

CURSOS PROFISSIONAIS DE NÍVEL SECUNDÁRIO

PROGRAMA

Componente de Formação Científica

Disciplina de

Biologia

Direcção-Geral de Formação Vocacional

2004/2005

Parte I

Orgânica Geral

Índice:

| | Página |
|---|---------------|
| 1. Caracterização da Disciplina | 2 |
| 2. Visão Geral do Programa | 2 |
| 3. Competências a Desenvolver | 4 |
| 4. Orientações Metodológicas / Avaliação | 5 |
| 5. Elenco Modular | 8 |
| 6. Bibliografia | 8 |

1. Caracterização da Disciplina

Actualmente, a Biologia desempenha um papel relevante na dinâmica da sociedade e na construção da sua cultura, pois 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.

Assim, a segurança alimentar ou a redução dos riscos de propagação de doenças são exemplos de aspectos que envolvem conhecimentos de Biologia, cujos avanços científicos despertam elevado interesse social e, em geral, merecem consensual aprovação.

Porém, noutros casos, os avanços científicos na área da Biologia geram preocupações aos cidadãos, chegando mesmo a perturbar as suas rotinas e comportamentos, na medida em que 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 desertificação ou contaminação de ambientes naturais, ou mesmo a produção e utilização de armas biológicas. Estas são seguramente temáticas que não deixam ninguém indiferente, porém, a tomada de posição crítica e fundamentada por parte dos cidadãos não é fácil, pois exige a mobilização de conceitos que estes nem sempre 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. Para tal, será necessário que o ensino formal desta disciplina privilegie abordagens inovadoras que ajudem os alunos a compreender problemas, a saber ponderar criticamente argumentos contraditórios e a desenvolver competências de pesquisa de informação.

Deste modo, o estudo de conteúdos de Biologia poderá ser considerado não só uma componente importante para a educação geral dos jovens, como 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 um programa de Biologia, destinado a alunos do ensino secundário, deverá garantir que estes desenvolvam competências de natureza científica, bem como aprendam a interagir de forma autónoma, consciente e construtiva com a sociedade e o ambiente, desenvolvendo formas de relacionamento responsável com os seus concidadãos e com os outros seres vivos.

2. Visão Geral do Programa

A disciplina de Biologia insere-se na componente de formação científica dos cursos profissionais e destina-se a proporcionar aprendizagens científicas de base que correspondam, simultaneamente, às exigências de uma formação de nível secundário e de uma qualificação profissional de nível 3.

Os processos de ensino e de aprendizagem deverão ser orientados para a compreensão global da Biologia, quer na identificação do seu objecto de estudo — a VIDA e os SERES VIVOS — quer na exploração articulada dos conhecimentos que engloba actualmente.

A concepção geral do programa visou a elaboração de uma proposta de ensino integrado da Biologia. 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 funcional deverá constituir-se como aspecto integrador do programa, pois, implicitamente, salienta a evolução como uma das características mais abrangente da vida.

A disciplina de Biologia organiza-se em dois conjuntos de módulos de formação, genericamente designados por “módulos base” e “módulos complementares” que apresentam as seguintes características:

- os módulos base destinam-se a todos os cursos em que a disciplina de Biologia integre a componente de formação científica do seu plano curricular. Trata-se de um conjunto de cinco módulos sequenciais (A1 a A5), correspondendo a um total de 100 horas de formação;
- o conjunto de três módulos complementares (B1 a B3) destina-se a todos os cursos cujo plano curricular contemple 150 horas de formação na disciplina de Biologia.

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 a desenvolver nos diversos módulos, assim como a interdependência das aprendizagens inerentes aos diversos módulos base e complementares.

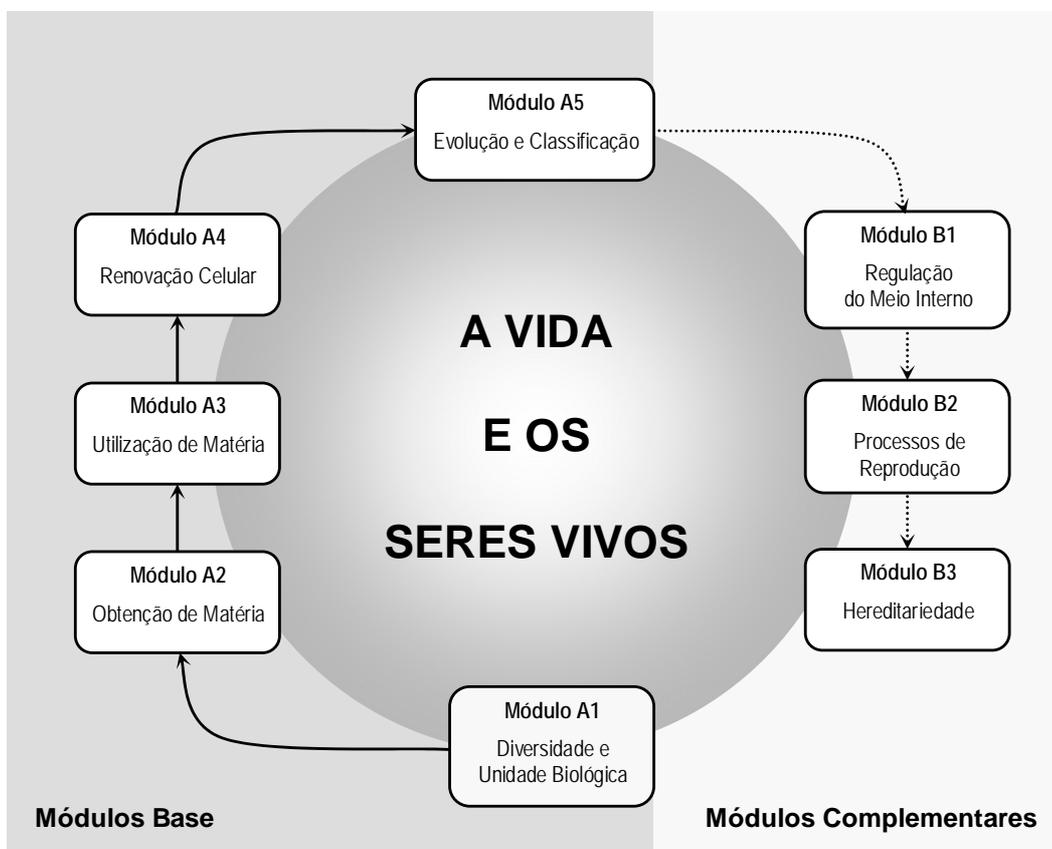


Figura 2.1 – Esquema Conceptual do Programa

O programa inicia-se pelo conjunto de cinco Módulos Base, designados pela letra A, cuja abordagem será obrigatoriamente sequencial.

No **Módulo A1 – Diversidade e Unidade Biológica** – abordam-se as características da vida, partindo da problematização e da observação crítica do meio. Esta etapa inicial visa o diagnóstico e a consolidação de aprendizagens anteriores e deverá permitir o levantamento de questões e/ou problemas orientadores das aprendizagens propostas para os módulos seguintes.

O **Módulo A2 – Obtenção de Matéria** – é centrado no estudo dos processos de auto e heterotrofia em seres vivos com diferentes graus de complexidade.

O **Módulo A3 – Utilização de Matéria** – permite o estudo de diferentes processos de utilização de matéria pelas células, nomeadamente as vias aeróbias e anaeróbias. São também abordadas as

soluções encontradas por diferentes seres para garantir a movimentação de matéria nos seus organismos, bem como as trocas de gases com o ambiente.

O **Módulo A4 – Renovação Celular** – visa a compreensão geral do papel dos ácidos nucleicos na síntese das proteínas pela célula, bem como a mitose enquanto processo que garante a manutenção do património genético durante a divisão celular.

No **Módulo A5 – Evolução e Classificação** – analisa-se a forma como o pensamento científico tem explicado a diversidade biológica ao longo dos tempos, estudam-se argumentos que suportam a evolução biológica e abordam-se aspectos básicos relacionados com a sistemática dos seres vivos.

Os três módulos complementares, designados pela letra B, serão estudados após os módulos básicos acima descritos. Recomenda-se que o seu estudo ocorra de forma sequencial.

No **Módulo B1 – 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; estudam-se os casos de termorregulação e osmorregulação nos animais e fitohormonas em plantas.

O **Módulo B2 – 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; nos processos sexuais dá especial realce ao papel da meiose na promoção da variabilidade dos seres vivos.

No **Módulo B3 – Hereditariedade** – são estudados conteúdos que permitem uma compreensão geral dos processos envolvidos na transmissão de características hereditárias entre as diferentes gerações de seres vivos.

3. Competências a Desenvolver

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

- A compreensão de conceitos, leis, teorias e modelos que permitam uma visão global da Biologia como ciência, bem como uma formação científica básica para a integração no mundo do trabalho e/ou desenvolvimento de estudos posteriores.
- A aplicação de conceitos, leis, teorias e modelos a situações reais e quotidianas, adoptando estratégias de resolução de problemas.
- A análise crítica de hipóteses, teorias ou argumentos contraditórios que permitam desenvolver o pensamento crítico e ajuizar sobre as implicações do desenvolvimento da Biologia.
- O desenvolvimento de qualidades próprias do trabalho científico, tais como o rigor, a ordem e a estruturação, a capacidade crítica e autocrítica, a busca de informação, a contrastação de resultados e a abertura a novas ideias.
- A integração das dimensões social e tecnológica no desenvolvimento da Biologia, reconhecendo a importância das mesmas para o Ser Humano, a Sociedade e a Biosfera.
- A utilização com autonomia de processos de pesquisa documental, bibliográfica e experimental.
- A identificação e compreensão das relações e funções desenvolvidas por diferentes grupos de seres vivos como mecanismos de adaptação ao meio e evolução, insistindo na relação entre estrutura e função a todos os níveis biológicos.

