

CURSOS DE EDUCAÇÃO E FORMAÇÃO

PROGRAMA

Componente de Formação Científica

Disciplina de

Biologia

Direcção-Geral de Formação Vocacional

2005

Parte I

Orgânica Geral

Índice:

	Página
1. Caracterização da Disciplina	2
2. Visão Geral do Programa	2
3. Competências a Desenvolver.	6
4. Orientações Metodológicas / Avaliação	6
5. Elenco Modular	9
6. Bibliografia	9

1. Caracterização da Disciplina

Actualmente a Biologia desempenha um papel relevante na dinâmica da sociedade e na construção da sua cultura, na medida em que os seus conhecimentos influenciam a forma como as pessoas organizam o seu dia-a-dia e perspectivam a melhoria da sua qualidade de vida.

Os avanços desta área científica e as suas aplicações tecnológicas têm vindo a proporcionar diversas informações e soluções que conferem inegáveis vantagens e comodidades. A segurança alimentar e a redução dos riscos de propagação de doenças são exemplos de aspectos que envolvem conhecimentos de Biologia, cujos avanços científicos não só despertam elevado interesse social como merecem consensual aprovação.

Porém, noutros casos, as notícias de descobertas científicas na área da Biologia, ou a divulgação das suas aplicações tecnológicas, geram preocupações sociais, chegando mesmo a perturbar as rotinas e os comportamentos dos cidadãos, quando afectam, de forma mais ou menos directa, a sua integridade física ou moral. Relembrem-se, neste sentido, as controvérsias que rodeiam a manipulação do património genético de seres vivos, os processos de clonagem, a contaminação de ambientes naturais ou mesmo a utilização de microrganismos como armas biológicas. Estes são, seguramente, exemplos de temáticas que não deixam ninguém indiferente, porém, a possibilidade das pessoas tomarem posições críticas e fundamentadas nem sempre é fácil, pois exige a mobilização de conceitos que muitas vezes não dominam.

Neste quadro, impõe-se que a educação em Biologia assuma o papel de contribuir para a formação de cidadãos capazes de participar em processos democráticos de tomada de decisão. Este objectivo implica que o ensino formal desta disciplina privilegie abordagens inovadoras que ajudem os alunos a compreender problemas, a saberem ponderar criticamente argumentos contraditórios e a desenvolverem competências de pesquisa de informação. Nesta perspectiva, o estudo de conteúdos de Biologia deverá ser considerado não só uma componente importante para a educação geral dos cidadãos, como um requisito indispensável à formação científica daqueles que perspectivam saídas profissionais mais directamente relacionadas com esta área do saber.

Em articulação com as preocupações enunciadas, considera-se que o programa da disciplina de Biologia deverá garantir que os alunos desenvolvam competências de natureza científica, bem como as que lhes permitam interagir de forma autónoma, consciente e construtiva com a sociedade e o ambiente.

2. Visão Geral do Programa

A disciplina de Biologia, a que este programa diz respeito, insere-se na componente de formação científica dos Cursos de Educação Formação e destina-se a proporcionar aprendizagens científicas de base que correspondam às exigências de uma formação de nível secundário e de uma qualificação profissional de nível 3.

A concepção geral do programa visou a elaboração de uma proposta de ensino integrado de Biologia. As aprendizagens deverão ser orientadas para a compreensão global de processos, permitindo que os alunos identifiquem o objecto de estudo da disciplina — a VIDA e os SERES VIVOS — e compreendam o âmbito dos conhecimentos que engloba actualmente.

A VIDA será sempre abordada de forma dinâmica, através das funções que a caracterizam, realçando a diversidade de estratégias que os SERES VIVOS utilizam para as realizar. A ênfase na diversidade morfológica e funcional deverá constituir-se como um aspecto integrador do programa, pois, implicitamente, salienta a evolução como uma das características mais abrangentes da vida.

O programa encontra-se estruturado em módulos que apresentam competências, objectivos e conteúdos específicos. Em cada módulo são apresentadas orientações metodológicas, sugestões de avaliação e indicações de recursos diversos, nomeadamente materiais, equipamentos e referências bibliográficas.

A duração definida para cada módulo deve ser entendida como indicativa, ou de referência, uma vez que a carga horária total atribuída ao currículo da disciplina de Biologia é superior à referida no programa. Esta diferença, intencional, significa que o professor dispõe de um certo crédito horário que poderá gerir, quer a nível de cada módulo, quer a nível global, em função das necessidades dos alunos. Esse crédito poderá servir para o desenvolvimento de estratégias consideradas necessárias para dar resposta aos desafios colocados pelo programa, possibilitando, por exemplo, a organização de actividades de remediação, reorientação, aquisição e/ou consolidação de pré-requisitos, assim como

actividades que possibilitem o aprofundamento de aspectos considerados relevantes para a formação dos alunos.

A concepção do programa de Biologia teve em conta o facto do programa se destinar a servir o desenvolvimento de percursos de educação e formação diversificados, nomeadamente os de Formação Complementar, Tipo 4, Tipo 5 e Tipo 6, bem como o facto desses percursos poderem corresponder a diferentes cursos/ saídas profissionais.

O esquema que se apresenta na figura 2.1 resume a conceptualização global do programa.

Destaca-se a identificação do objecto de estudo – A VIDA e os SERES VIVOS – como fio articulador das aprendizagens e salienta-se o enquadramento das temáticas pela exploração de interacções Ciência–Tecnologia–Sociedade–Ambiente.

O esquema identifica os módulos do programa e explicita a sua correspondência aos vários percursos de formação.

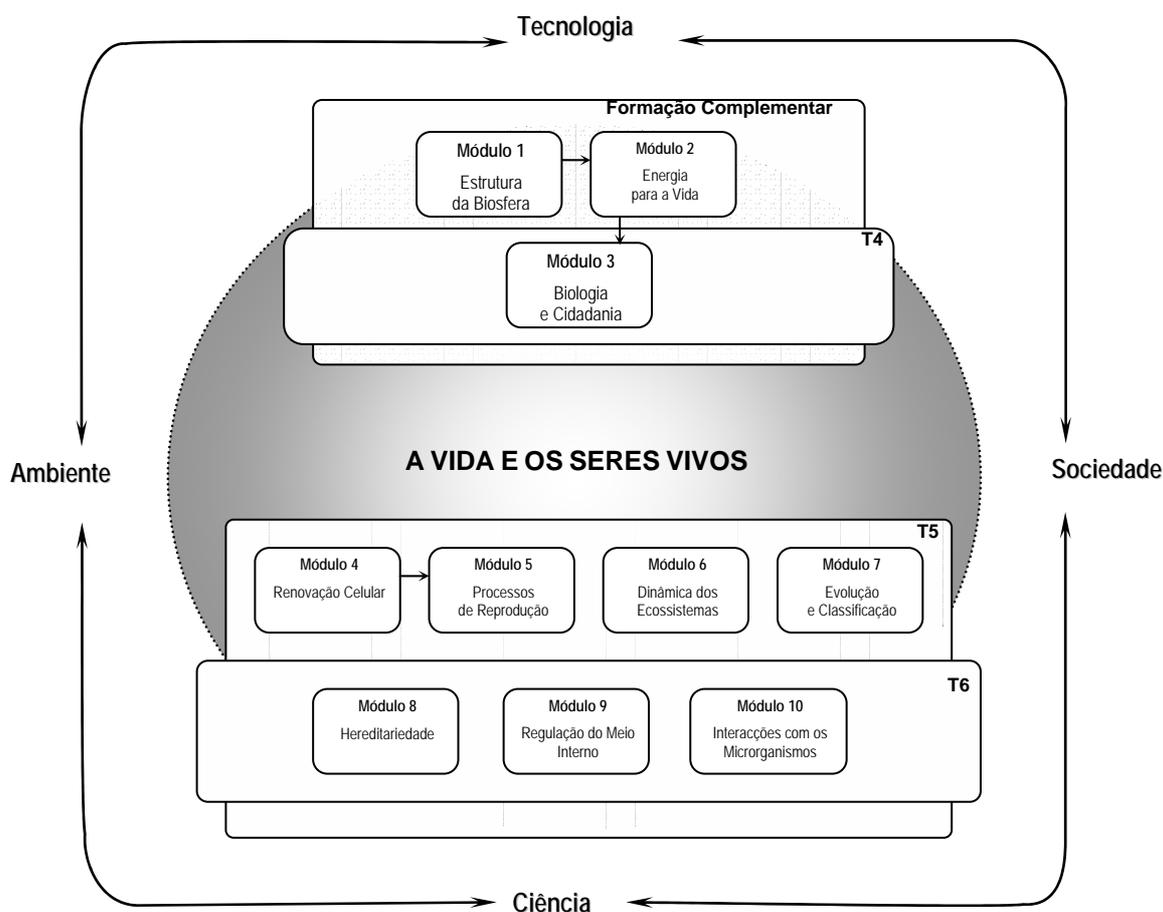


Figura 2.1 – Esquema Conceptual do Programa de Biologia

O programa de Biologia é formado por um conjunto de dez módulos que permitem o desenvolvimento de diferentes percursos de formação.

A construção do currículo de Biologia, em cada um dos percursos de formação, exige que sejam consideradas as especificidades que seguidamente se passam a apresentar.

- Um percurso de Formação Complementar envolve o estudo sequencial dos módulos 1, 2 e 3.
- Um percurso de Tipo 4 é assegurado pelo módulo 3.

- Os percursos de Tipo 5 são assegurados pelos módulos 4, 5, 6, 7, 8, 9 e 10. Estes módulos constituem um conjunto que admite várias possibilidades de organização, permitindo a concretização de diversos currículos de Biologia. Esta flexibilidade pretende dar resposta à diversidade de necessidades formativas dos vários cursos/ saídas profissionais abrangidas pelo programa de Biologia. Visa, também, a rentabilização das potencialidades inerentes às motivações dos alunos, assim como às características particulares dos contextos que presidam à leccionação do programa. Neste sentido, os professores e as escolas devem ter um papel activo e determinante na construção do currículo, intervindo tanto ao nível da selecção de alguns módulos, como na sua sequenciação. A gestão dos módulos que integram os percursos Tipo 5 deve, no entanto, ter em conta os seguintes aspectos essenciais:
 - os módulos 4 e 5 são obrigatórios e sequenciais;
 - a sequência dos módulos 4 e 5 pode ser precedida pela leccionação do módulo 6;
 - concluída a leccionação dos módulos 4 e 5 poderá ser estudado qualquer um dos outros módulos disponíveis (6, 7, 8, 9, 10), pela sequência considerada mais adequada;
- Um percurso de Tipo 6 contempla, obrigatoriamente, o estudo dos módulos 8, 9 e 10, pela sequência que venha a ser considerada mais adequada.

Apresenta-se, seguidamente, uma breve caracterização dos módulos do programa.

O Módulo 1 – **A Estrutura da Biosfera** – visa a construção de uma perspectiva integrada e abrangente da estrutura do mundo vivo, seus níveis de organização e hierarquização, partindo do macro nível do ecossistema (comunidades, populações, ... conceitos já estudados no ensino básico) até ao micro nível das células e seus organitos (modelo simplificado). O conceito de diversidade biológica será aprofundado, estudando seres com diferentes tipos de células (procarionotas, eucarionotas, vegetais, animais...) e diversos níveis de complexidade (unicelularidade, pluricelularidade, ...). O estabelecimento de um modelo simplificado de organização celular visa a compreensão da célula como unidade básica estrutural e funcional dos seres vivos, destacando-se o papel regulador da membrana celular nas trocas de matéria e energia com o meio extracelular.

No Módulo 2 – **Energia para a Vida** – são estudados os processos energéticos que ocorrem nas células e que estão na base das relações tróficas que existem nos ecossistemas. Esta abordagem tem como ponto de partida os conhecimentos construídos no módulo 1, onde a diversidade estrutural dos seres vivos e das células pode ser explorada numa perspectiva funcional. Estudam-se, de forma simplificada, processos metabólicos que asseguram a auto e heterotrofia, nomeadamente vias fotossintética, respiração aeróbia e fermentação. Exploram-se, ainda, processos de movimentação de matéria e de trocas gasosas, em organismos pluricelulares.

Neste Módulo 3 – **Biologia e Cidadania** – prevê-se a abordagem de temáticas que sejam pertinentes para o percurso de formação dos alunos. Importa que estes reconheçam que as competências desenvolvidas na disciplina de Biologia lhes permitem não só aprofundar saberes relacionados com a sua área de formação profissional, como compreender questões de natureza científico-tecnológica que no dia-a-dia se colocam aos cidadãos. O desenvolvimento das competências previstas para este módulo poderá decorrer da exploração de uma, ou mais, das seguintes propostas:

Tema 1: Alimentação para a Saúde

Tema 2: Diversidade Biológica, um Património a Valorizar;

Tema 3: Reduzir, Reutilizar e Reciclar para Preservar

O Módulo 4 – **Renovação Celular** – visa o estudo geral dos ácidos nucleicos e do seu papel biológico. Aborda-se a síntese das proteínas e a universalidade do código genético, bem como a sua importância para o crescimento das células e para a renovação dos seus constituintes. De modo simplificado, exploram-se, também, os mecanismos de replicação do DNA e mitose que garantem a manutenção do património genético durante a divisão celular.

O Módulo 5 – **Processos de Reprodução** – é centrado no estudo da reprodução, nomeadamente na diversidade de estratégias usadas pelos seres vivos e suas implicações ao nível da transferência de informação contida no seu material genético. Exploram-se alguns exemplos de estratégias de reprodução assexuada, assente em processos de mitose, analisando as suas vantagens e limitações biológicas. Em oposição, estudam-se processos sexuais que envolvem a meiose, a formação de células reprodutoras e a fecundação, com especial destaque para a importância destes processos na promoção da variabilidade dos seres vivos.

O Módulo 6 – **Dinâmica dos Ecossistemas** – tem como principal objecto de estudo os processos que caracterizam a dinâmica de um ecossistema e as modificações que vão conduzindo à sua evolução. Capitalizando os saberes desenvolvidos em módulos anteriores, revisitam-se e aprofundam-se conceitos relacionados com a transferência de matéria e energia ao longo das redes tróficas. Exploram-se os conceitos de biomassa e produtividade, bem como processos de amplificação biológica. O estudo da capacidade das comunidades modificarem o meio físico, conduzindo à sucessão ecológica num determinado local, permite compreender que o ecossistema é um sistema dinâmico que se modifica e evolui.

No Módulo 7 – **Evolução e Classificação** – analisa-se a forma como o pensamento científico tem explicado a diversidade biológica ao longo dos tempos. Exploram-se ideias fixistas em oposição às evolucionistas, salientando a importância dos contextos sociais e históricos que as enquadram. Estudam-se alguns argumentos que suportam o evolucionismo, nomeadamente o papel dos trabalhos de Darwin e os conceitos de selecção natural e artificial. Destaca-se a importância dos novos contributos científico-tecnológicos para a construção da perspectiva neodarwinista de evolução biológica. Abordam-se, também, aspectos básicos relacionados com a classificação dos seres vivos, nomeadamente regras básicas de nomenclatura, hierarquia das categorias taxonómicas e sistema de cinco reinos de Whittaker modificado.

O Módulo 8 – **Hereditariedade** – visa a compreensão geral de processos que explicam a transmissão de características hereditárias entre as gerações de seres vivos. Propõem-se diferentes formas de abordagem, deixando ao critério de professores e/ou escolas a selecção dos casos a estudar, tendo em conta a área vocacional dos alunos. Assim, o programa apresenta uma proposta mais centrada na hereditariedade humana e, em alternativa, outras mais centradas na transmissão de características hereditárias em populações de plantas e de animais. Prevê-se uma abordagem de princípios de genética clássica, mas também uma breve referência a processos actuais de engenharia genética.

No Módulo 9 – **Regulação do Meio Interno** – abordam-se aspectos gerais relacionados com a manutenção das condições do meio interno dos organismos face às flutuações do meio externo. Como no caso do módulo 8, propõem-se diversas temáticas, deixando ao critério de professores e/ou escolas a abordagem daquela que considerarem mais pertinente. Assim, sugere-se uma proposta centrada no organismo humano, estudando o papel da hormona anti-diurética na regulação hidro-salina e o mecanismo nervoso de termorregulação. Uma outra via de concretização curricular baseia-se no estudo de tropismos e na acção de fitohormonas em plantas.

O Módulo 10 – **Interacções com os microrganismos** – proporciona o estudo de processos ou situações que envolvem a actividade de microrganismos e as relações que estes estabelecem com outros seres vivos, bem como respectivas vantagens ou prejuízos. À semelhança dos módulos 8 e 9 o programa sugere diferentes alternativas de exploração. Numa perspectiva mais centrada no organismo humano, estudam-se exemplos de vantagens associadas à presença de flora microbiana em cavidades e superfícies do corpo, bem como exemplos de situações que favorecem o aparecimento de infecções e contágio. Outra possível via de abordagem é centrada no papel dos microrganismos do solo, o seu contributo para a reciclagem de materiais e resíduos, a sua importância para os ciclos biogeoquímicos, bem como as potencialidades que decorrem das associações simbióticas que estabelecem com as plantas.

3. Competências a Desenvolver

Os alunos, ao longo dos diferentes módulos, devem desenvolver competências como as que seguidamente se apresentam.

- Construção de atitudes positivas face à ciência, reconhecendo que se trata de um empreendimento humano, permanentemente inacabado e sujeito a influências de natureza diversa que condicionam o seu desenvolvimento.
- Compreensão de conceitos, teorias e modelos que permitam construir uma visão globalizante da Biologia como ciência, bem como uma formação científica básica indispensável à integração no mundo do trabalho e/ou ao desenvolvimento de estudos posteriores.
- Mobilização de saberes científicos e tecnológicos para compreender fenómenos naturais ou situações do dia-a-dia, particularmente as que exigem a análise crítica de ideias ou práticas do senso comum, a ponderação de argumentos e a fundamentação de opiniões.
- Utilização de equipamentos, instrumentos e materiais de laboratório, com intencionalidade, correcção e segurança.
- Interiorização de metodologias próprias do trabalho científico, nomeadamente a problematização e a experimentação, valorizando atitudes de rigor, honestidade e perseverança.
- Utilização funcional de processos de trabalho cooperativo, pesquisa e comunicação de informação.
- Construção de valores e atitudes adequadas ao exercício de uma cidadania responsável, nomeadamente face à saúde, à diversidade humana e biológica, à exploração sustentada dos recursos naturais e à participação informada nos processos democráticos de tomada decisão.

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

- Como competências de natureza conceptual consideram-se aquelas que visam o conhecimento de factos, hipóteses, princípios, teorias, bem como terminologia ou convenções científicas; inclui-se, também, a compreensão de conceitos, na medida em que estes se relacionam entre si e apenas desse modo permitem interpretar e explicar informação em formatos diversos.
- As competências de natureza procedimental estão relacionadas com a própria natureza do trabalho científico. Assim, são exemplos a observação e a descrição de fenómenos, a obtenção e a interpretação de dados, o conhecimento de técnicas de trabalho, a manipulação de dispositivos, bem como as competências que permitem a planificação, a execução e a avaliação de desenhos investigativos simples. Nesta perspectiva, o desenvolvimento de competências procedimentais inclui aspectos de natureza cognitiva e manipulativa.
- Como competências de natureza atitudinal consideram-se as que visam o desenvolvimento de atitudes, face aos conhecimentos, aos trabalhos científicos (rigor, curiosidade, objectividade, perseverança,...) e às implicações que daí decorrem para a forma como perspectivam a sua própria vida e a dos outros. Em causa estão a identificação e diferenciação de condutas e suas implicações, a capacidade de formular juízos de valor, ou mesmo a assunção de posturas guiadas por convicções fundamentadas.

4. Orientações Metodológicas / Avaliação

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

Centrar os processos de ensino nos alunos

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

Valorizar a realização de actividades práticas

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

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

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

Atribui-se especial importância ao desenvolvimento de actividades que impliquem os alunos na planificação e realização de trabalhos experimentais, o que envolve a manipulação e o controlo de variáveis, bem como processos de tomada de decisão sobre a utilização de réplicas.

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

Explorar relações explícitas e recíprocas entre Ciência, Tecnologia e Sociedade

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

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

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

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

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

Promover a identificação e exploração de situações problemáticas abertas

Os processos de ensino e aprendizagem devem centrar-se em problemáticas com significado para os alunos, ou seja, serem organizados numa perspectiva de resolução de problemas.

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

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

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

Integrar aspectos da História da Ciência

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

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

Rentabilizar situações de aprendizagem não formal

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

Integrar a avaliação nos processos de ensino e aprendizagem

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

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

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

Nesta perspectiva, avaliar é uma tarefa permanente e complexa que supõe o uso de diferentes técnicas e instrumentos. Valorizam-se os processos de observação (estruturados e de notação livre) e, para além de testes ou questionários, recomenda-se a adopção de estratégias que envolvam a elaboração, pelos alunos, de memórias descritivas de actividades, ensaios, mapas conceptuais ou V de Gowin, entre outros.

Salienta-se, no entanto, que as opções tomadas deverão, sempre, salvaguardar os seguintes aspectos.

- A avaliação, sendo parte integrante dos processos educacionais, deverá revestir-se de funções diagnóstica, formativa e sumativa interdependentes e devidamente articuladas com as actividades de ensino-aprendizagem.
- A avaliação, permitindo diagnosticar o ponto de partida dos alunos, orientará o professor na análise do programa e na selecção das estratégias mais adequadas para a sua implementação.
- A avaliação formativa possibilitará o acompanhamento permanente da qualidade dos processos de ensino e de aprendizagem, fornecendo elementos que o professor deverá utilizar para reforçar, corrigir e incentivar a aprendizagem dos alunos.
- A avaliação com funções formativas deverá prevalecer durante todo o processo educativo, permitindo aos alunos receber feedback dos seus desempenhos, bem como informações que os ajudem a identificar as suas dificuldades e potencialidades, o que será fundamental na sua preparação para os momentos de avaliação sumativa que terão lugar no final de cada módulo.

5. Elenco Modular

		Número	Designação	Duração de referência (horas)
T4	F C	1	Estrutura da Biosfera	22
		2	Energia para a Vida	22
		3	Biologia e Cidadania	36
T5		4	Renovação Celular	24
		5	Processos de reprodução	24
		6	Dinâmica dos Ecossistemas	24
		7	Evolução e Classificação	24
T6		8	Hereditariedade	24
		9	Regulação do meio Interno	24
		10	Interacção com os microrganismos	24

6. Bibliografia

Bibliografia da especialidade

ALCÂNTARA, F. e outros (2001) *Microbiologia – Práticas Laboratoriais*, Aveiro, Edições Universidade de Aveiro. ISBN: 972-789-038-5

Manual de práticas laboratoriais de microbiologia. Texto de aprofundamento para professores. Contém descrição acessível dos processos básicos de esterilização de material e preparação de meios de culturas. Contém fotografias exemplificativas.

ALDERSON, P. & ROWLAND, M. (1995) *Making Use of Biology* (2ª Ed.), London, MacMillan Press Ltd. ISBN: 0-333-62093-3

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

ALVES, F. & CAEIRO, S. (1998) *Educação Ambiental*, Lisboa, Universidade Aberta. ISBN 972-674-255-2

Trata-se de um livro-guia para a disciplina de Educação Ambiental. Apresenta conceitos-chave e aborda uma estratégia para o desenvolvimento de metodologias transdisciplinares, interdisciplinares e interactivas.

AZEVEDO, C. (Coord.) (1999) *Biologia Celular e Molecular* (3ª Ed.), Lisboa, LIDEL – Edições Técnicas. ISBN: 972-757-100-X

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

BAKER, W. & ALLEN, E. (1975) *Estudo da Biologia*, São Paulo, Edgard Blücher, 2 vols.

Texto simples interessante para professores e alunos. Apresenta algumas ilustrações e questionários finais.

BELTRÃO, L. & NASCIMENTO, H. (2000) *O Desafio da Cidadania na Escola*, Lisboa, Editorial Presença. ISBN: 972-23-2662-7

Nesta obra pretende-se assumir o desafio de uma cidadania democrática, quer como meta educacional, quer como fio condutor proposto para as práticas de todos os docentes em interacção com futuros cidadãos críticos e participativos, sem perder de vista o enquadramento legal do sistema educativo.

BERTRAND, I., VALOIS, P. & JUTRAS, F. (1999) *A Ecologia na Escola, inventar um futuro para o Planeta*, Lisboa, Instituto Piaget. ISBN 972-771-052-2

O livro apresenta-se uma visão global da terra e pretende levar os leitores a intervir de forma activa. Os autores defendem a importância da adopção de abordagens holísticas na planificação de intervenções de educação ambiental.

CAMPBELL, N., MITCHEL, L., REECE, E., (1999) *Biology* (5ª Ed.), Menlo Park, Benjamin/ Cummings Publishing Company. ISBN: 0-8053-6585-0

Obra organizada em torno dos grandes temas da Biologia (A química da Vida; A Célula; O Gene; Mecanismos de Evolução...; Plantas: estrutura e função; Animais...; Ecologia). A apresentação dos conteúdos é feita de forma clara e sintética, sem esquecer os aspectos que caracterizam a natureza da Biologia como ciência e actividade humana. No final de cada unidade é apresentada uma síntese dos principais conceitos, questionários de revisão, problemas e sugestões de aspectos que permitem enfatizar a dimensão ciência-tecnologia-sociedade dos temas e conceitos estudados.

CARAPETO (Coord.) ALVES, F. & CAEIRO S. (1999). *Educação Ambiental*, Lisboa, Universidade Aberta. ISBN: 972-674-255-2

Livro interessante para o professor, organizado com a preocupação de orientar o leitor na abordagem de temáticas progressivamente mais complexas, como se pode depreender das designações de alguns dos seus capítulos: Ambiente e Ecologia. Conceitos Gerais, O conceito de Educação Ambiental, ...Grandes Problemas Ambientais, Gestão de Resíduos Urbanos e Técnicas de Acção / Actuação em Educação Ambiental.

CARVALHO, A. e outros (1984) *Biologia Funcional – estrutural, molecular, dinâmica e fisiológica*, Coimbra, Almedina.

No livro tratam-se alguns aspectos fundamentais de Biologia Celular, Bioenergética, Bioquímica e Fisiologia. O nível de aprofundamento não é excessivo pelo que a obra é bastante acessível para professores.

CASAL, M. (Coord.) (2004) *Microbiologia e Genética Molecular Microbiana – Manual de Laboratório*, Braga, Universidade do Minho. (edição limitada)

Manual de práticas laboratoriais de microbiologia destinado a professores. Apresenta texto bastante acessível e esclarecedor sobre aspectos básicos de microscopia e métodos utilizados em microbiologia. Apresenta, entre outras propostas, sugestões para trabalhos que visam constatar a diversidade do mundo *microbiano* ou *interacções microrganismo-planta: bactérias do género Rhizobium e a fixação de azoto*.

CAVACO, M. H. (Org.) (1992) *A Educação Ambiental para o Desenvolvimento*, Lisboa, Escolar Editora. ISBN 972-592-066-X

A obra reúne um conjunto de experiências e reflexões de professores e técnicos que, em contexto escolar e institucional diversificado, trabalharam na área da Educação Ambiental. No capítulo I é feita uma reflexão sobre a evolução da Educação Ambiental; histórias e relatos é o conteúdo do Capítulo II; Reflexões e Comentários sobre a reestruturação curricular, a formação de professores e as potencialidades da Educação Ambiental na escola são os temas desenvolvidos nos três capítulos restantes.

DOLPHIN, W. (2001) *Biological Investigations: form, function, diversity and process*, (6ª Ed.), Boston, McGraw-Hill Companies. Inc. ISBN: 0073031410

Manual de laboratório. Contém propostas de protocolos laboratoriais que poderão ser úteis para a preparação das actividades práticas.

DUVIGNEAUD, P. (1996) *A Síntese Ecológica*, Lisboa, Instituto Piaget. ISBN 972-8245-43-2

Texto básico para professores na área de Ecologia.

