



PROGRAMA DE **BIOLOGIA**

12.º ANO DE ESCOLARIDADE

COMPONENTE DE FORMAÇÃO ESPECÍFICA – Opção b)
ÁREA: Ciência e Tecnologia

ENSINO SECUNDÁRIO
VERSÃO EXPERIMENTAL

PROGRAMA DE
BIOLOGIA

12.º ANO DE ESCOLARIDADE

(Versão Experimental)

VERSÃO EXPERIMENTAL

Ficha Técnica

Título

Programa de Biologia – 12º Ano de Escolaridade

Editores/Autores

Ministério da Educação

Coordenação

Direção Nacional de Educação / Serviço de Desenvolvimento Curricular

Elaboração / Concetores

Isabel Rute Alves

Ana Cadima Almeida

Jailson Mendes

Elaboração / Validadores

Anabela Veiga

Edgar Lameiras

Propriedade

Ministério da Educação

Palácio do Governo

C.P. 111

Tel.: +238 262 11 72 / 11 76

Cidade da Praia – Santiago

Data: junho de 2024

1. ÍNDICE

1. Introdução	3
1.1. Aprendizagens dos alunos no final do Ensino Secundário	4
1.2. Articulação com anos anteriores	5
2. Apresentação, finalidades e orientações gerais da disciplina	6
2.1. Propósito da Disciplina no Ensino Secundário	6
2.2. Finalidades	6
2.3. Competências a desenvolver	7
2.4. Visão Geral dos Temas	8
2.5. Indicações Metodológicas gerais	8
2.6. Indicações gerais para a Avaliação das Aprendizagens	10
3. Roteiros de aprendizagem	12
3.1. Natureza e Roteiros de Aprendizagens	12
3.2. Roteiro de Aprendizagem e Indicadores de Avaliação	13
3.3. Sugestão de Distribuição Temporal dos Temas e Conteúdos Programáticos	31
4. Recursos educativos recomendados	32
5. Bibliografia recomendada	34
6. Referências	36

1. Introdução

A disciplina de Biologia é uma disciplina anual, que faz parte da componente de formação específica da área de Ciência e Tecnologia da Via Geral (CMCV, 2022a).

Numa época de emergência energética e climática, bem como de surgimento de questões éticas relacionadas com os avanços na área da biotecnologia e genética, o estudo da Biologia desempenha um papel crucial. A Biologia, para além de permitir compreender o mundo natural, desempenha um papel importante na resposta a muitos dos problemas que a sociedade atual enfrenta.

Pretende-se que a disciplina de Biologia de 12.º ano contribua para que os alunos reconheçam a importância de uma abordagem sistémica - ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (CTSA), face à necessidade de responder a questões que afetam a sociedade e o desenvolvimento sustentável. Promovendo a literacia científica dos alunos, estes deverão transformar-se em cidadãos informados, proativos e interventivos, capazes de mobilizar os conhecimentos adquiridos na escola, em situações do seu dia a dia, de forma a contribuir para a concretização dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), propostos na Agenda 2030 de Desenvolvimento Sustentável (ONU, 2015). São exemplos de ODS para os quais a disciplina de Biologia pode contribuir: ODS 3 - saúde de qualidade, ODS 4 - educação de qualidade, ODS 5 - igualdade de género, ODS 11 - cidades e comunidades sustentáveis, ODS 12 - produção e consumo sustentáveis, ODS 13 - ação climática e ODS 14 e 15 - proteger a vida marinha e terrestre.

O programa curricular da disciplina de Biologia de 12.º ano pretende ir ao encontro do estabelecido no Decreto-legislativo n.º 13/2018 de 7 de dezembro (Lei de Bases do Sistema Educativo de Cabo Verde) e ao previsto no Decreto-Lei n.º 28/2022 de 12 de julho (Revisão Curricular do Ensino Secundário). Por conseguinte, a disciplina de Biologia propõe-se desenvolver nos alunos “capacidades de análise e criatividade, e despertar o espírito de pesquisa e de investigação” (CMCV, 2018), bem como a aquisição e desenvolvimento de competências, cognitivas, metacognitivas e atitudinais, em articulação com os ODS estabelecidos pela ONU na Agenda 2030, através da realização de aprendizagens verdadeiramente significativas.

O programa foi pensado de modo articulado e sequencial aos programas de Ciências da Terra e da Vida - 9.º ano (Lopes, Lima & Spínola, 2021), de Biologia e Geologia - 10.º ano (Lopes, Spínola & Spencer, 2023) e de Biologia e Geologia - 11.º ano (Alves, Almeida & Silva, 2024), estabelecendo um fluxo de informação lógico e contextualizado, a terminar no 12.º ano, de modo a desenvolver competências que possibilitem o acesso ao ensino superior dos alunos.

À semelhança da disciplina de Biologia e Geologia dos 10.º e 11.º anos, a disciplina de Biologia de 12.º ano tem uma carga horária semanal de três aulas, considerando que cada aula

corresponde a uma hora letiva, o que, ao longo das 38 semanas do ano letivo, totalizará 114 aulas, distribuídas por três temas centrais: Tema I - Reprodução e Manipulação da Fertilidade, Tema II - Hereditariedade e Tema III - Biotecnologia.

1.1. Aprendizagens dos alunos no final do Ensino Secundário

Como preconizado nos programas de Ciências da Terra e da Vida - 9.º ano (Lopes, Lima & Spínola, 2021), de Biologia e Geologia - 10.º ano (Lopes, Spínola & Spencer, 2023) e de Biologia e Geologia - 11.º ano (Alves, Almeida & Silva, 2024) e para conseguir dar respostas aos desafios da educação apresentados no Referencial para o Ensino Secundário Geral de Cabo Verde e Planos de Estudo (MECV, 2021), é imprescindível atingir os desígnios do documento Desenho dos Perfis de Escolarização e Formação dos Alunos do Ensino Não Superior (Moura, Cristina & Maio, 2022), a saber:

- Desenvolve capacidades e atitudes de curiosidade, rigor, objetividade, análise e raciocínio lógico para a construção de conhecimento científico;
- Conhece conceitos, teorias, leis, princípios e o método de investigação científica;
- Conhece tecnologias, produtos e processos tecnológicos;
- Define uma metodologia de trabalho adequada para atingir objetivos e conclusões fundamentadas;
- Pesquisa, seleciona e interpreta informação relevante e transforma-a em conhecimento;
- Pensa de modo divergente, procurando analisar o mesmo problema a partir de vários pontos de vista e contextos, não desprezando as soluções clássicas;
- Prevê e avalia o impacto das suas ações;
- Manifesta hábitos de trabalho individual e de participação em trabalhos de grupo, tomando iniciativas e aceitando a opinião e intervenção de outros;
- Comunica os saberes adquiridos com correção linguística e rigor científico em diversos suportes escritos, orais e digitais;
- Valoriza procedimentos e normas de segurança no desenvolvimento do trabalho laboratorial;

- Mobiliza conhecimentos e procedimentos científicos e tecnológicos, contribuindo para a resolução de problemas inerentes às necessidades locais, à melhoria da qualidade de vida das populações e à preservação do planeta;
- Aprecia criticamente as exigências de defesa do património natural coletivo e age em conformidade;
- Reconhece a importância de uma abordagem sistémica - ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (CTSA), face à necessidade de responder a questões que afetam a sociedade, a biodiversidade e o desenvolvimento sustentável;
- Tem consciência de si próprio a nível emocional, cognitivo, psicossocial e moral e toma decisões que promovem a sua saúde, bem-estar e qualidade de vida;
- Assume atitudes de responsabilidade numa perspetiva do exercício de uma cidadania ativa, participada, inclusiva no respeito pelo seu bem-estar e dos outros e pela dignidade do ser humano.