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 situações ou informação em formatos diversos.
- As competências de natureza procedimental estão relacionadas com a própria natureza do trabalho científico. Assim, são exemplos a observação e descrição de fenómenos, a obtenção e interpretação de dados, o conhecimento de técnicas de trabalho, a manipulação de dispositivos, bem como as competências que permitem a planificação, execução e avaliação de desenhos investigativos simples. Nesta perspectiva, o desenvolvimento de competências procedimentais incluiu aspectos de natureza cognitiva e manipulativa.
- Como competências de natureza atitudinal consideram-se as que visam o desenvolvimento de atitudes nos alunos, 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/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/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 utilização de instrumentos ópticos (microscópio óptico e lupa) e de sistemas automáticos para recolha de dados (nomeadamente sensores), a apresentação e interpretação gráfica de dados, a execução de memórias descritivas e interpretativas de actividades práticas, a pesquisa autónoma de informação em diferentes suportes, não esquecendo o reforço das capacidades de expressão e o recurso às novas tecnologias da informação.

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

As abordagens práticas deverão, sempre, integrar as dimensões teórica e prática da Biologia, assim como o trabalho cooperativo entre os alunos. Ao professor caberá 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, 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, pesquisa de informação, execução de actividades práticas, avaliação de resultados e, desejavelmente, a confrontação e avaliação de argumentos, assim como a síntese de informação.

O grau de abertura das propostas deverá ser criteriosamente 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 dos conhecimentos científicos, agindo assim como 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*, podem 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, 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 da Biologia. Deste modo, o objecto da avaliação não poderá ficar limitado ao domínio conceptual mas integrar, necessariamente, os dados relativos aos aspectos procedimentais e atitudinais da aprendizagem dos alunos.

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

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

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 que, deste modo, são considerados parte activa em todo o processo.
- 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.

4.1. Avaliação Sumativa Externa

A disciplina de Biologia é sujeita a avaliação sumativa externa concretizada na realização de exames nacionais nos termos e para os efeitos estabelecidos no artigo 11.º do Decreto-Lei n.º 74/2004, de 26 de Março, conjugado com o artigo 26.º da Portaria n.º 550-C/2004, de 21 de Maio.

Assim, esta modalidade de avaliação aplica-se apenas para efeitos de prosseguimento de estudos de nível superior aos alunos dos cursos profissionais, cujas portarias de criação identifiquem a Biologia como disciplina sujeita a exame.

Em cumprimento do n.º 4 do artigo 26.º da portaria acima referida, estabelece-se que as provas de exame incidem sobre todos os módulos da disciplina (A1, A2, A3, A4, A5, B1, B2 e B3).

5. Elenco Modular

| Número | Designação | Duração de referência (horas) |
|--------|---------------------------------|-------------------------------|
| A1 | Diversidade e Unidade Biológica | 18 |
| A2 | Obtenção de Matéria | 18 |
| A3 | Utilização de Matéria | 24 |
| A4 | Renovação Celular | 18 |
| A5 | Evolução e Classificação | 18 |
| B1 | Regulação do Meio Interno | 18 |
| B2 | Processos de Reprodução | 18 |
| B3 | Hereditariedade | 18 |

6. Bibliografia

Bibliografia geral

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.

Livro de texto em que se tratam 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.

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.

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.C. & 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.

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

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.

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 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.

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.

PANIAGUA, R. et al. (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.

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.

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.

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 interativo.

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 didáctica

AMADOR, F., CONTENÇAS, P. (2001) *História da Biologia e da Geologia*. Lisboa, Universidade Aberta. ISBN: 972-674-349-4

Trata-se de uma história de duas disciplinas científicas onde se narram os principais problemas de cada época e as propostas que foram surgindo para os resolver, os conceitos dominantes e as suas mudanças, considerando sempre o contexto social, cultural e económico em que se foi desenvolvendo o processo de construção da ciência.

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.

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 apresentados aspectos específicos de ensino de biologia, geologia, física e química.

LEITE, L. (2000) As actividades Laboratoriais e a avaliação das aprendizagens dos alunos, in Manuel Sequeira e outros (Org.) *Trabalho Prático e Experimental na Educação em Ciências*, Braga, Universidade do Minho, pp. 91-108.

Texto fundamentado que constitui um importante contributo para aprofundar o significado dos termos *trabalho prático, experimental, laboratorial e de campo*, bem como as questões que rodeiam a avaliação das aprendizagens que decorrem dos trabalhos laboratoriais.

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 relacionadas 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 *Salteras*, 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. e 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. T. (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.

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.

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.

Revistas

Fórum Ambiente, Caderno Verde - Comunicação AS, Porto.

OZONO—*Revista de Ecologia, Sociedade e Protecção da Natureza*, Costa do Castelo S.A., Lisboa.

National Geographic Magazine, National Geographic Magazine, Washington (existe edição portuguesa).

Science & Vie, Science & Vie, Excelsior Publications S.A., Paris.

Scientific American, Scientific American, inc., Nova Iorque.

Pour la Science, (ed. francesa de Scientific American), Éditions Belin, Paris.

La Recherche, La Société D'Éditions Scientifiques, Paris.

Enseñanza de las Ciencias, I C E de la Universitat Autònoma de Barcelona.

Alambique – Didáctica de las Ciencias Experimentales, Graó, Barcelona.

Journal of Biological Education, Institute of Biology, Londres.

The American Biology Teacher, National Association of Biology Teachers, Reston, VA

Guias de campo e laboratório para identificação de seres vivos

Guias Fapas:

Anfíbios e Répteis de Portugal
Árvores de Portugal e Europa
Aves de Portugal e Europa
Fauna e Flora do Litoral de Portugal e Europa
Mamíferos de Portugal e Europa

Pequenos guias da Natureza, Lisboa, Plátano, Edições Técnicas.

Árvores; Flores Silvestres;
Cogumelos; Vida Animal nos Rios e nos Lagos;
Insectos; (entre outros)

Enciclopédia Visual Verbo, Lisboa, Ed. Verbo

| | | | | |
|--------------|------------------|----------------|----------------|----------------|
| 1 - Aves | 5 - Rios e Lagos | 6 - Borboletas | 7 - Árvores | |
| 10 - Plantas | 12 - Mamíferos | 14 - Insectos | 23 – Beira-Mar | (entre outros) |

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.

GOULD, S. J. (1980) *O Polegar do Panda*, Lisboa, Gradiva Publicações Lda.

GOULD, S. J. (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 A1 | Diversidade e Unidade Biológica | 15 |
| Módulo A2 | Obtenção de Matéria | 22 |
| Módulo A3 | Utilização de Matéria | 28 |
| Módulo A4 | Renovação Celular | 35 |
| Módulo A5 | Evolução e Classificação | 41 |
| Módulo B1 | Regulação do Meio Interno | 47 |
| Módulo B2 | Processos de Reprodução | 53 |
| Módulo B3 | Hereditariedade | 58 |

MÓDULO A1

Diversidade e Unidade Biológica

Duração de Referência: **18 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. Também neste módulo se inicia a sensibilização dos alunos para o reconhecimento da influência que actualmente a Biologia tem na vida das pessoas, assim como a importância do domínio dos seus conhecimentos para a participação democrática dos cidadãos nos processos de tomada de decisão, nomeadamente nos que envolvem questões de natureza ambiental.

O módulo permite abordar as características gerais da Vida, partindo da problematização e observação crítica do meio.

O estudo de um ecossistema real e próximo dos alunos permitirá constatar a variedade de organismos que o caracterizam. Facilitará, também, a inferência de aspectos relativos à sua organização, bem como factores que o podem desequilibrar e pôr em risco a conservação das suas espécies.

Os processos de observação em laboratório de seres uni e multicelulares, recolhidos no campo, deverão permitir compreender que a célula é a unidade estrutural e funcional dos seres vivos, bem como possibilitar a identificação de alguns dos seus constituintes químicos básicos.

Em jogo estão a aprendizagem de conceitos e destrezas técnicas, assim como a reflexão sobre o impacto das actividades humanas nos ecossistemas.

Este módulo assume-se, também, como um elemento integrador e articulador das aprendizagens a desenvolver nos módulos seguintes, na medida em que deverá permitir o levantamento de questões e/ou problemas orientadores das aprendizagens previstas para esses módulos.

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 diversidade e a organização da Biosfera, a célula como unidade estrutural e funcional dos seres vivos, bem como a unidade dos compostos químicos que entram na sua constituição;
- o domínio de técnicas e a manipulação correcta de instrumentos que permitam a obtenção e a análise de dados de natureza diversa, recolhidos em diferentes espaços de aprendizagem (nomeadamente sala de aula, laboratório e campo);
- a compreensão da importância de alguns aspectos do trabalho científico, nomeadamente o papel dos problemas, das hipóteses e da teoria, bem como a importância das fases de planificação, execução e avaliação de desenhos de natureza investigativa;

- o desenvolvimento de atitudes adequadas ao trabalho científico, nomeadamente o rigor, a curiosidade, a objectividade, a honestidade, a cooperação e a perseverança;
- a análise crítica de códigos pessoais e/ou colectivos de conduta face a formas de relacionamento com os demais seres vivos e com o meio ambiente.