EVANGELISTA, J. (1999) *Educação Ambiental – Uma via de leitura e compreensão*, Lisboa, IIE / IPAMB. ISBN 972-8353-80-4

O papel que a literatura pode desempenhar na Educação Ambiental assume-se como um dos motes do trabalho do autor, professor e orientador pioneiro desta área, no nosso país.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (1997) *Aproveite o que a sua Alimentação tem de Melhor*, Lisboa, FAO, PAS, ARAP, DES, UNESCO. ISBN 972-97124-8-4

Caderno especialmente dirigido aos alunos, mas com interesse para o público em geral. Muito interessante para programas de educação nutricional

GILPIN, A. (1992) *Dicionário de Ecologia*, Lisboa, Publicações Dom Quixote, 1992. ISBN 972-20-0270-8

Esta obra é um dicionário com cerca de 900 entradas sobre os grandes temas de ambiente. São aqui apresentados os termos mais comuns respeitantes à protecção do ambiente, da poluição e do seu controlo, numa forma simples e breve.

GOMES, M., (Coord.) (2001) *Educação Ambiental: Guia anotado de recursos*, Lisboa, IIE (Coord. Editorial). ISBN: 972-783-055-2

Este Guia Anotado de Recursos constitui-se como um instrumento auxiliar da prática de Educação Ambiental, identificando recursos em diferentes suportes que poderão contribuir para aprofundar conhecimentos, adquirir bases de fundamentação para a prática pedagógica de Educação Ambiental e complementar conteúdos disciplinares. O livro pretende apoiar os professores no que respeita à concepção, à preparação, ao desenvolvimento e à avaliação dos seus projectos de Educação Ambiental, numa óptica de inovação e de experimentação. O Guia apresenta-se como veículo facilitador, quer da interdisciplinaridade, quer da transversalidade da Educação para a Cidadania.

HERITAGE, J., EVANS, G., KILLINGTON, D. (2002) *Microbiologia em Acção*, Lisboa, Editora Replicação,. ISBN: 972-570-280-8

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

HICKMAN Jr, C., ROBERTS, L., LARSON, A., L'ANSON, H. (2004) *Integrated Principles of Zoology*, (12ª Ed.), Boston, WCB McGraw-Hill. ISBN: 0072439408

Compêndio de Biologia interessante pela clareza do texto e qualidade das imagens. Nos seus 38 capítulos são apresentados temas gerais de biologia, como citologia, metabolismo, genética, evolução e ecologia, com especial ênfase na caracterização estrutural e funcional dos animais, nomeadamente seus processos de obtenção de matéria, sistemas que asseguram a circulação e as trocas gasosas, bem como os processos homeostáticos.

JENKINS, M (2003) *A Genética*, Men Martins, Publicações Europa América Lda. ISBN: 972-1-05220-5

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

JUNQUEIRA, L. & CARNEIRO, J. (2000) *Biologia Celular e Molecular* (7ª Ed.), Rio de Janeiro, Editora Guanabara.

Texto acessível e sintético acompanhado de esquemas e/ou fotografias. Apresenta, no início de cada capítulo, um roteiro dos principais assuntos a abordar, o que facilita a sua utilização. Ainda que se trate de um texto com

um grau de aprofundamento superior ao do programa poderá ser consultado pelos alunos com supervisão do professor.

JUNQUEIRA, L. & CARNEIRO, J. (2004) *Histologia Básica* (10ª Ed.), Rio de Janeiro, Editora Guanabara Koogan S.A. ISBN: 85-277-0906-6

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

LEWIS, R. (1997) *Human Genetics – Concepts and Applications* (2ª Ed.), Dubuque, WCB Publishers.

Trata-se de um texto de aprofundamento. Aborda aspectos básicos de hereditariedade (DNA, genes e leis de Mendel), genética de populações, genética relacionada com imunidade e cancro, bem como aplicações tecnológicas dos conhecimentos de genética. O texto é acompanhado de esquemas e/ou fotografias a cores e frequentes quadros ou tabelas resumo; alguns capítulos incluem dados de natureza histórica relativos a avanços científicos e tecnológicos.

MACKEAN, G. (1987) *Introdução à Biologia*, Coimbra, Livraria Almedina.

Texto simples interessante para professores e alunos. Apresenta algumas ilustrações e questionários finais.

MARGULIS, L. & SCHWARTZ, K. (1998) *Five Kingdoms: an Illustrated Guide to the Phyla of Life on Earth* (3ª Ed.), New York, WH Freeman & Co.

Obra de referência que tem por base a proposta de classificação de Whittaker, posteriormente modificada. Define e caracteriza os reinos e respectivos filos em que se classificam os seres vivos, sendo o esquema de classificação baseado em dados paleontológicos e moleculares. Na sua secção introdutória apresenta, de forma breve, alguns aspectos básicos para a compreensão do processo de classificação dos seres vivos, tais como, “perspectiva histórica dos sistemas de classificação”, “as células dos diferentes reinos” e “ciclos de vida”, entre outros. O livro é bastante ilustrado e de fácil consulta.

MATTHEY, W., DELLA SANTA, E., WANNENMACHER, C. (1984) *Manuel Pratique d'Ecologie*, Lausanne, Payot.

Obra organizada com preocupações didáticas, apresentando informação essencial à compreensão dos conceitos básicos de ecologia e propostas de actividades de campo e laboratório em diferentes ambientes (como por exemplo, num curso de água, num lago, na cidade, num muro, no solo, etc.). Apresenta esquemas simples de dispositivos a utilizar ou montar nas actividades de campo e/ou laboratório, bem como de aspectos de morfologia externa de seres vivos com vista a orientar a sua identificação.

MOORE, R. (Ed.) (1994) *Biology Labs That Work: The best of How-to-do-its*, Reston, Virginia, National Association of Biology Teachers (NABT).

São apresentadas actividades práticas simples e executáveis com recursos acessíveis. As sugestões podem ser facilmente adaptadas, de modo a ajustar o grau de abertura das tarefas às características particulares dos alunos. O texto enfatiza a necessidade dos alunos serem envolvidos em processos de desenho experimental, formulação de hipóteses, observação sistemática e organização de registos, bem como de interpretação, conclusão e comunicação de resultados.

NEBEL, B. & WRIGHT, R. (1999) *Ciencias Ambientales – Ecología y desarrollo sostenible*, México, Prentice Hall. ISBN: 970-17-0233-6

Texto para o professor com informação recente sobre temas diversos como, por exemplo, os ecossistemas e seu funcionamento, a explosão demográfica (causas e consequências), a contaminação dos subsistemas terrestres, os recursos naturais, estilos de vida e sustentabilidade, entre outros. O livro é bastante ilustrado e de fácil consulta.

NESTER, E., ANDERSON, D., ROBERTS C., PEARSALL, N., NESTER, M. (2003) *Microbiology – a human perspective* (4ª Ed.) Boston, McGraw-Hill, Companies. Inc. ISBN: 0-07-247382-7

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

ODUM, E. (1996) *Fundamentos de Ecologia* (5ª Ed.), Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian. ISBN: 972-31-0158-X.

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

OCDE (1992) *A Ecologia e a Escola*, Rio Tinto, Edições Asa. ISBN 972-41-1166-0

Este livro sensibiliza a comunidade educativa para os problemas ambientais, responsabilizando-a pelo mundo em que se vive. Através de exemplos de práticas, em vários países da OCDE, os educadores tomam contacto com um conjunto de experiências desenvolvidas em escolas.

OLIVEIRA, L. (1992) *Educação Ambiental*, Lisboa, Texto Editora. ISBN 972-47-0046-1

Guia prático para professores e outros técnicos interessados no desenvolvimento de actividades práticas de Educação Ambiental, com um enquadramento prévio do conceito e seu desenvolvimento. São apresentadas cerca de vinte sugestões de actividades variadas, cobrindo diferentes áreas disciplinares, desde as expressões às actividades laboratoriais. Os exemplos concretos sobre os diferentes temas de Educação Ambiental são apresentados numa perspectiva interdisciplinar

PANIAGUA, R. e outros (1997) *Citología e Histología Vegetal y Animal* (2ª Ed.), Madrid, McGRAW – HILL – Interamericana de España, S. A. U.

Obra em língua espanhola que contém textos e imagens relativos à citologia e histologia vegetal e animal. O texto está organizado numa perspectiva evolutiva; parte do nível de organização mais simples para o mais complexo, isto é, explora primeiro a célula (animal e vegetal) e os seus componentes, e depois os tecidos e órgãos explicitando a sua formação e função.

PELT, J.- M. (1991) *A Natureza Reencontrada*, Lisboa, Gradiva. ISBN 972-662-197-6

O autor pretende romper com uma abordagem tradicional da Ecologia, defendendo soluções através de uma abordagem transversal que cruza a biologia com as ciências sociais. Defende, ainda, a necessidade de um equilíbrio dinâmico que tenha em conta as regulações naturais e as da liberdade humana.

PERES, E. (2003) *Saber Comer Para Melhor Viver*, Lisboa, Editorial Caminho. ISBN: 972-21-0525-6

Obra destinada ao público em geral. Clarifica o significado de conceitos, como nutrientes, equilíbrio nutricional e qualidade nutricional dos alimentos. Descreve padrões alimentares e suas repercussões na saúde. Identifica os erros alimentares mais nefastos para os portugueses e propõe o plano geral de uma alimentação saudável e de uma culinária simples, gastronómica e sadia. Apresenta as exigências nutricionais específicas de algumas idades, de grávidas, aleitantes e desportistas. Termina com sugestões para corrigir desequilíbrios.

PORRIT, J. (1992) *Salvemos a Terra*, Lisboa, Círculo de Leitores. ISBN 972-42-0435-7

Texto de divulgação sobre as grandes questões ambientais. Faz uma abordagem descritiva e explicativa dos aspectos a desenvolver e complementa-a com textos de política internacional. Apresenta uma divisão das questões ambientais nos seus elementos principais: a Terra, o Ar, o Fogo e a Água.

POSTGATE, J. (2002). *Os Micróbios e o Homem*, Lisboa, Editora Replicação. ISBN: 972-570-269-7

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

PRICE, P. (1996) *Biological Evolution*, New York, Saunders College Publishing.

Trata-se de um texto de aprofundamento. O leitor pode encontrar capítulos sobre “Darwin, sua vida e teoria”, “Conceitos de Espécie e Origem de novas espécies”, “Origem da vida e aparecimento dos eucariontes”, “Dos eucariontes aos fungos, animais e plantas”, “Radiação Adaptativa”, “Evolução Humana”, “Classificação Biológica” e “Evolução Neodarwiniana”, entre outros.

PURVES, W., ORIANI G., HELLER E. (1998) *Life, The Science of Biology* (5ª Ed.), Sunderland, Sinauer Associates.

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

RAVEN, P., EVERT, R., EICHHORN, S. (1999) *Biology of Plants* (6ª Ed.), New York, W.H. Freeman: Worth. ISBN:1-5725-9041-6

Compêndio de Biologia que se evidencia pela clareza do seu texto e qualidade das ilustrações. Apresenta aspectos básicos de estrutura e metabolismo da célula vegetal, fundamentos de genética, evolução e classificação (com especial ênfase no reino vegetal), anatomia e fisiologia vegetal, bem como aspectos de ecologia.

ROBERTIS, E. & ROBERTIS, E. M. (1996) *Biologia Celular e Molecular*, Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian. ISBN: 972-31-0687-6

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

STANSFIELD, W., COLOMÉ, J., CANO, J. (1998) *Biologia Molecular e Celular*, Amadora, Editora McGraw-Hill de Portugal Lda.

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

VANDER, A., SHERMAN, J., LUCIANO, D. (2001) *Human Physiology: the mechanisms of Body Function* (8ª Ed.), New York, Mc Graw Hill. ISBN: 0-07-118088-5 (existem versões brasileiras de edições anteriores)

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

VODOPICH, D. , MOORE, R. (2001) *Biology Laboratory Manual* (6ª Ed), Boston, McGraw-Hill Companies. Inc. ISBN: 0073031216

Manual de laboratório. Contém propostas de protocolos laboratoriais que poderão ser úteis para a preparação das actividades práticas.

Bibliografia de Educação e de Didáctica das Ciências

BARBOSA, L. (1995) *Como Fazer... um Projecto*, Noesis, Julho/Setembro, pp. 62.

Texto simples relacionada com a metodologia de trabalho de projecto

BORDALLO, I., GINESTET, J. (1997) *Pour une Pédagogie du Project*, Paris, Hachette Education.

Obra de aprofundamento relacionada com a metodologia de trabalho de projecto

CACHAPUZ, A., PRAIA, J., JORGE, M. (2002) *Ciência, Educação em Ciência e Ensino das Ciências*, Lisboa, Ministério da Educação. ISBN: 972-783-083-8

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

CASTRO, L., RICARDO, M. (1992) *Gerir o Trabalho de Projecto: um desafio para professores e formadores*, Lisboa, Texto Editora.

Livro com linguagem acessível relacionado com a metodologia de trabalho de projecto

COSME, A., TRINDADE, R. (2001) *Área de Projecto – percursos sentidos*, Lisboa, ASA.

Livro interessante sobre trabalho de projecto. Apresenta aspectos de fundamentação e operacionalização.

FREITAS, C. (1999) *Gestão e Avaliação de Projectos nas Escolas*, Lisboa, Instituto de Inovação Educacional.

Pequeno livro relacionado com o desenvolvimento de projectos nas escolas.

FIGUEIREDO, I. (1999). *Educar para a cidadania*, Porto, Edições ASA.

O livro destina-se a professores e permite clarificar alguns conceitos básicos relacionados com as questões da educação para a cidadania.

FERNANDES, D. (2005) *Avaliação das Aprendizagens: Desafios às Teorias, Práticas e Políticas*, Lisboa, Texto Editora. ISBN: 972-47-2470-0

Obra de referência para os professores, na medida em que apresenta, analisa e discute conceitos considerados chave para a efectiva implementação das propostas do programa, nomeadamente o conceito de avaliação formativa como elemento chave e regulador dos processos de ensino e de aprendizagem. O autor explica como as práticas de avaliação dependem e espelham as concepções e práticas de ensino, aprendizagem e avaliação do nosso sistema educativo. Na secção, intitulada Dos Fundamentos e das Práticas, o leitor encontra, aspectos de fundamentação teórica com diversas referências que permitem ulterior aprofundamento. Nessa mesma secção, os professores poderão, também, esclarecer e aprofundar tanto questões relacionadas com a terminologia utilizada no programa (papel e natureza do feedback, por exemplo) como, especialmente, compreender as sugestões que visam a integração das estratégias de ensino e de recolha de dados para avaliação dos alunos. O livro contém uma secção dedicada aos processos de avaliação externa à escola, bem como, uma outra, onde o autor apresenta uma agenda de desafios e propostas de intervenção que visam contribuir para a resolução de alguns dos problemas que ao longo da obra se identificam e discutem.

GONZÁLEZ GARCIA, M., LÓPEZ CEREZO, J., LUJÁN LÓPEZ, J. (1996) *Ciencia, Tecnología y sociedad: una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología*, Madrid, Editorial Tecnos S. A. ISBN: 84-309-2797-2

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

JIMÉNEZ, P. (Coord.) (2003) *Enseñar ciencias*, Barcelona, Editorial Graó. ISBN: 84-7827-285-2

O livro pretende ser uma ferramenta didáctica para os professores de ciências. Na primeira parte são discutidos aspectos chave para o ensino das ciências, tais como a construção do conhecimento e conhecimentos de

ciências, a comunicação e a linguagem nas aulas de ciências, a resolução de problemas e os trabalhos práticos. Na segunda parte são apresentadas aspectos específicos de ensino de biologia, geologia, física e química.

LEITE, C., GOMES, L., FERNANDES, P. (2001) *Projectos Curriculares de Escola e Turma*, Lisboa, ASA.

Obra relacionada com a metodologia de trabalho de projecto

LEITE, E., MALPIQUE, M., SANTOS, M. (1992) *Trabalho de Projecto 1 — Aprender por projectos centrados em problemas*, Lisboa, Edições Afrontamento.

LEITE, E., MALPIQUE, M., SANTOS, M. (1992) *Trabalho de Projecto 2 — Leituras comentadas*, Lisboa, Edições Afrontamento.

Livros interessantes que apresentam aspectos de enquadramento conceptual e pedagógico da metodologia do trabalho de projecto.

MEMBIELA, P. (Ed.) (2001) *Enseñaza de las Ciencias desde la perspectiva Ciencia – Tecnología - Sociedad: formación científica para la ciudadanía*, Madrid, Narcea S. A. Ediciones. ISBN: 84-277-1390-8

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

MINTZES, J., WANDERSEE, J. & NOVAK, J. (Coords.) (2000) *Ensinando ciência para a compreensão – uma visão construtivista*, Lisboa, Plátano. ISBN: 972-707-264-X

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

OLIVEIRA, M. (Coord.) (1991) *Didáctica da Biologia*, Lisboa, Universidade Aberta. ISBN: 972-674-060-6

Os vários autores apresentam de forma sintética alguns dos aspectos que nos últimos anos têm sido alvo de investigação didáctica (por exemplo, Concepções Alternativas, Mudança Conceptual, Modelos de Ensino,...). Os textos fornecem elementos que podem ajudar os professores a analisar criticamente as suas práticas.

POZO, I. & GÓMEZ CRESPO, A., (1998) *Aprender y Enseñar Ciencia*, Madrid, Morata.

Esta obra aborda a aprendizagem e ensino das ciências numa perspectiva, em simultâneo, psicológica e didáctica. Identifica os principais problemas relacionados com a aprendizagem e o ensino das ciências, destacando também a aprendizagem de atitudes e procedimentos. São igualmente abordadas as dificuldades de compreensão de conceitos científicos e a necessidade de promoção da mudança conceptual.

PROENÇA, M. (1993) *O Trabalho de Projecto como Estratégia Pedagógica*, Santarém, ESE de Santarém.

Texto relacionado com a metodologia de trabalho de projecto

RAPOSO, I. (1997) *Não há Bichos-de-Sete-Cabeças*, Lisboa, IIE/IPAMB. ISBN 972-8353-37-5

Este livro apresenta uma reflexão sobre o trabalho de projecto como instrumento de Educação Ambiental. Pode considerar-se um auxiliar na definição de objectivos, no planeamento, nas metodologias e no enquadramento de projectos desta natureza no sistema educativo. Recorre-se a inúmeros exemplos desenvolvidos por escolas do nosso país.

SEQUEIRA, M. e outros (Org.) (2000) *Trabalho Prático e Experimental na Educação em Ciências*, Braga, Universidade do Minho. ISBN: 972-8098-71-5

Actas do Congresso que decorreu de 22 a 24 de Março de 2000, na Universidade do Minho. Contém vários contributos interessantes para conhecer e aprofundar perspectivas didácticas actuais sobre a educação em ciências. Possui, também, diversos relatos de actividades práticas e experimentais, desenvolvidas por professores com os alunos.

SERRA, J. (Coord.) (2000) *Ensino Experimental das Ciências*, Lisboa, DES/ME.

Esta publicação do Ministério da Educação tem como objectivo contribuir para o desenvolvimento de competências científicas e didácticas com vista à concretização de actividades práticas numa perspectiva investigativa e interdisciplinar. São apresentadas actividades na área da Geologia.

VALADARES, J. & GRAÇA, M. (1998) *Avaliando para melhorar a aprendizagem*, Lisboa, Plátano.

Aborda a problemática da avaliação da aprendizagem numa perspectiva construtivista. Além de fornecer uma fundamentação teórica também apresenta aspectos da componente prática da avaliação.

VERÍSSIMO, A., PEDROSA, A., RIBEIRO, R. (Coord.) (2001) *Ensino Experimental das Ciências: (re)pensar o ensino das ciências*, Lisboa, Departamento do Ensino Secundário. ISBN: 972-8417-73-X

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

Endereços Electrónicos (funcionais em Julho de 2005)

Biologia em geral

http://www.biology.arizona.edu/cell_bio/cell_bio.html	(Universidade do Arizona - inglês)
http://www.actionbioscience.org/	(Instituto Americano de Ciências Biológicas – inglês/ espanhol)
http://www.biorede.pt	(Dep. Biologia da Universidade de Aveiro – português)
http://www.pitt.edu/~poole/biology.html	(Universidade de Pittsburg - inglês)
http://www.ucmp.berkeley.edu/	(Universidade da Califórnia – inglês)
http://www.biochem4schools.org/default.htm	(Biochemical Society Education Web site – inglês)
http://www.alaquairum.com/hormonas_vegetales.htm	(espanhol)
www.emc.maricopa.edu/	(inglês)

Biologia Celular e Molecular

http://www.cellsalive.com	(inglês)
http://www.cells.de/index_e.htm	(inglês)
http://www.ibiblio.org/virtualcell/indexsp.htm	(inglês, português e outras línguas)
http://www.digischool.nl/bioplek/animaties/cel/mitose.html	(holandês)
http://is.asu.edu/	(inglês)
http://www.virtual.epm.br/	(português)

Microbiologia

http://commtechlab.msu.edu/	(inglês)
http://www.msd-brazil.com/msd43/m_manual/mm_sec17_171.htm	(português)
http://www.escola.agrarias.ufpr.br/	(Universidade do Paraná – português)

Genética

http://www.mendelweb.org/	(inglês)
http://www.ib.usp.br/textos	(Universidade de São Paulo – português)
http://www.ornl.gov/sci/techresources/Human_Genome/home.shtml	(Human Genome Program – inglês)

Ecologia e Recursos Naturais

http://www.geog.ouc.bc.ca/physgeog/contents/9j.html	(Universidade de British Columbia- inglês)
http://www.icn.pt/sipnat/sipnat1.html	(Instituto de Conservação da Natureza - português).
http://quercus.sensocomum.pt/pages/	(Quercus – português)
http://www.icn.pt/	(Instituto de Conservação da Natureza - português)
http://www.dapp.min-edu.pt/nonio/especies_florestais/index.htm	(ME- português)

Tratamento de Resíduos / Reciclagem

http://paginas.fe.up.pt/~jotace/home.htm	(CCI, Universidade do Porto - português)
http://www.minerva.uevora.pt/publicar/3r/clube.htm	(Universidade de Évora – português)
http://qasa.dcea.fct.unl.pt/cea/alunos/actividades/actividades2.htm	(português)
http://www.pontoverde.pt/	(português)
http://www.co.it.pt/	(português)
http://www.plastval.pt/	(português)
http://www.escolasverdes.org/compostagem/	(português)
http://www.naturlink.pt/	(português)
http://www.planetaorganico.com.br/composto.htm	(português)
http://educar.sc.usp.br/biologia/textos/m_a_txt10.htm	(português)

Saúde

http://www.pas.pt/	(Programa Alimentação e Saúde - português)
http://www.fpcardiologia.pt/factor1.htm	(Fundação Portuguesa de Cardiologia - português)
http://www.minerva.uevora.pt/ticiencia/afloresta/m2.htm	(Universidade de Évora - português)
http://www.consumidor.pt/	(Portal do Consumidor - português)
http://www.clinicaviva.pt	(português)
http://www.dermanet.com.br/altpele.htm	(português)

Biblioteca virtual / Enciclopédia / Publicações on-line

http://vlib.org/Biosciences.html	(inglês)
http://pt.wikipedia.org/wiki/P%C3%A1gina_principal	(português)
http://cienciahoje.uol.com.br/	(revista electrónica – português)
http://www.nationalgeographic.pt/home/default.asp	(revista National Geographic – português)
http://www.bbc.co.uk/learning/	(BBC learning – inglês)

Livros de divulgação científica

- DAWKINS, R. (1988) *O Relojoeiro Cego*, Lisboa, Edições 70.
- CORREIA, C. (1999) *O Mistério dos Mistérios – uma história breve das teorias de reprodução animal*, Lisboa, Relógio D'Água Editores.
- GALOPIM de CARVALHO, A. (2000) *Sopas de Pedra*, Lisboa, Gradiva Publicações Lda.
- GOULD, S. (1980) *O Polegar do Panda*, Lisboa, Gradiva Publicações Lda.
- GOULD, S. (1991) *A Feira dos Dinossáurios*, Sintra, Publicações Europa-América Lda.
- JACQUARD, A. (1998) *A Equação do Nenúfar – os prazeres da ciência*, Lisboa, Terramar Ed.
- JACOB, F. (1985) *A Lógica da Vida* (2ª Ed), Lisboa, Publicações Dom Quixote.
- JACOB, F. (1985) *O Jogo dos Possíveis* (3ª Ed), Lisboa, Gradiva Publicações Lda..
- JACOB, F. (1997) *O Ratinho a Mosca e o Homem*, Lisboa, Gradiva Publicações Lda.
- SAGAN, C. (1997) *Um Mundo Infestado de Demónios*, Lisboa, Gradiva Publicações Lda.
- SOUTULLO, D. (1998) *De Darwin al ADN – ensayos sobre las implicaciones sociales de la biología*, Madrid, Talasa Ediciones S.A.
- WILSON, E. (1997) *A Diversidade da Vida*, Lisboa, Gradiva Publicações Lda.

Parte II

Módulos

Índice:

		Página
Módulo 1	Estrutura da Biosfera	21
Módulo 2	Energia para a Vida	28
Módulo 3	Biologia e Cidadania	35
Módulo 4	Renovação Celular	43
Módulo 5	Processos de reprodução	49
Módulo 6	Dinâmica dos Ecossistemas	54
Módulo 7	Evolução e Classificação	59
Módulo 8	Hereditariedade	64
Módulo 9	Regulação do meio Interno	69
Módulo 10	Interacções com os microrganismos	75

MÓDULO 1

Estrutura da Biosfera

Duração de Referência: **22 horas**

1 | Apresentação

Tratando-se do primeiro módulo do programa, assume especial relevância a familiarização dos alunos com o objecto de estudo da Biologia – a Vida e os Seres Vivos – bem como com as suas metodologias de trabalho enquanto ciência.

Propõe-se que a organização e hierarquização do mundo vivo sejam exploradas partindo dos conhecimentos construídos pelos alunos no ensino básico, bem como de exemplos seus conhecidos.

O estudo de seres com diferentes tipos de células (procariotas, eucariotas, vegetais e animais,...) e com diferentes níveis de complexidade (uni e multicelulares) deverão permitir, por um lado, aprofundar o conceito de diversidade biológica e, por outro, compreender que a célula é a unidade estrutural e funcional dos seres vivos, que possui constituintes químicos básicos.

As membranas celulares são estudadas de forma simplificada, salientando-se o seu papel no controlo dos movimentos de substâncias entre os meios interno e externo.

Este módulo assume-se, também, como um elemento integrador e articulador das aprendizagens a desenvolver no módulo seguinte, na medida em que deverá permitir o levantamento de questões e/ou problemas orientadores das aprendizagens previstas para esse módulo.

2 | Competências Visadas

Pretende-se que os alunos desenvolvam competências que contemplem, de forma integrada, os domínios conceptual, procedimental e atitudinal, a saber:

- o conhecimento de factos e conceitos básicos que permitam compreender a hierarquização da biosfera e a célula como unidade estrutural e funcional dos seres vivos;
- o domínio de técnicas e a manipulação correcta de instrumentos laboratoriais que permitam a obtenção e a análise de dados de natureza diversa;
- a compreensão do papel dos problemas para o desenvolvimento de trabalhos experimentais, bem como da importância do rigor, da honestidade e da perseverança;
- o domínio de metodologias de trabalho individual e cooperativo que permitam a obtenção e a análise de dados de natureza diversa..

3 | Objectivos de Aprendizagem

No final do presente módulo os alunos devem ter desenvolvido os conhecimentos, procedimentos e atitudes que seguidamente se enunciam.

- Valorizar a diversidade biológica que caracteriza um ecossistema.
- Compreender que os sistemas vivos se encontram organizados em níveis estruturais de complexidade crescente.
- Conhecer alguns dos constituintes químicos básicos dos seres vivos e exemplos do papel que desempenham.
- Reconhecer a célula como unidade estrutural e funcional de todos os seres vivos, distinguindo diferentes tipos de organização celular.
- Interpretar imagens de células/ tecidos ao microscópio óptico composto, por observação directa, em fotografias e em esquemas.

- Montar preparações extemporâneas e observá-las ao microscópio óptico (pelo menos em duas ampliações) em condições de segurança.
- Interpretar modelos simplificados que explicitem a organização das biomembranas.
- Comparar processos de transporte ao nível da membrana celular, a favor e contra o gradiente de concentração, perspectivando respectivos efeitos ao nível da integridade celular.
- Interpretar dados laboratoriais/ experimentais relativos a processos de transporte ao nível da membrana.