1.2. Articulação com anos anteriores

O currículo do Ensino Básico realça a articulação entre os diferentes ciclos e faz referência à coerência e continuidade educativa, bem como à transversalidade e à diversificação de metodologias. No final do Ensino Básico, para além das temáticas abordadas, o aluno deve desenvolver uma atitude de investigação, incluindo manipulação de objetos, observação, classificação, medição, registo, comparação, descrição e análise crítica (Moura, Cristina & Maio, 2022). Por conseguinte, também já terá realizado atividades experimentais com curiosidade, de modo a expressar os conceitos científicos adquiridos, usando uma linguagem simples, fazendo uso de diferentes conhecimentos.

É extremamente importante que haja uma articulação entre o Ensino Básico e o Ensino Secundário, de modo a dar continuidade ao conhecimento do método científico num contexto de fenómenos naturais ligados à vida. Com uma abordagem mais elaborada e exigente, o Ensino Secundário considerará as primeiras observações feitas no Ensino Básico, de modo que seja possível, que algumas das justificações e discussões de fenómenos tenham uma base científica mais aprofundada.

O programa do 12.º ano convoca conhecimentos adquiridos ao longo do ciclo, integrando novas temáticas que possibilitam uma interpretação mais aprofundada e atual de fenómenos do mundo

natural e da sociedade, numa perspetiva globalizante das ciências da vida e de preparação dos alunos para o Ensino Superior.

VERSÃO EXPERIMENTAL

2. Apresentação, finalidades e orientações gerais da disciplina

2.1. Propósito da Disciplina no Ensino Secundário

A disciplina de Biologia do 12.º ano constitui-se como uma alavanca ao desenvolvimento da cultura científica dos alunos, já que desempenha um papel crucial na compreensão e exploração do mundo, bem como no avanço da sociedade atual, para se tornarem cidadãos conhecedores e promotores de estilos de vida saudáveis e de práticas que contribuam para a sustentabilidade do planeta.

A frequência desta disciplina apresenta-se, assim, como um facilitador ao desenvolvimento do conhecimento científico, raciocínio lógico, pensamento crítico, pensamento criativo, resolução de problemas, domínio das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) e tomada de decisões informadas, através de metodologias centradas na promoção da pesquisa e investigação e de aprendizagens teórico-práticas que visa o prosseguimento de estudos superiores.

2.2. Finalidades

O programa de Biologia do 12.º ano pretende continuar a desenvolver competências científicas nos alunos, promovendo a compreensão dos conceitos fundamentais da biologia em constante atualização, e estimulando o pensamento crítico e analítico. Através da aplicação do método científico, no laboratório e no campo, os alunos são estimulados a questionar o mundo que os rodeia, preparando-os para o ingresso no ensino superior e para enfrentar desafios futuros inovadores, nas áreas das ciências biológicas, saúde e ambiente.

Para além de preparar os alunos para o futuro académico e profissional, o programa visa promover a saúde e o bem-estar, educando sobre a importância da Biologia na saúde humana e incentivando estilos de vida saudáveis. A cidadania e a responsabilidade social são enfatizadas, preparando os alunos para participar ativamente em discussões e decisões sobre questões científicas, ambientais e éticas. O programa também encoraja a inovação e a utilização de novas tecnologias, promovendo a criatividade e a capacidade de resolver problemas utilizando avanços biológicos e tecnológicos.

O programa está alinhado com os ODS da ONU pois, muitas das questões que afetam a sociedade moderna podem ser encontradas no estudo da Biologia. Das inúmeras questões, podemos destacar o crescimento demográfico, a produção e distribuição de alimentos (ODS 12), o bem-estar do indivíduo, o combate à doença e a promoção da vida (ODS 3), a preservação da biodiversidade (ODS 14, 15), a manipulação do genoma humano e dos outros seres vivos (ODS

14, 15), as intervenções do Homem nos subsistemas terrestres e respetivos impactos (ODS 13, 14, 15) e o problema da proteção ambiental e do desenvolvimento sustentável (ODS 12).

É necessária uma mudança de atitude por parte do cidadão e da sociedade em geral. Para que esta mudança de atitude se verifique, impõe-se uma literacia científica sólida que os auxilie a compreender o mundo em que vivemos, a identificar os seus problemas e a entender as possíveis soluções de uma forma fundamentada, sem procurar refúgio nas ideias feitas e nos preconceitos. A consciencialização e a reflexão crítica sobre esses desafios são inadiáveis, sob pena de uma crescente incapacidade dos cidadãos para desempenharem o seu papel no seio da sociedade.

O programa pretende ser uma peça importante e participar ativamente na construção de cidadãos mais informados, responsáveis e intervenientes. Sendo a Biologia do 12.º ano uma disciplina terminal do Ensino Secundário, pretende-se que os alunos atinjam a plenitude das competências preconizadas por Moura, Cristina e Maio (2022) no “Desenho dos Perfis de Escolarização e Formação dos Alunos do Ensino não Superior”.

2.3. Competências a desenvolver

A disciplina de Biologia do 12.º ano, para além das competências terminais de ciclo apresentadas anteriormente, pretende desenvolver nos alunos o seguinte perfil:

- Compreende a dinâmica e evolução do conhecimento científico e tecnológico;
- Integra conhecimentos de outras áreas científicas para desenvolver conhecimentos de Biologia;
- Mobiliza conhecimentos adquiridos para a construção de novos saberes, no âmbito da morfofisiologia do sistema reprodutor humano e da saúde reprodutiva;
- Compreende os mecanismos associados à transmissão das características hereditárias, com aplicações a contextos reais;
- Compreende como o desenvolvimento de conhecimento em biotecnologia contribui para o cumprimento dos ODS;
- Reflete sobre os avanços e as limitações da ciência, a sua aplicação nas tecnologias e as suas implicações éticas, sociais, económicas e ambientais.

3.

2.4. Visão Geral dos Temas

Os temas incluídos no programa do 12.º ano de Biologia resultam da visão face aos documentos orientadores emanados pelas autoridades competentes, da auscultação dos professores que lecionaram a versão experimental do programa do 11.º ano de Biologia e Geologia e das sugestões incluídas neste último.