3 | Objectivos de Aprendizagem

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

- Distinguir componentes bióticos e abióticos num ecossistema, descrevendo exemplos que ilustrem a sua interdependência.
- Reconhecer e valorizar a diversidade biológica que caracteriza um ecossistema.
- Identificar causas que podem contribuir para a extinção de espécies, bem como possíveis implicações desse facto para o ecossistema.
- Identificar e distinguir condutas pessoais e/ou colectivas, bem como suas implicações ao nível do equilíbrio dos ecossistemas e da conservação das espécies.
- Compreender que os sistemas vivos se encontram organizados em níveis estruturais de complexidade crescente.
- Reconhecer a célula como unidade estrutural e funcional de todos os seres vivos e que essa unidade também se revela a nível molecular.
- Interpretar imagens de células/tecidos ao microscópio óptico composto (por observação directa, em fotografias e em esquemas), identificando membrana celular, citoplasma e núcleo (e eventuais órgãos locomotores como cílios ou flagelos).
- Montar preparações extemporâneas e observá-las ao microscópio óptico (pelo menos em duas ampliações) em condições de segurança.
- Conhecer os constituintes básicos dos seres vivos e exemplos do papel que desempenham.
- Observar, distinguir e identificar seres vivos (recolhidos, conservados ou suas imagens) com recurso a bibliografia ou critérios simples previamente estabelecidos.
- Usar fontes diversificadas para pesquisar, organizar e sintetizar informação.
- Analisar e comunicar resultados de trabalhos práticos de forma organizada e diversificada (de forma oral ou escrita; recorrendo a esquemas legendados, tabelas e mapas de conceitos simples).

4 | Âmbito dos 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 alteração dos factores do ambiente ou a extinção de espécies podem provocar desequilíbrios nos ecossistemas, o que pode pôr em risco a sua conservação.

- A célula é a unidade estrutural e funcional de todos os seres vivos que podem ser uni ou multicelulares.
- Ao microscópio óptico as células exibem um padrão básico de organização estrutural (membrana celular, citoplasma e núcleo) bem como particularidades específicas dos seres vivos que as possuem.
- As células vivas efectuam trocas de matéria e energia entre si e com o meio ambiente.
- Os seres vivos são constituídos por compostos químicos básicos, tais como água, sais minerais, proteínas, hidratos de carbono, lípidos e ácidos nucleicos, que integram um reduzido número de elementos químicos (C, O, H, N, P...).
- As macromoléculas orgânicas podem desempenhar funções estruturais, energéticas, enzimáticas, de armazenamento e de transferência de informação; são também formadas por unidades básicas (monossacarídeos, aminoácidos, ácidos gordos, glicerol, nucleótidos) que os seres vivos utilizam e organizam.

Conteúdos Procedimentais

- Participação nos processos de planificação das actividades de estudo de um ecossistema, nomeadamente: formulação de problemas e hipóteses, pesquisa de informação e identificação das tarefas a realizar no campo e no laboratório.
- Execução, de acordo com o plano estabelecido, de procedimentos de colheita de seres vivos ou medição de factores abióticos.
- Organização criteriosa de dados relativos à identificação de seres vivos, utilizando instrumentos de laboratório e/ou suporte bibliográfico.
- Inferência de relações entre os seres vivos identificados, mobilizando dados recolhidos e/ou dados da bibliografia.
- Previsão da evolução de um determinado ecossistema quando sujeito a alterações.
- Execução de procedimentos conducentes à montagem de preparações extemporâneas e sua observação ao microscópio óptico composto (MOC), em diversas ampliações, cumprindo normas de segurança pessoal e de integridade de instrumentos e aparelhos.
- Observação, interpretação, esquematização e legendagem de células ao MOC em seres unicelulares e pluricelulares (bem como imagens em fotografias ou esquemas).
- Elaboração de memórias descritivas e interpretativas relativas a trabalhos práticos realizados.
- Construção de organizadores gráficos (quadros ou mapas de conceitos) relativos aos constituintes químicos dos seres vivos.

Conteúdos Atitudinais

- Reconhecimento e valorização das funções dos diferentes constituintes do ecossistema e sua contribuição para o equilíbrio do mesmo.
- Valorização do registo sistemático de dados durante os trabalhos de campo e laboratório.
- Preocupação em evitar que as actividades de campo afectem o ambiente em estudo.

- Identificação de actividades humanas responsáveis pela contaminação e degradação do ecossistema.
- Valorização da importância dos processos de conservação das espécies nos ecossistemas.

5 | Situações de Aprendizagem / Avaliação

Como é que a actividade humana poderá condicionar as dinâmicas que existem num ecossistema? Esta questão-problema poderá orientar a planificação de um trabalho de natureza investigativa, a realizar em pequenos grupos, para estudo de um ecossistema próximo dos alunos e da escola (por exemplo charco, ribeiro, terreno ou canteiro abandonado, muro...) que integre actividades de campo, de sala de aula e de laboratório, devidamente articuladas.

Para progredirem na elaboração do plano de trabalho é importante que os alunos:

- identifiquem um problema para estudo (O que pretendemos estudar?);
- explicitem e discutam as ideias que possuem e tomem consciência da necessidade de realizar pesquisas que orientem os trabalhos práticos (Que conhecimentos já possuímos? Que informação temos que recolher? Onde poderemos fazê-lo?);
- discutam e estabeleçam passos a seguir para a realização do trabalho (O que fazer antes, durante e após a saída? A que material, técnicas ou instrumentos recorrer? Como se utilizam correctamente?);
- prevejam os resultados a obter (Que seres vivos espero encontrar no ecossistema? Que interações estabelecem entre si? Que documentos elaborar para registar e organizar os dados relativos aos seres vivos e aos parâmetros abióticos? Que factores poderão alterar a dinâmica desse ecossistema?).

Após a implementação do plano de trabalho, os alunos devem reflectir sobre os seguintes aspectos: a pertinência dos dados recolhidos e metodologia adoptada; os resultados obtidos face aos resultados esperados; as limitações e eventuais alterações a introduzir em futuros trabalhos; os aspectos que poderiam (deveriam) ser aprofundados.

O desenvolvimento do plano de trabalho permitirá ao aluno desenvolver atitudes inerentes ao trabalho científico e reflectir criticamente sobre códigos de conduta, pessoais e colectivos, face à forma como o homem se relaciona com os outros seres vivos e com o meio ambiente.

Os dados recolhidos no campo devem ser utilizados como ponto de partida para a exploração dos restantes conceitos do módulo: diversidade e organização da Biosfera, a célula como unidade estrutural e funcional dos seres vivos e os compostos químicos que entram na sua constituição. Sugerem-se actividades como as que se seguem.

- Organização dos dados recolhidos no campo e preparação de infusões para identificação de seres vivos com recurso a instrumentos de laboratório e/ou suporte bibliográfico.
- Discussão das interações que os seres vivos estabelecem entre si e com o meio ambiente, mobilizando dados recolhidos e/ou retirados da bibliografia; será pertinente salientar a importância biológica da conservação das espécies como forma de contribuir para a manutenção do equilíbrio estabelecido entre as diversas populações.
- Montagem de preparações extemporâneas para observar, comparar e identificar seres uni e multicelulares (e/ou tecidos) existentes nas amostras recolhidas e/ou nas infusões/culturas anteriormente preparadas, no sentido de permitir ao aluno (re)construir o conceito de célula como unidade estrutural e funcional de todos os seres vivos.

- Esquematização e legendagem de células observadas ao MOC, em diversas ampliações; a comparação, tanto das estruturas celulares identificadas em diferentes materiais biológicos como dos procedimentos utilizados, poderá servir como ponto de partida para ajudar os alunos a compreenderem que a unidade biológica das células se revela também a nível molecular.
- Discussão dos requisitos necessários à observação de células vivas o que permitirá, por um lado, salientar a importância biológica da água como constituinte fundamental de qualquer ser vivo e, por outro, a necessidade de se cumprirem as normas de segurança aquando da utilização dos diferentes instrumentos e aparelhos.
- Construção de mapas de conceitos (ou quadros) com compostos químicos que entrem na constituição dos seres vivos.
- Elaboração de memórias descritivas e interpretativas dos trabalhos desenvolvidos antes, durante e após a saída de campo; estas deverão traduzir o trabalho de discussão que antecedeu a planificação, nomeadamente a identificação do problema e hipóteses/previsões, o plano de trabalho (e fundamentação de eventuais modificações introduzidas durante a execução do mesmo), os registos efectuados, a interpretação dos resultados obtidos e, ainda, uma avaliação do plano de trabalho.

A memória descritiva assume-se como um importante documento de avaliação para professores e alunos, na medida em que contém resultados relativos a desempenhos práticos (por exemplo esquemas legendados), traduz a compreensão de conceitos e de procedimentos utilizados, revela competências de recolha, organização e síntese de informação, bem como as destrezas de utilização da língua portuguesa e/ou organizadores gráficos.

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

Quais as estratégias que os diferentes seres vivos utilizam para obterem matéria?

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

Como é que as células a utilizam?

6 | 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.

Livro de texto onde são tratados 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 de 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. et al. (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. 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.

RAVEN, P., EVERT, R., EICHHORN, S. (1999) *Biology of Plants* (6ªEd.), W.H. Freeman: Worth, New York. 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.

Guias de campo e laboratório para identificação de seres vivos

(ver bibliografia geral)

Material Básico para Trabalho de Campo

| | |
|---|-----------------------------------|
| caderno de campo | caixa de primeiros socorros |
| frascos para colheitas diversas | sacos plásticos (com e sem fecho) |
| etiquetas | marcadores indeléveis |
| redes de colheita (diferentes Ø de malha) | luvas |
| fita métrica | pás |
| guias de campo | tabuleiros para triagem |
| estacas e fio (para demarcação da área de estudo) | |

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, ...).

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

Sensores de temperatura, pH, luminosidade, humidade e oxigénio dissolvido.

Computador com possibilidade de ligação de sensores.

Corantes/indicadores: Azul de metileno; Água iodada; Sóluto de lugol; Sudão III; Sulfato de cobre anidro; Licor de Fehling; Hidróxido de sódio 10%; Sulfato de cobre 1%.

MÓDULO A2

Obtenção de Matéria

Duração de Referência: **18 horas**

1 | Apresentação

Depois de estudada e compreendida a importância da forma como os sistemas vivos se hierarquizam, importa, nos próximos módulos, aprofundar algumas das características básicas dos seres vivos.