4 | Conteúdos

Conteúdos Conceptuais

- A Biosfera é um subsistema do sistema Terra que integra a totalidade dos seres vivos do planeta, onde podem ser considerados níveis de organização hierarquicamente estruturados: ecossistema, comunidade, população, espécie, organismo, sistema de órgãos, órgão, tecido e célula.
- A célula é a unidade estrutural e funcional de todos os seres vivos que podem ser uni ou multicelulares.
- Existem diferentes padrões de organização celular que traduzem a diversidade do mundo vivo: células procariotas e células eucariotas animais e vegetais.
- Ao microscópio óptico as células eucariotas exibem um padrão básico de organização estrutural (membrana celular, citoplasma e núcleo) bem como particularidades específicas dos seres vivos que as possuem (cloroplastos, vacúolos, parede celular e eventuais órgãos locomotores como cílios ou flagelos).
- As células vivas efectuem trocas de matéria e energia entre si e com o meio ambiente.
- Os seres vivos são constituídos por compostos químicos básicos, (água, sais minerais, proteínas, hidratos de carbono, lípidos e ácidos nucleicos).
- A membrana celular regula as trocas de substâncias entre os meios intra e extra celulares; esses processos são importantes para a manutenção da integridade celular.
- A unidade de membrana revela-se ao nível da sua arquitectura e constituição: bicamada de fosfolípidos, proteínas integradas e não integradas (modelo simplificado).
- Os processos de osmose e difusão ocorrem a favor do gradiente de concentração das substâncias, ao contrário do transporte activo, que exige gasto de energia pela célula.
- A endocitose e a exocitose são processos que também permitem a troca de substâncias entre os meios interno e externo, exigindo dispêndio de energia.
- O movimento de algumas substâncias através da membrana pode estar associado ao seu processamento no meio interno, envolvendo diferentes organitos (vacúolo digestivo, lisossoma, retículo endoplasmático e complexo de Golgi) e enzimas.

Conteúdos Procedimentais

- Execução de procedimentos conducentes à montagem de preparações extemporâneas e sua observação ao microscópio óptico composto (MOC), em pelo menos duas ampliações, cumprindo normas de segurança pessoal e de integridade de instrumentos e aparelhos.
- Interpretação, esquematização e legendagem de imagens de células de seres unicelulares e pluricelulares, ao MOC, bem como em fotografias ou esquemas.
- Interpretação de imagens relativas a processos de endo e exocitose.
- Planificação e execução de actividades laboratoriais simples que permitam observar e interpretar a variação de volume vacuolar em células vegetais colocadas em meios com diferentes concentrações.

- Comparação de processos de transporte ao nível da membrana e discussão da sua importância para a manutenção da integridade celular.
- Elaboração de documentos síntese (textos e/ou organizadores gráficos) e de memórias descritivas e interpretativas relativas a trabalhos práticos realizados.

Conteúdos Atitudinais

- Rigor, objectividade e honestidade do registo de dados durante os trabalhos de laboratório.
- Valorização dos conhecimentos de biologia para compreender situações do dia-a-dia.

5 | Orientações metodológicas

Sugere-se o desenvolvimento de actividades de discussão que permitam ao aluno visitar conceitos relativos à organização da Biosfera estudados no ensino básico, nomeadamente, ecossistema, comunidade, população e organismo, bem como introduzir novos níveis de hierarquização biológica: sistema de órgãos, órgão, tecido e célula. Esta abordagem levará, certamente, à identificação de questões básicas, tais como as seguintes:

Qual a estrutura das células? O que as distingue?

Como se movem as substâncias entre os meios intra e extracelular?

Para a exploração dos conceitos relativos à célula como unidade estrutural e funcional dos seres vivos e aos processos de transporte ao nível da membrana, sugerem-se algumas actividades:

- Observação e comparação de imagens de diferentes tipos de células e tecidos ao MOC, de seres uni e multicelulares. Pode recorrer-se a preparações definitivas ou a fotografias. Porém, o desenvolvimento de competências técnicas de microscopia exige a montagem de algumas preparações extemporâneas pelos alunos. As células/ tecidos a observar podem ser provenientes de alguns dos seguintes exemplos: *Nostoc*, *Anabaena*, *Paramecium*, *Amoeba*, *Euglena*, hifas de *Rhizopus*, *Spirogyra*, rotíferos, nemátodos, larvas de mosquito, epiderme de caule de *Tradescantia*, epitélio bucal, ... Poderá ser pertinente utilizar corantes para evidenciar o núcleo ou outras estruturas celulares.
- Elaboração de documentos síntese: esquemas legendados das células/ tecidos observados; quadros ou tabelas com identificação de tipos de organização celular, organitos e respectivas funções básicas.
- Discussão dos requisitos necessários à observação de células vivas o que permitirá salientar a importância biológica da água como constituinte fundamental de qualquer ser vivo perspectivando a existência de outros compostos químicos básicos.
- Construção de mapas de conceitos, quadros ou tabelas relativos a compostos químicos que entrem na constituição dos seres vivos e suas funções básicas.
- Interpretação de imagens (fotografias, vídeo ou multimédia) relativas a processos de endocitose e eventual processamento celular de substâncias.
- Planificação e execução de actividades laboratoriais simples, pelos alunos, para estudo de processos de transporte ao nível da membrana celular. Estas actividades, atendendo às características dos alunos e tempo disponível, podem ser concebidas com diferentes graus de abertura. Como exemplo, sugere-se a observação e interpretação, em tempo real, de variações do volume vacuolar de células vegetais (epitélio do bulbo da cebola ou epiderme de pétalas) em função da variação da concentração do meio (soluções aquosas de cloreto de sódio ou de glicose,...). Salienta-se que a utilização de células vegetais com vacúolos corados (pétalas de *Pelargonium*, por exemplo) evita a necessidade de recorrer a processos de coloração específica; por outro lado, a coloração de vacúolos com vermelho neutro, permite aprofundar procedimentos básicos de microscopia. A optimização desta actividade supõe a utilização de recursos de videomicroscopia.
- Elaboração de memória descritiva e interpretativa do trabalho prático de transporte ao nível da membrana (planificação da actividade, registos efectuados e sua interpretação,...). O formato de V de Gowin afigura-se muito interessante para aceder ao processo de aprendizagem do aluno.

Com base nas actividades desenvolvidas neste módulo, será importante criar espaços que facilitem o levantamento de questões e/ou problemas orientadores das aprendizagens previstas para o módulo seguinte, como por exemplo:

Quais as estratégias que os seres vivos utilizam para obter matéria?

Como é que essa matéria circula no organismo e chega a todas as células?

De que modo é que as células a utilizam?

6 | Sugestões de avaliação

A recolha de dados para a avaliação dos alunos deve basear-se em desempenhos de natureza diversa, garantindo que as dimensões conceptual, procedimental e atitudinal sejam avaliadas. Em articulação com as sugestões metodológicas apresentadas, propõe-se que sejam considerados os seguintes aspectos do trabalho dos alunos.

- Elaboração de documentos síntese (esquemas legendados, quadros ou mapas de conceitos relativos a aspectos de organização celular, organitos e compostos químicos dos seres vivos).
- Elaboração de memória descritiva e interpretativa relativa ao trabalho laboratorial de transporte ao nível das membranas.
- Participação nas actividades de discussão.
- Desempenhos na realização de trabalhos laboratoriais (observação de células/ tecidos ao MOC, estudo de processos de transporte ao nível da membrana,...).

Os documentos síntese permitem recolher informação relativa às dimensões conceptual e procedimental: compreensão dos conceitos, organização e síntese de informação, bem como ao nível da utilização da língua portuguesa na comunicação escrita e/ou através de organizadores gráficos.

As memórias descritivas, para além dos aspectos acima referidos contêm resultados relativos a desempenhos práticos (por exemplo, esquemas legendados) e traduzem a compreensão de aspectos metodológicos, nomeadamente os procedimentos utilizados na planificação e execução das actividades.

O V de Gowin, enquanto ferramenta heurística, integradora das dimensões conceptual e metodológica, permite recolher informações sobre a forma como o aluno constrói o conhecimento, mostrando a integração que é capaz de fazer das dimensões conceptual e metodológica na realização dos trabalhos práticos.

A avaliação da participação e de alguns desempenhos práticos exige que o professor observe e elabore registos, estruturados ou de notação livre, tendo em conta que, deste modo, podem ser recolhidos dados relativos ao desenvolvimento de diferentes competências:

- de natureza procedimental (utilização de técnicas necessárias à montagem de preparações extemporâneas e de coloração de material biológico, manipulação de instrumentos ópticos,...);
- de natureza atitudinal (rigor, curiosidade, objectividade, cooperação, perseverança,...);
- de natureza conceptual (utilização correcta de terminologia científica, fundamentação de opiniões...);
- de utilização oral da língua portuguesa.

7 | Bibliografia / Outros recursos

Bibliografia

AZEVEDO, C. (Coord.) (1999) *Biologia Celular e Molecular* (3ª Ed.), Lisboa, LIDEL – Edições Técnicas. ISBN: 972-757-100-X.

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

CAMPBELL, N., MITCHEL, L., REECE, E., (1999) *Biology* (5ª Ed.), Menlo Park, Benjamin/ Cummings Publishing Company. ISBN: 0-8053-6585-0

Obra organizada em torno dos grandes temas da Biologia (A química da Vida; A Célula; O Gene; Mecanismos de Evolução...; Plantas: estrutura e função; Animais...; Ecologia). A apresentação dos conteúdos é feita de forma clara e sintética, sem esquecer os aspectos que caracterizam a natureza da Biologia como ciência e actividade humana. No final de cada unidade é apresentada uma síntese dos principais conceitos, questionários de revisão, problemas e sugestões de aspectos que permitem enfatizar a dimensão ciência-tecnologia-sociedade dos temas e conceitos estudados.

CARVALHO, A. e outros (1984) *Biologia Funcional – estrutural, molecular, dinâmica e fisiológica*, Coimbra, Almedina.

No livro tratam-se alguns aspectos fundamentais de Biologia Celular, Bioenergética, Bioquímica e Fisiologia. O nível de aprofundamento não é excessivo pelo que a obra é bastante acessível para professores.

HICKMAN Jr, C., ROBERTS, L., LARSON, A., L'ANSON, H. (2004) *Integrated Principles of Zoology*, (12ª Ed.), Boston, WCB McGraw-Hill. ISBN: 0072439408

Compêndio de Biologia interessante pela clareza do texto e qualidade das imagens. Nos seus 38 capítulos são apresentados temas gerais de biologia, como citologia, metabolismo, genética, evolução e ecologia, com especial ênfase na caracterização estrutural e funcional dos animais, nomeadamente seus processos de obtenção de matéria, sistemas que asseguram a circulação e as trocas gasosas, bem como os processos homeostáticos.

JUNQUEIRA, L. & CARNEIRO, J. (2000) *Biologia Celular e Molecular* (7ª Ed.), Rio de Janeiro, Editora Guanabara.

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

MATTHEY, W., DELLA SANTA, E., WANNENMACHER, C. (1984) *Manuel Pratique d'Ecologie*, Lausanne, Payot.

Obra organizada com preocupações didácticas, apresentando informação essencial à compreensão dos conceitos básicos de ecologia e propostas de actividades de campo e laboratório em diferentes ambientes (como por exemplo, num curso de água, num lago, na cidade, num muro, no solo, etc.). Apresenta esquemas simples de dispositivos a utilizar ou montar nas actividades de campo e/ou laboratório, bem como de aspectos de morfologia externa de seres vivos com vista a orientar a sua identificação.

PANIAGUA, R. e outros (1997) *Citología e Histología Vegetal y Animal* (2ª Ed.), Madrid, McGRAW – HILL – Interamericana de España, S. A. U.

Obra em língua espanhola que contém textos e imagens relativos à citologia e histologia vegetal e animal. O texto está organizado numa perspectiva evolutiva; parte do nível de organização mais simples para o mais complexo, isto é, explora primeiro a célula (animal e vegetal) e os seus componentes, e depois os tecidos e órgãos explicitando a sua formação e função.

PURVES, W., ORIAN G., HELLER E. (1998) *Life, The Science of Biology* (5ª Ed.), Sunderland, Sinauer Associates.

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

RAVEN, P., EVERT, R., EICHHORN, S. (1999) *Biology of Plants* (6ª Ed.), New York, W.H. Freeman Worth. ISBN:1-5725-9041-6

Compêndio de Biologia que se evidencia pela clareza do seu texto e qualidade das ilustrações. Apresenta aspectos básicos de estrutura e metabolismo da célula vegetal, fundamentos de genética, evolução e classificação (com especial ênfase no reino vegetal), anatomia e fisiologia vegetal, bem como aspectos de ecologia.

ROBERTIS, E. & ROBERTIS, E. M. (1996) *Biologia Celular e Molecular*, Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian. ISBN: 972-31-0687-6

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

STANSFIELD, W., COLOMÉ, J., CANO, J. (1998) *Biologia Molecular e Celular*, Amadora, Editora Mc Graw-Hill de Portugal Lda.

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

Endereços Electrónicos (funcionais em Julho de 2005)

<http://www.geog.ouc.bc.ca/physgeog/contents/9j.html>

Dinâmica dos ecossistemas, seus componentes, inter-relações e fluxos de matéria e energia.

<http://www.cellsalive.com>

Site com imagens e esquemas de diferentes tipos de células (animais, vegetais, ...), bem como relativos aos processos de mitose e meiose (em inglês).

http://www.biology.arizona.edu/cell_bio/cell_bio.html

Projectos de Biologia – Universidade do Arizona (inglês). Apresenta informação sobre biologia celular (células animal e vegetal, mitose, meiose, ciclo celular, ...); genética mendeliana (monohibridismo, dihibridismo e hereditariedade ligada ao sexo), biologia humana (por exemplo, grupos sanguíneos), Bioquímica (enzimas, fotossíntese, ...) e biologia molecular (ácidos nucleicos).

<http://www.actionbioscience.org>

Recurso educativo do Instituto Americano de Ciências Biológicas (AIBS). Apresenta artigos sobre temas diversificados, tais como, biodiversidade, ambiente, genética, biotecnologia, evolução, novas fronteiras da biologia e educação. Alguns artigos estão traduzidos em espanhol.

http://www.cells.de/index_e.htm

Recursos para o ensino da Biologia Celular (inglês)

<http://www.biorede.pt>

Biorede – Departamento de Biologia da Universidade de Aveiro. Endereço com informação sobre diversidade animal e vegetal, biologia molecular, expressão genética, entre outros assuntos.

<http://www.ibiblio.org/virtualcell/indexsp.htm>

Esta página permite uma viagem virtual pela célula e biologia celular.

www.biology.eku.edu/RITCHISO/301notes1.htm

Endereço com informação sobre fisiologia humana (células e organitos, DNA e síntese proteica, movimentos através da membrana, entre outros aspectos).

www.emc.maricopa.edu/.../BioBooktransp.html

Site com informação sobre o transporte através da membrana celular, metabolismo celular.

Material Básico de Laboratório

Material em vidro (lâminas, lamelas, vidros de relógio, tubos de ensaio, gobelés, pipetas,...).

Material em plástico (frascos lavadores, gobelés, ...).

Lamparina e demais material indispensável ao aquecimento de objectos em segurança.

Material básico de dissecação (tesoura, bisturi, agulhas, ...).

Microscópio óptico composto e sistema de videomicroscopia (câmara adaptável ao MOC, televisor e vídeo ou computador)

Corantes: Vermelho neutro Azul de Metileno, Solutio de Lugol.

Soluções aquosas de cloreto de sódio ou de glicose com diversas concentrações.

MÓDULO 2

Energia para a Vida

Duração de Referência: **22 horas**

1 | Apresentação

Neste módulo os processos de obtenção e utilização de matéria pelos seres vivos são o foco das aprendizagens. Acentua-se a diversidade de estratégias utilizadas, a interdependência morfológica e função, as adaptações ao meio e as interações tróficas subjacentes.

Assim, salienta-se que os seres heterotróficos necessitam de obter matéria orgânica e não orgânica do seu meio exterior, recorrendo para isso a estratégias diversas e específicas. Por outro lado, os seres autotróficos obtêm matéria orgânica produzindo-a através de um processo de síntese, recorrendo a diferentes fontes de energia.

A apropriação dos saberes relativos a este módulo deverá ser devidamente integrada e articulada com as aprendizagens realizadas no módulo anterior, pois só desse modo se poderá garantir que os alunos sejam capazes de compreender e valorizar a dualidade unidade *versus* diversidade que caracteriza a vida e os seres vivos.

Neste módulo importa, também, compreender que os seres multicelulares possuem mecanismos específicos que lhes permitem assegurar a circulação da matéria orgânica, garantindo que esta chegue a todas as suas células, onde será transformada e utilizada. Do mesmo modo, possuem superfícies especializadas que permitem a trocas de gases com o meio externo.

2 | Competências Visadas

Pretende-se que os alunos desenvolvam competências que contemplem, de forma integrada, os domínios conceptual, procedimental e atitudinal, a saber:

- o conhecimento de factos e conceitos básicos que permitam compreender e integrar processos de auto e heterotrofia, transporte de matéria, transformação e utilização de energia, bem como estratégias que asseguram as trocas gasosas em seres multicelulares;
- o domínio de técnicas e a manipulação correcta de instrumentos laboratoriais que permitam a obtenção e a análise de dados de natureza diversa;
- a compreensão da importância do papel dos problemas, das hipóteses e das teorias nos trabalhos científicos, bem como a importância das fases de planificação, execução e avaliação de desenhos experimentais;
- a utilização funcional de processos de pesquisa, selecção, organização e síntese de informação;
- a mobilização de saberes científicos e tecnológicos sobre metabolismo para interpretar situações relacionadas com o fabrico de alimentos.

3 | Objectivos de Aprendizagem

No final do presente módulo os alunos devem ter desenvolvido os conhecimentos, procedimentos e atitudes que seguidamente se enunciam.

- Caracterizar e comparar estratégias de obtenção de matéria utilizadas por diferentes seres, particularmente os auto e heterotróficos.
- Planificar e executar procedimentos experimentais que permitam recolher e interpretar evidências sobre a síntese de matéria orgânica pelos seres autotróficos.
- Reconhecer que as plantas possuem mecanismos de transporte que asseguram a distribuição de matéria a todas as suas células.

- Comparar, do ponto de vista estrutural e funcional, os sistemas de transporte em diferentes animais.
- Distinguir fermentação de respiração aeróbia, atendendo às condições de ocorrência e rendimento energético.
- Comparar diferentes estruturas respiratórias de animais e relacioná-las com a respectiva adaptação ao meio.

4 | Conteúdos

Conteúdos Conceptuais

- Os seres heterotróficos necessitam de obter matéria orgânica e não orgânica do meio exterior; esta obtenção pode envolver processos de ingestão, digestão e absorção.
- A digestão pode ser extracelular, em cavidades gastrovasculares ou em tubos digestivos.
- Os seres autotróficos obtêm matéria orgânica produzindo-a através de um processo de síntese, recorrendo, por exemplo, ao processo de fotossíntese.
- A fotossíntese é um processo metabólico que necessita de pigmentos de captação de energia luminosa (pigmentos fotossintéticos).
- O cloroplasto é um organito celular onde se localizam esses pigmentos e onde ocorre a fotossíntese.
- O transporte nas plantas permite que a água absorvida ao nível das raízes e os compostos orgânicos produzidos nas folhas cheguem a todas as células (movimentos no xilema e floema).
- Os estomas são estruturas envolvidas nos processos de trocas gasosas das plantas.
- Os animais possuem diferentes estratégias de transporte que diferem a nível estrutural e funcional (sistemas de transporte abertos e fechados, circulação simples/ dupla/ completa/ incompleta).
- Nos animais existem diferentes estruturas respiratórias (tegumento, traqueias, brânquias e pulmões) que traduzem adaptações ao meio onde vivem.
- As vias metabólicas podem ocorrer em aerobiose ou anaerobiose. A respiração celular possui um rendimento energético superior ao da fermentação.
- As mitocôndrias são organitos envolvidos no processo de respiração celular.

Conteúdos Procedimentais

- Organização e interpretação de dados de natureza diversa (laboratoriais, bibliográficos, *internet*,...) sobre estratégias de obtenção de matéria por diferentes seres heterotróficos.
- Interpretação de dados experimentais que permitam compreender que os seres autotróficos sintetizam matéria orgânica na presença de luz.
- Interpretação de esquemas que evidenciem movimentos de fluidos circulantes nas plantas e a existência de xilema e floema em diferentes órgãos (sem a preocupação de acentuar a sua localização relativa e/ou caracterização citológica).
- Observação e esquematização de estomas ao MOC.
- Interpretação de dados experimentais relativos a processos metabólicos de fermentação e respiração aeróbia.
- Comparação de superfícies de trocas gasosas em seres pluricelulares, relacionando as suas características com as características do habitat dos seres que as possuem.

Conteúdos Atitudinais

- Valorização do papel dos seres autotróficos na hierarquia alimentar dos ecossistemas, bem como das iniciativas que visam a sua preservação.
- Curiosidade sobre exemplos de aplicações dos conhecimentos estudados no fabrico, processamento ou a conservação de alimentos.

5 | Orientações metodológicas

Na abordagem dos conteúdos relativos à obtenção de matéria pelos organismos, sugere-se a organização de actividades de pesquisa (em pequenos grupos) e discussão orientadas por questões como, por exemplo, as seguintes:

Que estratégias utilizam os seres vivos para obter matéria?

Como mobilizam a matéria do meio externo para o interno?

A gestão de trabalhos de organização de informação deve assegurar a análise e comparação de estratégias digestivas utilizadas por seres com diferentes graus de complexidade, se possível conhecidos dos alunos (amibas, minhocas, galinhas, homem...).

No que respeita ao estudo da fotossíntese, recomenda-se que os alunos analisem relatos de procedimentos experimentais simples, dando atenção aos aspectos metodológicos inerentes à concepção experimental (nomeadamente, identificação do problema a investigar, das hipóteses de trabalho e do controlo e manipulação de variáveis), obtenção de resultados e sua interpretação, bem como avaliação das hipóteses e conclusão.

O estudo dos mecanismos envolvidos no transporte de substâncias nas plantas pode partir da exploração de questões como as que se seguem.

Como é que a água sobe nas plantas?

Como se acumulam substâncias de reserva em órgãos distantes das folhas?

Que sistemas de transporte existem nas plantas? Como funcionam?

Sugestões de actividades simples:

- montagem de um dispositivo laboratorial para observar pressão radicular (utilizando tomateiros jovens);
- exploração da morfologia de folhas, de modo a inferir a localização dos feixes vasculares a partir da observação macroscópica de folhas inteiras e em corte;
- montagem extemporânea de epiderme de folhas para observar estomas (esta actividade deve ainda relembrar as estruturas celulares já abordadas, discutindo as razões de cada uma delas poder ou não ser observável neste tipo de material biológico); esta actividade pode permitir observar cloroplastos referidos no módulo 1.

Relativamente ao estudo dos sistemas de transporte nos animais, sugere-se a organização de actividades diversas que visem dar resposta a questões, como as seguintes:

Como é que os animais garantem o transporte de substâncias no seu corpo?

Todos possuem igual padrão de organização?

O que determina a maior ou menor eficácia de um sistema de transporte?

Sugestões de actividades simples:

- exploração de mapas e/ou modelos anatómicos relativos a animais de diferentes taxa;
- dissecação de órgãos/ animais obtidos nos circuitos comerciais de alimentação, por exemplo, coração de porco, peixe, codorniz, ...e eventual observação de vasos sanguíneos;
- construção de documentos síntese comparando as características de diferentes sistemas.

Para concretizar actividades de ensino-aprendizagem relativas aos processos energéticos da célula propõe-se:

Que processos metabólicos utilizam os seres vivos? Em que consistem?

Como identificar esses processos metabólicos?

Sugestões de actividades simples:

- montagem de dispositivos experimentais simples com seres aeróbios facultativos (por exemplo *Saccharomyces cerevisiae*) em meios nutritivos (por exemplo massa de pão, sumo de uva, solução aquosa de glicose,...). Salienta-se a importância dos alunos identificarem as variáveis a controlar e os indicadores do processo em estudo (por exemplo presença/ ausência de etanol, consumo de oxigénio ou libertação de dióxido de carbono). Na discussão desta actividade será fundamental lembrar os organitos celulares que os alunos já conhecem, salientando a mitocôndria como organito indispensável ao processo de respiração aeróbia. Relevar o facto destes organitos não terem sido observados em trabalhos práticos anteriores e discutir a necessidade de dispor de instrumentos ópticos com maior poder de resolução e de ampliação para a sua observação. Estes trabalhos laboratoriais podem ser organizados de forma mais elaborada caso a escola disponha de sensores que permitam medir variações de temperatura e consumo de oxigénio ou produção de dióxido de carbono, bem como seu posterior tratamento gráfico em computador;
- interpretação de dispositivos laboratoriais/ experimentais e/ou respectivos resultados, relativos a processos de fermentação e respiração aeróbia;
- exploração de exemplos do dia-a-dia que envolvam processos de fermentação para confecção ou processamento de alimentos (fabrico de pão, cerveja, por exemplo), analisando as condições de fabrico (nomeadamente temperatura adequada) e os resultados pretendidos (produção de gás, álcool, ...).

O retomar de questões relativas aos sistemas de transporte permitirá relacionar os processos de mobilização de oxigénio e de dióxido de carbono utilizados por animais com diferentes graus de complexidade.

As actividades deverão permitir que os alunos identifiquem diferentes tipos de superfícies respiratórias, comparem os seus aspectos morfológicos, relacionando as suas características com a complexidade dos seres e o seu habitat. Sugerem-se as seguintes actividades simples:

- exploração de mapas e/ou modelos anatómicos relativos a animais de diferentes taxa;
- dissecação de órgãos/ animais obtidos nos circuitos comerciais de alimentação, por exemplo, coração de porco, peixe, codorniz, ... – esta actividade deve ser articulada com o estudo dos sistemas circulatórios;
- construção de documentos síntese comparando as características de diferentes sistemas de trocas de gases.

6 | Sugestões de avaliação

A recolha de dados para a avaliação dos alunos deve basear-se em desempenhos de natureza diversa, garantindo que as dimensões conceptual, procedimental e atitudinal sejam avaliadas. Em articulação com as sugestões metodológicas apresentadas, propõe-se que sejam considerados os seguintes aspectos do trabalho dos alunos.

- Elaboração de documentos síntese (textos, mapas conceptuais, ...), nomeadamente sobre estratégias de obtenção de matéria por seres heterotróficos e sistemas de transporte e de trocas gasosos nos animais.
- Elaboração de memórias descritivas e interpretativas relativas aos trabalhos laboratoriais/ experimentais.
- Participação nas actividades de discussão intra e inter grupos.
- Desempenhos na realização de trabalhos laboratoriais/ experimentais (observação de estomas ao MOC, estudo de processos metabólicos ou de transporte,...).

Os documentos síntese permitem recolher informação relativa às dimensões conceptual e procedimental: compreensão dos conceitos, organização e síntese de informação, bem como utilização da língua portuguesa na comunicação escrita ou de organizadores gráficos.

Em relação às memórias descritivas, para além de revelarem competências de recolha, organização e síntese de informação, compreensão de conceitos e destrezas de utilização da língua portuguesa, contêm resultados relativos a desempenhos práticos (por exemplo, esquemas legendados) e traduzem a compreensão de aspectos metodológicos, nomeadamente os procedimentos utilizados na planificação e execução das actividades.

A avaliação da participação e de alguns desempenhos práticos exige que o professor observe e elabore registos, estruturados ou de notação livre, tendo em conta que, deste modo, podem ser recolhidos dados relativos ao desenvolvimento de diferentes competências:

- de natureza procedimental (selecção, organização, estruturação e exposição de informação; planificação e execução de trabalhos; destrezas técnicas de montagem de preparações extemporâneas; manipulação de instrumentos ópticos, utilização de material de dissecação ...);
- de natureza atitudinal (valorização do papel dos problemas, das hipóteses e das teorias, bem como das fases de planificação, execução e avaliação dos trabalhos experimentais...);
- de natureza conceptual (utilização correcta de terminologia científica, fundamentação de opiniões...);
- de utilização oral da língua portuguesa.