Apresentam-se a seguir os temas e subtemas a desenvolver:

Tema I - REPRODUÇÃO E MANIPULAÇÃO DA FERTILIDADE

1. Sistemas Reprodutores e a sua Regulação
2. Desenvolvimento Embrionário, Gravidez, Parto e Amamentação
3. Fertilidade e Infertilidade
4. Manipulação da Fertilidade
5. Aspectos Éticos e Sociais da Manipulação da Fertilidade

Tema II - HEREDITARIEDADE

1. Hereditariedade Autossómica
2. Hereditariedade Heterossómica
3. Hereditariedade Humana
4. Mutações

Tema III - BIOTECNOLOGIA

1. Técnicas de Engenharia Genética
2. Aplicações Biotecnológicas
3. Aspectos Éticos e Sociais da Manipulação Genética Humana

2.5. Indicações Metodológicas gerais

Para o desenvolvimento do currículo proposto considera-se importante a criação de contextos de aprendizagem ativa e centrados no aluno que o coloquem perante situações de aprendizagem estimulantes. Estes contextos para além de estimularem a curiosidade devem, também, permitir desenvolver as competências desenhadas no perfil e aprofundar conhecimentos. A planificação da prática pedagógica deve incluir estratégias e atividades diversificadas e permitir a existência, quer de situações estruturadas pelo professor, quer de espaços para a intervenção e investigação espontânea dos alunos. Para atingir este propósito sugerem-se algumas práticas/estratégias/atividades metodológicas (MECV, 2021):

- Promoção de atividades de pesquisa, seleção, organização e sistematização da informação (em grupo ou individualmente) partindo de fontes diversificadas, seguidas de apresentação com utilização de recursos digitais diversificados e/ou outros, e debate. O desenvolvimento de atividades em grupo tem uma função socializadora, fomentando o espírito de equipa e de cooperação e estimula os alunos a argumentarem e a fundamentarem opiniões e a ouvirem as opiniões dos outros;
- Planificação e desenvolvimento de atividades práticas incentivadoras do rigor, do gosto pela investigação e pelo conhecimento, utilizando: questões de partida, elaboração e validação de hipóteses, variáveis dependentes, independentes, controladas e mecanismos de controlo. O trabalho prático deve permitir a recolha de dados quantitativos ou qualitativos, que podem ser apresentados sob a forma de esquemas, gráficos ou tabelas e permitir retirar conclusões. A realização das atividades experimentais poderá ser seguida da elaboração parcial ou total de relatórios científicos (individuais ou em pequenos grupos) e de pósteres científicos para a sua divulgação;
- Elaboração de textos, resumos, sínteses, tabelas, mapas de conceitos, organogramas, entre outros, para sistematização de conteúdos e desenvolvimento de vocabulário específico da disciplina. Podem ser utilizadas ferramentas digitais para desenvolver este tipo de tarefas;
- Visionamento de filmes e vídeos de diversas plataformas, para motivação, recolha de informação ou consolidação de conhecimentos e conteúdos;
- Exploração de situações-problema partindo de contextos reais e de proximidade, no início e ao longo da exploração dos conteúdos, por forma a estimular o interesse dos alunos e a pertinência em desenvolver e aprofundar conhecimentos;
- Dinamização de chuva de ideias (brainstorming) como forma de mobilização de conhecimentos previamente adquiridos e diagnóstico de ideias pré-concebidas;
- Exploração de simuladores e de ferramentas digitais, em cenários virtuais, que despertem e estimulem o interesse dos alunos. Este tipo de metodologia permite desenvolver, integrar e aprofundar saberes e competências e é muito apreciada pelos alunos;
- Organização de visitas de estudo de abertura à comunidade e de mobilização dos seus recursos potenciadores de aprendizagem contextualizada, complementadas com visitas virtuais da responsabilidade de instituições reconhecidas e disponíveis na internet;
- Dinamização de saídas de campo para contacto direto com os objetos de estudo no seu contexto natural;

- Desenvolvimento de trabalho de Projeto. Esta abordagem estimula os alunos a estudar e a compreender fenómenos do mundo que os rodeia e imprime-lhes a necessidade de diagnosticar e identificar problemas, propor soluções e elaborar produtos concretos. Este tipo de trabalho poderá ser desenvolvido em articulação com outras disciplinas do currículo.

Para aumentar a abrangência do conhecimento a adquirir, sugere-se o recurso à interdisciplinaridade. Elencam-se algumas possibilidades de interdisciplinaridade com a disciplinas de:

- Química, nas áreas da biotecnologia e saúde;
- Português / Língua Estrangeira, na análise e produção de textos de opinião e de cariz científico e na apresentação e divulgação de resultados;
- Matemática para análise, tratamento e interpretação de dados. Por exemplo, propõe-se que os alunos realizem um inquérito aos seus familiares para calcular a frequência de caracteres dominantes e recessivos (capacidade de enrolar a língua, lóbulo da orelha solto ou aderente, polegar flexível ou não flexível,...) e posterior tratamento estatístico dos dados recolhidos;
- Interdisciplinaridade com Área de Projeto, na discussão acerca da possibilidade de manipulação da reprodução humana (fertilidade assistida) e de manipulação genética na agricultura e pecuária e suas implicações éticas;
- Interdisciplinaridade com Área de Projeto, no debate de assuntos relacionados com a emergência de pragas e doenças resistentes a pesticidas e antibióticos. Nesse(s) debate(s) deverão ser identificadas repercussões ecológicas, económicas e de saúde, bem como formas de potenciar o desenvolvimento sustentável nestes contextos.

2.6. Indicações gerais para a Avaliação das Aprendizagens

A avaliação pedagógica dos alunos é possível e socialmente desejável. Não deve tratar-se de uma avaliação meramente classificatória, mas antes, de uma avaliação que vá ao encontro das necessidades do aluno, uma avaliação que lhe permita reconhecer o caminho que já percorreu e a direção que deverá seguir, no sentido de superar as suas dificuldades. Ensino, aprendizagem e avaliação são processos interdependentes.

A avaliação é indissociável da prática pedagógica e destina-se a recolher informações para a orientação do processo ensino-aprendizagem, através da utilização de modalidades de avaliação

e de processos de recolha de informação diversificados. São modalidades de avaliação, segundo o Decreto-Lei n.º 30/2022 de 12 de julho (CMCV, 2022b), a avaliação diagnóstica, a avaliação formativa (avaliação para as aprendizagens) e a avaliação sumativa (avaliação das aprendizagens e certificativa).

A avaliação diagnóstica permite identificar, colmatar e consolidar lacunas de aprendizagem anteriores e pode ser realizada no início do ano letivo, ou sempre que o professor a considere adequada (MECV, 2021).

A avaliação formativa, enquanto modalidade reguladora do processo de ensino-aprendizagem, é uma avaliação que pretende ajudar o aluno a aprender. Reveste-se de um carácter contínuo e pretende fornecer ao aluno informação pertinente, para que possa superar as suas dificuldades, saber quais os esforços que deve mobilizar para melhorar o seu desempenho e os objetivos que deve alcançar. Esta avaliação permite orientar e acompanhar o aluno, desenvolvendo progressivamente a sua autonomia. Para que tal ocorra é necessário que o professor forneça *feedback* de qualidade e diversifique os processos de recolha de informação. Nas Indicações Metodológicas Gerais apresentam-se estratégias e atividades, a desenvolver dentro e fora da sala de aula, que permitem uma recolha diversificada (Fernandes, 2021a).

A avaliação sumativa é uma avaliação pontual, que permite fazer um balanço sobre o que o aluno sabe ou é capaz de fazer, podendo ter função classificatória e certificativa. Esta avaliação permite atribuir uma classificação ao aluno considerando o grau de aquisição de saberes e o desenvolvimento de competências individuais, que ocorreram ao longo do processo de ensino-aprendizagem (Fernandes, 2021b).

São intervenientes no processo de avaliação os professores, os alunos, mas também os pais e encarregados de educação. Os alunos devem ser encorajados a participar na reflexão sobre o seu percurso escolar através da autoavaliação, ao longo do ano letivo e não apenas no final de cada trimestre.