Neste segundo módulo os processos de obtenção de matéria pelos seres vivos são o foco das aprendizagens. Acentua-se a diversidade de estratégias utilizadas, a interdependência morfologia e função, as adaptações ao meio ambiente 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.

As membranas celulares constituem um importante elemento de controlo do movimento de substâncias entre os meios interno e externo dos seres vivos.

A apropriação dos saberes relativos a este módulo deverá ser devidamente integrada e articulada com as aprendizagens realizadas nos módulos prévio e subsequentes, 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.

2 | Competências Visadas

Preende-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 distinguir as diferentes estratégias utilizadas pelos seres vivos, autotróficos e heterotróficos, para a obtenção de matéria;
- a compreensão de exemplos de estratégias de obtenção de matéria pelos seres vivos na medida em que a sua complexidade resulta de processos de evolução;
- 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 de alguns aspectos do trabalho científico, nomeadamente o papel dos problemas, das hipóteses e da teoria;
- a análise crítica de alguns códigos de conduta pessoais e/ou colectivos que possam afectar os processos de autotrofia e interferir com a hierarquia alimentar 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.

- Distinguir os conceitos de autotrofia e heterotrofia.
- Interpretar dados de natureza diversa sobre estratégias de obtenção de matéria.
- Caracterizar e comparar estratégias digestivas utilizadas por seres com diferentes graus de complexidade.
- Desenhar e/ou legendar modelos que explicitem a organização das biomembranas.
- Conhecer e comparar diferentes processos de transporte ao nível da membrana celular, perspectivando respectivos efeitos ao nível da integridade celular.
- Relacionar a ultraestrutura da membrana com a natureza das substâncias que a atravessam e o tipo de transporte.
- Interpretar dados laboratoriais/experimentais relativos a processos de transporte ao nível da membrana.
- Planificar e executar procedimentos experimentais que permitam recolher evidências sobre a síntese de matéria orgânica pelos seres autotróficos.
- Interpretar dados experimentais relativos à obtenção de matéria por seres autotróficos.

4 | Âmbito dos Conteúdos

Conteúdos Conceptuais

- Os seres heterotróficos precisam 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 (completos ou incompletos).
- 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, difusão e transporte facilitado ocorrem a favor dos gradientes de concentração das substâncias, ao contrário do transporte activo, que exige gasto de energia pela célula.
- A endocitose (pinocitose, fagocitose) e a exocitose são processos que também permitem a troca de substâncias entre o meio interno e externo.

- O movimento de substâncias através da membrana e o seu processamento no meio interno envolvem diferentes organitos (vacúolo digestivo, lisossoma, retículo endoplasmático e complexo de Golgi) e algumas enzimas.
- Os seres autotróficos obtêm matéria orgânica produzindo-a através de um processo de síntese, recorrendo a diferentes fontes de energia (fotossíntese, quimiossíntese).
- 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.

Conteúdos Procedimentais

- Recolha, organização e interpretação de dados de natureza diversa (laboratoriais, bibliográficos, *internet*,...) sobre estratégias de obtenção de matéria por diferentes seres heterotróficos.
- Observação e 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.
- Interpretação de processos de transporte ao nível da membrana e discussão da sua importância para a manutenção da integridade celular.
- Organização e interpretação de dados sobre estratégias de obtenção de matéria por seres autotróficos (incluindo breve referência aos seres quimiossintéticos).
- Interpretação de dados experimentais, recolhidos pelos alunos, que permitam compreender que os seres autotróficos sintetizam matéria orgânica na presença de luz.

Conteúdos Atitudinais

- Valorização dos processos críticos na selecção, recolha e apresentação de informação, evitando a sua transcrição e utilização de forma sistemática.
- Reconhecimento da importância dos processos de autotrofia na hierarquia alimentar dos ecossistemas.
-

5 | Situações de Aprendizagem / Avaliação

Na abordagem dos conteúdos relativos à obtenção de matéria pelos organismos, sugere-se a organização de actividades de pesquisa e discussão orientadas por questões, como por exemplo:

Que estratégias utilizam os seres heterotróficos para obter matéria?

Como mobilizar matéria do meio externo para o interno?

Como é que um ser resiste às suas próprias enzimas digestivas?

Que processos asseguram os movimentos de substâncias através das membranas celulares?

A gestão dos trabalhos de pesquisa deve assegurar a análise e comparação de estratégias digestivas utilizadas por seres com diferentes graus de complexidade. Se possível, deverão ser explorados casos de seres identificados no módulo A1.

O estudo dos processos de endo e exocitose deve incluir a interpretação de imagens (fotografias, vídeo ou observação *in vivo*) de microscopia óptica e actividades de discussão, esquematização e sistematização. Tal deverá permitir revisitar, reconstruir e enriquecer a concepção de célula do aluno.

No estudo dos processos de transporte ao nível da membrana celular, suas características, potencialidades e limitações, a ultraestrutura da membrana e a natureza das substâncias a transportar devem servir como fio articulador e integrador.

O estudo destes conteúdos proporciona a planificação e execução de actividades laboratoriais simples, pelos alunos, que 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 bolbo da cebola, epiderme de pétalas ao MOC) em função da variação da concentração do meio (soluções aquosas de cloreto de sódio ou de glicose,...).

A utilização de células vegetais com vacúolos corados (pétalas de *Pelargonium*, por exemplo) evita a necessidade de recorrer a processos de coloração específica. No entanto, a coloração de vacúolos com vermelho neutro permite aprofundar procedimentos básicos de microscopia.

Os alunos devem elaborar memórias descritivas e interpretativas dos trabalhos práticos desenvolvidos (planificação da actividade, registos efectuados e sua interpretação, ...).

O planeamento e execução de procedimentos laboratoriais, de cariz experimental, são actividades que permitem recolher evidências sobre a síntese de matéria orgânica pelos seres autotróficos em presença da luz e detectar (extrair e separar) a presença de pigmentos fotossintéticos. Com material simples poder-se-ão realizar as seguintes actividades: identificação do amido com soluto de lugol, maceração de estruturas fotossintéticas (em algas e/ou plantas), solubilização de pigmentos em álcool (evitar a utilização de solventes tóxicos) e cromatografia em papel.

A utilização de V de Gowin pelos alunos poderá ser uma ferramenta heurística, integradora das dimensões conceptual e metodológica envolvidas na construção dos conceitos. A partilha deste instrumento de avaliação com o professor poderá ajudar o aluno a reflectir sobre o seu processo de aprendizagem e a ultrapassar as dificuldades sentidas.

Sugere-se, ainda, uma breve exploração e sistematização de dados relativos a processos de quimiossíntese.

A observação dos desempenhos dos alunos permitirá ao professor avaliar o desenvolvimento de competências procedimentais (utilização de técnicas, manipulação de instrumentos, ...) e atitudinais (rigor, curiosidade, objectividade, cooperação, perseverança, ...) nos alunos.

6 | 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.

Livro de texto em que se tratam 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.C. & 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.

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* (6ªEd.), 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.

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, lupas binoculares.

Corantes: Vermelho neutro; Água iodada.

MÓDULO A3

Utilização de Matéria

Duração de Referência: **24 horas**

1 | Apresentação

Neste módulo importa compreender como os seres vivos garantem que a matéria orgânica obtida chegue a todas as suas células, onde será transformada e utilizada para obter energia (que fica disponível na forma de ATP), bem como para garantir o crescimento e a renovação do próprio organismo.

O estudo dos processos metabólicos de aerobiose e anaerobiose deve ocorrer de forma articulada com a análise e a sistematização das estratégias que os seres vivos utilizam para garantir tanto a circulação de matéria, como as trocas gasosas com o meio exterior.

A exploração de processos químicos de transformação e/ou produção de matéria, em seres multicelulares e pluricelulares, deve integrar a compreensão da diversidade e da complexidade dos sistemas circulatórios e das superfícies de trocas gasosas que indirectamente os suportam.

O estudo dos processos metabólicos, circulatórios e de trocas gasosas em animais e plantas deverá garantir que os alunos revisitem e enriqueçam os conceitos de diversidade e unidade biológica estudados nos módulos anteriores, perspectivando, também, a existência de mecanismos de evolução que virão a ser estudados no módulo A5.

As actividades a desenvolver neste módulo devem, sempre que possível, tomar como exemplos os seres vivos identificados no ambiente natural que foi estudado no módulo A1.

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 envolvidos no transporte de matéria até às células, os processos de transformação e utilização de energia pelos seres vivos, bem como as estratégias que asseguram as trocas gasosas em seres multicelulares;
- o domínio de técnicas e a manipulação correcta de instrumentos que permitam a obtenção e a análise de dados de natureza diversa, relativos à circulação de matéria no organismo e sua utilização pelas células;
- a compreensão da importância de alguns aspectos do trabalho científico, nomeadamente o papel dos problemas, das hipóteses e da teoria, bem como a importância das fases de planificação, execução e avaliação de desenhos experimentais;
- o desenvolvimento de atitudes adequadas ao trabalho científico, nomeadamente o rigor, a curiosidade, a objectividade, a honestidade, a cooperação e a perseverança.

3 | Objectivos de Aprendizagem

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

- Compreender os mecanismos de transporte que a planta utiliza na distribuição de matéria a todas as suas células (movimentos no xilema e floema).
- Planificar e executar actividades laboratoriais/experimentais simples.
- Localizar, em termos relativos, os tecidos de transporte nos diferentes órgãos das plantas.
- Recolher, organizar e interpretar dados de natureza diversa sobre estratégias de transporte nos seres vivos e processos metabólicos.
- Compreender os processos envolvidos na abertura e fecho dos estomas.
- Reconhecer que a complexidade dos sistemas de transporte resulta de processos de evolução.
- 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.
- Compreender a importância da utilização de processos metabólicos na indústria alimentar.
- Caracterizar as diferentes estruturas respiratórias dos animais e relacioná-las com a complexidade do organismo e adaptação ao meio.
- Construir valores e atitudes responsáveis face aos processos de extração de fluidos circulantes em animais e/ou vegetais.
- Discutir avanços científico-tecnológicos ao serviço da medicina e da indústria alimentar.