7 | Bibliografia / Outros recursos

Bibliografia

ALDERSON, P., ROWLAND, M. (1995) *Making Use of Biology* (2ª Ed.), London, MacMillan Press Ltd. ISBN: 0-333-62093-3

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

AZEVEDO, C. (Coord.) (1999) *Biologia Celular e Molecular* (3ª Ed.), Lisboa, LIDEL – Edições Técnicas. ISBN: 972-757-100-X

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

CAMPBELL, N., MITCHEL, L., REECE, E., (1999) *Biology* (5ª Ed.), Menlo Park, Benjamin/ Cummings Publishing Company. ISBN: 0-8053-6585-0

Obra organizada em torno dos grandes temas da Biologia (A química da Vida; A Célula; O Gene; Mecanismos de Evolução...; Plantas: estrutura e função; Animais...; Ecologia). A apresentação dos conteúdos é feita de forma clara e sintética, sem esquecer os aspectos que caracterizam a natureza da Biologia como ciência e actividade humana. No final de cada unidade é apresentada uma síntese dos principais conceitos, questionários de revisão, problemas e sugestões de aspectos que permitem enfatizar a dimensão ciência-tecnologia-sociedade dos temas e conceitos estudados.

CARVALHO, A. e outros (1984) *Biologia Funcional – estrutural, molecular, dinâmica e fisiológica*, Coimbra, Almedina.

No livro tratam-se alguns aspectos fundamentais de Biologia Celular, Bioenergética, Bioquímica e Fisiologia. O nível de aprofundamento não é excessivo pelo que a obra é bastante acessível para professores.

HICKMAN Jr, C., ROBERTS, L., LARSON, A., L'ANSON, H. (2004) *Integrated Principles of Zoology*, (12ª Ed.), Boston, WCB McGraw-Hill. ISBN: 0072439408

Compêndio de Biologia interessante pela clareza do texto e qualidade das imagens. Nos seus 38 capítulos são apresentados temas gerais de biologia, como citologia, metabolismo, genética, evolução e ecologia, bem como especial ênfase na caracterização estrutural e funcional dos animais, nomeadamente seus processos de obtenção de matéria, sistemas que asseguram a circulação e as trocas gasosas, bem como os processos homeostáticos.

JUNQUEIRA, L. & CARNEIRO, J. (2000) *Biologia Celular e Molecular* (7ª Ed.), Rio de Janeiro, Editora Guanabara.

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

JUNQUEIRA, L. & CARNEIRO, J. (2004) *Histologia Básica* (10ª Ed.), Rio de Janeiro, Editora Guanabara Koogan S.A. ISBN: 85-277-0906-6

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

PANIAGUA, R. e outros (1997) *Citología e Histología Vegetal y Animal* (2ª Edición), Madrid, McGRAW – HILL – Interamericana de España, S. A. U.

Obra em língua espanhola que contém textos e imagens relativos à citologia e histologia vegetal e animal. O texto está organizado numa perspectiva evolutiva; parte do nível de organização mais simples para o mais complexo, isto é, explora primeiro a célula (animal e vegetal) e os seus componentes, e depois os tecidos e órgãos explicitando a sua formação e função.

PURVES, W., ORIAN G., HELLER E. (1998) *Life, The Science of Biology*, (5ª Ed.), Sunderland, Sinauer Associates.

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

RAVEN, P., EVERT, R., EICHHORN, S. (1999) *Biology of Plants* (6ª Ed.), New York, W.H. Freeman: Worth. ISBN:1-5725-9041-6

Compêndio de Biologia que se evidencia pela clareza do seu texto e qualidade das ilustrações. Apresenta aspectos básicos de estrutura e metabolismo da célula vegetal, fundamentos de genética, evolução e classificação (com especial ênfase no reino vegetal), anatomia e fisiologia vegetal, bem como aspectos de ecologia.

ROBERTIS, E. & ROBERTIS, E. M. (1996) *Biologia Celular e Molecular*, Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian. ISBN: 972-31-0687-6

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

STANSFIELD, W., COLOMÉ, J., CANO, J. (1998) *Biologia Molecular e Celular*, Amadora, Editora McGraw-Hill de Portugal Lda.

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

Endereços Electrónicos (funcionais em Julho de 2005)

http://www.biology.arizona.edu/cell_bio/cell_bio.html

Projectos de Biologia – Universidade do Arizona (inglês). Apresenta informação sobre biologia celular (células animal e vegetal, mitose, meiose, ciclo celular, ...); genética mendeliana (monohibridismo, dihibridismo e hereditariedade ligada ao sexo), biologia humana (por exemplo, grupos sanguíneos), Bioquímica (enzimas, fotossíntese, ...) e biologia molecular (ácidos nucleicos).

http://www.cells.de/index_e.htm

Recursos para o ensino da Biologia Celular (inglês)

<http://www.biochem4schools.org/default.htm>

Site com informação pertinente sobre biomoléculas, metabolismo, biologia celular, genética, microbiologia, regulação de sistemas biológicos (por exemplo, regulação da temperatura corporal em animais).

[www.emc.maricopa.edu/.../ BioBooktransp.html](http://www.emc.maricopa.edu/.../BioBooktransp.html)

Site com informação sobre o transporte através da membrana celular, metabolismo celular, entre outros temas.

Material Básico de Laboratório

Material necessário para estudo de processos metabólicos:

Microscópios ópticos

Material de vidro corrente (lâminas, lamelas, vidros de relógio, ...)

Material em plástico (frascos lavadores, gobelés, ...)

Sensores de temperatura, oxigénio e dióxido de carbono.

Computador com possibilidade de ligação de sensores

Material necessário para estudo de processos de transporte nas plantas:

Instrumentos ópticos: microscópios e lupas binoculares

Material de vidro corrente (lâminas, lamelas, vidros de relógio, ...)

Material em plástico (frascos lavadores, gobelés, ...)

Instrumentos de dissecação (tesouras, bisturi, agulhas, ...)

Tubos de plástico (tubos de aquário) de calibre compatível com os caules dos tomateiros

Parafilm

Material necessário para trabalhos de dissecação:

Tabuleiros

Placas de cortiça

Instrumentos de dissecação (tesouras, bisturi, agulhas, ...)

MÓDULO 3

Biologia e Cidadania

Duração de Referência: 36 horas

1 | Apresentação

O estudo deste terceiro módulo permite completar o currículo de Biologia relativo a um percurso de Formação Completar. Para além deste propósito, as aprendizagens previstas neste módulo possibilitam, também, o desenvolvimento de um percurso de formação de Tipo 4. Em termos gerais, o módulo 3 tem como destinatários alunos que, podendo possuir percursos de escolaridade bastante distintos, pretendem possuir os requisitos necessários para integrar os cursos de Tipo 5.

Tendo em conta a diversidade dos alunos e a possibilidade de perspectivarem saídas profissionais bastante diversificadas, este módulo centra-se no desenvolvimento de competências transversais que lhes permitam, por um lado, prosseguir estudos de nível secundário na sua área de formação profissional e, por outro, reconhecer que a compreensão de questões simples, do dia-a-dia, relacionadas com a promoção da saúde e/ou a preservação do ambiente, envolve a mobilização de conceitos de Biologia.

Em articulação com o acima exposto, as competências e os objectivos estabelecidos para este módulo poderão ser alcançados através de diferentes formas de operacionalização. O módulo propõe os três temas seguintes:

Tema 1: Alimentação para a Saúde;

Tema 2: Diversidade Biológica, um Património a Valorizar;

Tema 3: Reduzir, Reutilizar e Reciclar para Preservar.

Salienta-se que o desenvolvimento das competências enunciadas poderá ser conseguido, explorando um, ou mais do que um, dos temas com a turma de alunos. O professor e a escola deverão ter um papel determinante na selecção das actividades e da(s) temática(s) que melhor se adaptem às características dos alunos, às suas motivações e aos seus percursos de formação.

2 | Competências Visadas

Pretende-se que os alunos desenvolvam competências que contemplem, de forma integrada, os domínios conceptual, procedimental e atitudinal, a saber:

- a valorização dos conhecimentos científicos para a compreensão de questões com interesse pessoal e social;
- a mobilização de saberes científicos para analisar situações, ideias do senso comum ou comportamentos relacionadas com aspectos de alimentação e/ou de preservação dos recursos naturais;
- a construção de estratégias pessoais que visem a promoção da autonomia, da autodisciplina e a rentabilização do trabalho cooperativo;
- a utilização funcional de processos de pesquisa, selecção, organização e síntese de informação;
- a comunicação de saberes, oralmente ou por escrito, adoptando formatos diversificados e adaptados aos objectivos visados;
- a adopção de atitudes e valores que visem o exercício de uma cidadania responsável, no que respeita à adopção de hábitos de alimentação saudável e à preservação dos recursos naturais.

3 | Objectivos de Aprendizagem

No final do presente módulo os alunos devem ter desenvolvido os conhecimentos, procedimentos e atitudes que seguidamente se enunciam.

- Reconhecer a importância dos conhecimentos científicos para compreender problemas e formular juízos fundamentados sobre temáticas relacionadas com a alimentação e/ou a preservação da natureza.
- Mobilizar saberes científicos para identificar e analisar situações, ideias do senso comum, ou soluções científico-tecnológicas relacionadas com alimentação e/ou preservação de recursos naturais;
- Modificar comportamentos ou convicções em articulação com o resultado das aprendizagens desenvolvidas.
- Valorizar e/ou participar em ações que visem a divulgação de conhecimentos científico-tecnológicos junto da comunidade envolvente.
- Pesquisar, seleccionar, organizar e simplificar informação que se apresente disponível em formatos diversos.
- Trabalhar de forma cooperativa.

4 | Conteúdos

Conteúdos Conceptuais

Tema1: Alimentação para a Saúde

- Os alimentos são formados por nutrientes que desempenham diferentes funções no organismo.
- Uma alimentação saudável deve ser completa, equilibrada e variada, bem como adaptada às características físicas, fisiológicas e ocupacionais de cada indivíduo.
- A roda dos alimentos possui 7 sectores, cujas dimensões sugerem a proporção de peso em que os diferentes tipos de alimentos devem entrar na alimentação diária.
- A qualidade dos alimentos depende da qualidade dos seus processos de colheita, processamento, transporte, armazenamento e confeção.
- Os rótulos das embalagens dos alimentos possuem informações importantes para os consumidores, nomeadamente as relacionadas com a validade, os cuidados de conservação e a informação nutricional.
- Os desequilíbrios alimentares, por carência ou excesso, acarretam problemas de saúde diversos que podem pôr em risco a qualidade de vida e a sobrevivência dos indivíduos.
- A promoção da saúde dos cidadãos depende dos conhecimentos e das capacidades que estes tiverem para seleccionar os regimes alimentares mais adequados.

Tema 2: Diversidade Biológica, um Património a Valorizar

- A Biodiversidade é fundamental para o equilíbrio dos ecossistemas naturais e reveste-se de grande importância económica para o homem, possibilitando a pesquisa de novos alimentos e medicamentos.
- Em Portugal existem habitats com características muito especiais, cuja destruição põe em risco a sobrevivência das espécies que os utilizam de forma permanente ou temporária.
- A invasão de espécies exóticas pode ameaçar as espécies endémicas, pondo em risco o equilíbrio do próprio ecossistema, pelo que exige permanente vigilância.
- A exploração antrópica de zonas sensíveis (dunas, arribas, rios...) tem ameaçado os ecossistemas naturais. Importa identificar as espécies em risco e minorar esses impactes.
- A actividade cinegética, a agricultura e o fogo têm contribuído para a diminuição da biodiversidade em Portugal. A regulamentação da caça, da pesca e da agricultura, visa proteger a capacidade reprodutiva das populações.

- Com vista a preservar o património natural do nosso território, existem diversas zonas classificadas (Área Protegida, Reserva Natural, Reserva Integral, Parque Natural, Monumento Natural, ...).
- A preservação da biodiversidade nacional depende da acção concertada de todos os cidadãos.

Tema 3: Reduzir, Reutilizar e Reciclar para Preservar

- 3R é uma sigla que traduz um conjunto de preocupações que visam uma melhor gestão dos nossos recursos naturais, pela redução do consumo de materiais e de energia e pela diminuição dos níveis de poluição: Reduzir, Reutilizar e Reciclar
- Reduzir é um primeiro nível de intervenção; visa evitar gastar excessivamente os recursos, bem como criar desperdícios desnecessários; com o mesmo objectivo, Reutilizar, alerta para a possibilidade de dar um novo uso, a materiais já utilizados.
- Reciclar é a alternativa que visa aproveitar um material que já não pode ser reutilizado, mas que pode entrar na produção de novos produtos.
- Alguns resíduos, através da reciclagem podem-se transformar em recursos úteis. Outros, ainda não podem ser reciclados, são perigosos para o ambiente, pelo que o seu tratamento exige soluções específicas.
- O Ecoponto é formado por um conjunto de contentores que permitem a deposição selectiva dos lixos; possuem cores e símbolos que informam os cidadãos dos procedimentos a adoptar.
- O Ecocentro é um parque que possui contentores destinados a armazenar separadamente os resíduos de grandes dimensões.
- Os resíduos de ecopontos e ecocentros são sujeitos a processos de triagem mecânica e manual, sendo agrupados por categorias, face à possibilidade de serem ou não reciclados.
- O sucesso da política dos 3R depende do esforço e do empenho de todos os cidadãos.

Conteúdos Procedimentais

- Pesquisa, selecção, organização e simplificação de informação.
- Análise e interpretação de dados em formatos diversos (gráficos, tabelas, fotografias, textos, vídeos, ...)
- Construção de organizadores gráficos e/ou artefactos.
- Redacção de textos em formatos adequados à sua finalidade, mobilizando conceitos específicos relacionados com os temas em estudo.
- Apresentação oral de ideias ou pontos de vista fundamentados.

Conteúdos Atitudinais

- Valorização dos conhecimentos científicos para compreender questões pessoais e sociais relacionadas com a alimentação humana e/ou a preservação dos recursos naturais.
- Respeito face a diferentes pontos de vista.
- Abertura para modificar comportamentos habituais, pessoais ou sociais face às aprendizagens desenvolvidas.

5 | Orientações metodológicas

Considera-se que o desenvolvimento das competências enunciadas implica a adopção de estratégias que valorizem os seguintes aspectos:

- contextualização das aprendizagens, mobilizando casos ou situações reais que tenham significado para os alunos;

- concepção de actividades que envolvam trabalho cooperativo; importa monitorizar a distribuição das tarefas pelos elementos do grupo e a sua efectiva consecução, ajudando os alunos a identificar a natureza das dificuldades sentidas e sugerindo formas de as ultrapassar;
- organização de actividades que envolvam pesquisa, selecção e organização de informação, bem como a comunicação dos resultados alcançados;
- elaboração de documentos escritos pelos alunos; salienta-se a necessidade de clarificar os seus propósitos e aspectos que serão valorizados, tendo em conta as capacidades dos alunos e os aspectos que se pretendem desenvolver;
- definição de momentos que proporcionem a apresentação e o confronto de pontos de vista entre os alunos, valorizando, especialmente, a argumentação fundamentada;

Considera-se que a metodologia de trabalho de projecto é bastante adequada aos propósitos deste módulo. O desenvolvimento de um projecto envolve etapas, o que supõe diferentes estratégias de abordagem. Em termos práticos deverão prever-se três etapas fundamentais:

- identificação e formulação do(s) problema(s);
- desenvolvimento do projecto (pesquisa e produção de saber);
- apresentação dos resultados e avaliação.

Importa que todos os alunos participem em todas as etapas do processo, bem como compreendam a sua importância e articulação para a consecução dos objectivos pretendidos. Nesta perspectiva, valorizam-se, de igual modo, as aquisições dos alunos tanto ao nível dos produtos alcançados como ao nível das metodologias de trabalho desenvolvidas.

Existem, na literatura, diversas conceptualizações relacionadas com o *trabalho de projecto*. Considera-se que cada professor deverá seleccionar as opções mais adequadas às características dos alunos e aos objectivos visados. No entanto, a título exemplificativo, apresenta-se um possível guião das actividades a desenvolver nas diversas etapas do projecto.

1- Escolha e formulação do problema que vai ser investigado:

- mobilizar casos ou situações que façam sentido para os alunos, cuja análise permita identificar e caracterizar problemas/ questões que os motivem; sugerem-se, como exemplos, a visualização de um filme seguido de debate, a leitura e análise de notícias (imprensa ou televisão), a observação e problematização de dados estatísticos ou imagens (tabelas, gráficos, fotografias...).

2- Escolha/ formulação dos problemas parcelares:

- consiste em decompor o problema em questões mais simples e acessíveis, cuja resolução contribuirá para a clarificação do problema global; recomenda-se a construção de um organizador gráfico simples que explicita a articulação e a interdependência das questões parcelares.

3- Planificação do trabalho:

- pressupõe formar grupos de trabalho face às questões enunciadas na etapa 2; definir objectivos de trabalho, identificar recursos e materiais necessários; estabelecer uma calendarização; prever orçamentos, ...entre outras tarefas possíveis.

4- Desenvolvimento do projecto:

- envolve, por exemplo: o trabalho de pesquisa e a recolha de dados; a síntese de informação; a avaliação intermédia do projecto (ponto de situação); a eventual reformulação de objectivos, ...

5- Produção do trabalho final:

- implica a elaboração de documentos síntese (o formato pode ser diverso, brochura, poster, ensaio, apresentação multimédia, ...); a selecção e a preparação de material diverso que traduza o resultado do trabalho (construção de artefactos, organização de colecções ...); a preparação da forma de divulgação.

6- Apresentação dos resultados:

- realização de exposições, organização de dossiers, publicação de trabalho escrito, projecção multimédia ou vídeo, afixação de cartazes ou de jornal de parede, encenação ou dramatização, promoção de conferências e debates, entre outras possibilidades.

7- Avaliação final:

- reflexão, com os alunos, sobre o trabalho desenvolvido, nomeadamente comparando os resultados alcançados com os objectivos previamente definidos; a enumeração das principais conclusões e a identificação de aspectos que devem ser tidos em conta em ulteriores trabalhos.

6 | Sugestões de avaliação

A recolha de dados para a avaliação dos alunos deve basear-se em desempenhos de natureza diversa, garantindo que as dimensões conceptual, procedimental e atitudinal sejam avaliadas. Em articulação com as sugestões metodológicas apresentadas, propõe-se que sejam considerados os seguintes aspectos do trabalho dos alunos.

- Participação nas actividades das diferentes etapas do projecto.
- Produção documental e/ou em outros formatos, relativa aos produtos do trabalho de projecto.
- Desempenhos na realização das tarefas.

Os documentos síntese permitem recolher informação relativa às dimensões conceptual e procedimental: compreensão dos conceitos, organização e síntese de informação, mobilização de novos conceitos, bem como ao nível da utilização da língua portuguesa na comunicação escrita e/ou através de organizadores gráficos.

A avaliação da participação e de alguns desempenhos práticos exige que o professor observe e elabore registos, estruturados ou de notação livre, tendo em conta que, deste modo, podem ser recolhidos dados relativos ao desenvolvimento de diferentes competências:

- de natureza procedimental (selecção, organização, estruturação e exposição de informação; construção de artefactos ...);
- de natureza atitudinal (autonomia, responsabilidade, tolerância pelos pontos de vista dos outros, cooperação...);
- de natureza conceptual (utilização correcta de nova terminologia, fundamentação de opiniões...);
- de utilização oral da língua portuguesa.

7 | Bibliografia / Outros recursos

Bibliografia

ALVES, F., CAEIRO, S. (1998) *Educação Ambiental*, Lisboa, Universidade Aberta. ISBN 972-674-255-2

Trata-se de um livro-guia para a disciplina de Educação Ambiental. Apresenta conceitos-chave e aborda uma estratégia para o desenvolvimento de metodologias transdisciplinares, interdisciplinares e interactivas.

BELTRÃO, L., & NASCIMENTO, H. (2000) *O Desafio da Cidadania na Escola*, Lisboa, Editorial Presença. ISBN: 972-23-2662-7

Nesta obra pretende-se assumir o desafio de uma cidadania democrática, quer como meta educacional, quer como fio condutor proposto para as práticas de todos os docentes em interacção com futuros cidadãos críticos e participativos, sem perder de vista o enquadramento legal do sistema educativo.

BERTRAND, I., VALOIS, P. & JUTRAS, F. (1999) *A Ecologia na Escola, inventar um futuro para o Planeta*, Lisboa, Instituto Piaget. ISBN 972-771-052-2

O livro apresenta-se uma visão global da terra e pretende levar os leitores a intervir de forma activa. Os autores defendem a importância da adopção de abordagens holísticas na planificação de intervenções de educação ambiental.

CARAPETO (Coord.) ALVES, F. & CAEIRO S. (1999). *Educação Ambiental*, Lisboa Universidade Aberta. ISBN: 972-674-255-2

Livro interessante para o professor, organizada com a preocupação de orientar o leitor na abordagem de temáticas progressivamente mais complexas, como se pode depreender das designações de alguns dos seus

capítulos: Ambiente e Ecologia. Conceitos Gerais, O conceito de Educação Ambiental, ...Grandes Problemas Ambientais, Gestão de Resíduos Urbanos e Técnicas de Acção / Actuação em Educação Ambiental.

CAVACO, M. H. (Org.) (1992) *A Educação Ambiental para o Desenvolvimento*, Lisboa, Escolar Editora. ISBN 972-592-066-X

A obra reúne um conjunto de experiências e reflexões de professores e técnicos que, em contexto escolar e institucional diversificado, trabalharam na área da Educação Ambiental. No capítulo I é feita uma reflexão sobre a evolução da Educação Ambiental; histórias e relatos é o conteúdo do Capítulo II; Reflexões e Comentários sobre a reestruturação curricular, a formação de professores e as potencialidades da Educação Ambiental na escola são os temas desenvolvidos nos três capítulos restantes.

EVANGELISTA, J. (1999) *Educação Ambiental – Uma via de leitura e compreensão*, Lisboa, IIE / IPAMB. ISBN 972-8353-80-4

O papel que a literatura pode desempenhar na Educação Ambiental assume-se como um dos motes do trabalho do autor, professor e orientador pioneiro desta área, no nosso país.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (1997) *Aproveite o que a sua Alimentação tem de Melhor*, Lisboa, FAO, PAS, ARAP, DES, UNESCO. ISBN 972-97124-8-4

Caderno especialmente dirigido aos alunos, mas com interesse para o público em geral. Muito interessante ara programas de educação nutricional

GILPIN, A. (1992) *Dicionário de Ecologia*, Lisboa, Publicações Dom Quixote, 1992. ISBN 972-20-0270-8

Esta obra é um dicionário com cerca de 900 entradas sobre os grandes temas de ambiente. São aqui apresentados os termos mais comuns respeitantes à protecção do ambiente, da poluição e do seu controlo, numa forma simples e breve.

GOMES, M., (Coord.) (2001) *Educação Ambiental: Guia anotado de recursos*, Lisboa, IIE (Coord. Editorial). ISBN: 972-783-055-2

Este Guia Anotado de Recursos constitui-se como um instrumento auxiliar da prática de Educação Ambiental, identificando recursos em diferentes suportes que poderão contribuir para aprofundar conhecimentos, adquirir bases de fundamentação para a prática pedagógica de Educação Ambiental e complementar conteúdos disciplinares. O livro pretende apoiar os professores no que respeita à concepção, à preparação, ao desenvolvimento e à avaliação dos seus projectos de Educação Ambiental, numa óptica de inovação e de experimentação. O Guia apresenta-se como veículo facilitador, quer da interdisciplinaridade, quer da transversalidade da Educação para a Cidadania.

OCDE (1992) *A Ecologia e a Escola*, Rio Tinto, Edições Asa. ISBN 972-41-1166-0

Este livro sensibiliza a comunidade educativa para os problemas ambientais, responsabilizando-a pelo mundo em que se vive. Através de exemplos de práticas, em vários países da OCDE, os educadores tomam contacto com um conjunto de experiências desenvolvidas em escolas.

OLIVEIRA, L. (1992) *Educação Ambiental*, Lisboa, Texto Editora. ISBN 972-47-0046-1

Guia prático para professores e outros técnicos interessados no desenvolvimento de actividades práticas de Educação Ambiental, com um enquadramento prévio do conceito e seu desenvolvimento. São apresentadas cerca de vinte sugestões de actividades variadas, cobrindo diferentes áreas disciplinares, desde as expressões às actividades laboratoriais. Os exemplos concretos sobre os diferentes temas de Educação Ambiental são apresentados numa perspectiva interdisciplinar

PELT, J.- M. (1991) *A Natureza Reencontrada*, Lisboa, Gradiva. ISBN 972-662-197-6

O autor pretende romper com uma abordagem tradicional da Ecologia, defendendo soluções através de uma abordagem transversal que cruza a biologia com as ciências sociais. Defende, ainda, a necessidade de um equilíbrio dinâmico que tenha em conta as regulações naturais e as da liberdade humana.

PERES, E. (2003) *Saber Comer Para Melhor Viver*, Lisboa, Editorial Caminho. ISBN: 972-21-0525-6

Obra destinada ao público em geral. Clarifica significado de conceitos, como nutrientes, equilíbrio nutricional e qualidade nutricional dos alimentos. Descreve padrões alimentares e suas repercussões na saúde. Identifica os erros alimentares mais nefastos para os portugueses e propõe o plano geral de uma alimentação saudável e de

uma culinária simples, gastronómica e sadia. Apresenta as exigências nutricionais específicas de algumas idades, de grávidas, aleitantes e desportistas. Termina com sugestões para corrigir desequilíbrios.

PORRIT, J. (1992) *Salvemos a Terra*, Lisboa, Círculo de Leitores. ISBN 972-42-0435-7

Texto de divulgação sobre as grandes questões ambientais. Faz uma abordagem descritiva e explicativa dos aspectos a desenvolver e complementa-a com textos de política internacional. Apresenta uma divisão das questões ambientais nos seus elementos principais: a Terra, o Ar, o Fogo e a Água.

Bibliografia relacionada com a metodologia de trabalho de projecto

BARBOSA, L. (1995) *Como Fazer... um Projecto*, Noesis, Julho/Setembro, pp. 62.

BORDALLO, I., GINESTET, J. (1997) *Pour une Pédagogie du Project*, Paris, Hachette Education.

CASTRO, L., RICARDO, M. (1992) *Gerir o Trabalho de Projecto: um desafio para professores e formadores*, Lisboa, Texto Editora.

COSME, A., TRINDADE, R. (2001) *Área de Projecto – percursos sentidos*, Lisboa, ASA.

FREITAS, C. (1999) *Gestão e Avaliação de Projectos nas Escolas*, Lisboa, Instituto de Inovação Educacional.

LEITE, C., GOMES, L., FERNANDES, P. (2001) *Projectos Curriculares de Escola e Turma*, Lisboa, ASA.

LEITE, E., MALPIQUE, M., SANTOS, M. (1992) *Trabalho de Projecto 1 — Aprender por projectos centrados em problemas*, Lisboa, Edições Afrontamento.

LEITE, E., MALPIQUE, M., SANTOS, M. (1992) *Trabalho de Projecto 2 — Leituras comentadas*, Lisboa, Edições Afrontamento.

PROENÇA, M. (1993) *O Trabalho de Projecto como Estratégia Pedagógica*, Santarém, ESE de Santarém.

Santarém.

RAPOSO, I. (1997) *Não há Bichos-de-Sete-Cabeças*, Lisboa, IIE/IPAMB. ISBN 972-8353-37-5

Endereços Electrónicos (funcionais em Julho de 2005)

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

Página do Programa Alimentação e Saúde. Possui informação interessante e diversificada, curiosidades e actividades para os educadores (fichas, exercícios, propostas de pesquisa, ...)

<http://www.fpcardiologia.pt/factor1.htm>

Informação acessível sobre alimentação fornecida pela Fundação Portuguesa de Cardiologia.

http://www.consumidor.pt/pls/ic/app_ver_canal?id=5451&p_acc=0&plngua=1

Informação diversa sobre a Nova Roda dos Alimentos. Possibilita o *download* de um cartaz, folheto e desbobrável. Página da responsabilidade de *O Portal do Consumidor*.

<http://www.confagri.pt/PoliticaAgricola/Temas/SegurancaAlimentar/Documentos/doc37.htm>

Apresentação da Nova Roda dos Alimentos e sua comparação com o diagrama mais antigo.