3. Roteiros de aprendizagem

3.1. Natureza e Roteiros de Aprendizagens

O processo de ensino aprendizagem deve ser pensado levando em conta o sucesso dos alunos, é nesse sentido que se deve fazer uma articulação dos conteúdos de modo a promover a sua sequência lógica e para que os alunos adquiram ferramentas importantes para a compreensão do ensino da disciplina de Biologia.

O programa de Biologia mobiliza conhecimentos adquiridos desde o 9.º ano e apresenta novos conteúdos, atendendo ao desenvolvimento cognitivo do aluno, numa perspetiva de dar a conhecer o conhecimento científico mais recente e novas áreas de investigação.

Para a consecução do programa do 12.º ano, devem ser mobilizados e lembrados os conhecimentos adquiridos nos programas do:

- 9.º ano, Tema III - Introdução à Genética, para a leção do Tema II - Hereditariedade;
- 10.º ano, Unidade II - A célula e a química da vida, para a leção dos três temas do programa;
- 11.º ano, Tema II - Do ADN à Biodiversidade, Subtema 2 – Reprodução nos seres vivos, para a leção do Tema I - Reprodução e Manipulação da Fertilidade;
- 11.º ano, Tema II - Do ADN à Biodiversidade, Subtema 1 - Informação genética e sua expressão, para o desenvolvimento dos Tema I - Reprodução e Manipulação da Fertilidade e do Tema II - Hereditariedade.

O desenvolvimento do programa deve ter em conta o equilíbrio da leção dos três temas, para que no final do ano os alunos tenham adquirido conhecimentos essenciais em relação a todas as temáticas. Propõe-se que seja ajustada a leção de cada um dos temas aos trimestres letivos e que seja desenvolvido pelo menos um trabalho de projeto num dos temas.

O professor desempenha um papel importante na orientação dos alunos, fornecendo pistas que podem ser utilizadas como ponto de partida para o desenvolvimento dos trabalhos de projeto. Desta forma teremos um processo de ensino e aprendizagem de qualidade, mais dinâmico e aberto à investigação, onde o foco é o aluno.

3.2. Roteiro de Aprendizagem e Indicadores de Avaliação

Antes da análise do roteiro de aprendizagem, devem ser considerados os seguintes aspectos:

- O desenvolvimento temporal do programa, proposto neste documento, após o roteiro de aprendizagem, é meramente orientador, tendo como objetivo o seu cumprimento total;
- As sugestões metodológicas pretendem fornecer pistas para a exploração dos conteúdos, apresentando-se, em alguns casos, propostas alternativas. As sugestões apresentadas poderão ser utilizadas, ou não, de acordo com o tempo disponível, o aprofundamento pretendido, os meios disponíveis, as especificidades dos contextos educativos, entre outros;
- As atividades práticas propostas exigem a existência de material laboratorial básico (de vidro, metal e plástico) e de microscópios óticos compostos para a realização e observação de preparações definitivas (cortes histológicos de ovário, de túbulos seminíferos, de espermatozoides, de oócitos II), de reagentes para determinação de grupos sanguíneos (anti-A, anti-B e anti-Rh), bem como materiais de desgaste rápido;
- São sugeridas estratégias metodológicas que envolvem as TIC, pelo que, para as colocar em prática, é necessário que as salas de aula disponham de computadores com ligação à internet e projetor multimédia;
- Cada área temática encontra-se planificada para 30 aulas, considerando-se que as restantes 8 deverão ser utilizadas para implementar a avaliação;
- Sugere-se que as aprendizagens sejam avaliadas de modo a contemplar o Conhecimento, a Comunicação e a Cidadania e Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente, utilizando a avaliação formativa e sumativa.

Áreas temáticas	Conteúdos e conceitos	Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, procedimentos, atitudes)	Sugestões metodológicas	Indicadores de avaliação das aprendizagens
TEMA I - REPRODUÇÃO HUMANA E MANIPULAÇÃO DA FERTILIDADE				
1. Sistemas Reprodutores e a sua Regulação	1.1. Morfofisiologia do Sistema Reprodutor Masculino <ul style="list-style-type: none"> · Pénis · Glândula · Prepúcio · Corpos cavernosos · Corpo esponjoso · Escroto · Testículos · Epidídimos · Canais deferentes · Vesícula seminal · Ducto ejaculatório · Próstata · Glândulas bulbouretrais ou de Cowper · Uretra · Meato urogenital 	<ul style="list-style-type: none"> - Descrever a anatomia interna e externa do sistema reprodutor humano masculino. - Compreender a fisiologia do sistema reprodutor humano masculino. 	<ul style="list-style-type: none"> - Criação de nuvem de palavras/chuva de ideias, utilizando o quadro negro ou ferramenta digital como o "Mentimeter" (mentimeter.com). - Implementação de uma abordagem multifacetada, com exploração de imagens e vídeos, para explicar a morfofisiologia do sistema reprodutor masculino. - Utilização de modelos anatómicos 3D e aplicações digitais como "BioDigital Human" (https://www.biodigital.com) ou similares. 	<ul style="list-style-type: none"> - Capacidade de identificar e descrever corretamente as estruturas e funções anatómicas do sistema reprodutor masculino. - Habilidade em manusear e visualizar no espaço os modelos anatómicos e aplicativo.
	1.2. Gónadas, Gametogénese e Gâmetas Masculinos <ul style="list-style-type: none"> · Espermatogénese · Septos e lóculos testiculares · Túbulos seminíferos · Células de Leydig · Células de Sertoli 	<ul style="list-style-type: none"> - Explicar a formação e maturação dos gâmetas masculinos e fases que ocorrem antes da fecundação. - Compreender o processo de regulação hormonal do aparelho reprodutor masculino. 	<ul style="list-style-type: none"> - Revisão sobre os conteúdos da meiose, fazendo perguntas aos alunos. - Explicação detalhada dos processos de espermatogénese, recorrendo a diagramas que ilustram cada etapa dos processos. Pode ainda utilizar diapositivos e construir mapas conceituais para ilustrar as interações hormonais e o mecanismo de <i>feedback</i> negativo, utilizando o CMap Cloud https://cmapcloud.ihmc.us/ ou o MindMeister https://www.mindmeister.com/pt 	<ul style="list-style-type: none"> - Explica com clareza a espermatogénese. - Descreve o processo de regulação hormonal do aparelho reprodutor masculino.