4 | Âmbito dos Conteúdos

Conteúdos Conceptuais

- O transporte nas plantas permite às células obterem as substâncias necessárias à síntese de compostos orgânicos e sua posterior distribuição.
- As hipóteses *pressão radicular* e *adesão-coesão-tensão* traduzem mecanismos que explicam os movimentos no xilema.
- A hipótese *fluxo de massa* de Münch explica os movimentos no floema.
- Os sistemas radicular, caulinar e foliar são evidências de adaptações das plantas ao meio terrestre.
- 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).
- A linfa e o sangue são fluidos circulantes que funcionam como veículo de transporte e distribuição de matéria.

Módulo A3: *Utilização de Matéria*

- As vias metabólicas para a produção de ATP 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.
- Alguns seres vivos, ou algumas das suas células, podem utilizar diferentes vias metabólicas em função das condições do meio.
- Os estomas são estruturas que facilitam e regulam as trocas gasosas das plantas.
- As estruturas respiratórias dos animais (tegumento, traqueias, brânquias e pulmões) são, numa perspectiva funcional, adaptações decorrentes da multicelularidade.

Conteúdos Procedimentais

- Interpretação de esquemas/imagens para localização relativa de xilema e floema em diferentes órgãos das plantas (apenas estruturas primárias).
- Interpretação de dados experimentais que permitam compreender as estratégias de transporte que a planta utiliza na distribuição de matéria pelas suas células.
- Observação e esquematização de estomas ao MOC.
- Recolha, organização e interpretação de dados de natureza diversa (laboratoriais, bibliográficos, internet,...) sobre estratégias de transporte nos animais.
- Comparação dos sistemas de transporte em diversos animais, relacionando as características estruturais e funcionais dos diferentes sistemas circulatórios com a sua eficácia no transporte e distribuição de materiais.
- Organização e interpretação de dados de natureza diversa sobre processos de transformação de energia a partir da matéria orgânica, comparando o rendimento energético da fermentação e respiração aeróbia.
- Discussão da capacidade de alguns seres utilizarem diferentes vias metabólicas em função das condições do meio.
- Identificação e comparação das estruturas respiratórias de diferentes animais, relacionando a sua complexidade com processos de adaptação ao meio.

Conteúdos Atitudinais

- Desenvolvimento de posturas fundamentadas face a processos de extracção de fluidos circulantes em animais ou vegetais.
- Valorização dos avanços científico-tecnológicos ao serviço da medicina, na resolução de defeitos congénitos nos seres humanos. (por exemplo, septo incompleto no coração) e tratamento de doenças.
- Valorização das aprendizagens relacionadas com processos metabólicos perspectivando a possibilidade de contribuir para otimizar tarefas relacionadas com o fabrico, processamento ou a conservação de alimentos.

5 | Situações de Aprendizagem / Avaliação

O estudo dos mecanismos envolvidos no transporte de substâncias nas plantas pode suscitar a formulação de questões como as que se seguem.

Qual o destino dos compostos orgânicos sintetizados durante a fotossíntese?

Que sistemas de transporte existem nas plantas?

Quais os mecanismos que determinam o transporte de substâncias?

Questões como estas devem orientar actividades simples como as que em seguida se sugerem:

- a montagem de dispositivo laboratorial utilizando planta com pressão radicular evidente (por exemplo tomateiro);
- a montagem de dispositivo laboratorial para estudar factores que afectam a perda de água por evaporação ao nível das folhas (por exemplo tomateiro) recorrendo, por exemplo, à montagem de potómetros com material simples;
- a 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;
- a observação de imagens ou esquemas de cortes transversais de órgãos vegetais para a localização dos tecidos condutores (a observação de preparações definitivas de cortes transversais de órgãos vegetais com estruturas primárias, ou sua imagem projectada utilizando câmara de videomicroscopia ou fotografias, deverá ser ponderada face às competências dos alunos);
- a 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) aproveitando a oportunidade para observar os cloroplastos referidos no módulo A2.

Estas actividades deverão possibilitar que o aluno integre as informações relativas aos tecidos vasculares, nos diversos órgãos vegetais, de modo a perspectivar a sua funcionalidade na planta como um todo. Será também importante que o aluno domine diferentes técnicas de preparação de material para observação ao microscópio óptico e o manipule correctamente como instrumento de recolha de dados. A forma como o aluno fundamentar os procedimentos adoptados, registar e discutir as observações efectuadas evidenciará o seu processo de aprendizagem e ajudará o professor a detectar possíveis dificuldades sentidas pelos alunos.

Para o estudo dos sistemas de transporte nos animais, sugere-se a organização de actividades de pesquisa e discussão orientadas por questões, como por exemplo:

Que mecanismos de transporte utilizam os animais para distribuir substâncias no seu corpo?

Que características determinam a eficácia dos sistemas de transporte?

Que anomalias congénitas/doenças podem comprometer a eficácia do sistema?

E que respostas científico-tecnológicas dispomos para minorar/corrigir esses problemas?

As actividades práticas poderão incluir a utilização de mapas e/ou modelos anatómicos relativos a animais de diferentes taxas. Poder-se-á recorrer, também, à dissecação de órgãos - por exemplo, coração de porco, ou seres vivos - por exemplo, peixe, codorniz (adquiridos nos circuitos comerciais de alimentação).

As actividades de ensino-aprendizagem relativas aos processos energéticos da célula devem ser articuladas por questões abrangentes, tais como as que se seguem:

Que processos metabólicos utilizam os seres que existem nos ecossistemas estudados?

Como identificar esses processos metabólicos?

Como rentabilizar os processos metabólicos dos seres vivos na produção e processamento de alimentos?

Sugere-se a 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,...) com diferentes graus de aerobiose. Identificação com os alunos das variáveis a controlar e dos indicadores do processo em estudo (por exemplo presença/ausência de etanol, consumo de oxigénio ou libertação de dióxido de carbono).

A interpretação de dados experimentais relativos quer ao rendimento energético dos processos de fermentação e de respiração anaeróbia quer às trocas gasosas dependentes dos mecanismos de abertura e fecho dos estomas são actividades a desenvolver com os alunos.

Será importante lembrar os organitos celulares, utilizando esquemas, salientando a mitocôndria como organito indispensável ao processo de respiração aeróbia. Explorar o facto destes organitos não terem sido observados em trabalhos práticos anteriores e discutir a necessidade de recorrer a outros instrumentos ópticos com maior poder de resolução e de ampliação.

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 do seu habitat. Recomenda-se a utilização de imagens, esquemas ou modelos. Sempre que possível deverão ser tomados como exemplos os seres vivos identificados no ambiente natural que foi estudado no módulo A1.

6 | 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.

Módulo A3: Utilização de Matéria

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

Livro de texto em que se tratam 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. (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.

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 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. 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.

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.

Material Básico de Laboratório

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

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

Suportes universais e respectivas nozes e pinças.

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

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

Instrumentos ópticos: microscópios e lupas binoculares.

Sensores de temperatura, oxigénio e dióxido de carbono.

Computador com possibilidade de ligação de sensores.

MÓDULO A4

Renovação Celular

Duração de Referência: **18 horas**

1 | Apresentação

Em articulação com os módulos anteriores, este módulo permite a abordagem de aspectos relacionados com o crescimento e a renovação celular, explicitando o papel da mitose, do DNA (ácido desoxirribonucleico) e da síntese proteica.

A análise e a interpretação de dados experimentais permitirá aos alunos distinguir DNA de RNA (ácido ribonucleico), do ponto de vista estrutural e funcional, e compreender os processos de síntese que as células possuem e que asseguram o seu crescimento.

A replicação do DNA é o processo que assegura a manutenção da informação genética. Existem, no entanto, factores que podem interferir com o ciclo celular e causar alterações nessa informação.

Através da mitose, as células têm a possibilidade de assegurar a manutenção das características hereditárias ao longo das gerações e de originar novas células idênticas à inicial. É também a mitose o processo responsável pelo crescimento dos organismos e pela regeneração dos tecidos.

A diferenciação é um processo que envolve regulação da transcrição e tradução de genes que ao tornar as células especializadas em determinadas funções pode comprometer a sua própria capacidade de divisão celular.

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 compreensão de factos e conceitos relacionados com o crescimento e renovação celular, com os mecanismos envolvidos na síntese de proteínas, bem como os que permitam compreender a importância do DNA na manutenção da informação genética;
- o domínio de técnicas e a manipulação correcta de instrumentos laboratoriais que permitam a análise de imagens de mitose;
- o desenvolvimento de atitudes e valores conducentes à tomada de decisões fundamentadas, relativas a problemas ambientais que possam interferir no ciclo celular e diferenciação das células que possam 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 de codogones e/ou codões.
- Relacionar a replicação do DNA à ocorrência de mutações génicas.
- Nomear, distinguir e sequenciar as etapas da mitose e do ciclo celular.
- Observar, interpretar, esquematizar e legendar imagens de mitose em diferentes tipos de células.