<http://www.minerva.uevora.pt/ticiencia/afloresta/m2.htm>

Página do Núcleo Minerva - Centro de Competência Nónio da Universidade de Évora. Possui diversos links para páginas relacionadas com a preservação do ambiente ou inventariação de recursos naturais.

http://www.dapp.min-edu.pt/nonio/especies_florestais/index.htm

Caracterização de espécies vegetais portuguesas (azinheira, pinheiro manso, carvalho, castanheiro, sobreiro...)

<http://www.icn.pt/sipnat/sipnat1.html>

Página do SISTEMA DE INFORMAÇÃO DO PATRIMÓNIO NATURAL (Instituto de Conservação da Natureza). Permite aceder a listagens de espécies animais e vegetais que ocorrem em Portugal, bem como as que estão ameaçadas. Fornece lista de áreas classificadas e dados relacionados com a sua caracterização. Navegação fácil e informação interessante para professores e alunos.

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

Muito interessante, acessível e apelativo para os alunos. Relativo à reciclagem dos plásticos.

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

Endereço da Sociedade Ponto Verde. Contém informação muito simples e acessível para os alunos.

<http://www.co.it.pt/~emanuel/reciclar/>

Muito interessante para os alunos. Entre outros aspectos apresenta o que pode e não pode ser reciclado e como proceder antes de colocar o material no ecoponto. Possui ligação ao endereço da QUERCUS.

<http://quercus.sensocomum.pt/pages/>

Endereço da Quercus. Informações diversas sobre preservação do ambiente.

<http://gasa.dcea.fct.unl.pt/cea/alunos/actividades/actividades2.htm>

Receita para reciclar papel

<http://paginas.fe.up.pt/~jotace/home.htm>

Página da responsabilidade do CCI (Centro Científico Independente –Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto). Informação diversa, nomeadamente relativa a processos de gestão e tratamento de resíduos, para professores

<http://www.minerva.uevora.pt/publicar/3r/clube.htm>

Contém um questionário simples destinado aos alunos, visando ajudá-los a identificar pequenos gestos que podem contribuir para proteger o ambiente. Quando o aluno analisa os resultados tem a possibilidade de aceder a links interessantes.

<http://www.prof2000.pt/users/crisalves/3rs.htm>

Página interessante para alunos e professores relativa ao conceito 3R. Para cada termo – Reduzir, Reutilizar e Reciclar- clarifica o significado e apresenta exemplos simples.

<http://www.naturlink.pt/canais/Artigo.asp?iArtigo=1755&iCanal=1&iSubCanal=3814&iLingua=1>

Página muito interessante sobre reciclagem. Clarifica conceitos de forma acessível para os alunos e apresenta diversos links para novas aprendizagens.

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

Endereço do Instituto de Conservação da Natureza

MÓDULO 4

Renovação Celular

Duração de Referência: **24 horas**

1 | Apresentação

Em continuidade com as aprendizagens desenvolvidas em módulos anteriores, propõe-se a abordagem de aspectos relacionados com o crescimento e a renovação celular, salientando o papel da mitose, dos ácidos nucleicos e da síntese de proteínas.

Pretende-se que os alunos conheçam e distingam os ácidos nucleicos do ponto de vista estrutural e funcional e compreendam o papel que desempenham nos processos de renovação, crescimento e multiplicação celular.

Estuda-se, de modo simplificado, a replicação do DNA, como um processo que assegura a manutenção da informação genética, identificando-se factores que podem causar alterações nessa informação.

Espera-se que os alunos compreendam como a mitose assegura a formação de novas células, garantindo a manutenção das características da célula inicial, o que permite o crescimento ou a regeneração dos tecidos.

Prevê-se uma abordagem exploratória do conceito de diferenciação celular, relacionando-o com a regulação dos processos de transcrição e tradução.

Neste módulo será, ainda, importante diagnosticar as concepções que os alunos possuem sobre clone e clonagem e, se necessário, clarificar o seu significado ao nível da obtenção de tecidos.

2 | Competências Visadas

Pretende-se que os alunos desenvolvam competências que contemplem, de forma integrada, os domínios conceptual, procedimental e atitudinal, a saber:

- o conhecimento e a compreensão de factos e conceitos relacionados com o papel dos ácidos nucleicos nos processos de crescimento, renovação e divisão celular;
- o domínio de técnicas e a manipulação correcta de equipamentos e instrumentos laboratoriais que permitam a obtenção e a interpretação de imagens de microscopia;
- a valorização das dimensões teórica e prática no desenvolvimento de trabalhos laboratoriais;
- o desenvolvimento de atitudes e valores conducentes à tomada de decisões fundamentadas, relativas a problemas ambientais que possam interferir no ciclo celular e na diferenciação das células podendo conduzir ao aparecimento de doenças.

3 | Objectivos de Aprendizagem

No final do presente módulo os alunos devem ter desenvolvido os conhecimentos, procedimentos e atitudes que seguidamente se enunciam.

- Conhecer as principais estruturas e moléculas envolvidas na síntese de proteínas.
- Distinguir os diferentes tipos de ácidos nucleicos, quanto à sua composição nucleotídica e função.
- Compreender os mecanismos de replicação, transcrição e tradução, bem como a sua importância na manutenção da informação genética, da vida e da estrutura celular.
- Resolver exercícios simples de leitura e complementaridade de codógenes e/ou codões.
- Relacionar a ocorrência de mutações génicas com a replicação do DNA.

- Nomear, distinguir e sequenciar as etapas da mitose e do ciclo celular.
- Observar, interpretar, esquematizar e legendar imagens de mitose.

4 | Conteúdos

Conteúdos Conceptuais

- A informação genética que define as características de cada indivíduo está contida na molécula de DNA e encontra-se codificada na sequência de nucleótidos que compõem o seu genoma.
- DNA e RNA são ácidos nucleicos que possuem diferenças estruturais e funcionais.
- O DNA é formado por duas cadeias enroladas em hélice devido à complementaridade das bases dos seus nucleótidos (Adenina - Timina; Citosina - Guanina).
- O RNA é formado a partir do DNA. Possui uma cadeia de nucleótidos (as bases são Adenina, Uracilo, Timina e Citosina) que, nalguns casos se pode manter dobrada devido à complementaridade das bases dos seus nucleótidos.
- O RNA é um constituinte de todas as células vivas e obtém-se por cópia de regiões específicas do DNA; a sua síntese ocorre no núcleo e obedece ao princípio da complementaridade de bases.
- A síntese de proteínas é um mecanismo fundamental para a manutenção da vida e da estrutura celular.
- A transcrição e a tradução do código genético envolvem processos de complementaridade de nucleótidos (codógenes, codões e anti-codões).
- A tradução ocorre no citoplasma; envolve enzimas, RNAr, RNAm e RNAt associado a aminoácidos.
- A sequência de aminoácidos que caracteriza uma proteína é determinada pela sequência de bases azotadas do DNA.
- A manutenção da informação genética está relacionada com a replicação da molécula de DNA que ocorre ao nível do núcleo.
- A mitose é o processo que assegura a manutenção das características hereditárias ao longo das gerações e permite a obtenção de novas células.
- A mitose envolve diversos acontecimentos como, por exemplo, a desintegração da membrana nuclear, o encurtamento dos cromossomas, a separação dos cromatídios e a formação de dois núcleos filhos.
- Na mitose é possível distinguir etapas fundamentais: profase, metafase, anafase e telofase.
- O ciclo celular é caracterizado pelo conjunto de modificações que uma célula sofre desde que se forma até à sua divisão em duas células filhas (interfase e divisão celular).
- As células de um organismo possuem igual informação genética. As diferenças estruturais e funcionais que existem entre as células resultam de processos de diferenciação que envolvem mecanismos de regulação da transcrição e da tradução dos seus genes.
- O aparecimento de células especializadas em seres multicelulares envolve processos de diferenciação celular.
- A replicação ou transcrição do DNA podem ser afectadas por agentes ambientais (raios X; radiações atómicas; drogas; infecções virais;...).

Conteúdos Procedimentais

- Análise e interpretação de dados em formatos diversos (tabelas, esquemas,...) relativos aos mecanismos de replicação, transcrição e tradução.
- Interpretação de dados diversos relacionados com a síntese proteica e o ciclo celular.

- Planificação, execução e interpretação de procedimentos laboratoriais simples de cultura biológica e técnicas microscópicas, conducentes ao estudo da mitose.
- Interpretação, esquematização e/ou descrição de imagens de mitose em células animais e vegetais, identificando acontecimentos celulares e reconstituindo a sua sequencialidade.

Conteúdos Atitudinais

- Rigor e perseverança nos desempenhos laboratoriais, bem como objectividade e honestidade no registo dos resultados obtidos nesses trabalhos.
- Interesse em analisar situações ambientais causadas pelo homem que possam contribuir para alterações do material genético dos seres vivos, valorizando a importância dos cidadãos formularem juízos cientificamente sustentados.

5 | Orientações metodológicas

Como explicar a unidade e a variabilidade dos seres vivos?

Esta questão-problema poderá orientar actividades de discussão que permitam ao aluno rever e enriquecer o conceito de célula estudado no Módulo 1, compreendendo que, apesar das diferenças existentes, os seres vivos são caracterizados por uma unidade estrutural e funcional que se revela, também a nível molecular. Esta abordagem levará, certamente, à identificação de novas questões, tais como as seguintes:

Que processos são responsáveis pela unidade e pela variabilidade celular?

De que depende o crescimento celular? E o crescimento e regeneração de tecidos?

Como explicar o facto das células de um indivíduo não serem todas iguais?

Este tipo de questões permite contextualizar actividades de aprendizagem como as que se sugerem:

- análise e interpretação de esquemas ou tabelas com dados relativos às características das moléculas de DNA e RNA e aos mecanismos de replicação, transcrição e tradução; estas actividades deverão permitir que o aluno conheça as diferenças entre as várias moléculas estudadas, bem como compreenda a importância dos processos em estudo na manutenção da informação genética, da vida e da estrutura celular; será importante relacionar esses mecanismos com a ocorrência de mutações génicas, aproveitando para explorar exemplos com impacto social (por exemplo, hemofilia, albinismo, fibrose quística ou fibrose quística);
- planificação e concretização de actividades práticas para o estudo do processo de mitose (por exemplo, utilizando vértices vegetativos de *Allium* ou *Pisum* como material biológico); recomenda-se que os alunos tomem parte activa nas diversas etapas de decisão e execução; assim deverão participar na identificação de tecidos onde supostamente ocorrem mitoses, na avaliação de dificuldades inerentes à sua obtenção e cultura, bem como na pesquisa de bibliografia que permita seleccionar protocolos e apoiar a interpretação das imagens microscópicas que venham a ser obtidas.

Considera-se pertinente que a escola disponha, também, de preparações definitivas nas quais se observem estádios de mitose em células animais e vegetais; recomenda-se a discussão alargada à turma das imagens microscópicas observadas, o que supõe a utilização de sistemas de projecção adequados, nomeadamente a ligação de microscópio a computador, vídeo ou televisor.

Para promover uma compreensão integrada e contextualizada do conceito de ciclo celular, sugere-se o desenvolvimento de actividades que suponham problematização, pesquisa e debate.

Em que medida o ambiente pode interferir no ciclo celular?

Qual a intervenção do Homem nesse processo?

Que consequências para a saúde do indivíduo?

Subjacente a estas questões encontra-se o objectivo de criar condições para que os alunos reflectam sobre as implicações que as alterações ambientais causadas pelo homem podem ter no ciclo celular e na diferenciação das células, como por exemplo as seguintes: radiações ultra-violetas vs destruição da camada de ozono; radiações nucleares vs utilização da energia nuclear com fins económicos ou bélicos. Assim, os alunos poderão desenvolver atitudes críticas indispensáveis à compreensão das questões e à

construção de juízos e valores cientificamente fundamentados, com vista à sua participação nos processos sociais de tomada de decisão.

Recomenda-se, ainda, a análise e interpretação de dados obtidos experimentalmente para a compreensão global dos processos celulares que caracterizam o ciclo celular, nomeadamente interfase e divisão celular.

Salienta-se a necessidade de diagnosticar as concepções que os alunos possuem sobre os termos clone e clonagem. Neste módulo importa clarificar o significado destes conceitos no que respeita à obtenção de tecidos, estabelecendo relações com os mecanismos de crescimento e diferenciação celular estudados.

6 | Sugestões de avaliação

A recolha de dados para a avaliação dos alunos deve basear-se em desempenhos de natureza diversa, garantindo que as dimensões conceptual, procedimental e atitudinal sejam avaliadas. Em articulação com as sugestões metodológicas apresentadas, propõe-se que sejam considerados os seguintes aspectos do trabalho dos alunos.

- Produção documental e/ou organizadores gráficos.
- Resolução de exercícios (leitura de código genético, por exemplo) e questionários.
- Participação nas actividades e debates (intra e inter grupos).
- Desempenhos na realização das actividades práticas e laboratoriais.

Os documentos síntese permitem recolher informação relativa às dimensões conceptual e procedimental, nomeadamente a organização de informação, a compreensão e a mobilização de novos conceitos e as destrezas de utilização da língua portuguesa na comunicação escrita e/ou através de organizadores gráficos.

Os exercícios e os questionários podem ser instrumentos interessantes para avaliar alguns desempenhos, nomeadamente alguns de natureza conceptual e procedimental.

A recolha de dados relativa à participação e aos desempenhos práticos exige que o professor observe e elabore registos, estruturados ou de notação livre, contemplando o desenvolvimento de diferentes competências:

- de natureza procedimental (manipulação de materiais e equipamentos, interpretação, esquematização e legendagem de esquemas de figuras de mitose, por exemplo...);
- de natureza atitudinal (formulação de juízos cientificamente fundamentados);
- de natureza conceptual (utilização correcta de nova terminologia, fundamentação de opiniões...);
- de utilização oral da língua portuguesa.

7 | Bibliografia / Outros recursos

Bibliografia

ALDERSON, P. & ROWLAND, M. (1995) *Making Use of Biology* (2ª Ed.), London, MacMillan Press Ltd. ISBN: 0-333-62093-3

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

AZEVEDO, C. (Coord.) (1999) *Biologia Celular e Molecular* (3ª Ed.), Lisboa, LIDEL – Edições Técnicas. ISBN: 972-757-100-X

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

CAMPBELL, N. A.; MITCHEL, L. G., REECE, E. J. (1999) *Biology* (5ª Ed.), Benjamin/Cummings Publishing Company, Menlo Park. ISBN: 0-8053-6585-0

Obra organizada em torno dos grandes temas da Biologia (A química da Vida; A Célula; O Gene; Mecanismos de Evolução; ...; Plantas: estrutura e função; Animais ...; Ecologia). A apresentação dos conteúdos é feita de forma clara e sintética, sem esquecer os aspectos que caracterizam a natureza da Biologia como ciência e actividade humana. No final de cada unidade é apresentada uma síntese dos principais conceitos, questionários de revisão, problemas e sugestões de aspectos que permitem enfatizar a dimensão ciência-tecnologia-sociedade dos temas e conceitos estudados.

CARVALHO, A. e outros (1984) *Biologia Funcional – estrutural, molecular, dinâmica e fisiológica*, Coimbra, Almedina.

No livro tratam-se alguns aspectos fundamentais de Biologia Celular, Bioenergética, Bioquímica e Fisiologia. O nível de aprofundamento não é excessivo pelo que a obra é bastante acessível para professores.

HICKMAN Jr, C., ROBERTS, L., LARSON, A., L'ANSON, H. (2004) *Integrated Principles of Zoology*, (12ª Ed.), Boston, WCB McGraw-Hill. ISBN: 0072439408

Compêndio de Biologia interessante pela clareza do texto e qualidade das imagens. Nos seus 38 capítulos são apresentados temas gerais de biologia, como citologia, metabolismo, genética, evolução e ecologia, com especial ênfase na caracterização estrutural e funcional dos animais, nomeadamente seus processos de obtenção de matéria, sistemas que asseguram a circulação e as trocas gasosas, bem como os processos homeostáticos.

JUNQUEIRA, L.C. & CARNEIRO, J. (2000) *Biologia Celular e Molecular* (7ª Ed.), Rio de Janeiro, Editora Guanabara.

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

PANIAGUA, R. et al. (1997) *Citología e Histología Vegetal y Animal* (2ª Edición), Madrid, McGRAW – HILL – Interamericana de España, S. A. U.

Obra em língua espanhola que contém textos e imagens relativos à citologia e histologia vegetal e animal. O texto está organizado numa perspectiva evolutiva; parte do nível de organização mais simples para o mais complexo, isto é, explora primeiro a célula (animal e vegetal) e os seus componentes, e depois os tecidos e órgãos explicitando a sua formação e função.

PURVES, W. K., ORIAN G.H., HELLER E. H. (1998) *Life, The Science of Biology*, (5ª Ed.), Sunderland, Sinauer Associates.

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

RAVEN, P., EVERT, R., EICHHORN, S. (1999) *Biology of Plants* (6ª Ed.), New York, W.H. Freeman: Worth. ISBN:1-5725-9041-6

Compêndio de Biologia que se evidencia pela clareza do seu texto e qualidade das ilustrações. Apresenta aspectos básicos de estrutura e metabolismo da célula vegetal, fundamentos de genética, evolução e classificação (com especial ênfase no reino vegetal), anatomia e fisiologia vegetal, bem como aspectos de ecologia.

ROBERTIS, E. & ROBERTIS, E. M. (1996) *Biologia Celular e Molecular*, Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian. ISBN: 972-31-0687-6

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

STANSFIELD, W., COLOMÉ, J., CANO, J. (1998) *Biologia Molecular e Celular*, Amadora, Editora McGraw-Hill de Portugal Lda.

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

Endereços Electrónicos (funcionais em Julho de 2005)

<http://www.cellsalive.com>

Site com imagens e esquemas de diferentes tipos de células (animais, vegetais, ...), bem como relativos aos processos de mitose e meiose (em inglês).

http://www.biology.arizona.edu/cell_bio/cell_bio.html

Projectos de Biologia – Universidade do Arizona (inglês). Apresenta informação sobre biologia celular (células animal e vegetal, mitose, meiose, ciclo celular, ...); genética mendeliana (monohibridismo, dihibridismo e hereditariedade ligada ao sexo), biologia humana (por exemplo, grupos sanguíneos), Bioquímica (enzimas, fotossíntese, ...) e biologia molecular (ácidos nucleicos).

<http://www.biorede.pt>

Biorede – Departamento de Biologia da Universidade de Aveiro. Endereço com informação sobre diversidade animal e vegetal, biologia molecular, expressão genética, entre outros assuntos.

<http://www.ibiblio.org/virtualcell/indexsp.htm>

Esta página permite uma viagem virtual pela célula e biologia celular.

<http://www.biochem4schools.org/default.htm>

Site com informação pertinente sobre biomoléculas, metabolismo, biologia celular, genética, microbiologia, regulação de sistemas biológicos (por exemplo, regulação da temperatura corporal em animais)

www.virtual.epm.br/cursos/biomol/ciclo/html/mitose.htm

Site com informação sobre o processo de mitose, acessível para alunos.

<http://www.johnkyrk.com/index.html>

Biologia celular com esquemas animados.

http://pt.wikipedia.org/wiki/P%C3%A1gina_principal

Enciclopédia on-line onde se pode encontrar informação muito acessível sobre os vários temas do programa.

Material Básico de Laboratório

Material de vidro corrente (lâminas, lamelas, vidros de relógio, tubos de ensaio, provetas,...).

Material em plástico (frascos lavadores, gobelés, etc.)

Lamparina e demais material indispensável ao aquecimento de objectos em segurança.

Material básico de dissecação (tesouras, bisturi, agulhas, ...).

Instrumentos ópticos: microscópios e lupas binoculares.

Corantes / reagentes: Ácido Clorídrico; Orceína Acética.

MÓDULO 5

Processos de Reprodução

Duração de Referência: **24 horas**

1 | Apresentação

Este módulo visa o estudo de formas de reprodução, sexuada ou assexuada, utilizadas pelas diferentes espécies de seres vivos, bem como a análise das suas implicações ao nível da variabilidade das populações.

Pretende-se que os alunos compreendam como a reprodução assexuada pode conferir vantagens às populações que a utilizam, na medida em que o rápido crescimento de populações de indivíduos geneticamente semelhantes possibilita a colonização de ambientes favoráveis.

Em oposição estudam-se processos de reprodução sexuada, destacando-se as vantagens que a variabilidade genética proporciona às populações, na colonização de novos habitats ou na resistência a condições adversas.

O estudo de ciclos de vida deverá ser feito numa perspectiva simplificada e integradora. Não se pretende que o aluno conheça ciclos de vida específicos, antes que compreenda o significado do conceito e mobilize conhecimentos para interpretar exemplos específicos.

2 | Competências Visadas

Pretende-se que os alunos desenvolvam competências que contemplem, de forma integrada, os domínios conceptual, procedimental e atitudinal, a saber:

- a valorização dos conhecimentos científicos para a compreensão de questões com interesse pessoal e social;
- o conhecimento de factos e conceitos sobre processos de reprodução assexuada e sexuada, distinguindo as suas características, potencialidades e limitações biológicas;
- o domínio de técnicas e a manipulação de instrumentos laboratoriais que permitam a obtenção de clones por multiplicação vegetativa, assim como a observação e interpretação de imagens de meiose ao microscópio óptico;
- a compreensão da importância do papel dos problemas, das hipóteses e das teorias nos trabalhos científicos, bem como a importância das fases de planificação, execução e avaliação de desenhos experimentais;
- a utilização funcional de processos de pesquisa, selecção, organização e síntese de informação;
- a construção de atitudes críticas e fundamentadas sobre as implicações éticas e morais associadas à utilização de processos científico-tecnológicos na manipulação da reprodução.

3 | Objectivos de Aprendizagem

No final do presente módulo os alunos devem ter desenvolvido os conhecimentos, procedimentos e atitudes que seguidamente se enunciam.

- Distinguir processos de reprodução assexuada e sexuada, relacionando-os com os diferentes processos de divisão celular que lhes são inerentes.
- Observar, interpretar, esquematizar e legendar imagens de meiose em fotografias ou esquemas.
- Relacionar os processos de formação de gâmetas por meiose e posterior fecundação com a possibilidade de ocorrência de mutações cromossómicas.

- Explicar as potencialidades e limitações associadas aos diferentes tipos de reprodução, em termos de capacidade de colonização de um meio e adaptação a novos desafios ambientais.
- Interpretar e comparar diferentes tipos de ciclos de vida, no que respeita às estratégias reprodutoras utilizadas, alternância de fases nucleares e localização da meiose.
- Mobilizar conhecimentos sobre reprodução e ciclos de vida para construir opiniões fundamentadas acerca das intervenções humanas sobre a Biosfera.

4 | Conteúdos

Conteúdos Conceptuais

- Os processos de bipartição, gemulação, partenogénese, esporulação e multiplicação vegetativa são exemplos de estratégias de reprodução assexuada.
- A reprodução assexuada origina organismos geneticamente iguais aos progenitores, desde que não ocorram mutações durante os processos de divisão celular.
- A reprodução sexuada é um tipo de reprodução que assegura a variabilidade genética; a meiose e a fecundação são processos que contribuem para essa variabilidade.
- O hermafroditismo não implica a auto-fecundação.
- A meiose é caracterizada por um conjunto de acontecimentos sequenciais (divisões reducional e equacional).
- As células reprodutoras originadas por meiose podem possuir diferentes combinações genéticas.
- Gâmetas e esporos são células reprodutoras.
- Num ciclo de vida, a alternância de fases nucleares está relacionada com a ocorrência da meiose e fecundação.

Conteúdos Procedimentais

- Recolha, interpretação e organização de dados de natureza diversa, relativamente a processos de reprodução assexuada em diferentes tipos de organismos.
- Concepção e realização de actividades laboratoriais simples que envolvam técnicas de propagação vegetativa.
- Previsão de implicações da reprodução assexuada para a variabilidade e sobrevivência das populações originadas por esta via.
- Interpretação, legendagem e ordenação de imagens relativas aos principais acontecimentos da meiose.
- Identificação de exemplos de tecidos/ órgãos onde seja possível a observação de imagens de meiose.
- Discussão do contributo dos processos de meiose e fecundação para a variabilidade dos seres vivos.
- Aplicação de conceitos básicos (meiose, fecundação, haplóide, diplóide,...) para interpretar ciclos de vida (simplificados).
- Identificação dos processos de reprodução presentes num ciclo de vida e localização da meiose e fecundação (caso existam), prevendo a existência ou não de alternância de fases nucleares.

Conteúdos Atitudinais

- Posicionamento crítico e fundamentado relativamente à utilização de processos de reprodução assexuada dos seres vivos com fins económicos.

- Construção de valores relativos a processos científico-tecnológicos de manipulação da reprodução humana, consciencializando a importância das dimensões científica, ética e moral.

5 | Orientações metodológicas

*Até que ponto a mitose permite assegurar os processos de reprodução dos seres vivos?
Como explicar a variabilidade dos descendentes resultantes de processos de reprodução sexuada?*

Questões como estas poderão orientar actividades de aprendizagem como as que seguidamente se apresentam.

- Organização, em pequenos grupos de alunos, de dados que permitam enumerar, caracterizar e comparar diversas formas de reprodução assexuada, bem como conhecer e analisar criticamente a exploração que o homem faz de alguns desses processos com fins económicos. Poderá ser interessante visitar uma estação agrícola ou laboratório onde se utilizem / desenvolvam técnicas de propagação vegetativa. Sugere-se que os alunos elaborem *posters* com a informação recolhida sobre os processos de reprodução assexuada.
- Identificação de exemplos de técnicas utilizadas pela agricultura tradicional e planificação e execução de actividades laboratoriais que permitam pôr em prática alguns desses procedimentos.
- Observação e interpretação de imagens de meiose obtidas ao microscópio óptico: em fotografias, transparências, vídeo e, sempre que possível, em preparações definitivas (por exemplo, anteras e/ou testículos de insecto) e/ou extemporâneas (por exemplo, anteras).

No estudo dos acontecimentos da meiose para formação de gâmetas será interessante explorar, com os alunos, a possibilidade de ocorrência de erros em diversos momentos, com previsão de possíveis implicações para o cariótipo das células originadas por fecundação desses gâmetas. Importa mobilizar o conceito de mutação já estudado no Módulo 4 (mutação génica) de modo a confrontá-lo com o novo conceito de mutação cromossómica que pode ser construído durante o estudo da meiose.

Após o estudo do processo de meiose, e compreendida a sua importância nos processos de reprodução sexuada, será importante ajudar os alunos a construir uma visão integrada da diversidade de soluções reprodutivas que existem na natureza.

Por que razão alguns seres se reproduzem assexuadamente quando o podem fazer de forma sexuada?

O hermafroditismo compromete ou não a variabilidade dos seres vivos?

O levantamento de questões como estas poderá orientar actividades de pesquisa, através das quais os alunos possam conhecer casos de estratégias de fecundação cruzada utilizadas por hermafroditas (por exemplo, algumas espécies de anelídeos, gastrópodes pulmonados, peixes ou angiospérmicas), assim como casos de partenogénese que permitem colonizar com rapidez e sucesso um determinado habitat (por exemplo, algumas espécies de crustáceos, insectos, anfíbios, répteis e peixes).

De que modo as estratégias reprodutivas podem condicionar a adaptação ou a sobrevivência das populações de seres vivos?

Importa confrontar as concepções de clone e clonagem de células e tecidos, construídas no Módulo 4, com as aprendizagens relativas à reprodução, promovendo o seu enriquecimento e clarificando o seu significado quando relacionados com a obtenção de indivíduos.

Sugere-se o desenvolvimento de actividades de grupo para análise, interpretação, comparação e sistematização de informação sobre ciclos de vida. Na medida do possível deverá proceder-se ao estudo de ciclos de vida de seres conhecidos dos alunos (já estudados, ou de habitats característicos da zona onde a escola se insere). O professor deverá seleccionar/ construir/ adaptar documentos apropriados aos seus alunos, nos quais os ciclos de vida se apresentem de modo simplificado no que respeita à identificação de estruturas morfológicas. Nesses documentos os alunos deverão ser capazes de identificar os processos de reprodução em jogo, as células reprodutoras, a localização da meiose e da fecundação (caso existam), de modo a comparar a extensão das diferentes fases nucleares nos ciclos de vida em estudo.

6 | Sugestões de avaliação

A recolha de dados para a avaliação dos alunos deve basear-se em desempenhos de natureza diversa, garantindo que as dimensões conceptual, procedimental e atitudinal sejam avaliadas. Em

articulação com as sugestões metodológicas apresentadas, propõe-se que sejam considerados os seguintes aspectos do trabalho dos alunos.