Áreas temáticas	Conteúdos e conceitos	Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, procedimentos, atitudes)	Sugestões metodológicas	Indicadores de avaliação das aprendizagens
	<ul style="list-style-type: none"> · Espermatogónias · Espermatócitos I · Espermatócitos II · Espermatídios · Espermatozoides · Eixo Hipotálamo-Hipófise-Gónada · <i>Feedback</i> negativo · Hormona libertadora de Gonadotrofina (GnRH) · Hormona Folículo-estimulante (FSH) · Hormona Luteinizante (LH) · Inibina · Testosterona 		<ul style="list-style-type: none"> - Utilização de aplicativos de simulação que permitam aos alunos visualizar e manipular os processos de espermatogénese. - Observação de preparações definitivas de espermatozoides e de cortes histológicos de testículo. 	
	<p>1.3. Morfofisiologia do Sistema Reprodutor Feminino</p> <ul style="list-style-type: none"> · Vulva · Pequenos e grande lábios · Clitóris · Hímen · Glândulas de Bartholin · Vagina · Cérvix · Útero · Trompas uterinas ou de Falópio · Ovários · Endométrio 	<ul style="list-style-type: none"> - Descrever a anatomia interna e externa do sistema reprodutor humano feminino. - Compreender a fisiologia do sistema reprodutor humano feminino. 	<ul style="list-style-type: none"> - Implementação de uma abordagem multifacetada, com exploração de imagens e vídeos, para explicar a morfofisiologia do sistema reprodutor feminino. - Utilização de modelos anatómicos 3D e aplicações digitais como BioDigital Human (https://www.biodigital.com) ou similares. 	<ul style="list-style-type: none"> - Identifica as estruturas anatómicas do sistema reprodutor feminino. - Descreve corretamente as funções do sistema reprodutor feminino.

Áreas temáticas	Conteúdos e conceitos	Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, procedimentos, atitudes)	Sugestões metodológicas	Indicadores de avaliação das aprendizagens
	<p>1.4. Gónadas, Gametogénese e Gâmetas Femininos</p> <ul style="list-style-type: none"> · Oogénese · Córtex e medula ováricos · Folículos primordiais, primários, secundários e de Graff · Oogónias · Oócitos I · Oócito II · Ovulação · Corpo lúteo ou amarelo · Ciclo ovário · Fase folicular · Ovulação · Fase luteínica · Estrogénio · Progesterona · Eixo Hipotálamo-Hipófise-Gónadas · <i>Feedback</i> negativo e positivo · Hormona libertadora de Gonadotrofinas (GnRH) · Hormona Folículoestimulante (FSH) · Hormona Luteinizante (LH) · Ciclo uterino 	<ul style="list-style-type: none"> - Explicar a formação e maturação dos gâmetas femininos e fases que ocorrem antes da fecundação. - Explicar a evolução folicular e a oogénese. - Explicar os ciclos ovário e uterino. - Relacionar os processos ovário e uterino durante as fases pré-ovulatória e pós-ovulatória. - Compreender o processo de regulação hormonal do aparelho reprodutor feminino. 	<ul style="list-style-type: none"> - Explicação da relação entre hipotálamo e hipófise, as funções das hormonas sexuais na regulação dos ciclos ovário e uterino e o mecanismo de <i>feedback</i> negativo, recorrendo a diapositivos e diagramas hormonais. - Exploração do vídeo “The Hypothalamic Pituitary Ovarian Axis Menstrual Cycle”: https://youtu.be/LKyIDFtR23U?si=14j97t2a4pcFEfDs - Exploração de ferramenta interativa sobre o Ciclo Sexual: (https://www.stlukes-stl.com/health-content/pregnancy/17/000087.htm) - Observação de preparações definitivas de cortes histológicos de ovário. - Envolvimento dos alunos em experiências de reflexão sobre o efeito potencial da hipersecreção e da hiposecreção das hormonas sexuais. - Desenvolvimento de trabalho em grupo sob a orientação do professor para criar pósteres que ilustram os ciclos ovário e uterino. 	<ul style="list-style-type: none"> - Explica com clareza a oogénese. - Descreve o papel de cada hormona envolvida no processo de regulação dos ciclos ovarianos e uterinos. - Explica os mecanismos de <i>feedback</i> negativo e positivo. - Cria pósteres de carácter científico e com autenticidade. - Estabelece uma relação comparativa entre os processos ovário e uterino. - Interpreta com clareza o ciclo sexual feminino.

Áreas temáticas	Conteúdos e conceitos	Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, procedimentos, atitudes)	Sugestões metodológicas	Indicadores de avaliação das aprendizagens
	<ul style="list-style-type: none"> · Fase menstrual · Fase proliferativa · Fase secretora · Menstruação · Ciclo sexual 			
2. Desenvolvimento Embrionário, Gravidez, Parto e Amamentação	2.1. Fecundação <ul style="list-style-type: none"> · Capacitação · Reação acrossómica · Reação cortical · Reação da zona · Cariogamia · Óvulo · Zigoto 	<ul style="list-style-type: none"> - Conhecer e compreender o processo da fecundação. - Entender a importância biológica da fecundação. - Compreender a constituição do espermatozoide e a função de cada uma das suas partes. 	<ul style="list-style-type: none"> - Explicação do processo da fecundação e formação do zigoto, recorrendo a diapositivos e vídeos https://www.youtube.com/watch?v=mhmcTP_rz2M - Análise de gráficos e dados sobre a taxa de fecundação humana. 	<ul style="list-style-type: none"> - Reconhece a importância da fecundação e do desenvolvimento embrionário. - Analisa e interpreta dados sobre a fecundação humana.
	2.2. Fases do Desenvolvimento Embrionário <ul style="list-style-type: none"> · Fase embrionária · Fase fetal · Clivagem · Blastómero · Blástula ou Blastocisto · Gastrulação · Gástrula · Nidação · Embrião · Anexos embrionários (placenta, cordão umbilical, âmnio, córion, alantoide, vesícula vitelina) 	<ul style="list-style-type: none"> - Descrever, de forma geral, o desenvolvimento de cada um dos três trimestres da gravidez. 	<ul style="list-style-type: none"> - Implementação da metodologia de classe invertida para solicitar aos alunos que façam pesquisas antecipadas sobre os temas, e na sala de aula os alunos vão apresentar sucintamente as suas investigações que serão reforçadas com aulas expositivas, com cartazes e vídeos: https://www.youtube.com/watch?v=IM2-8se6pp8 	<ul style="list-style-type: none"> - Planeia e conduz pesquisas autónomas e originais sobre os processos do desenvolvimento embrionário e gravidez.

Áreas temáticas	Conteúdos e conceitos	Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, procedimentos, atitudes)	Sugestões metodológicas	Indicadores de avaliação das aprendizagens
	<p>2.3. Gravidez, Parto e Amamentação</p> <ul style="list-style-type: none"> · Períodos da gestação (pré-embriónico, embriónico e fetal) · Gonadotropina coriónica humana (hCG) · Estrogénio · Progesterona · Oxitocina · Prolactina · Prostaglandinas · Etapas do parto (dilatação do cérvix, expulsão do bebé e libertação da placenta) · <i>Feedback</i> positivo · Diagnóstico pré-natal · Gravidez ectópica · Glândulas mamárias · Leite materno 	<ul style="list-style-type: none"> - Descrever o controlo hormonal durante a gravidez, parto e amamentação. - Compreender a importância do controlo hormonal durante a gravidez, parto e amamentação. 	<ul style="list-style-type: none"> - Explicação das funções das hormonas Gonadotrofina Coriónica Humana (hCG), estrogénio, oxitocina e prostaglandina, e o mecanismo de <i>feedback</i> positivo, durante a gravidez, parto e amamentação, recorrendo a diapositivos e diagramas hormonais. 	<ul style="list-style-type: none"> - Explica o papel de cada hormona envolvida no processo da fecundação, gravidez, parto e amamentação. - Reconhece a importância do controlo hormonal durante a gravidez, parto e amamentação.
<p>3. Fertilidade e Infertilidade</p>	<p>3.1. Diagnóstico da Infertilidade</p> <ul style="list-style-type: none"> · Métodos de avaliação da fertilidade · Exames laboratoriais e de imagiologia 	<ul style="list-style-type: none"> - Conhecer os métodos de avaliação da fertilidade em homens e mulheres. - Descrever os principais exames laboratoriais e de imagiologia utilizados no diagnóstico da infertilidade. - Desenvolver a empatia relativamente aos desafios enfrentados por indivíduos com problemas de fertilidade. 	<ul style="list-style-type: none"> - Convide a um especialista (urologista ou ginecologista) para explicar aos alunos sobre os métodos de diagnósticos e tratamento da infertilidade. - Na aula prática podem simular a interpretação de resultados de exames laboratoriais e de imagiologia relacionados à infertilidade. - Recolha de depoimentos de pessoas que vivenciaram ou vivenciam problemas de fertilidade. 	<ul style="list-style-type: none"> - Envolvimento dos alunos na conversa aberta com especialistas sobre os métodos de diagnósticos e tratamento da infertilidade. - Interpreta resultados de exames laboratoriais e de imagiologia.