4 | Âmbito dos Conteúdos

Conteúdos Conceptuais

- A síntese de proteínas é um mecanismo fundamental para a manutenção da vida e da estrutura celular.
- 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.
- O RNA é um constituinte de todas as células vivas e obtém-se por cópia de regiões específicas do DNA; a sua síntese obedece ao princípio da complementaridade de bases.
- A manutenção da informação genética está relacionada com a replicação da molécula de DNA, que ocorre ao nível do núcleo.
- A sequência de aminoácidos que caracteriza uma proteína é determinada pela sequência de bases azotadas do DNA correspondente; esta correspondência é conseguida, ao nível do ribossoma (por exemplo no RER), pela utilização de grupos de três bases do mRNA, os codões, correspondendo cada um deles a um aminoácido de acordo com o código genético.
- 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 acontecimentos como, por exemplo, a desintegração da membrana nuclear, o encurtamento dos cromossomas, a divisão do centrómero, a separação dos cromatídios, a formação de dois núcleos filhos; a divisão do citoplasma designa-se citocinese.

Módulo A4: Renovação Celular

- 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 tradução dos seus genes.
- A capacidade que uma célula tem de originar outros tipos de células especializadas é, em geral, tanto maior quanto menor for a sua diferenciação.

Conteúdos Procedimentais

- Análise e interpretação de dados em formatos diversos (tabelas, esquemas,...) relativos aos mecanismos de replicação, transcrição e tradução que permitam compreender que a informação necessária à síntese de proteínas está contida nas moléculas de DNA.
- Interpretação de procedimentos laboratoriais e experimentais relacionados com estudos de síntese proteica e ciclo celular.
- Formulação e avaliação de hipóteses relacionadas com a influência de factores ambientais no 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.
- Avaliação do papel da mitose nos processos de crescimento, reparação e renovação de tecidos e órgãos em seres pluricelulares.
- Interpretação de dados que permitam compreender que o crescimento de seres multicelulares implica processos de diferenciação celular.
- Discussão da possibilidade dos processos de divisão e diferenciação celular poderem ser afectados por agentes ambientais (raios X; drogas; infecções virais; ...).

Conteúdos Atitudinais

- Valorização do registo sistemático de dados durante a realização de trabalhos laboratoriais.
- Desenvolvimento de atitudes, cientificamente sustentadas, sobre situações ambientais causadas pelo homem que possam interferir no processo de diferenciação celular.

5 | Situações de Aprendizagem / Avaliação

Como explicar a unidade e a variabilidade dos seres vivos?

Esta questão – problema poderá orientar actividades de discussão que permitam ao aluno visitar e enriquecer o conceito de célula estudado no Módulo A1; compreender que, apesar das diferenças existentes entre os seres vivos, estes são caracterizados por uma unidade estrutural e funcional a nível celular e que esta unidade se revela também a nível molecular. Esta abordagem levará, certamente, à identificação de novas questões, tais como:

Que processos são responsáveis pela unidade e 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?

Questões, como as anteriormente referidas, permitirão contextualizar actividades de aprendizagem como as que, em seguida, se sugerem:

- análise e interpretação de esquemas, tabelas com dados experimentais, ... relativos às características das moléculas de DNA e RNA e aos mecanismos de replicação, transcrição e tradução; estas actividades deverão permitir ao aluno conhecer as diferenças entre as várias moléculas estudadas, bem como compreender a importância dos processos em estudo na manutenção da informação genética e na manutenção 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 fenilcetonúria, albinismo, fibrose quística ou anemia falciforme);
- 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 de celular, sugere-se o desenvolvimento de actividades que suponham problematização, pesquisa e debate.

Em que medida o ambiente poderá interferir num ciclo celular?

Qual a intervenção que o Homem pode ter nesse processo?

Que consequências podem advir para a saúde dos indivíduos?

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. Assim, poderão desenvolver atitudes críticas, indispensáveis à compreensão das questões e à construção de juízos e valores cientificamente fundamentados, de modo a permitirem ao aluno a sua participação nos processos sociais de tomada de decisão.

A participação do aluno no debate promovido na turma poderá permitir ao professor recolher informação relativa ao desenvolvimento de diferentes capacidades no aluno, tais como, a de seleccionar, organizar, estruturar e expor informação e, deste modo, avaliá-lo na sua progressão em diferentes domínios da aprendizagem.

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. A utilização de ferramentas heurísticas, integradoras das dimensões conceptual e metodológica envolvidas na construção destes conceitos, poderá permitir recolher informações sobre a forma como o aluno trabalha, como constrói o conhecimento, mostrando as dificuldades conceptuais e metodológicas sentidas. Tais informações poderão ajudar o aluno a reflectir sobre o seu processo de aprendizagem, contribuindo para que este ultrapasse as dificuldades sentidas.

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 | 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.

Livro de texto em que se tratam 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 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. 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.

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.

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 A5

Evolução e Classificação

Duração de Referência: **18 horas**

1 | Apresentação

O processo de mitose, estudado no módulo anterior, permite compreender que a célula não pode aumentar indefinidamente de tamanho. Assim, as organizações coloniais e, posteriormente, a pluricelularidade terão surgido como soluções eficazes para ultrapassar esta limitação.

Ao longo dos tempos têm surgido diversas hipóteses para explicar a diversidade biológica. A selecção natural dos organismos mais adaptados permite compreender que as populações se possam modificar e, nesse sentido, possam ser consideradas unidades evolutivas.

A fim de tornar mais acessível o estudo da enorme diversidade do mundo vivo foram também surgindo, ao longo dos tempos, diferentes propostas de classificação taxonómica dos organismos.

A modificação dos sistemas de classificação estará sempre dependente do aparecimento de novos dados científico-tecnológicos que exijam a sua revisão.

Tendo em conta níveis de organização, modos de nutrição e interacções nos ecossistemas, Whittaker propôs um sistema de classificação em cinco Reinos, que ainda hoje reúne alargado consenso na comunidade científica.

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 que permitam compreender a transição de procarionte para eucarionte e de unicelular para pluricelular, alguns dos argumentos que apoiam a evolução, bem como conceitos básicos relativos à classificação de seres vivos (critérios, suas vantagens e limitações), categorias taxonómicas e regras básicas de nomenclatura;
- a construção de opiniões fundamentadas sobre diferentes perspectivas científicas e sociais relativas à evolução dos seres vivos;
- a valorização do conhecimento da história da ciência para compreender as perspectivas actuais de evolução e sistemática dos seres vivos;
- a reflexão crítica sobre comportamentos humanos que podem influenciar a capacidade adaptativa e a evolução das 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.

- Distinguir seres procariontes de eucariontes, coloniais de pluricelulares, enfatizando aspectos relacionados com o respectivo grau de complexidade.
- Relacionar o conceito de diferenciação celular com o de pluricelularidade.

Módulo A5: Evolução e Classificação

- Interpretar dados de natureza diversa relativos ao evolucionismo, distinguindo Lamarkismo de Darwinismo e Neodarwinismo.
- Relacionar a capacidade adaptativa de uma população com a sua variabilidade.
- 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 | Âmbito dos Conteúdos

Conteúdos Conceptuais

- A célula dos seres eucariontes (uni ou pluricelulares) possui uma organização interna mais complexa (a presença de compartimentos internos delimitados por membranas - organitos) que a célula dos procariontes.
- A especialização de células em organismos coloniais traduz um aumento de complexidade; a passagem à pluricelularidade implica uma progressiva especialização morfofisiológica.
- Ao longo dos tempos foram apresentadas várias explicações para a evolução dos seres vivos (Lamarkismo, Darwinismo, Neodarwinismo), todas elas condicionadas pelos contextos da época (científico-tecnológico, sócio-económico, religioso, político,...); a teoria actual 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 (estruturas homólogas, análogas e vestigiais), 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 que envolvem selecção artificial.
- A sistemática é um conceito abrangente que engloba modelos evolutivos e taxonomia.
- 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.

Módulo A5: Evolução e Classificação

- 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 interacções nos ecossistemas.

Conteúdos Procedimentais

- Interpretação de informações relacionadas com a origem da pluricelularidade, a progressiva especialização morfofisiológica dos seres coloniais e relação destes conceitos com o de diferenciação celular.
- Observação de organismos unicelulares procariontes e eucariontes, coloniais e de células diferenciadas de seres multicelulares.
- Recolha, organização e interpretação de dados de natureza diversa relativos ao evolucionismo e aos argumentos que o sustentam em oposição ao fixismo.
- Análise, interpretação 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.
- Integração e contrastação de perspectivas e argumentos associados aos diferentes sistemas de classificação que foram elaborados ao longo do tempo.
- 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.
- Análise comparativa da classificação de Whittaker com outras antecedentes, atendendo ao número de reinos e aos critérios utilizados.
- Discussão das razões de consensualidade desta classificação face a outras propostas apresentadas posteriormente.

Conteúdos Atitudinais

- Valorização do conhecimento da história da ciência para compreender as perspectivas actuais relativas à evolução biológica e à classificação dos seres vivos.
- Adopção de posturas que revelem compreensão do carácter provisório dos conhecimentos científicos e da forma como esses avanços são condicionados por contextos de natureza diversa (sócio-económicos, religiosos, políticos...).
- Construção de opiniões fundamentadas sobre diferentes perspectivas científicas e sociais (filosóficas, religiosas...) relativas à evolução dos seres vivos.
- Reflexão crítica sobre alguns comportamentos humanos que podem influenciar a capacidade adaptativa e a evolução dos seres.

5 | Situações de Aprendizagem / Avaliação

O estudo dos modelos explicativos do aparecimento dos organismos unicelulares eucariontes e da origem da pluricelularidade pode ser perspectivado a partir da interpretação de imagens, incluindo, também, actividades de discussão, esquematização e sistematização de informação. Sugere-se, igualmente, a observação de organismos unicelulares procariontes e eucariontes, coloniais e multicelulares com diferenciação (por exemplo cianobactérias, *Paramecium*, *Volvox* e *Elodea*). Estas actividades deverão promover a compreensão das semelhanças e diferenças existentes entre os organismos procariontes e os eucariontes, assim como entre as organizações colonial e pluricelular com diferenciação.

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?