- Elaboração de documentos síntese (textos, mapas conceptuais, *posters*...) sobre processos de reprodução assexuada.
- Elaboração de memórias descritivas e interpretativas relativas aos trabalhos práticos sobre multiplicação vegetativa e/ou meiose.
- Resolução de exercícios (ordenação de etapas da meiose, identificação de fecundação e meiose em ciclos de vida...) e questionários.
- Participação nas actividades e debates (intra e inter grupos).
- Desempenhos na realização das actividades práticas e laboratoriais.

Os documentos síntese permitem recolher informação relativa às dimensões conceptual e procedimental: selecção e síntese de informação, compreensão e mobilização de novos conceitos e destrezas de utilização da língua portuguesa na comunicação escrita e/ou através de organizadores gráficos.

As memórias descritivas contêm resultados relativos a desempenhos práticos (por exemplo, esquemas legendados), traduzem a compreensão de conceitos e de procedimentos utilizados na planificação e execução das actividades, revelam competências de recolha, organização e síntese de informação, bem como as destrezas de utilização da língua portuguesa.

Recomenda-se a discussão, com os alunos, dos desempenhos manifestados nos documentos relativos aos trabalhos práticos, possibilitando a sua reformulação e melhoramento face ao *feed-back* fornecido. Destaca-se a importância dos alunos, progressivamente, adquirirem hábitos de reflexão sobre o seu processo de aprendizagem.

Os exercícios e os questionários podem ser instrumentos interessantes para avaliar apenas alguns desempenhos de natureza conceptual e procedimental.

A recolha de dados relativa à participação e aos desempenhos práticos exige que o professor observe e elabore registos, estruturados ou de notação livre, contemplando o desenvolvimento de diferentes competências:

- de natureza procedimental (manipulação de materiais e equipamentos, interpretação, esquematização e legendagem de esquemas de figuras de mitose, por exemplo...);
- de natureza atitudinal (interesse por questões que envolvam os conceitos aprendidos, abertura para modificar opiniões face às aprendizagens desenvolvidas, perseverança nas tarefas...);
- de natureza conceptual (utilização correcta de nova terminologia, fundamentação de opiniões...);
- de utilização oral da língua portuguesa.

7 | Bibliografia / Outros recursos

Bibliografia

CAMPBELL, N. A.; MITCHEL, L. G., REECE, E. J. (1999) *Biology* (5ª Ed.), Benjamin/Cummings Publishing Company, Menlo Park. ISBN: 0-8053-6585-0

Obra organizada em torno dos grandes temas da Biologia (A química da Vida; A Célula; O Gene; Mecanismos de Evolução; ...; Plantas: estrutura e função; Animais ...; Ecologia). A apresentação dos conteúdos é feita de forma clara e sintética, sem esquecer os aspectos que caracterizam a natureza da Biologia como ciência e actividade humana. No final de cada unidade é apresentada uma síntese dos principais conceitos, questionários de revisão, problemas e sugestões de aspectos que permitem enfatizar a dimensão ciência-tecnologia-sociedade dos temas e conceitos estudados.

PURVES, W. K., ORIAN G.H., HELLER E. H. (1998) *Life, The Science of Biology*, (5ª Ed.), Sunderland, Sinauer Associates.

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

RAVEN, P., EVERT, R., EICHHORN, S. (1999) *Biology of Plants* (6ª Ed.), New York, W.H. Freeman: Worth. ISBN:1-5725-9041-6

Compêndio de Biologia que se evidencia pela clareza do seu texto e qualidade das ilustrações. Apresenta aspectos básicos de estrutura e metabolismo da célula vegetal, fundamentos de genética, evolução e classificação (com especial ênfase no reino vegetal), anatomia e fisiologia vegetal, bem como aspectos de ecologia.

Endereços Electrónicos (funcionais em Julho de 2005)

<http://www.cellsalive.com>

Site com imagens e esquemas de diferentes tipos de células (animais, vegetais, ...), bem como relativos aos processos de mitose e meiose (em inglês).

http://www.biology.arizona.edu/cell_bio/cell_bio.html

Projectos de Biologia – Universidade do Arizona (inglês). Apresenta informação sobre biologia celular (células animal e vegetal, mitose, meiose, ciclo celular, ...); genética mendeliana (monohibridismo, dihibridismo e hereditariedade ligada ao sexo), biologia humana (por exemplo, grupos sanguíneos), Bioquímica (enzimas, fotossíntese, ...) e biologia molecular (ácidos nucleicos).

<http://www.johnkyrk.com/index.html>

Site que apresenta diversos esquemas com animação sobre aspectos de Biologia celular.

http://pt.wikipedia.org/wiki/P%C3%A1gina_principal

Enciclopédia on-line onde se pode encontrar informação muito acessível sobre os vários temas do programa.

Material Básico de Laboratório

Material de vidro corrente (lâminas, lamelas, vidros de relógio, tubos de ensaio, provetas,...).

Material em plástico (frascos lavadores, gobelés, ...).

Lamparina e demais material indispensável ao aquecimento de objectos em segurança.

Material básico de dissecação (tesouras, bisturi, agulhas, ...).

Instrumentos ópticos: microscópios e lupas binoculares.

Corantes / reagentes: Ácido Clorídrico diluído; Orceína Acética

MÓDULO 6

Dinâmica dos Ecossistemas

Duração de Referência: **24 horas**

1 | Apresentação

Este módulo centra-se no estudo de processos que permitem compreender aspectos do equilíbrio dinâmico que se estabelece ao nível dos ecossistemas e da própria biosfera.

A abordagem das temáticas exige a mobilização e integração de saberes construídos no ensino básico e em módulos anteriores deste programa. A organização e hierarquização da biosfera, o papel que os seres vivos desempenham nos ecossistemas, assim como os processos que asseguram a obtenção e a utilização de energia são conceitos básicos e estruturantes já estudados pelos alunos que importa visitar e mobilizar.

Propõe-se a contextualização das aprendizagens num ecossistema real e conhecido dos alunos. Considera-se que esta opção poderá facilitar a compreensão de aspectos que nem sempre se afiguram fáceis para os alunos, como por exemplo os relacionados com os conceitos de biomassa e produtividade, bem como as pirâmides ecológicas, de números, de biomassa ou de energia como formas de representação da estrutura e dinâmica de um ecossistema.

Os ciclos biogeoquímicos são abordados apenas como exemplos de transferências de materiais entre os componentes bióticos e abióticos de um ecossistema, evitando-se o estudo particularizado, detalhado e descontextualizado de exemplos.

Neste módulo, exploram-se, ainda, alguns conceitos que permitem compreender os processos de sucessão ecológica, bem como os efeitos de poluição ou destruição nos fenómenos de evolução e dinâmica dos ecossistemas.

2 | Competências Visadas

Pretende-se que os alunos desenvolvam competências que contemplem, de forma integrada, os domínios conceptual, procedimental e atitudinal, a saber:

- a valorização dos conhecimentos científicos para a compreensão da dinâmica dos ecossistemas e sua preservação;
- o conhecimento de factos e conceitos que permitam compreender processos de transferência de matéria e energia nos ecossistemas e sua evolução;
- a mobilização de saberes para formular e fundamentar opiniões sobre exemplos de intervenções do homem que provocam a destruição ou a degradação de ambientes naturais;
- o domínio de metodologias de trabalho individual e cooperativo que permitam a obtenção e a análise de dados de natureza diversa;
- a adopção de valores e condutas pessoais que visam a preservação dos ecossistemas.

3 | Objectivos de Aprendizagem

No final do presente módulo os alunos devem ter desenvolvido os conhecimentos, procedimentos e atitudes que seguidamente se enunciam.

- Rever e mobilizar conceitos relativos à estrutura e à dinâmica dos ecossistemas.
- Explicar o fluxo unidireccional de energia nos ecossistemas em oposição ao fluxo cíclico de materiais.

- Compreender os conceitos de produtividade e biomassa, mobilizando-os correctamente na interpretação de informação e na comunicação oral e escrita.
- Interpretar pirâmides ecológicas.
- Reconhecer e interpretar fenómenos de sucessão ecológica.
- Conhecer e discutir exemplos de actividades humanas que podem provocar desequilíbrios ou destruição de ecossistemas.
- Compreender e utilizar correctamente os conceitos de bioacumulação e bioampliação.
- Analisar a realidade local, identificando acções susceptíveis de poluir o ambiente e/ou acções que visem a sua protecção e ou recuperação.

4 | Conteúdos

Conteúdos Conceptuais

- A energia entra no ecossistema através dos produtores. Estes convertem a energia luminosa em energia química (matéria orgânica) que pode ser utilizada pelos níveis tróficos seguintes.
- Nas transferências de energia entre os níveis tróficos, ocorrem elevadas perdas energéticas (cerca de 80 a 90%), essencialmente na forma de calor; por esta razão as cadeias alimentares possuem um máximo de quatro ou cinco níveis tróficos.
- A produtividade bruta indica o total de matéria orgânica produzida pelos seres vivos, por unidade de área, por unidade de tempo. Se a este valor for subtraída a biomassa consumida na respiração, nesse mesmo período de tempo, obtém-se a produtividade líquida.
- A produtividade primária diz respeito à produção de biomassa pelos produtores e a produtividade secundária à produção de biomassa pelos demais níveis tróficos.
- O fluxo de energia num ecossistema pode ser traduzido através de pirâmides ecológicas (de números, de biomassa e de energia).
- A biomassa representa a matéria orgânica (ou a energia) que existe no ecossistema, abrangendo todos os órgãos ou estruturas de produtores, consumidores e decompositores, bem como toda a matéria orgânica em decomposição.
- Ao contrário da energia, que flui num só sentido, nos ecossistemas, os nutrientes apresentam um percurso cíclico.
- Os ciclos biogeoquímicos incluem transferências de materiais (água, carbono ou azoto, por exemplo) entre os componentes bióticos e abióticos dos ecossistemas.
- Os ecossistemas não são entidades estáticas, as suas comunidades alteram-se e alteram o meio físico, num processo de sucessão ecológica que pode ser primária ou secundária.
- Após sucessão ecológica podem ser atingidas comunidades bastante estáveis no tempo (comunidade clímax) caracterizadas por elevada biodiversidade.
- A poluição altera de modo desfavorável as características de um ecossistema, podendo implicar, por exemplo, alterações nos processos de transferência de energia, na composição física e/ou química do ar, solo ou água, assim como na abundância relativa de certos organismos.
- Os poluentes podem ser incorporados no corpo dos seres vivos por via directa ou alimentar, podendo ocorrer a sua bioacumulação e bioampliação.

Conteúdos Procedimentais

- Explicação do processo de transferência unidireccional de energia num ecossistema, mobilizando os conceitos de fotossíntese, respiração e cadeia alimentar.
- Discussão do papel dos diferentes tipos de seres vivos (produtores, consumidores, decompositores) na transferência cíclica dos materiais.

- Resolução de exercícios de papel e lápis sobre transferências de energia numa cadeia alimentar.
- Construção e/ou interpretação de pirâmides ecológicas, distinguindo a informação fornecida pelas pirâmides de números, de biomassa e de energia.
- Interpretação de imagens, textos, ... relativos a casos de sucessão ecológica, distinguindo casos de sucessão primária e secundária.
- Análise de dados, em formatos diversos, textos, tabelas, gráficos, ... relacionados com poluição ou destruição de ecossistemas.

Conteúdos Atitudinais

- Valorização dos conhecimentos científicos para a compreensão da dinâmica dos ecossistemas e para a tomada de decisões que visem a sua preservação ou a remediação de efeitos causados por poluentes.
- Interesse em conhecer casos, da realidade local, que contribuam para a poluição de ambientes naturais e/ou acções que visem a sua preservação e ou recuperação.

5 | Orientações metodológicas

Que factores condicionam o funcionamento de um ecossistema?

Qual o papel dos produtores, consumidores e decompositores na transferência de matéria? E no fluxo de energia?

Por que razão as cadeias alimentares têm um reduzido número de níveis tróficos?

Questões como estas poderão orientar actividades como as que seguidamente se enunciam.

- Análise e discussão do funcionamento de um ecossistema conhecido do aluno (por exemplo, canteiro, charco, ...). Sugere-se que o aluno identifique algumas espécies pertencentes a diferentes níveis tróficos e, como base nos conhecimentos de módulos anteriores, explique as funções desempenhadas por cada uma delas (por exemplo, na transferência de energia e de matéria). A discussão das perdas energéticas que se verificam durante a transferência de energia entre os níveis tróficos identificados poderá conduzir à realização de actividades práticas de papel e lápis.
- Construção e/ou interpretação de pirâmides ecológicas (de números, de biomassa e de energia), comparando a informação fornecida por cada uma delas. Será importante que os alunos discutam os factores que tornam inevitável a diminuição de biomassa quando se passa para um nível trófico superior (pirâmides).

Como explicar o aparecimento de comunidades bióticas numa ilha vulcânica recente? E numa área cuja floresta ardeu?

Até que ponto a actividade humana pode condicionar a dinâmica de um ecossistema?

O que acontece a uma comunidade cujos produtores sofrem contaminação tóxica? E se os organismos afectados forem os decompositores?

Que consequências poderá ter a eliminação de parasitas por pesticidas?

Estas questões poderão contextualizar actividades de aprendizagem como as que em seguida se apresentam.

- Interpretação de imagens, textos, ..., relativos ao processo de sucessão ecológica, no sentido dos alunos compreenderem que os ecossistemas não são entidades estáticas e que as suas comunidades se alteram ao longo do tempo e alteram o meio físico onde se encontram. A documentação utilizada na sala de aula deve, sempre que possível, traduzir contextos reais, com significado para os alunos. A propósito de sucessões ecológicas secundárias, será importante que os alunos analisem criticamente alguns comportamentos humanos potenciadores de incêndios florestais, assim como algumas das consequências deste tipo de acontecimentos ao nível da dinâmica dos ecossistemas (por exemplo, na produtividade primária e secundária do ecossistema, na composição do ar, ...).
- Análise e discussão, em pequenos grupos, de textos, notícias, tabelas, gráficos, ..., relativos a casos de poluição de ecossistemas. Sugere-se que, sempre que possível, os casos estudados

sejam conhecidos dos alunos (pela proximidade geográfica ou pela sua divulgação nos media). A discussão deverá permitir ao aluno avaliar as alterações provocadas pelos diferentes poluentes ao nível da composição do ar, solo e água, nos processos de transferência de matéria e energia (bioacumulação e bioampliação), bem como na abundância relativa de certos organismos (por exemplo, produtores e decompositores).

6 | Sugestões de avaliação

A recolha de dados para a avaliação dos alunos deve basear-se em desempenhos de natureza diversa, garantindo que as dimensões conceptual, procedimental e atitudinal sejam avaliadas. Em articulação com as sugestões metodológicas apresentadas, propõe-se que sejam considerados os seguintes aspectos do trabalho dos alunos.

- Elaboração de documentos síntese (textos, mapas conceptuais, *posters*...) sobre processos sucessão ecológica
- Participação nas actividades e debates (intra e inter grupos).
- Resolução de exercícios (transferências de matéria e energia, construção de pirâmides...) e questionários.

Os documentos síntese permitem recolher informação relativa às dimensões conceptual e procedimental: selecção e síntese de informação, compreensão e mobilização de novos conceitos e destrezas de utilização da língua portuguesa na comunicação escrita e/ou através de organizadores gráficos.

A avaliação da participação e dos desempenhos práticos exige que o professor observe e elabore registos, estruturados ou de notação livre, contemplando o desenvolvimento de diferentes competências:

- de natureza procedimental (selecção, organização, estruturação e exposição de informação...);
- de natureza atitudinal (rigor, curiosidade, objectividade, cooperação);
- de natureza conceptual (utilização correcta de nova terminologia, fundamentação de opiniões...);
- de utilização oral da língua portuguesa.

Os exercícios e questionários, quando integrados na leccionação do módulo, podem ser instrumentos interessantes para avaliar os desempenhos dos alunos de natureza conceptual e procedimental

7 | Bibliografia / Outros recursos

Bibliografia

DUVIGNEAUD, P. (1996) *A Síntese Ecológica*, Lisboa, Instituto Piaget. ISBN 972-8245-43-2

Texto básico para professores na área de Ecologia.

HICKMAN Jr, C., ROBERTS, L., LARSON, A., L'ANSON, H. (2004) *Integrated Principles of Zoology*, (12ª Ed.), Boston, WCB McGraw-Hill. ISBN: 0072439408

Compêndio de Biologia interessante pela clareza do texto e qualidade das imagens. Nos seus 38 capítulos são apresentados temas gerais de biologia, como citologia, metabolismo, genética, evolução e ecologia, com especial ênfase na caracterização estrutural e funcional dos animais, nomeadamente seus processos de obtenção de matéria, sistemas que asseguram a circulação e as trocas gasosas, bem como os processos homeostáticos.

MATTHEY, W., DELLA SANTA, E., WANNENMACHER, C. (1984) *Manuel Pratique d'Ecologie*, Lausanne, Payot.

Obra para o professor, organizada com preocupações didácticas, apresentando informação essencial à compreensão dos conceitos básicos de ecologia e propostas de actividades de campo e laboratório em diferentes ambientes (como por exemplo, num curso de água, num lago, na cidade, num muro, no solo, etc.). Apresenta esquemas simples de dispositivos a utilizar ou montar nas actividades de campo e/ou laboratório, bem como de aspectos de morfologia externa de seres vivos com vista a orientar a sua identificação.

NEBEL, B. & WRIGHT, R. (1999) *Ciencias Ambientales – Ecología y desarrollo sostenible*, México, Prentice Hall. ISBN: 970-17-0233-6

Texto para o professor com informação recente sobre temas diversos como, por exemplo, os ecossistemas e seu funcionamento, a explosão demográfica (causas e consequências), a contaminação dos subsistemas terrestres, os recursos naturais, estilos de vida e sustentabilidade, entre outros. O livro é bastante ilustrado e de fácil consulta.

ODUM, E. (1996) *Fundamentos de Ecologia* (5ª Ed.), Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian. ISBN: 972-31-0158-X.

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

RAVEN, P., EVERT, R., EICHHORN, S. (1999) *Biology of Plants* (6ª Ed.), New York, W.H. Freeman: Worth. ISBN:1-5725-9041-6

Compêndio de Biologia que se evidencia pela clareza do seu texto e qualidade das ilustrações. Apresenta aspectos básicos de estrutura e metabolismo da célula vegetal, fundamentos de genética, evolução e classificação (com especial ênfase no reino vegetal), anatomia e fisiologia vegetal, bem como aspectos de ecologia.

Endereços Electrónicos (funcionais em Julho de 2005)

<http://www.biochem4schools.org/default.htm>

Site com informação pertinente sobre biomoléculas, metabolismo, biologia celular, genética, microbiologia, regulação de sistemas biológicos (por exemplo, regulação da temperatura corporal em animais)

<http://www.geog.ouc.bc.ca/physgeog/contents/9j.html>

Dinâmica dos ecossistemas, seus componentes, interrelações e fluxos de matéria e energia.

MÓDULO 7

Evolução e Classificação

Duração de Referência: **24 horas**

1 | Apresentação

Ao longo dos tempos têm surgido diversas hipóteses para explicar a diversidade biológica. Neste módulo exploram-se alguns exemplos de ideias fixistas em oposição a outras de natureza evolucionista, salientando a importância dos contextos sociais e históricos que as enquadram.

Estudam-se alguns argumentos que suportam o evolucionismo, nomeadamente o papel dos trabalhos de Darwin e os conceitos de selecção natural e artificial.

Assim, a selecção natural dos organismos mais adaptados permite compreender que as populações se possam modificar ao longo do tempo e, nesse sentido, possam ser consideradas unidades evolutivas.

Pretende-se que os alunos compreendam a importância dos novos contributos científico-tecnológicos para a construção da perspectiva neodarwinista de evolução biológica.

Neste módulo analisa-se, também, a necessidade de criar sistemas de classificação dos seres vivos, a fim de tornar mais acessível o estudo da sua enorme diversidade.

A referência à evolução dos sistemas de classificação pretende que os alunos compreendam alguns aspectos relacionados com a construção do conhecimento científico.

Neste sentido, não se espera que conheçam as características de diferentes sistemas, antes que reflectam sobre a natureza dos critérios em que se baseiam, bem como no seu carácter provisório quando novos dados ou tecnologias são descobertos. É também nesta perspectiva que se espera que os alunos conheçam os 5 Reinos propostos por Whittaker.

2 | Competências Visadas

Pretende-se que os alunos desenvolvam competências que contemplem, de forma integrada, os domínios conceptual, procedimental e atitudinal, a saber:

- a compreensão da influência que os contextos (tecnológicos, económicos, religiosos...) exercem no processo de construção dos conhecimentos científicos e na sua aceitação social;
- o conhecimento de factos e conceitos que permitam compreender alguns dos argumentos que apoiam a evolução, bem como conceitos básicos relativos à classificação dos seres vivos;
- a construção de opiniões fundamentadas sobre diferentes perspectivas científicas e sociais relativas à evolução dos seres vivos;
- a utilização funcional de processos de pesquisa e comunicação de informação;
- a reflexão crítica e fundamentada sobre comportamentos humanos que podem influenciar a capacidade adaptativa e a evolução dos seres vivos.

3 | Objectivos de Aprendizagem

No final do presente módulo os alunos devem ter desenvolvido os conhecimentos, procedimentos e atitudes que seguidamente se enunciam.

- Interpretar dados de natureza diversa relativos ao evolucionismo, distinguindo Lamarkismo de Darwinismo e Neodarwinismo.
- Relacionar a capacidade adaptativa de uma população com a variabilidade dos indivíduos que a compõem.
- Identificar critérios subjacentes a diferentes sistemas de classificação e discutir respectivas vantagens e limitações.

- Utilizar chaves dicotómicas simples e conhecer regras básicas de nomenclatura.
- Reflectir sobre implicações decorrentes da intervenção do homem na natureza, nomeadamente os que promovem a selecção artificial de espécies ou os cruzamentos não aleatórios dos seus indivíduos.
- Reconhecer o carácter provisório dos conhecimentos científicos, a sua dependência de contextos de natureza diversa, bem como a importância dos contributos da história do pensamento científico para compreender as perspectivas actuais.

4 | Conteúdos

Conteúdos Conceptuais

- Ao longo dos tempos foram apresentadas várias explicações para a diversidade dos seres vivos (Fixismo, Lamarkismo, Darwinismo, Neodarwinismo), todas elas condicionadas pelos contextos da época (científico-tecnológico, sócio-económico, religioso, político,...).
- A teoria da evolução assenta, entre outros aspectos, na existência de mutações e no princípio da selecção natural.
- O evolucionismo é sustentado por argumentos de natureza diversa: anatomia, citologia, bioquímica, paleontologia, entre outros.
- Os mecanismos de evolução podem ter um carácter divergente ou convergente.
- O homem pode influenciar a capacidade adaptativa e a evolução dos seres, nomeadamente quando introduz alterações no meio ou cria situações de selecção artificial.
- As diferentes categorias taxonómicas obedecem a uma hierarquia (Reino, Filo, Classe, Ordem, Família, Género, Espécie) e têm carácter universal, sendo o nome da espécie atribuído de acordo com as regras de nomenclatura binominal.
- Os sistemas de classificação (práticos / racionais, artificiais / naturais e filogenéticos) apoiam-se em diferentes critérios.
- Os critérios subjacentes à classificação de Whittaker (divisão em cinco reinos: Monera, Protista, Fungi, Plantae, Animalia) prendem-se, essencialmente, com o nível de organização celular, o modo de nutrição e as interações nos ecossistemas.
- O sistema de classificação de Whittaker tem vindo a ser ajustado, mas continua a reunir alargado consenso na comunidade científica.

Conteúdos Procedimentais

- Recolha, organização e interpretação de dados de natureza diversa relativos ao evolucionismo e aos argumentos que o sustentam em oposição ao fixismo.
- Identificação e discussão de casos/ situações que envolvam mecanismos de selecção natural e artificial.
- Interpretação de dados que permitam compreender a relação entre a capacidade adaptativa de uma população e a sua variabilidade.
- Identificação de aspectos que permitam distinguir sistemas de classificação práticos / racionais, artificiais / naturais e filogenéticos.
- Resolução de exercícios que envolvam a utilização de chaves dicotómicas simples e aplicação de regras básicas de nomenclatura.

Conteúdos Atitudinais

- Valorização do carácter provisório dos conhecimentos científicos e consciencialização de que esses avanços são condicionados por contextos de natureza diversa (sócio-económicos, religiosos, políticos...).
- Abertura para respeitar diferentes perspectivas relativas à evolução dos seres vivos (científicas, religiosas,...).
- Interesse em identificar e analisar criticamente comportamentos humanos que podem influenciar a capacidade adaptativa e a evolução dos seres.

5 | Orientações metodológicas

Sugere-se a organização de actividades de pesquisa e discussão orientadas por questões, como por exemplo as seguintes:

Como explicar a diversidade dos seres vivos?

Que interpretações têm sido avançadas ao longo do tempo?

A gestão dos trabalhos de pesquisa deve assegurar a análise e interpretação de dados relativos ao evolucionismo e argumentos que o sustentam, aproveitando para enfatizar os contributos da tecnologia e de outras áreas de saber – Física, Química, Geologia,... – na construção dos conhecimentos científicos.

A ênfase dada às teorias evolucionistas, no que respeita ao darwinismo e neodarwinismo, deve ter em conta o conceito de selecção natural, implícito nessas teorias, e promover a confrontação desse conceito com o de selecção artificial. Será importante debater assuntos relacionados com a intervenção do homem, tais como, a selecção de espécies com fins económicos, os cruzamentos não aleatórios e a introdução de espécies exóticas em ambientes que as não possuíam naturalmente.

A grande diversidade dos seres vivos pode suscitar nos alunos a formulação de interrogações como, por exemplo:

Qual a necessidade de classificar os seres vivos?

Que critérios seleccionar para o fazer?

Por que é que os sistemas de classificação têm sido modificados ao longo do tempo?

Estas questões deverão orientar novos trabalhos de pesquisa e discussão. A sistematização da informação pelos alunos, seguida de debate alargado à turma deverá versar os seguintes tópicos:

- sistemas de classificação (por exemplo práticos / racionais, artificiais / naturais e filogenéticos), critérios subjacentes, potencialidades e limitações;
- categorias taxonómicas (universalidade e hierarquia) e regras de nomenclatura;
- classificação de Whittaker: critérios utilizados, número de reinos e exemplos de seres;

Recomenda-se a realização de trabalhos práticos de classificação de alguns seres vivos, tendo por base chaves dicotómicas simplificadas; consoante os recursos disponíveis, poderão ser utilizados exemplares vivos, conservados, modelos em resina ou imagens disponíveis em diferentes suportes.

Salienta-se que a construção de mapas de conceitos poderá ser um recurso didáctico interessante para aceder às construções conceptuais dos alunos durante os processos de aprendizagem, monitorizando as mudanças eventualmente operadas.

6 | Sugestões de avaliação

A recolha de dados para a avaliação dos alunos deve basear-se em desempenhos de natureza diversa, garantindo que as dimensões conceptual, procedimental e atitudinal sejam avaliadas. Em articulação com as sugestões metodológicas apresentadas, propõe-se que sejam considerados os seguintes aspectos do trabalho dos alunos.

- Produção documental (documentos síntese relativos ao trabalho de pesquisa sobre evolucionismo e memória descritiva relativa ao trabalho prático de classificação de seres vivos).
- Participação nas actividades e debates (intra e inter grupos).

- Desempenhos na realização das actividades práticas (classificação de seres vivos).
- Resolução de questionários.

Os documentos síntese permitem recolher informação relativa às dimensões conceptual e procedimental: selecção e síntese de informação, compreensão e mobilização de novos conceitos e destrezas de utilização da língua portuguesa na comunicação escrita e/ou através de organizadores gráficos.

Os questionários podem ser instrumentos interessantes para avaliar desempenhos de natureza conceptual e procedimental. Recomenda-se que a sua aplicação ocorra de forma integrada na leccionação do módulo (e não apenas na sua conclusão), podendo incluir um pequeno número de itens e não ocupar a totalidade de um tempo lectivo.