Áreas temáticas	Conteúdos e conceitos	Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, procedimentos, atitudes)	Sugestões metodológicas	Indicadores de avaliação das aprendizagens
	3.2. Causas de Infertilidade · Fatores de infertilidade	<ul style="list-style-type: none"> - Identificar os principais fatores que condicionam a fertilidade (fatores biológicos, hormonais, genéticos, psicológicos, de estilo de vida e ambientais). - Compreender as causas de infertilidade e os seus impactos no sistema reprodutivo humano. 	<ul style="list-style-type: none"> - Organização de debate, em grupo, sobre os principais fatores que afetam a fertilidade. - Distribuição de artigos científicos relacionados com a infertilidade para os alunos lerem e apresentarem um resumo crítico. 	<ul style="list-style-type: none"> - Debate os fatores que afetam a fertilidade. - Analisa criticamente artigos científicos sobre causas de infertilidade.
	3.3. Tratamento da Infertilidade · Cirúrgicos · Medicamentosos · Hormonais · Técnicas de preservação da fertilidade - criopreservação	<ul style="list-style-type: none"> - Compreender que os avanços tecnológicos permitem contornar os problemas da fertilidade e de conceção humana. - Conhecer os tipos de tratamento para a infertilidade. 	<ul style="list-style-type: none"> - Problematização do conteúdo a partir da questão: "Tendo em consideração as causas de infertilidade abordadas, que formas sugerem para as conseguir solucionar?". - Utilização de diapositivos para introduzir os diferentes métodos de tratamento e técnicas de preservação da fertilidade, com uso de vídeos e animações, para explicar cada tratamento. 	<ul style="list-style-type: none"> - Explica os principais tratamentos da infertilidade e da conceção humana.
4. Manipulação da Fertilidade	4.1. Contraceção e Planeamento Familiar · Métodos naturais (coito interrompido, abstinência periódica/gestão do período fértil - calendário, temperatura, muco cervical, teste LH) · Métodos de barreira (preservativos masculinos e femininos, esponja, diafragma, espermicidas, DIU)	<ul style="list-style-type: none"> - Explicar as diferenças entre os vários tipos de métodos de controlo da natalidade e comparar a sua eficácia. - Distinguir os diferentes tipos de métodos contraceptivos: naturais, barreira, hormonais e definitivos. - Diferenciar aborto espontâneo de provocado. - Sensibilizar para a importância da educação sexual e do planeamento familiar. 	<ul style="list-style-type: none"> - Convide a um profissional de saúde (médico ou enfermeiro) para ministrar uma palestra sobre métodos contraceptivos e aborto, em articulação com o Centro de Saúde da proximidade, que permita aos alunos a interação com os palestrantes e a manipulação desses métodos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Conhece os diferentes tipos de métodos contraceptivos e a sua eficácia. - Sabe a utilidade e o modo de utilização de cada método.

Áreas temáticas	Conteúdos e conceitos	Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, procedimentos, atitudes)	Sugestões metodológicas	Indicadores de avaliação das aprendizagens
	<ul style="list-style-type: none"> · Métodos hormonais (pílula, anel vaginal, adesivo transdérmico, injetáveis, implante subcutâneo, SIU, contraceção de emergência) · Métodos definitivos (vasectomia, laqueação de trompas) 			
	<p>4.2. Técnicas de Reprodução Humana Assistida</p> <ul style="list-style-type: none"> · Inseminação artificial (IA) ou Intrauterina (IIU) · Fertilização in vitro (FIV) · Injeção Intracitoplasmática de Espermatozoides (ICSI) · Diagnóstico Genético Pré-Implantação (DGPI) · Transferência de gâmetas, zigotos e embriões · Doação de gâmetas e embriões · Gestação de substituição 	<ul style="list-style-type: none"> - Descrever as diferentes técnicas de reprodução humana assistida. 	<ul style="list-style-type: none"> - Explicação das técnicas de reprodução humana assistida, transferência de gâmetas, utilizando recursos audiovisuais, estudos de caso e discussões em grupo. Orientação dos alunos a explorarem tanto os aspetos técnicos destas técnicas, compreendendo as suas indicações, procedimentos e implicações. - Exploração do artigo “Reprodução humana assistida” disponível em: https://rce.casadasciencias.org/rceapp/art/2022/04/1/ - Projeção de filmes que abordam os aspetos das Técnicas de Reprodução Humana Assistida, por exemplo: “The Private Life”. Solicitar os alunos a discutirem sobre os aspetos psicológicos, emocionais e financeiros à volta do tema abordado no filme. 	<ul style="list-style-type: none"> - Conhece as técnicas de reprodução assistida e consegue discutir as suas implicações. - Participa ativamente na discussão dos temas tratados.
5. Aspetos Éticos e Sociais da Manipulação da Fertilidade	5.1. Implicações Éticas da Manipulação da Fertilidade	<ul style="list-style-type: none"> - Inferir sobre as implicações biológicas, éticas e sociais associadas à manipulação da fertilidade. 	<ul style="list-style-type: none"> - Promoção de discussões dirigidas sobre as implicações éticas da manipulação da fertilidade. Utilização de perguntas orientadoras para direcionar a discussão e envolver os alunos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Reflete sobre as implicações biológicas, éticas e sociais associadas à manipulação da fertilidade.

