundário: Dez medidas de revisão curricular*. Lisboa.

Ministério da Educação (2000). *Revisão curricular no ensino secundário*. Lisboa: Autor.

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