A recolha de dados relativa à participação e aos desempenhos práticos exige que o professor observe e elabore registos, estruturados ou de notação livre, contemplando o desenvolvimento de diferentes competências:

- de natureza procedimental (seleccionar, organizar, estruturar e expor informação, utilização de chaves dicotómicas, manipulação de instrumentos ópticos,...);
- de natureza atitudinal (rigor, curiosidade, objectividade, cooperação, perseverança...);
- de natureza conceptual (utilização correcta de nova terminologia, fundamentação de opiniões...);
- de utilização oral da língua portuguesa.

7 | Bibliografia / Outros recursos

Bibliografia

BAKER, W. e ALLEN, E. (1975) Estudo da Biologia, São Paulo, Edgard Blücher, 2 vols.

Texto simples interessante para professores e alunos. Apresenta algumas ilustrações e questionários finais.

CAMPBELL, N., MITCHEL, L., REECE, E., (1999) Biology (5ª Ed.), Menlo Park, Benjamin/ Cummings Publishing Company. ISBN: 0-8053-6585-0

Obra organizada em torno dos grandes temas da Biologia (A química da Vida; A Célula; O Gene; Mecanismos de Evolução...; Plantas: estrutura e função; Animais...; Ecologia). A apresentação dos conteúdos é feita de forma clara e sintética, sem esquecer os aspectos que caracterizam a natureza da Biologia como ciência e actividade humana. No final de cada unidade é apresentada uma síntese dos principais conceitos, questionários de revisão, problemas e sugestões de aspectos que permitem enfatizar a dimensão ciência-tecnologia-sociedade dos temas e conceitos estudados.

HICKMAN Jr, C., ROBERTS, L., LARSON, A., L'ANSON, H. (2004) Integrated Principles of Zoology, (12ª Ed.), Boston, WCB McGraw-Hill. ISBN: 0072439408

Compêndio de Biologia interessante pela clareza do texto e qualidade das imagens. Nos seus 38 capítulos são apresentados temas gerais de biologia, como citologia, metabolismo, genética, evolução e ecologia, bem como especial ênfase na caracterização estrutural e funcional dos animais, nomeadamente seus processos de obtenção de matéria, sistemas que asseguram a circulação e as trocas gasosas, bem como os processos homeostáticos.

MACKEAN, G. (1987) Introdução à Biologia, Coimbra, Livraria Almedina.

Texto simples interessante para professores e alunos. Apresenta algumas ilustrações e questionários finais.

MARGULIS, L. & SCHWARTZ, K. (1998) Five Kingdoms: an Illustrated Guide to the Phyla of Life on Earth. (3ª Ed.), New York, WH Freeman & Co.

Obra de referência que tem por base a proposta de classificação de Whittaker, posteriormente modificada. Define e caracteriza os reinos e respectivos filos em que se classificam os seres vivos, sendo o esquema de classificação baseado em dados paleontológicos e moleculares. Na sua secção introdutória apresenta, de forma breve, alguns aspectos básicos para a compreensão do processo de classificação dos seres vivos, tais como, "perspectiva histórica dos sistemas de classificação", "as células dos diferentes reinos" e "ciclos de vida", entre outros. O livro é bastante ilustrado e de fácil consulta.

PRICE, P. (1996) *Biological Evolution*, New York, Saunders College Publishing.

Trata-se de um texto de aprofundamento. O leitor pode encontrar capítulos sobre “Darwin, sua vida e teoria”, “Conceitos de Espécie e Origem de novas espécies”, “Origem da vida e aparecimento dos eucariontes”, “Dos eucariontes aos fungos, animais e plantas”, “Radiação Adaptativa”, “Evolução Humana”, “Classificação Biológica” e “Evolução Neodarwiniana”, entre outros.

PURVES, W. K., ORIANI, G.H., HELLER, E. H. (1998) *Life, The Science of Biology*. (5ª Ed.), Sunderland, Sinauer Associates.

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

RAVEN, P., EVERT, R., EICHHORN, S. (1999) *Biology of Plants* (6ª Ed.), New York, W.H. Freeman: Worth. ISBN:1-5725-9041-6

Compêndio de Biologia que se evidencia pela clareza do seu texto e qualidade das ilustrações. Apresenta aspectos básicos de estrutura e metabolismo da célula vegetal, fundamentos de genética, evolução e classificação (com especial ênfase no reino vegetal), anatomia e fisiologia vegetal, bem como aspectos de ecologia.

Endereços Electrónicos (funcionais em Julho de 2005)

<http://www.actionbioscience.org>

Recurso educativo do Instituto Americano de Ciências Biológicas (AIBS). Apresenta artigos sobre temas diversificados, tais como, biodiversidade, ambiente, genética, biotecnologia, evolução, novas fronteiras da biologia e educação. Alguns artigos estão traduzidos em espanhol.

<http://www.nationalgeographic.pt/revista/1104/feature5/default.asp>

Artigo interessante sobre evolução. Revista National Geographic, em português

<http://www.emc.maricopa.edu/faculty/farabee/BIOBK/BioBookEVOLI.html>

Interessante e abrangente, possuindo diversas entradas e ligações. Em inglês.

<http://evolution.berkeley.edu/>

Muito interessante, organizado especialmente para professores. Sugere actividades e identifica as concepções alternativas mais comuns relativas ao ensino dos conceitos de evolução.

<http://www.bbc.co.uk/education/darwin/index.shtml>

Muito interessante, com diversas ligações. Pertence ao espaço BBC Learning online.

Material Básico de Laboratório e colecções

Instrumentos ópticos: microscópios, lupas de mão e lupas binoculares.

Colecções de *seres vivos*: modelos, fotografias ou esquemas, exemplares conservados ou vivos.

MÓDULO 8

Hereditariedade

Duração de Referência: **24 horas**

1 | Apresentação

Este módulo é centrado no estudo dos genes, nomeadamente a sua natureza, carácter hereditário e sua alteração, possibilitando, também, a reflexão sobre algumas implicações dos conhecimentos de genética na qualidade de vida dos indivíduos e na biodiversidade.

Serão estudados casos de hereditariedade de características explicadas com base em dominância completa e codominância de pares de alelos, assim como associadas a alelos múltiplos. Consoante os cursos/ saídas profissionais dos alunos, os professores e/ou escolas podem optar por abordagens diferenciadas. Poderão optar por centrar as aprendizagens em casos de hereditariedade humana ou, em alternativa, explorarem a transmissão de características hereditárias em populações de plantas e de animais.

O estudo de exemplos simples relacionados com os trabalhos de Mendel e de Morgan permitem ilustrar como os contextos socioculturais, religiosos, económicos, tecnológicos, ... de uma época condicionam a natureza do conhecimento científico produzido.

Os genes como património evolutivo das espécies e como campo de intervenção biotecnológica são perspectivas também contempladas neste módulo.

2 | Competências Visadas

Pretende-se que os alunos desenvolvam competências que contemplem, de forma integrada, os domínios conceptual, procedimental e atitudinal, a saber:

- o reconhecimento do carácter provisório do conhecimento científico e da sua importância social;
- o conhecimento de factos e conceitos básicos que permitam compreender o carácter hereditário de algumas características dos seres vivos, bem como alguns dos desafios que actualmente se colocam à genética ;
- a utilização funcional de processos de pesquisa e comunicação de informação;
- a mobilização de saberes para compreender e formular opiniões sobre questões actuais relacionadas com as aplicações dos conhecimentos de genética;
- a construção de atitudes e valores conducentes ao respeito pela diversidade geno e fenotípica dos indivíduos.

3 | Objectivos de Aprendizagem

No final do presente módulo os alunos devem ter desenvolvido os conhecimentos, procedimentos e atitudes que seguidamente se enunciam.

- Conhecer conceitos básicos de hereditariedade e genética.
- Reconhecer a importância dos trabalhos de Mendel e Morgan no estudo da transmissão de características hereditárias.
- Interpretar casos e resolver exercícios simples de hereditariedade envolvendo um ou dois pares de alelos.
- Relacionar as características fenotípicas de um indivíduo com as interações do seu genótipo com o ambiente.

- Interpretar e construir árvores genealógicas.
- Integrar conhecimentos relacionados com o aparecimento de mutações génicas e cromossómicas (estudados em módulos anteriores) com os que explicam a sua transmissão hereditária.
- Reconhecer que a construção do conhecimento científico é condicionada pelos contextos socioculturais, éticos e tecnológicos da época em que os cientistas vivem.
- Valorizar a investigação em genética para a resolução de problemáticas actuais.

4 | Conteúdos

Conteúdos Conceptuais

- O gene, porção de DNA que codifica uma proteína ou polipeptído, é a unidade funcional da hereditariedade.
- A constituição génica de um indivíduo, para uma determinada característica, é denominada genótipo e, caso não ocorram mutações, mantém-se inalterada durante a sua vida.
- O fenótipo é o conjunto de características de um indivíduo (morfológicas, fisiológicas, comportamentais,...) que resultam da expressão dos seus genes e das interações que estes estabelecem com o ambiente.
- Os genes podem possuir diversos alelos, cuja expressão pode ser dominante/ recessiva ou codominante. Quando existem mais do que duas formas alélicas para um mesmo gene estamos na presença de alelos múltiplos.
- Um indivíduo é homocigótico quando possui, para uma determinada característica, alelos idênticos nos dois cromossomas homólogos. Diz-se heterocigótico quando possui formas alélicas diferentes.
- As características hereditárias podem ser determinadas por ou mais pares de alelos. Os genes podem localizar-se nos cromossomas sexuais ou nos autossomas.
- As mutações génicas ou cromossómicas ao serem transmitidas aos descendentes podem contribuir para aumentar a diversidade dos indivíduos e das populações.
- Os agentes que provocam alterações no DNA ou nos cromossomas de um indivíduo dizem-se mutagénicos e podem ser físicos ou químicos (por exemplo, radiações, gás mostarda).
- Os trabalhos de Mendel e de Morgan foram muito importantes para os avanços dos conhecimentos sobre hereditariedade.
- A engenharia genética é um termo que designa um conjunto de técnicas de manipulação de DNA que procuram dar resposta a problemáticas actuais (por exemplo, no tratamento ou controlo de doenças, no melhoramento de culturas, na produção de alimentos).

Conteúdos Procedimentais

- Aplicação de conceitos básicos de hereditariedade e genética na resolução de exercícios simples que envolvam casos de monismo ou dihibridismo relacionados com dominância completa, codominância, alelos múltiplos e hereditariedade ligada ao sexo.
- Construção e/ou interpretação de árvores genealógicas (máximo de 3 gerações).
- Análise de exemplos de factos/ acontecimentos da história da hereditariedade e da genética, reportando-os aos respectivos contextos tecnológicos e sociais.
- Discussão do significado biológico das mutações.
- Recolha e organização de dados, de natureza diversa, sobre as soluções científico tecnológicas que a sociedade dispõe para resolver problemas como, por exemplo, a terapia genética de doenças, o melhoramento de culturas ou a produção de alimentos.

Conteúdos Atitudinais

- Consciencialização da importância das interações ciência – tecnologia – sociedade no processo de construção do conhecimento científico.
- Valorização e respeito pela diversidade fenotípica dos indivíduos.
- Interesse em compreender e participar em debates de ideias sobre a utilização dos processos de engenharia genética para manipular o genoma de seres vivos.

5 | Orientações metodológicas

Como se transmitem as características ao longo das gerações?

Pode prever-se o aparecimento de uma certa característica na geração seguinte?

Até que ponto os genes determinam o aspecto exterior de um indivíduo?

Questões desta natureza poderão ser ponto de partida para a realização de actividades de aprendizagem como, por exemplo:

- resolução de exercícios de papel e lápis que envolvam um ou dois pares de alelos; salienta-se que a resolução deste tipo de exercícios não deverá ser tomada como um fim em si mesmo, mas antes um meio para que os alunos compreendam como é possível interpretar e prever a transmissão de algumas características;
- interpretação e construção de árvores genealógicas relativos a casos de hereditariedade autossómica ou heterossómica; cabe ao professor decidir os exemplos a estudar, tendo em conta os interesses e saídas profissionais dos alunos.

As referências aos trabalhos de Mendel e Morgan devem ser contextualizadas em termos históricos, sociais e tecnológicos, para o aluno compreender que a construção do conhecimento científico é condicionada pelos contextos da época em que é produzido; poderá ser interessante analisar a terminologia utilizada por Mendel e as razões por que foi abandonada; será também pertinente reflectir sobre as dificuldades e expectativas que actualmente desafiam e controlam a investigação em genética, nomeadamente o peso da opinião pública, interesses económicos, posições políticas e religiosas, meios tecnológicos, entre outros.

Que factores podem alterar os genes herdados pelos indivíduos? Com que consequências?

Poder-se-á corrigir um defeito genético?

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

Relativamente ao estudo da organização, regulação e alteração do material genético é indispensável que os alunos mobilizem e integrem saberes abordados em módulos anteriores (módulos 4 e 5) como, por exemplo, os relativos aos ácidos nucleicos, aos processos de replicação e tradução, bem como aos relacionados com a divisão celular. Sugere-se, a realização de abordagens integradas e contextualizadas que envolvam, por exemplo, as seguintes actividades:

- pesquisa e discussão de informação relativa ao efeito mutagénico de radiações e substâncias químicas;
- interpretação de dados (disponíveis em recursos acessíveis ao público em geral, multimédia e/ ou bibliográficos, *media* ...) relativos à manipulação de DNA e seus resultados, assim como análise das suas implicações éticas e sociais.

6 | Sugestões de avaliação

A recolha de dados para a avaliação dos alunos deve basear-se em desempenhos de natureza diversa, garantindo que as dimensões conceptual, procedimental e atitudinal sejam avaliadas. Em articulação com as sugestões metodológicas apresentadas, propõe-se que sejam considerados os seguintes aspectos do trabalho dos alunos.

- Resolução de exercícios de papel e lápis.
- Elaboração de documentos síntese relativos ao trabalho de pesquisa sobre agentes mutagénicos.

- Participação em debates (por exemplo, sobre os factores que condicionam a construção do conhecimento científico, nomeadamente em relação à genética).

Os exercícios de papel e lápis, quando integrados na leccionação do módulo, podem ser instrumentos interessantes para avaliar os desempenhos dos alunos de natureza conceptual e procedimental.

Os documentos síntese permitem recolher informação relativa às dimensões conceptual e procedimental: selecção e síntese de informação, compreensão e mobilização de novos conceitos e destrezas de utilização da língua portuguesa na comunicação escrita e/ou através de organizadores gráficos.

A recolha de dados relativa à participação exige que o professor observe e elabore registos, estruturados ou de notação livre, contemplando o desenvolvimento de diferentes competências:

- de natureza procedimental (selecção, organização, sistematização e exposição de informação,...);
- de natureza atitudinal (colaboração e responsabilidade na resolução de tarefas em grupo; o rigor e objectividade na apresentação de ideias ...);
- de natureza conceptual (utilização correcta de nova terminologia, fundamentação de opiniões...);
- de utilização oral da língua portuguesa.

7 | Bibliografia / Outros recursos

Bibliografia

CAMPBELL, N., MITCHEL, L., REECE, E., (1999) *Biology* (5ª Ed.), Menlo Park, Benjamin/ Cummings Publishing Company. ISBN: 0-8053-6585-0

Obra organizada em torno dos grandes temas da Biologia (A química da Vida; A Célula; O Gene; Mecanismos de Evolução...; Plantas: estrutura e função; Animais...; Ecologia). A apresentação dos conteúdos é feita de forma clara e sintética, sem esquecer os aspectos que caracterizam a natureza da Biologia como ciência e actividade humana. No final de cada unidade é apresentada uma síntese dos principais conceitos, questionários de revisão, problemas e sugestões de aspectos que permitem enfatizar a dimensão ciência-tecnologia-sociedade dos temas e conceitos estudados.

JENKINS, M (2003) *A Genética*, Men Martins, Publicações Europa América Lda. ISBN: 972-1-05220-5

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

LEWIS, R. (1997) *Human Genetics – Concepts and Applications* (2ª Ed.), WCB Publishers, Dubuque.

Trata-se de um texto de aprofundamento. Aborda aspectos básicos de hereditariedade (DNA, genes e leis de Mendel), genética de populações, genética relacionada com imunidade e cancro, bem como aplicações tecnológicas dos conhecimentos de genética. O texto é acompanhado de esquemas e/ou fotografias a cores e frequentes quadros ou tabelas resumo; alguns capítulos incluem dados de natureza histórica relativos a avanços científicos e tecnológicos.

PURVES, W. K., ORIAN G.H., HELLER E. H. (1998) *Life, The Science of Biology*, (5ª Ed.), Sunderland, Sinauer Associates.

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

RAVEN, P., EVERT, R., EICHHORN, S. (1999) *Biology of Plants* (6ª Ed.), New York, W.H. Freeman: Worth. ISBN:1-5725-9041-6

Compêndio de Biologia que se evidencia pela clareza do seu texto e qualidade das ilustrações. Apresenta aspectos básicos de estrutura e metabolismo da célula vegetal, fundamentos de genética, evolução e classificação (com especial ênfase no reino vegetal), anatomia e fisiologia vegetal, bem como aspectos de ecologia.

Endereços Electrónicos (funcionais em Julho de 2005)

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

Recurso educacional para professores e alunos interessados na genética clássica.

<http://www.ib.usp.br/textos>

Textos sobre genética e hereditariedade (clonagem, uso de animais em investigação, ...) da Universidade de São Paulo.

http://www.ornl.gov/sci/techresources/Human_Genome/home.shtml

Site relativo ao Human Genome Program.

<http://www.biorede.pt>

Biorede – Departamento de Biologia da Universidade de Aveiro. Endereço com informação sobre diversidade animal e vegetal, biologia molecular, expressão genética, entre outros assuntos.

<http://www.biochem4schools.org/default.htm>

Site com informação pertinente sobre biomoléculas, metabolismo, biologia celular, genética, microbiologia, regulação de sistemas biológicos (por exemplo, regulação da temperatura corporal em animais).

MÓDULO 9

Regulação do Meio Interno

Duração de Referência: **24 horas**

1 | Apresentação

Este módulo possibilita diferentes vias curriculares para a exploração de processos de regulação do meio interno dos seres vivos, deixando ao critério de professores e/ ou escolas a selecção da temática que considerem mais pertinente, face às características e motivações dos alunos, bem como ao seu percurso/ saída profissional. Neste sentido, o módulo, sugere os seguintes temas:

Tema 1: Regulação do meio interno no organismo humano;

Tema 2: Regulação do meio interno em plantas.

Em relação ao organismo humano sugere-se o estudo simplificado de processos de regulação nervosa (termorregulação) e hormonal (osmorregulação), comparando os mecanismos envolvidos nos dois processos. O estudo da hormona antidiurética apresenta-se como obrigatório.

No que respeita às plantas, serão estudados exemplos de efeitos de algumas fitohormonas, nomeadamente os que explicam certos tropismos e periodismos.

2 | Competências Visadas

Pretende-se que os alunos desenvolvam competências que contemplem, de forma integrada, os domínios conceptual, procedimental e atitudinal, a saber:

- o conhecimento de factos e conceitos básicos que permitam compreender os mecanismos básicos que asseguram a regulação do meio interno em seres vivos;
- a mobilização de saberes para formular opiniões fundamentadas sobre intervenções humanas no ambiente/ nos seres vivos;
- o domínio de técnicas e a manipulação de instrumentos de laboratório que permitam a obtenção, a análise e interpretação de dados de natureza diversa;
- a valorização das dimensões teórica e prática no desenvolvimento de trabalhos práticos e/ou laboratoriais;
- a utilização funcional de processos de pesquisa, selecção, organização e síntese de informação.

3 | Objectivos de Aprendizagem

No final do presente módulo os alunos devem ter desenvolvido os conhecimentos, procedimentos e atitudes que seguidamente se enunciam.

- Conhecer exemplos e caracterizar processos de regulação nervosa e/ ou hormonal em seres vivos.
- Descrever processos que explicam mecanismos de regulação nervosa e hormonal em animais / tropismos, periodismos e efeitos de fitohormonas em plantas
- Usar fontes diversificadas para pesquisar, organizar, sintetizar e comunicar informação.
- Mobilizar conhecimentos sobre regulação do meio interno em seres vivos para interpretar situações do dia-a-dia ou do conhecimento geral e fundamentar opiniões.

4 | Conteúdos

Conteúdos Conceptuais

Tema 1: Regulação do meio interno no organismo humano

- O Homem possui mecanismos nervosos (electroquímicos) que permitem, dentro de certos limites, regular a temperatura do corpo. Estes mecanismos envolvem centros de coordenação nervosa, nervos, receptores sensoriais e órgãos efectores.
- O neurónio é a unidade estrutural e funcional do sistema nervoso.
- A coordenação nervosa pode envolver actos voluntários ou involuntários.
- A propagação de impulsos nervosos faz-se ao longo de células especializadas, os neurónios, que comunicam entre si através de sinapses onde são libertados neurotransmissores.
- A regulação térmica envolve respostas diversas, nomeadamente ao nível dos músculos esqueléticos (arrepios) e da pele (vasodilatação/vasoconstricção, sudação)
- Os rins são órgãos vitais que asseguram a excreção e a manutenção do equilíbrio hidro-salino do organismo.
- A excreção renal supõe processos de filtração, reabsorção e secreção.
- A hormona anti-diurética (ADH) regula a pressão osmótica no interior do organismo humano, na medida em que regula o processo de excreção renal.
- As hormonas são moléculas produzidas por um órgão ou célula especializada, são transportadas pelo sangue e regulam o funcionamento de órgãos ou tecidos alvo.
- As hormonas controlam processos fisiológicos diversos como, por exemplo, o crescimento do indivíduo, a regulação da pressão osmótica, a reprodução,
- A regulação térmica ou osmótica no organismo humano assenta em sistemas homeostáticos complexos que envolvem circuitos de retroalimentação (positiva e negativa).

Tema2: Regulação do meio interno em plantas

- As plantas possuem substâncias químicas, designadas fitohormonas, que afectam o seu desenvolvimento e metabolismo.
- As giberelinas, auxinas e etileno são exemplos de fitohormonas.
- As auxinas regulam o crescimento e desenvolvimento das plantas (por exemplo, estimulam o enraizamento, activam o crescimento dos frutos,...) e explicam fenómenos como o foto e gravitropismo.
- Os tropismos são fenómenos que as plantas sofrem como resposta a estímulos externos (por exemplo, luminosidade, gravidade,...).
- Os tropismos podem ser considerados positivos ou negativos.
- As giberelinas actuam ao nível de alguns processos biológicos, nomeadamente, retardando o amadurecimento de alguns frutos e favorecendo a germinação de algumas sementes.
- O etileno estimula o crescimento das raízes, induz o amadurecimento de alguns frutos e inibe o transporte de auxinas no interior da planta, entre outros efeitos fisiológicos.
- Hormonas como as giberelinas, as auxinas e o etileno, atendendo aos seus efeitos fisiológicos, são muitas vezes utilizadas em hortofloricultura, assim como no desenvolvimento e maturação de frutos.

Conteúdos Procedimentais

- Recolha, organização e/ou sistematização e interpretação de dados de natureza diversa.

- Discussão de comportamentos e/ou processos fisiológicos mobilizando conceitos estudados neste módulo.
- Interpretação e/ou construção de organizadores gráficos (mapas de conceitos, fluxogramas, ...) sobre os processos envolvidos na regulação do meio interno.
- Realização e interpretação de trabalhos práticos (de pesquisa ou laboratoriais) relativos à temática em estudo.

Conteúdos Atitudinais

- Valorização dos conhecimentos sobre as temáticas em estudo para compreender o funcionamento dos seres vivos e/ou promover a sua divulgação junto de outras pessoas menos informadas.
- Rigor e perseverança nos trabalhos laboratoriais e de pesquisa, bem como objectividade e honestidade no registo dos resultados obtidos nesses trabalhos.

5 | Orientações metodológicas

Propõe-se que a abordagem dos temas se inicie por actividades de análise de situações conhecidas dos alunos que gerem debate e permitam a identificação de questões que sirvam de fio condutor das aprendizagens. Apresentam-se, em seguida, possíveis questões e sugestões de actividades para cada um dos temas.

Tema 1: Regulação do meio interno no organismo humano

*Como reage o organismo humano quando a temperatura ambiente é muito alta? Ou é muito baixa?
O que acontece quando ingerimos alimentos excessivamente salgados?
Que mecanismos fisiológicos asseguram a regulação térmica e salina?*

O estudo de processos de regulação nervosa (termorregulação) e regulação hormonal (osmorregulação) no homem poderá incluir actividades como as que seguidamente se sugerem.

- Análise, em pequenos grupos, de situações conhecidas dos alunos, relacionadas com processos de termorregulação ou excreção, como por exemplo as seguintes: situações de hipotermia ou hipertermia; ingestão excessiva de sal ou de água. Os alunos deverão explicitar o conhecimento que possuem sobre as reacções do corpo humano, assim como sobre os procedimentos a adoptar para minorar efeitos nefastos associados a tais situações. A problematização dessas ideias servirá de ponto de partida para as aprendizagens que visem a interpretação das reacções fisiológicas associadas à regulação térmica e osmótica.
- Interpretação de esquemas simplificados de cortes histológicos de pele que evidenciem os vasos sanguíneos, as glândulas, os pêlos e respectivo músculo erector, o tecido adiposo e terminações nervosas.
- Observação da morfologia interna do rim em esquemas, mapas, modelos ou pela dissecação de órgãos obtidos nos circuitos comerciais de alimentos (rim de porco, carneiro, ...).
- Interpretação de observações microscópicas de tecido nervoso dissociado, apoiada por fotografias e esquemas de neurónios, assim como a interpretação de imagens de cortes histológicos de pele, poderá permitir ao aluno identificar o neurónio como unidade estrutural e funcional do sistema nervoso, bem como a existência e a importância de terminações nervosas na recepção de estímulos (nomeadamente as envolvidas nos mecanismos de termorregulação).
- Pesquisa e a sistematização de informação relativa à acção hormonal, por aluno ou grupo de alunos, seguida de debate alargado à turma, sobre os seguintes aspectos:
 - importância das hormonas no controlo de alguns processos fisiológicos (por exemplo, regulação da pressão osmótica, crescimento, metabolismo, reprodução ...)
 - comparação dos processos de regulação nervosa e hormonal;
 - processos de retroalimentação.

Tema 2: Regulação do meio interno em plantas

Quanto aos processos de regulação nas plantas, sugere-se que os alunos realizem actividades práticas que envolvam a análise e organização de dados, tais como actividades de pesquisa e actividades laboratoriais/ experimentais. Importa que os alunos realizem um trabalho de cariz laboratorial/ experimental. A realização deste tipo de trabalhos pode contemplar o estudo de fitohormonas e/ou tropismos e periodismos.

Assim, recomenda-se que os processos de pesquisa e/ou análise de dados envolvam o debate de opiniões e sejam orientados por questões como, por exemplo, as seguintes:

Como se explicam os movimentos do girassol? Ou de folhas de diversas plantas em função da luz?

Como se pode regular a germinação de sementes? E o crescimento dos caules?

Por que a maioria das plantas só floresce numa certa época do ano?

Que procedimentos permitem a obtenção de flores de uma certa planta durante o ano inteiro?

Como se pode controlar a maturação dos frutos?

Que riscos para a saúde pública podem decorrer da utilização sistemática de hormonas vegetais?

- Sistematização de dados, por aluno ou grupo de alunos, seguida de debate alargado à turma, de modo a que sejam explorados os seguintes tópicos:
 - identificação e caracterização de exemplos de hormonas vegetais e seus efeitos;
 - identificação e caracterização de exemplos de tropismos.
- Planeamento e execução de procedimentos laboratoriais, se possível de cariz experimental, para recolha de evidências sobre o efeito de hormonas vegetais. Actividades que envolvam processos de maturação de frutos e queda de folhas por acção do etileno podem ser realizadas em laboratório com material simples. A aquisição de auxinas e/ ou Giberelinas permite, também, a planificação e execução de actividades experimentais simples, embora os resultados só sejam visíveis após intervalos de tempo mais alargados.
- Planificação e execução de trabalhos laboratoriais/ experimentais relativos a tropismos.
- Interpretação de trabalhos experimentais e respectivos resultados sobre a acção de fitohormonas, tropismos e/ou periodismos.
- Elaboração de memória descritiva e interpretativa relativa ao trabalho laboratorial/ experimental. Importa que os alunos registem dados relativos às diversas etapas, nomeadamente planeamento, execução, recolha de resultados e sua interpretação. O formato de V de Gowin poderá ser interessante, pois facilita a monitorização do processo de aprendizagem por alunos e professores.