Áreas temáticas	Conteúdos e conceitos	Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, procedimentos, atitudes)	Sugestões metodológicas	Indicadores de avaliação das aprendizagens
	5.2. Políticas de Saúde Reprodutiva em Cabo Verde	<ul style="list-style-type: none"> - Conhecer os instrumentos de política de saúde reprodutiva em Cabo Verde. - Analisar o Decreto-Lei n.º 9/III/86, de 31 de dezembro, (Lei do Aborto) e o Decreto-Lei n.º 7/87, de 14 de fevereiro, que regulamenta a lei de aborto em Cabo Verde. 	<ul style="list-style-type: none"> - Análise dos principais instrumentos de política de saúde reprodutiva em Cabo Verde (Plano Estratégico de Sustentável II - Pilar Social, Programa Nacional de Saúde Reprodutiva, Plano Nacional da Cobertura Vacinal, etc.) e promover uma discussão à volta das suas implementações e impactos na sociedade cabo-verdiana. - Podem analisar o artigo “Programa Nacional de Saúde Reprodutiva de Cabo Verde: alcances, limites e desafios” disponível em: https://www.scielo.br/j/csc/a/Yp7g8FppVc9jFDHktJPrMRy/?lang=pt - Convide a um jurista/profissional de direito para ministrar uma palestra sobre o Decreto-Lei n.º 9/III/86, de 31 de dezembro, (Lei do Aborto) e o Decreto-Lei n.º 7/87, de 14 de fevereiro, que regulamenta a lei de aborto em Cabo Verde, permitindo que alunos interajam com o palestrante. 	<ul style="list-style-type: none"> - Participa nas discussões dirigidas sobre aspetos legais da manipulação da fertilidade. - Identifica os instrumentos de saúde reprodutiva em Cabo Verde e analisa a eficácia da sua implementação. - Conhece o Decreto-Lei n.º 9/III/86, de 31 de dezembro, (Lei do Aborto) e o Decreto-Lei n.º 7/87, de 14 de fevereiro, que regulamenta a lei de aborto em Cabo Verde.
TEMA II - HEREDITARIEDADE				
1. Hereditariedade Autossómica	1.1. Trabalhos de Mendel <ul style="list-style-type: none"> · Linhas puras · Híbridos · Geração parental · Cruzamento parental · Monoibridismo · Alelo · Alelo recessivo · Alelo dominante · <i>Locus</i> (plural: <i>loci</i>) · Gene 	<ul style="list-style-type: none"> - Contextualizar historicamente os trabalhos de Mendel e a sua importância na construção do conhecimento científico. - Relacionar os trabalhos de Mendel com o estabelecimento dos princípios de transmissão das características hereditárias. - Integrar a meiose com as duas leis de Mendel. - Interpretar resultados de cruzamentos e retrocruzamentos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Problemática deste subtema revisitando os conceitos já lecionados de gene e hereditariedade (9.º ano), mitose e meiose (10.º ano), ácidos nucleicos (11.º ano) e gametogénese, de modo que surjam questões relacionadas com hereditariedade e genética, tais como: “Os genes determinam o fenótipo?” “Podemos prever o aparecimento de uma determinada característica na geração seguinte?” “Uma determinada doença possui, ou não, um carácter hereditário?”, “O que são mutações?”. 	<ul style="list-style-type: none"> - Determina se uma característica é dominante ou recessiva. - Diferencia os conceitos de genótipo, fenótipo, homocigótico, heterocigótico, dominante e recessivo. - Resolve exercícios que envolvam um ou dois pares de alelos. - Mostra que só o cruzamento com o homocigótico recessivo

Áreas temáticas	Conteúdos e conceitos	Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, procedimentos, atitudes)	Sugestões metodológicas	Indicadores de avaliação das aprendizagens
	<ul style="list-style-type: none"> · Genótipo · Fenótipo · Homozigótico · Heterozigótico · Retrocruzamento · Lei da segregação fatorial · Diíbrido · Lei da segregação independente dos caracteres 	<ul style="list-style-type: none"> - Distinguir genótipo de fenótipo. - Prever probabilidades fenotípicas e genotípicas numa descendência usando xadrez mendeliano. 	<ul style="list-style-type: none"> - Criação de nuvem de palavras/chuva de ideias, utilizando o quadro negro ou ferramenta digital como o "Mentimeter" (mentimeter.com). - Resolução de exercícios sobre a transmissão hereditária de caracteres utilizando diagramas de xadrez mendeliano. 	<p>permite determinar, de forma imediata, o genótipo de um indivíduo que manifeste fenótipo dominante.</p>
	<p>1.2. Exceções às Leis de Mendel</p> <ul style="list-style-type: none"> · Dominância incompleta · Codominância · Alelos múltiplos (Sistema AB0) · Alelos letais · Epistasia ou interação génica 	<ul style="list-style-type: none"> - Compreender a existência de padrões de transmissão hereditária que resultam em extensões da genética mendeliana. - Prever probabilidades fenotípicas e genotípicas numa descendência usando xadrez mendeliano. 	<ul style="list-style-type: none"> - Relativamente ao estudo do modo de transmissão do grupo sanguíneo AB0, caso de alelos múltiplos, sugere-se a exploração da respetiva reação imunológica. - Desenvolvimento de atividade experimental para determinação do grupo sanguíneo pelos sistemas AB0 e Rh. - Pesquisa e organização de dados relativos a casos cuja expressão fenotípica resulte de interação génica. 	<ul style="list-style-type: none"> - Apresenta e interpreta casos de transmissão hereditária que envolvem dominância incompleta, codominância ou alelos múltiplos. - Interpreta resultados de atividade prática.
<p>2. Hereditariedade Heterossómica</p>	<p>2.1. Trabalhos de Morgan</p> <ul style="list-style-type: none"> · Teoria Cromossómica da hereditariedade · Hemizigótico · Linkage ou ligação fatorial 	<ul style="list-style-type: none"> - Contextualizar os trabalhos de Morgan e relacioná-los com a existência de hereditariedade ligada ao sexo. - Relacionar genes ligados fatorialmente com fenómenos de crossing-over, durante a meiose. 	<ul style="list-style-type: none"> - Análise de evidências que permitam inferir a localização de dois genes num mesmo cromossoma. - Resolução de exercícios sobre a transmissão hereditária ligada ao sexo usando diagramas de xadrez mendeliano. - Sugere-se a utilização de simuladores para o desenvolvimento de atividades exploratórias, por exemplo: http://star.mit.edu/genetics/runapp_beta.html ou https://www.sciencecourseware.org/FlyLabJS/ 	<ul style="list-style-type: none"> - Infere, através da análise das percentagens fenotípicas da descendência, a ligação ao sexo de algumas características. - Explica o comportamento dos diferentes alelos quando ligados aos cromossomas sexuais.