De que modo esta diversidade variou ao longo do tempo?

Que interpretações têm sido avançadas?

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?

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

Que critérios foram utilizados para sustentar os diferentes sistemas de classificação?

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/rationais, artificiais/naturais e filogenéticos), critérios subjacentes, potencialidades e limitações;
- categorias taxonómicas (universalidade e hierarquia) e regras de nomenclatura;
- classificação de Whittaker: critérios utilizados (nível de organização celular, modo de nutrição e interações nos ecossistemas); número de reinos; diferenças e semelhanças face a outros sistemas de classificação.

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.

Neste módulo, importa ajudar os alunos a integrar e sistematizar os contributos dos temas estudados nos anteriores módulos. Nesse sentido, sugere-se visitar o objecto de estudo real que

contextualizou as aprendizagens relativas ao módulo A1. As actividades, que poderão incluir a realização de trabalho de campo, deverão requerer que os alunos mobilizem saberes construídos nos diferentes módulos, reflectindo sobre as implicações desses saberes na forma como se olha, com *novos olhos* um objecto de estudo já conhecido.

Salienta-se que a construção de mapas de conceitos poderá ser um recurso didáctico interessante para aceder às construções conceptuais dos alunos e avaliar os processos de mudança eventualmente operados.

6 | 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.

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.

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, ulteriormente 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., 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.

Módulo A5: Evolução e Classificação

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.

Material Básico de Laboratório

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

MÓDULO B1

Regulação do Meio Interno

Duração de Referência: **18 horas**

1 | Apresentação

Estudados os módulos base, importa, nos três módulos complementares, aprofundar aspectos relacionados com processos biológicos que permitem a regulação do meio interno, a reprodução e a herança de características nos seres vivos.

Assim, no presente módulo, o estudo simplificado de processos de regulação nervosa em animais e de processos de regulação hormonal em animais e plantas serão o foco das aprendizagens.

Relativamente aos animais, analisar-se-ão exemplos de mecanismos electroquímicos que permitem, dentro de certos limites, o controlo da temperatura corporal, bem como as vantagens biológicas que daí advêm para os seres que os possuem, em oposição àqueles que não dispõem destes mesmos processos de regulação. Numa perspectiva semelhante, serão abordadas as potencialidades dos mecanismos hormonais, nomeadamente os que permitem a regulação da pressão osmótica no interior de alguns animais.

No que respeita às plantas serão estudados alguns efeitos de fitohormonas, nomeadamente os que explicam certos tropismos e periodismos. A par da perspectiva biológica destes conhecimentos, privilegia-se a exploração crítica de interações recíprocas ciência, tecnologia e sociedade associadas a esta temática.

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 termorregulação e a osmorregulação em animais, bem como a regulação hormonal em plantas;
- o domínio de técnicas e a manipulação correcta de dados e/ou instrumentos que permitam a obtenção e a análise de dados de natureza diversa, relativos à regulação do meio interno em seres vivos;
- a compreensão da importância de alguns aspectos do trabalho científico, nomeadamente o papel dos problemas, das hipóteses e da teoria, assim como a importância das fases de planificação, execução e avaliação de desenhos experimentais;
- a construção de opiniões fundamentadas sobre a utilização de hormonas vegetais com fins económicos.

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 regulação nervosa de processos de regulação hormonal, ao nível das estruturas envolvidas e dos respectivos mecanismos de acção.
- Conhecer exemplos de seres endotérmicos e ectotérmicos e de seres osmorreguladores e osmoconformantes, discutindo os aspectos que fundamentam tais classificações.
- Prever mecanismos de resposta fisiológica a variações térmicas e osmóticas para o caso dos seres humanos, mobilizando conceitos de termorregulação nervosa e acção da hormona ADH (hormona anti-diurética), respectivamente.
- Compreender os conceitos de retroalimentação positiva e negativa.
- Conhecer pelo menos dois exemplos de fitohormonas, respectivos efeitos e exemplos de aplicações práticas à agricultura/floricultura.
- Planificar, executar e avaliar actividades laboratoriais/experimentais.
- Mobilizar conhecimentos para analisar criticamente comportamentos pessoais e/ou sociais relacionados com mecanismos de termorregulação, osmorregulação e utilização de fitohormonas.

4 | Âmbito dos Conteúdos

Conteúdos Conceptuais

- Os animais que possuem mecanismos fisiológicos que lhes permitem, dentro de certos limites, regular a temperatura corporal face a variações do meio externo dizem-se endotérmicos, em oposição aos ectotérmicos, cuja temperatura interna depende da temperatura do meio externo. Estas diferentes capacidades fisiológicas influenciam o comportamento desses seres vivos, bem como as suas capacidades de resposta e de adaptação às condições ambientais.
- Nos seres endotérmicos existem mecanismos nervosos (electroquímicos) de regulação que envolvem centros de coordenação nervosa, nervos, receptores sensoriais e órgãos efectores.
- 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.
- Os animais que possuem mecanismos fisiológicos que lhes permitem, dentro de certos limites, regular a pressão osmótica no interior do seu organismo face a variações do meio externo dizem-se osmorreguladores, em oposição aos osmoconformantes, cuja pressão osmótica interna depende da salinidade do meio externo. Estas diferentes capacidades fisiológicas influenciam o comportamento desses seres vivos, bem como as suas capacidades de resposta e adaptação às condições ambientais.

Módulo B1: Regulação do Meio Interno

- A regulação da pressão osmótica no interior do organismo envolve processos de regulação hormonal. No caso dos seres humanos a produção de hormona ADH é fundamental para assegurar a osmorregulação do organismo.
- A colonização de meios aquáticos com diferente salinidade depende das capacidades osmorreguladoras dos seres vivos. Os diferentes processos fisiológicos são acompanhados por diferentes padrões de comportamento.
- A regulação térmica e osmótica em animais assenta em sistemas homeostáticos complexos que envolvem circuitos de retroalimentação.
- As plantas possuem substâncias químicas, designadas fitohormonas, que afectam o seu desenvolvimento e metabolismo. Giberelinas, auxinas e etileno são exemplos de fitohormonas que podem ser utilizadas em hortofloricultura ou desenvolvimento e maturação de frutos.

Conteúdos Procedimentais

- Recolha, organização e/ou sistematização e interpretação de dados de natureza diversa sobre comportamentos de animais face às variações térmicas e/ou de salinidade do meio.
- Comparação de processos de regulação nervosa e de regulação hormonal, distinguindo as estruturas envolvidas e o seu modo de acção.
- Discussão de comportamentos e/ou processos fisiológicos em diferentes organismos, caracterizando e distinguindo osmorreguladores de osmoconformantes e endotérmicos de ectotérmicos.
- Interpretação e/ou construção de organizadores gráficos (mapas de conceitos, fluxogramas, ...) que evidenciem circuitos de retroalimentação.
- Descrição geral do mecanismo de regulação hormonal da ADH nos seres humanos.
- Análise e interpretação de dados de natureza diversa relacionados com exemplos que evidenciem a acção de hormonas vegetais.
- Concepção, realização e interpretação de procedimentos experimentais simples que evidenciem a influência de hormonas vegetais no crescimento e desenvolvimento das plantas.

Conteúdos Atitudinais

- Desenvolvimento de atitudes responsáveis face a intervenções humanas nos ecossistemas que sejam susceptíveis de afectar os mecanismos de termo e osmorregulação de animais.
- Valorização dos conhecimentos sobre a acção da hormona ADH para compreender o funcionamento do seu próprio corpo, adoptar comportamentos saudáveis e/ou promover a sua divulgação junto de outras pessoas menos informadas.
- Avaliação crítica de processos em que se utilizam hormonas vegetais com fins económicos nas explorações agrícolas.

5 | Situações de Aprendizagem / Avaliação

A exploração de processos de termo e osmorregulação a partir de trabalho de pesquisa e discussão pode ser orientada por questões como as seguintes:

Que mecanismos permitem aos animais regular a temperatura corporal?

De que forma os animais conseguem manter a pressão osmótica do seu meio interno?

Que modificações ambientais podem pôr em causa o equilíbrio interno do organismo?

A sistematização, por aluno ou grupo de alunos, deve ser seguida de debate alargado à turma, de modo a que sejam explorados os seguintes tópicos:

- processos de regulação térmica em diferentes animais (por exemplo, insectos, répteis, aves e mamíferos), tomando como exemplo, sempre que possível, os animais que foram identificados no módulo A1; o caso humano é obrigatório;
- processos de regulação osmótica em diferentes animais (por exemplo, minhoca, peixes, aves e mamíferos), sempre que possível tomando como exemplo os animais que foram identificados no módulo A1; o caso humano é obrigatório (ADH);
- comparação das características dos processos de regulação nervosa e hormonal;
- análise dos efeitos de possíveis alterações ambientais com impacto ao nível dos processos de regulação dos animais; se possível, sugere-se que sejam analisados casos possíveis de acontecerem no ecossistema que foi objecto de estudo no módulo A1.

A realização de trabalhos de pesquisa pelos alunos deverá ser orientada (por exemplo por um guião) para ajudar os alunos a identificar os passos metodológicos a desenvolver e as competências a alcançar. Desse modo, ficarão igualmente claros os parâmetros a considerar na avaliação dos desempenhos e dos documentos escritos que o aluno vier a elaborar. A participação na apresentação de trabalhos e a capacidade de analisar criticamente informação deverão ser aspectos a ter em conta na avaliação dos alunos.

A construção de organizadores gráficos pelos alunos (mapas de conceitos, fluxogramas, ...) deverá ser considerada quer como instrumento de aprendizagem, quer como instrumento de recolha de dados para avaliação.

Quanto aos processos de regulação nas plantas, sugere-se que os alunos realizem actividades práticas que envolvam a análise e organização de dados, bem como a realização de actividades laboratoriais/experimentais. 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 pode regular a germinação de sementes? E o crescimento dos caules?