6 | Sugestões de avaliação

A recolha de dados para a avaliação dos alunos deve basear-se em desempenhos de natureza diversa, garantindo que as dimensões conceptual, procedimental e atitudinal sejam avaliadas. Em articulação com as sugestões metodológicas apresentadas, propõe-se que sejam considerados os seguintes aspectos do trabalho dos alunos.

- Produção documental: documentos síntese sobre os temas pesquisados e memórias descritivas e interpretativas relativas aos trabalhos práticos realizados.
- Participação na discussão intra e inter grupos.

Os documentos permitem recolher informação relativa às dimensões conceptual e procedimental: selecção e síntese de informação, compreensão e mobilização de novos conceitos, desempenhos práticos (por exemplo, esquemas legendados) e destrezas de utilização da língua portuguesa na comunicação escrita e/ou através de organizadores gráficos.

A recolha de dados relativa à participação exige que o professor observe e elabore registos, estruturados ou de notação livre, contemplando o desenvolvimento de diferentes competências:

- de natureza procedimental (selecção, organização, sistematização e exposição de informação,...);

- de natureza atitudinal (colaboração e responsabilidade na resolução de tarefas em grupo; o rigor e objectividade na apresentação de ideias ...);
- de natureza conceptual (utilização correcta de nova terminologia, fundamentação de opiniões...);
- de utilização oral da língua portuguesa.

7 | Bibliografia / Outros recursos

Bibliografia

CAMPBELL, N., MITCHEL, L., REECE, E., (1999) *Biology* (5ª Ed.), Menlo Park, Benjamin/ Cummings Publishing Company. ISBN: 0-8053-6585-0

Obra organizada em torno dos grandes temas da Biologia (A química da Vida; A Célula; O Gene; Mecanismos de Evolução...; Plantas: estrutura e função; Animais...; Ecologia). A apresentação dos conteúdos é feita de forma clara e sintética, sem esquecer os aspectos que caracterizam a natureza da Biologia como ciência e actividade humana. No final de cada unidade é apresentada uma síntese dos principais conceitos, questionários de revisão, problemas e sugestões de aspectos que permitem enfatizar a dimensão ciência-tecnologia-sociedade dos temas e conceitos estudados.

CARVALHO, A. e outros (1984) *Biologia Funcional – estrutural, molecular, dinâmica e fisiológica*, Coimbra, Almedina.

No livro tratam-se alguns aspectos fundamentais de Biologia Celular, Bioenergética, Bioquímica e Fisiologia. O nível de aprofundamento não é excessivo pelo que a obra é bastante acessível para professores.

HICKMAN Jr, C., ROBERTS, L., LARSON, A., L'ANSON, H. (2004) *Integrated Principles of Zoology*, (12ª Ed.), Boston, WCB McGraw-Hill. ISBN: 0072439408

Compêndio de Biologia interessante pela clareza do texto e qualidade das imagens. Nos seus 38 capítulos são apresentados temas gerais de biologia, como citologia, metabolismo, genética, evolução e ecologia, com especial ênfase na caracterização estrutural e funcional dos animais, nomeadamente seus processos de obtenção de matéria, sistemas que asseguram a circulação e as trocas gasosas, bem como os processos homeostáticos.

PURVES, W. K., ORIANIS G.H., HELLER E. H. (1998) *Life, The Science of Biology*, (5ª Ed.), Sunderland, Sinauer Associates.

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

ROBERTIS, E. & ROBERTIS, E. M. (1996) *Biologia Celular e Molecular*, Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian. ISBN: 972-31-0687-6

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

VANDER, A., SHERMAN, J., LUCIANO, D. (2001) *Human Physiology: the mechanisms of Body Function* (8ª Ed.), New York, Mc Graw Hill. ISBN: 0-07-118088-5 (existem versões brasileiras de edições anteriores)

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

Endereços Electrónicos (funcionais em Julho de 2005)

http://www.alaquairum.com/hormonas_vegetales.htm

Site em espanhol com referências a algumas hormonas vegetais, seus efeitos fisiológicos e alguns acontecimentos históricos relacionados com a sua descoberta.

<http://www.biochem4schools.org/default.htm>

Site com informação pertinente sobre biomoléculas, metabolismo, biologia celular, genética, microbiologia, regulação de sistemas biológicos (por exemplo, regulação da temperatura corporal em animais)

http://pt.wikipedia.org/wiki/P%C3%A1gina_principal

Encicopédia on-line onde se pode encontrar informação muito acessível sobre os vários temas do programa.

Material Básico de Laboratório

MOC

Preparações definitivas de células nervosas dissociadas

Material de vidro corrente.

Material em plástico (frascos lavadores, gobelés, tabuleiros, ...).

Balança digital.

Material básico de dissecação (tesouras, bisturi, agulhas, etc.).

Hormonas vegetais (por exemplo, auxinas e giberelinas).

MÓDULO 10

Interacções com os Microrganismos

Duração de Referência: 24 horas

1 | Apresentação

Neste módulo salienta-se a importância biológica dos microrganismos. Pretende-se que os alunos reconheçam que as bactérias e os fungos estão envolvidos em muitas situações do nosso dia-a-dia, nomeadamente no ambiente, nos alimentos ou no próprio organismo humano.

O módulo não propõe uma abordagem de microbiologia propriamente dita, pelo que não são estudados exemplos relacionados com as vias metabólicas dos microrganismos, nem explorados exemplos que ilustrem a diversidade taxonómica dos seres que podem ser englobados nesta designação. Como já foi salientado, trata-se de uma abordagem exploratória que visa enfatizar o papel destes seres vivos em situações que envolvem questões de saúde ou de preservação ambiental. Nesta perspectiva, prevê-se, então, que sejam apenas abordados exemplos relacionados com a acção de bactérias e fungos.

O módulo propõe ao professor duas temáticas alternativas: será possível desenvolver uma abordagem mais centrada na interacção dos microrganismos com o corpo humano ou, por outro lado, concretizar uma abordagem mais centrada em questões de dinâmica dos ecossistemas.

Valoriza-se, especialmente, a possibilidade das estratégias de aprendizagem envolverem a problematização de situações reais e conhecidas dos alunos, bem como a construção de saberes que permitam a análise crítica de comportamentos, com vista à construção de opiniões cientificamente fundamentadas.

A grande actualidade da utilização dos microrganismos em processos biotecnológicos exige que essa referência seja igualmente integrada nos percursos de aprendizagem a desenvolver neste último módulo do programa, ainda que de uma forma muito simplificada.

2 | Competências Visadas

Pretende-se que os alunos desenvolvam competências que contemplem, de forma integrada, os domínios conceptual, procedimental e atitudinal, a saber:

- a construção de atitudes positivas e prospectivas face ao desenvolvimento científico relacionado com a biologia dos microrganismos, reconhecendo a sua importância pessoal e social;
- o conhecimento de factos e conceitos sobre o papel dos microrganismos nos ecossistemas e nas interacções que estabelecem com o corpo humano;
- a mobilização de saberes científicos para analisar situações, ideias do senso comum ou comportamentos relacionados com a acção de bactérias ou fungos no organismo humano/ nos solos, perspectivando futuras intervenções profissionais;
- o domínio de técnicas e a manipulação correcta de equipamentos, instrumentos e materiais laboratoriais que permitam o estudo de bactérias e de fungos;
- a assunção de posturas de rigor, objectividade, honestidade, autonomia, perseverança e cooperação, no desenvolvimento dos trabalhos científicos;
- o domínio de metodologias de trabalho individual e cooperativo que permitam a obtenção, a análise, a síntese e a comunicação de informações de natureza diversa;
- a construção de valores e atitudes adequadas ao exercício de uma cidadania responsável, no que respeita à saúde ou à preservação dos recursos naturais.

3 | Objectivos de Aprendizagem

No final do presente módulo os alunos devem ter desenvolvido os conhecimentos, procedimentos e atitudes que seguidamente se enunciam.

- Conhecer conceitos básicos que permitam compreender exemplos da acção dos microrganismos no corpo humano/ no ambiente.
- Reconhecer a importância dos conhecimentos científicos para compreender problemas e formular juízos fundamentados sobre questões de saúde/ de exploração dos recursos naturais que envolvam a acção de bactérias e/ou fungos;
- Modificar comportamentos ou convicções em articulação com o resultado das aprendizagens desenvolvidas.
- Pesquisar, seleccionar, organizar e simplificar informação que se apresente disponível em formatos diversos.
- Utilizar com correcção e segurança o microscópio óptico composto (MOC), bem como materiais e instrumentos de laboratório.

4 | Conteúdos

Conteúdos Conceptuais

- Os microrganismos, em particular as bactérias e os fungos, podem ser encontrados nos mais diversos habitats, estabelecendo interações entre si e com outros organismos, nomeadamente os humanos.
- Muitos processos biotecnológicos de produção de alimentos e medicamentos ou tratamento de resíduos, têm por base processos metabólicos realizados por bactérias e/ou fungos.
- Os antibióticos são substâncias utilizadas para combater ou controlar bactérias. O seu uso deve ser cuidadosamente ponderado para evitar a selecção de populações resistentes.

Tema 1: Interação dos microrganismos com o organismo humano

- Na pele e nas mucosas humanas saudáveis é possível encontrar populações de bactérias e fungos.
- A acção de alguns microrganismos que colonizam o corpo humano (por exemplo, a pele e o intestino grosso ...) pode ser benéfica para o equilíbrio do organismo. Alguns podem proliferar excessivamente, invadindo tecidos e/ou produzindo toxinas, causando doenças.
- O controlo de uma população de microrganismos no corpo humano depende de diversos factores, nomeadamente de interações com outras espécies de microrganismos e das capacidades fisiológicas do próprio corpo humano.
- O organismo humano possui mecanismos de defesa específicos e não específicos.
- Os cuidados de higiene permitem controlar as populações de microrganismos que interagem com o corpo humano (remoção de agentes ou das condições que facilitarão a sua proliferação), evitando a sua acção patogénica.
- Práticas desadequadas de higiene ou de embelezamento podem facilitar processos de proliferação, de contágio ou mesmo de infecção microbiológica.
- Os instrumentos utilizados em estabelecimentos que prestam cuidados de beleza e higiene devem ser esterilizados ou descartados de modo a evitar processos de contágio de microrganismos.

Tema 2: A importância dos microrganismos do solo para os ecossistemas

- Nos solos existe um elevado número de populações de bactérias e de fungos que desempenham um papel importante na dinâmica dos ecossistemas ou mesmo na sua produtividade.
- Algumas populações de bactérias e de fungos actuam como decompositores.
- Alguns processos de tratamento de resíduos (compostagem e lamas activadas em ETAR, por exemplo) envolvem a acção decompositora de bactérias.
- As micorrizas são exemplos de relações simbióticas entre fungos e plantas, podendo ser endomicorrizas ou ectomicorrizas.
- As bactérias nitrificantes e as bactérias desnitrificantes desempenham um papel fundamental na circulação biogeoquímica do azoto.
- As bactérias do género *Rhizobium* podem ser encontradas em nódulos, nas raízes de plantas leguminosas.
- O cultivo de leguminosas, tem processos de rotação de culturas, em sido tradicionalmente utilizado para aumentar a produtividade das culturas subsequentes e diminuir a utilização de adubos.
- Os poluentes resultantes de actividades humanas que afectem as populações de bactérias e de fungos que colonizam os solos provocam o desequilíbrio dos ecossistemas.
- Algumas populações de bactérias e de fungos são parasitas de plantas com interesse económico, causando grandes prejuízos.

Conteúdos Procedimentais

- Interpretação de exemplos de situações do dia-a-dia (ou do conhecimento geral das populações) que ilustrem a acção de microrganismos (bactérias e/ou fungos) e consequências dessa actividade para a vida das pessoas (saúde, economia ou ambiente)
- Utilização correcta e em segurança de material de laboratório e do microscópio óptico composto (MOC).
- Observação de bactérias e fungos ao MOC, em preparações definitivas ou extemporâneas, sua esquematização e legendagem.
- Interpretação de imagens (fotografias, esquemas ou ao MOC em preparações definitivas) de tecidos infectados com bactérias e/ou fungos.
- Análise crítica de comportamentos ou práticas pessoais e/ou sociais que envolvam situações de interacção com microrganismos.

Conteúdos Atitudinais

- Valorização dos conhecimentos relacionados com a biologia dos microrganismos, para a adopção de comportamentos que visem a promoção da saúde / a preservação do meio ambiente.
- Abertura para modificar comportamentos ou atitudes pessoais relacionados com situações que envolvam a acção de bactérias e ou fungos, com vista a adoptar posturas cientificamente fundamentadas.
- Rigor e perseverança nos desempenhos laboratoriais, bem como objectividade e honestidade no registo dos resultados obtidos nesses trabalhos.

5 | Orientações metodológicas

Propõe-se que a abordagem do módulo seja contextualizada na análise de situações /informações do dia-a-dia, conhecidas dos alunos, que envolvam aspectos da relação do homem com os microrganismos.

Sugere-se, por exemplo, a análise de *slogans* publicitários que pretendem promover produtos de higiene (para o corpo, para limpeza da louça, da roupa ou da casa) que combatem os “*micróbios*” ou “*germens*”, ou possuem propriedades “*anti-bacterianas*”. A problematização destas mensagens deverá permitir que os alunos explicitem e consciencializem concepções, práticas e convicções relacionadas com o papel dos microrganismos, bem como identificar questões que permitam orientar as aprendizagens que se pretendem desenvolver neste módulo.

Apresentam-se em seguida exemplos de questões que podem orientar as aprendizagens. Salienta-se o facto destas questões servirem ambos os temas propostos. Valoriza-se a possibilidade do debate inicial com os alunos permitir que estes compreendam a riqueza das duas temáticas, envolvendo-os na selecção daquela que mais se ajusta aos seus interesses vocacionais.

Por que existem tantos produtos que visam eliminar os microrganismos?

Como decidir ou não da sua utilização?

O que são microrganismos? Onde existem? Como se podem observar?

Como chegam ao nosso corpo, às nossas casas, ou aos solos?

Que interações podem estabelecer com os humanos ou com outros seres vivos?

Que papel desempenham os microrganismos nos ecossistemas?

Tema 1: Interação dos microrganismos com o organismo humano

Com vista a dar resposta às questões que forem formuladas no debate, deverão ser organizadas actividades diversificadas que permitam ajudar os alunos a consciencializar a presença constante de microrganismos no organismo humano, em situações saudáveis ou patológicas.

- Análise e interpretação de documentos que ilustrem ou permitam inferir a presença de microrganismos à superfície do corpo humano ou em cavidades; sugere-se a exploração de rotulagem, publicidade escrita ou literatura inclusa de produtos de higiene/ medicamentos ou alimentos, fotografias ou esquemas baseados em dados de microscopia, entre outros. A superfície da pele e o interior do intestino grosso poderão ser considerados casos suficientemente ilustrativos.
- Para a compreensão de aspectos relacionados com a colonização da pele por microrganismos, poderá ser interessante a exploração de um esquema simplificado e legendado de um corte histológico de pele, para que os alunos identifiquem os poros (especialmente sebáceos e capilares) como locais privilegiados para o alojamento e proliferação de bactérias.
- Construção de organizadores gráficos sobre os factores que condicionam os processos de infecção por microrganismos, bem como os respectivos mecanismos de defesa do corpo humano. Sugere-se a exploração de exemplos de infecções cutâneas (de glândula sebácea, folículo piloso ou resultante de lesão), uma vez que os alunos conhecem estes exemplos, nomeadamente, sintomas e situações que estiveram na sua origem.
- Pesquisa e organização de informação sobre processos de desinfecção ou esterilização de instrumentos destinados à manipulação de microrganismos ou materiais que possam conter microrganismos (tesouras, escovas...). Importa conhecer, descrever, comparar e discutir as técnicas ou procedimentos seleccionados. Estas actividades poderão ter por objectivo a preparação de uma visita a um laboratório ou se executem procedimentos desta natureza.
- Realização de trabalhos práticos e laboratoriais de microscopia:
 - Observação e esquematização de preparações definitivas, ao MOC, de bactérias e fungos (micélio, esporos e leveduras). Face às competências dos alunos, recursos e tempo disponível o professor poderá ponderar a observação de um corte histológico de pele. Importa que os alunos disponham de esquemas simples que facilitem a interpretação das imagens de microscopia. A utilização de sistemas que permitam projectar o campo do microscópio num televisor ou computador facilita o trabalho de monitorização do professor.

- Face às competências dos alunos, recursos e tempo disponível o professor deverá ponderar a possibilidade dos alunos prepararem e inocularem meios de cultura adequados ao crescimento de bactérias que possam existir à superfície da pele, cabelo, dentes ou sob as unhas ... Os alunos deverão participar nos processos de definição das questões a estudar, planificação e execução destas actividades. Por questões de segurança, as caixas de Petri inoculadas não deverão voltar a ser abertas; as colónias obtidas destinam-se, apenas, à recolha de evidências sobre a presença dos microrganismos nos locais seleccionados pelos alunos.
- Inventariação e análise crítica de comportamentos ou práticas pessoais ou sociais que exijam reformulação face aos conhecimentos sobre as interações de bactérias e fungos com o organismo humano. Salienta-se, por exemplo, a pertinência de analisar situações relacionadas com os seguintes casos: comportamentos face a pústulas na pele; lavagem e secagem de mãos, pés, corpo, ... e cabelo; actuação em caso de ocorrerem pequenas lesões na pele; prevenção de contágios durante as relações sexuais.

Tema 2: A importância dos microrganismos do solo para os ecossistemas

Com vista a dar resposta às questões que forem formuladas no debate, deverão ser organizadas actividades diversificadas que permitam ajudar os alunos a consciencializar a existência de microrganismos no solo, particularmente o seu elevado número e diversidade, bem como a importância da sua actividade para a circulação biogeoquímica de elementos nos ecossistemas e a preservação da qualidade do ambiente.

- Análise e interpretação de documentos que ilustrem ou permitam inferir a presença de microrganismos no solo e sua importância para os ecossistemas: acção decompositora de bactérias e fungos; simbiose de *Rhizobium* em nódulos de raízes de leguminosas e *Micorrizas* em pinheiros.
- Pesquisa, organização e síntese de informação sobre o papel de microrganismos em processos de tratamento de resíduos (compostagem e lamas activadas em ETAR, por exemplo). Estas actividades poderão ter por objectivo a preparação de uma visita a uma ETAR ou centro de compostagem.
- Construção de documentos (organizadores gráficos, desdobráveis, *posters*, ...) relativos à importância dos microrganismos do solo para a agricultura e para a preservação do ambiente.
- Realização de trabalhos práticos e laboratoriais de microscopia:
 - Observação e esquematização de bactérias e fungos, ao MOC, em preparações definitivas, bem como de cortes em nódulos de raízes de leguminosas e micorrizas. Importa que os alunos disponham de esquemas simples que lhes permitam interpretar as imagens. A utilização de sistemas que permitam projectar o campo do microscópio num televisor ou computador facilita o trabalho de monitorização do professor .
 - Montagem de preparações extemporâneas de micélios e estruturas reprodutoras de fungos, preferencialmente obtidos num solo (a partir de restos vegetais em decomposição, por exemplo)
 - Face às competências dos alunos, recursos e tempo disponível o professor deverá ponderar a possibilidade dos alunos prepararem e inocularem meios de cultura com partículas de solo, bem como efectuarem técnicas de coloração de Gram.
- Elaboração de memórias descritivas e interpretativas dos trabalhos práticos realizados. Esses documentos deverão incluir a mobilização de aspectos teóricos (na forma de mapas conceptuais ou texto), a identificação das questões ou objectivos que orientaram os trabalhos, os resultados (incluindo esquemas legendados com indicação da ampliação utilizada, no caso dos trabalhos laboratoriais), discussão dos resultados obtidos e avaliação do grau de consecução dos objectivos previamente estabelecidos.
- Inventariação e análise crítica de comportamentos ou práticas pessoais /sociais à luz de conhecimentos relativos ao papel de bactérias e fungos para a dinâmica dos ecossistemas. Salienta-se a pertinência de analisar situações relacionadas com os seguintes exemplos: derrame

de substâncias tóxicas (detergentes, metais pesados, óleos...) em esgotos domésticos ou solos; plantação de leguminosas para rotação de culturas.

6 | Sugestões de avaliação

A recolha de dados para a avaliação dos alunos deve basear-se em desempenhos de natureza diversa, garantindo que as dimensões conceptual, procedimental e atitudinal sejam avaliadas. Em articulação com as sugestões metodológicas apresentadas, propõe-se que sejam considerados os seguintes aspectos do trabalho dos alunos.

- Produção documental: documentos síntese (textos, mapas conceptuais, *posters*...) e elaboração, pelos alunos, de memórias descritivas e interpretativas relativas aos trabalhos práticos realizados (observações microscópicas,...).
- Desempenhos na realização das actividades práticas e laboratoriais.

Os documentos síntese permitem recolher informação relativa às dimensões conceptual e procedimental: selecção e síntese de informação, compreensão e mobilização de novos conceitos e destrezas de utilização da língua portuguesa na comunicação escrita e/ou de organizadores gráficos.

As memórias descritivas contêm resultados relativos a desempenhos práticos (por exemplo, esquemas legendados), traduzem a compreensão de conceitos e de procedimentos utilizados na planificação e execução das actividades, revelam competências de recolha, organização e síntese de informação, bem como as destrezas de utilização da língua portuguesa.

A correcção dos documentos relativos aos trabalhos práticos deve ser discutida com os alunos, dando-lhes a possibilidade de reformulação e melhoramento face ao *feed-back* fornecido. Destaca-se a importância dos alunos, progressivamente, adquirirem hábitos de reflexão sobre o seu processo de aprendizagem.

A recolha de dados relativa à participação e aos desempenhos práticos exige que o professor observe e elabore registos, estruturados ou de notação livre, contemplando o desenvolvimento de diferentes competências:

- de natureza procedimental (utilização de técnicas necessárias à montagem de preparações extemporâneas, utilização do MOC, manipulação de instrumentos e materiais de laboratório,...);
- de natureza atitudinal (rigor, curiosidade, objectividade, honestidade, cooperação, perseverança,...);
- de natureza conceptual (utilização correcta de nova terminologia, fundamentação de opiniões...);
- de utilização oral da língua portuguesa.

7 | Bibliografia / Outros recursos

Bibliografia

ALCÂNTARA, F. e outros (2001) *Microbiologia – Práticas Laboratoriais*, Aveiro, Edições Universidade de Aveiro. ISBN: 972-789-038-5

Manual de práticas laboratoriais de microbiologia. Texto de aprofundamento para professores. Contém descrição acessível dos processos básicos de esterilização de materiais e preparação de meios de culturas. Contém fotografias exemplificativas.

CASAL, M. (Coord.) (2004) *Microbiologia e Genética Molecular Microbiana – Manual de Laboratório*, Braga, Universidade do Minho. (edição limitada)

Manual de práticas laboratoriais de microbiologia destinado a professores. Apresenta texto bastante acessível e esclarecedor sobre aspectos básicos de microscopia e métodos utilizados em microbiologia. Apresenta, entre outras propostas, sugestões para trabalhos que visam constatar a diversidade do mundo *microbiano* ou *interacções microrganismo-planta: bactérias do género Rhizobium e a fixação de azoto*.

HERITAGE, J., EVANS, G., KILLINGTON, D. (2002) *Microbiologia em Acção*, Lisboa, Editora Replicação,. ISBN: 972-570-280-8

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

NESTER, E., ANDERSON, D., ROBERTS C., PEARSALL, N., NESTER, M. (2003) *Microbiology – a human perspective* (4ªEd.), Boston, McGraw-Hill, Companies. Inc. ISBN: 0-07-247382-7

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

POSTGATE, J. (2002). *Os Micróbios e o Homem*, Lisboa, Editora Replicação. ISBN: 972-570-269-7

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

Endereços Electrónicos (funcionais em Julho de 2005)

<http://commtechlab.msu.edu/sites/dlc-me/zoo/>

Página em inglês que permite conhecer e explorar microrganismos de uma forma acessível, interactiva e divertida. Os conceitos básicos (por exemplo, o que é um micróbio?) são apresentados de forma simples para os alunos. Podem obter-se imagens de microscopia de bactérias, nomeadamente *Rhizobium*.

<http://www.clinicaviva.pt>

Página em português sobre questões relacionadas com a saúde. Na secção doenças pode ser pesquisada informação sobre afecções da pele relacionadas com microrganismos.

http://www.mimosa.com.pt/site/cgi-bin/mm_a_saudavel_00.asp?tipo=15&cat=4

Site da responsabilidade de uma marca comercial de lacticínios. Possui informação sobre a importância da flora intestinal.

<http://pt.wikipedia.org/wiki/Pele>

Página de Enciclopédia *Wikipedia* com informações gerais sobre a histologia da pele e exemplos de patologias.

http://www.msd-brazil.com/msd43/m_manual/mm_sec17_171.htm

Informação sobre flora microbiana normal, processos de infecção e defesa do organismo. A página pertence ao *Manual Merk* sendo possível consultar outros temas.

<http://www.dermanet.com.br/altpele.htm>

Informações sobre a pele e suas afecções

<http://www.escola.agrarias.ufpr.br/>

Página da responsabilidade da Universidade federal do Paraná – Projecto Solo na Escola. Possui informações diversas e sugestões de actividades práticas (nomeadamente actividade microbiana do solo).

<http://cienciahoje.uol.com.br/controlPanel/materia/view/1388>

Artigo da revista Ciência Hoje-*on line* relacionado com a acção de microrganismos na eliminação de resíduos agrotóxicos

<http://www.escolasverdes.org/compostagem/>

Página do Centro de Demonstração de Compostagem (C.D.C.) que tem como objectivo formar e sensibilizar para a prática da compostagem doméstica, enquanto método sustentável para eliminar grande parte dos problemas dos resíduos sólidos urbanos. Permite o contacto para actividades educativas e disponibiliza informação on-line bastante completa e interessante.

<http://www.planetaorganico.com.br/composto.htm>

http://educar.sc.usp.br/biologia/textos/m_a_txt10.htm

Páginas em brasileiro com informações úteis sobre compostagem.

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

Permite aceder a textos, filmes e imagens sobre aspectos de citologia e microbiologia.

Material Básico de Laboratório

Material necessário para trabalhos de microscopia:

MOC e demais equipamentos de videomicroscopia (câmara, televisor, vídeo ou computador)

Lâminas e lamelas

Agulhas e demais material de dissecação

Conta-gotas

Papel absorvente e de limpeza

Material em plástico (frascos lavadores, gobelés, tabuleiros, ...).

Tina de coloração

Lamparina

Corantes (violeta de genciana, azul de metileno, soluto de lugol, cristal violeta, fucsina fénica,

Etanol

Água destilada

Glicerina

Óleo de imersão

Preparações definitivas: bactérias, fungos, micorrizas, nódulos *c/ Rhizobium*, pele *c/ pêlos* em corte

Material necessário para preparação de meios de cultura e inoculação:

Agar nutritivo (meio de cultura de uso geral para bactérias)

Água destilada

Algodão

Material de vidro corrente (caixas de Petri, balões volumétricos, varetas...)

Ansas

Instrumentos de dissecação (tesouras, bisturi, agulhas, ...).

Balança Digital

Placa de aquecimento

Autoclave

Marcadores indeléveis

Índice Geral

Parte I - Orgânica Geral

	Página
1. Caracterização da Disciplina	2
2. Visão Geral do Programa	2
3. Competências a Desenvolver	6
4. Orientações Metodológicas / Avaliação	6
5. Elenco Modular	9
6. Bibliografia	9

Parte II – Módulos

Módulo 1	Estrutura da Biosfera	21
Módulo 2	Energia para a Vida	28
Módulo 3	Biologia e Cidadania	35
Módulo 4	Renovação Celular	43
Módulo 5	Processos de reprodução	49
Módulo 6	Dinâmica dos Ecossistemas	54
Módulo 7	Evolução e Classificação	59
Módulo 8	Hereditariedade	64
Módulo 9	Regulação do meio Interno	69
Módulo 10	Interações com os microrganismos	75