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

Como se pode controlar a frutificação e a maturação dos frutos?

De que modo os conhecimentos sobre fitohormonas permitem tomar decisões relativas a processos de controlo e desenvolvimento de culturas vegetais e distribuição de alimentos?

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

O planeamento e execução de procedimentos laboratoriais, se possível de cariz experimental, deverão permitir que os alunos recolham evidências sobre o efeito de hormonas vegetais. Actividades que envolvam processos de maturação de frutos, 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.

As diversas etapas dos trabalhos laboratoriais/experimentais, nomeadamente o seu planeamento, execução, recolha de resultados e sua interpretação deverão ser alvo de registo escrito por parte dos alunos. Essa organização permite-lhes monitorizar o seu processo de aprendizagem, possibilitando-lhes recapitular a intencionalidade dos diversos passos.

A utilização de ferramentas heurísticas (como V de Gowin), que exigem integração das dimensões conceptual e metodológica, pode facilitar a recolha de informação pelo professor, relativamente à forma como o aluno trabalha e constrói o conhecimento, revelando eventuais dificuldades sentidas. O *feedback* do professor é essencial ao longo de todo o processo (e não apenas no final) pois permite que o aluno possa reflectir sobre a sua aprendizagem, consciencializando e encetando formas de ultrapassar os obstáculos encontrados.

6 | 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.

Livro de texto em que se tratam 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.

Material Básico de Laboratório

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 B2

Processos de Reprodução

Duração de Referência: **18 horas**

1 | Apresentação

As formas de reprodução, sexuada ou assexuadas, utilizadas pelas diferentes espécies de seres vivos condicionam a variabilidade das suas populações.

A reprodução assexuada permite o rápido crescimento de populações de indivíduos geneticamente semelhantes, permitindo-lhes, assim, a possibilidade de colonizarem ambientes favoráveis.

Por sua vez, os processos de reprodução sexuada asseguram a variabilidade genética de uma espécie, o que pode tornar-se importante em termos de capacidade de adaptação às variações do meio, ou à colonização de novos habitats. Essa variabilidade acontece devido à natureza dos processos envolvidos na meiose, bem como ao acaso inerente à união de gâmetas.

Os ciclos de vida dos organismos apresentam grande diversidade em função das particularidades de cada espécie. O estudo comparativo de exemplos permite identificar aspectos que distinguem alguns tipos de ciclos de vida, salientando a diversidade de estratégias encontradas pelos seres vivos para assegurar o sucesso reprodutivo e fazer face aos desafios que o meio lhes impõe.

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 que permitam distinguir os processos de reprodução assexuada e sexuada, bem como compreender as potencialidades e limitações biológicas inerentes a cada um deles;
- o domínio de técnicas e a manipulação de instrumentos laboratoriais/campo que permitam a obtenção de clones de seres vivos por multiplicação vegetativa, assim como a observação e interpretação de imagens de meiose;
- a compreensão da importância de algumas etapas do trabalho científico, nomeadamente as de planificação, execução e avaliação de desenhos de natureza investigativa;
- O desenvolvimento 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 | Âmbito dos Conteúdos

Conteúdos Conceptuais

- Os processos de Bipartição, Fragmentação, Gemulação, Partenogénese e Esporulação 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); o *crossing-over* e a separação aleatória de cromossomas e cromatídios contribuem para a variabilidade dos seres vivos.
- As gónadas/gametângios são locais onde ocorre produção de gâmetas.
- Os gâmetas e esporos são células reprodutoras.
- A alternância de fases nucleares está relacionada com a ocorrência da meiose e da fecundação num ciclo de vida.

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, esquematização e legendagem de imagens relativas aos principais acontecimentos da meiose.
- Identificação de exemplos de tecidos/órgãos onde seja possível a observação de imagens de meiose.
- Interpretação dos processos de meiose e fecundação e discussão do contributo destes acontecimentos para a variabilidade dos seres vivos.
- Recolha e organização de dados de natureza diversa relativos a estratégias de reprodução utilizadas por seres hermafroditas.
- Aplicação de conceitos básicos (meiose, fecundação, haplóide, diplóide,...) para interpretar diferentes ciclos de vida.
- 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

- Desenvolvimento de atitudes críticas e fundamentadas acerca da exploração dos processos de reprodução assexuada dos seres vivos com fins económicos.
- Apreciação crítica de algumas implicações éticas e morais associadas à utilização de processos científico-tecnológicos na manipulação da reprodução de seres vivos.
- Consciencialização de que eventuais intervenções humanas em qualquer uma das fases do ciclo de vida de um organismo podem interferir na conservação/evolução das espécies.

5 | Situações de Aprendizagem / Avaliação

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. Subentende-se que os desempenhos práticos dos alunos, bem como a sua produção documental forneçam dados para a avaliação das suas aprendizagens.

- Em pequenos grupos de alunos, organizar 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.

Módulo B2: Processos de Reprodução

- Poderá ser interessante visitar uma estação agrícola ou laboratório onde se utilizem/desenvolvam técnicas de propagação vegetativa.
- Comparar exemplos de técnicas utilizadas pela agricultura tradicional e planificar e executar actividades laboratoriais que permitam pôr em prática alguns desses procedimentos.
- Observar e interpretar 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 na separação dos homólogos e/ou na separação de cromatídios, 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 A4 (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). Posteriormente, será pertinente levantar questões, cujo debate possa ser deixado em aberto e servir de fio articulador com as aprendizagens da unidade seguinte.

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 A4, 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 (gâmetas e/ou esporos), 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 | 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.

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.

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.

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 B3

Hereditariedade

Duração de Referência: **18 horas**

1 | Apresentação

Este módulo é centrado no estudo dos genes, nomeadamente a sua natureza, carácter hereditário e alteração, bem como as implicações dos conhecimentos de genética ao nível da qualidade de vida dos indivíduos e da biodiversidade.

Serão estudados casos de hereditariedade de características explicadas com base em dominância completa e codominância de pares de alelos e associada a alelos múltiplos.

O estudo de exemplos simples relacionados com os trabalhos de Mendel e de Morgan permitem ilustrar como os contextos socioculturais, religiosos, económicos ou 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.

Tratando-se do último módulo do programa, importa que os conteúdos nele abordados sejam, sempre que possível, articulados com os que foram objecto de estudo em módulos anteriores, nomeadamente, os relacionados com o aparecimento de mutações génicas e cromossómicas estudados, respectivamente, nos módulos A4 e B2.

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 de hereditariedade e genética que permitam compreender o carácter hereditário de algumas características, bem como a influência do ambiente na manifestação fenotípica dos genes de um indivíduo;
- o conhecimento de conceitos básicos que permitam a resolução de exercícios simples de hereditariedade e a interpretação de árvores genealógicas;
- o reconhecimento da integração das dimensões social e tecnológica no desenvolvimento da genética, bem como a sua importância no processo de construção do conhecimento;
- o desenvolvimento de atitudes e valores conducentes à tomada de decisões fundamentadas, relativas à manipulação do material genético e à 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; casos de dominância completa, codominância, alelos múltiplos e hereditariedade ligada ao sexo.
- 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.
- Compreender que a construção do conhecimento científico é condicionada pelos contextos socioculturais, éticos e tecnológicos da época em que os cientistas vivem.
- Reconhecer a importância da investigação em genética na resolução de problemáticas actuais, nomeadamente, os relacionados com o tratamento e o controlo de doenças, o melhoramento de culturas e a produção de alimentos.

4 | Âmbito dos 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.

Módulo B3: Hereditariedade

- O sistema sanguíneo ABO é um caso de alelos múltiplos e codominância. A hemofilia e o daltonismo são exemplos de hereditariedade ligada ao sexo.
- 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).
- A engenharia genética é um termo que designa um conjunto de técnicas de manipulação de DNA que procuram dar resposta a problemáticas actuais, nomeadamente o tratamento ou controlo de doenças e o melhoramento de culturas.

Conteúdos Procedimentais

- Aplicação de conceitos básicos de hereditariedade e genética na resolução de exercícios simples.
- 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 ou o melhoramento de culturas.

Conteúdos Atitudinais

- Valorização da importância das interações ciência – tecnologia – sociedade no processo de construção do conhecimento científico.
- Desenvolvimento de atitudes que promovam o respeito pela diversidade fenotípica dos indivíduos.
- Tomada de posição crítica e fundamentada face aos argumentos que suportam os debates sobre a utilização dos processos de engenharia genética para manipular o genoma de seres vivos.

5 | Situações de Aprendizagem / Avaliação

Como se transmitem as características ao longo das gerações?

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

Como saber se uma doença tem ou não carácter hereditário?

Até que ponto os genes determinam o nosso fenótipo?

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 relativas a casos de hereditariedade autossómica ou heterossómica; a transmissão hereditária do sistema ABO, daltonismo ou hemofilia devem ser exemplos a estudar.

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; nesse sentido, 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 alelos que herdamos? 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, de forma responsável e crítica, saberes abordados em módulos anteriores (A4 e B2) como, por exemplo, os relativos aos ácidos nucleicos, sua localização e organização, aos processos de replicação e tradução, bem como os relacionados com a divisão celular. Sugere-se, assim, 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 relativos à manipulação de DNA, seus resultados e implicações éticas e sociais (disponíveis em recursos acessíveis ao público em geral, multimédia e/ou bibliográficos).

Na avaliação, entre outros aspectos, devem ser contemplados os seguintes: a colaboração e responsabilidade do aluno na resolução de tarefas em grupo; a sua capacidade de sistematizar, num documento, a informação recolhida; a forma como é capaz de mobilizar conceitos para fundamentar as suas intervenções durante os debates realizados na turma.

6 | Bibliografia / Outros Recursos

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, Publ. 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.), 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.

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.