Áreas temáticas	Conteúdos e conceitos	Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, procedimentos, atitudes)	Sugestões metodológicas	Indicadores de avaliação das aprendizagens
3. Hereditariedade Humana	3.1. Carateres Hereditários <ul style="list-style-type: none"> · Genoma · Cromossoma · Autossomas · Heterossomas · Cariótipo humano · Árvore genealógica ou heredograma · Carateres autossómicos recessivos · Carateres autossómicos dominantes · Carateres heterossómicos 	<ul style="list-style-type: none"> - Explicar a herança de características humanas de acordo com os princípios estudados. - Sistematizar os aspetos que caracterizam o cariótipo humano. - Construir e interpretar árvores genealógicas para explicar a transmissão de características ao longo de gerações. - Distinguir hereditariedade autossómica e heterossómica humana. 	<ul style="list-style-type: none"> - Sugere-se a visualização de um vídeo introdutório: https://youtu.be/iUil_9IK5eP8, seguida da exploração do site do Projeto Genoma Humano (1990-2003), em: https://doe-humangenomeproject.ornl.gov/ - Resolução de exercícios sobre a transmissão hereditária de caracteres, recorrendo a diagramas de xadrez mendeliano. - Construção e interpretação de árvores genealógicas. - Propõe-se o estudo de casos relacionados com a transmissão de caracteres autossómicos recessivos (ex: albinismo, fibrose quística), caracteres autossómicos dominantes (ex: polidactilia), caracteres heterossómicos (ex: hemofilia, daltonismo, fenilcetonúria, paramiloidose, distrofia muscular de Duchenne). 	<ul style="list-style-type: none"> - Compreende que os cromossomas são as entidades que contêm os genes. - Explica a relação entre o cariótipo humano e a determinação genética do sexo. - Interpreta árvores genealógicas quanto ao modo de transmissão de uma determinada característica. - Resolve exercícios de hereditariedade autossómica e ligada ao sexo.
4. Mutações	4.1. Mutações Génicas <ul style="list-style-type: none"> · Substituição, inserção ou deleção · Mutação silenciosa ou sinónima · Mutação sem sentido ou <i>nonsense</i> · Mutação não sinónimas ou <i>missense</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - Compreender que a hereditariedade humana pode ser afetada por mutações. - Avaliar os efeitos de mutações ocorridas em células somáticas e germinativas. - Compreender a importância das mutações no processo evolutivo. - Concluir que as mutações podem ter efeitos benéficos, prejudiciais ou neutros nos organismos que as possuem. - Analisar casos de mutações génicas, sua origem e consequências. 	<ul style="list-style-type: none"> - Problematização deste subtema, colocando questões motivacionais como: "O que é uma mutação?"; "Que efeitos podemos esperar de uma mutação?" e "Haverá relação entre mutações e evolução biológica?". - Sugere-se a leitura do artigo "Mutações", disponível em: http://doi.org/10.24927/rce2023.030 - Resolução de exercícios sobre mutações génicas (anemia falciforme; albinismo; fenilcetonúria, fibrose quística), com identificação das repercussões das mesmas ao nível do processo de síntese proteica e do fenótipo resultante. 	<ul style="list-style-type: none"> - Distingue os impactos de mutações em células somáticas e em células germinativas. - Interpreta casos de mutações génicas.

Áreas temáticas	Conteúdos e conceitos	Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, procedimentos, atitudes)	Sugestões metodológicas	Indicadores de avaliação das aprendizagens
	<p>4.2. Mutações Cromossómicas</p> <ul style="list-style-type: none"> Mutações cromossómicas estruturais (deleção, translocação, duplicação, inversão) Mutações cromossómicas numéricas (euploidias, aneuploidias) 	<ul style="list-style-type: none"> Distinguir mutações cromossómicas estruturais de numéricas. Compreender que as mutações cromossómicas numéricas podem alterar o cariótipo humano, originando euploidias ou aneuploidias. Conhecer vários tipos de aneuploidias: trissomias, monossomias, nulissomias. Relacionar a ocorrência de aneuploidias com a não-disjunção dos cromossomas ou dos cromatídios durante a meiose. 	<ul style="list-style-type: none"> Mobilização de conhecimentos adquiridos anteriormente sobre meiose (Anafase I - <i>crossing over</i>, Anafase II). Análise comparativa de imagens de cariótipos humanos normais e com mutações cromossómicas estruturais (Síndrome de Cri-du-Chat; leucemia mieloide crónica; Síndrome de Wolf-Hirschhorn) e numéricas (Síndrome de Down, Síndrome de Edwards, Síndrome de Patau, Síndrome de Turner, Síndrome de Klinefelter). Sugere-se o recurso a simuladores para testar o efeito de mutações: https://phet.colorado.edu/pt/simulations/natural-selection 	<ul style="list-style-type: none"> Diferencia mutações cromossómicas estruturais de numéricas. Interpreta casos de mutações cromossómicas estruturais em humanos. Interpreta casos de mutações cromossómicas numéricas em humanos.
	<p>4.3. Agentes Mutagénicos e Oncogenes</p> <ul style="list-style-type: none"> Mutações espontâneas Mutações induzidas Agentes mutagénicos Apoptose Tumores e cancro Metastização Proto-oncogenes Oncogenes Genes supressores tumorais ou anti-oncogenes Oncovírus 	<ul style="list-style-type: none"> Compreender que as mutações podem ocorrer espontaneamente na natureza ou serem induzidas por agentes mutagénicos físicos ou químicos. Interpretar casos relacionados com a ativação de oncogenes por agentes mutagénicos. Compreender que a ativação de oncogenes por agentes mutagénicos provoca divisões celulares descontroladas, levando à formação de tumores. Compreender que os genes supressores de tumor dão origem a proteínas que impedem a progressão do ciclo celular e promovem a apoptose. 	<ul style="list-style-type: none"> Desenvolvimento de trabalho colaborativo, em pequeno grupo, para pesquisa acerca de fatores mutagénicos, bem como para análise das suas consequências (ex: tumores). Interpretação de casos relacionados com a ativação de oncogenes por mutações e com o efeito mutagénico de radiações e substâncias químicas. Sugere-se a leitura do artigo denominado "Oncogene": http://doi.org/10.24927/rce2014.303 Visualização de um vídeo sobre apoptose: https://youtu.be/8oBLQil8j7A Visualização de um vídeo sobre a origem do cancro da mama: https://youtu.be/LVUFNBqeiWk Construção de Póster científico no Canva, acerca de uma mutação ou de um agente mutagénico e seus efeitos (como o caso do acidente na central nuclear de Chernobyl, Nagasaki, Hiroshima,...) 	<ul style="list-style-type: none"> Compreende a influência de agentes ambientais na alteração dos genótipos. Relaciona agentes mutagénicos com o desenvolvimento de tumores. Explica como mutações em proto-oncogenes e anti-oncogenes podem originar cancros.

Áreas temáticas	Conteúdos e conceitos	Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, procedimentos, atitudes)	Sugestões metodológicas	Indicadores de avaliação das aprendizagens
TEMA III - BIOTECNOLOGIA				
1. Técnicas de Engenharia Genética	1.1. Engenharia Genética · Biotecnologia · Engenharia genética	<ul style="list-style-type: none"> - Conhecer fundamentos da engenharia genética. - Compreender a engenharia genética como um ramo da biotecnologia. 	<ul style="list-style-type: none"> - Problematização deste subtema a partir das seguintes questões: "O que é a biotecnologia?"; "Quando falamos de biotecnologia e de engenharia genética, estamos a falar do mesmo?" - Criação de nuvem de palavras/chuva de ideias, utilizando o quadro negro ou ferramenta digital como o "Mentimeter" (mentimeter.com). 	<ul style="list-style-type: none"> - Distingue engenharia genética de biotecnologia.
	1.2. DNA recombinante · Enzima de restrição ou endonuclease de restrição · DNA recombinante (rDNA) · DNA ligase · Gene de interesse · Fragmento de restrição · Extremidade coesiva · Plasmídeo · Vetor	<ul style="list-style-type: none"> - Compreender as etapas básicas da aplicação da técnica do DNA recombinante. - Inferir sobre a importância da ação das endonucleases de restrição. 	<ul style="list-style-type: none"> - Problematização deste subtema de modo a que surjam questões, tais como: "Será possível combinar material genético de dois seres vivos de espécies diferentes?" e "O que está na base deste procedimento?" - Exploração do vídeo "Cortar, colar e clonar! O que é a Engenharia Genética?" em: https://www.youtube.com/watch?v=liMfyj6sQyQ 	<ul style="list-style-type: none"> - Descreve as etapas da técnica de rDNA. - Conhece a função de uma enzima de restrição.
	1.3. DNA complementar · DNA complementar (cDNA) · Transcrição reversa · Transcriptase reversa	<ul style="list-style-type: none"> - Compreender sumariamente a aplicação da técnica do DNA complementar. - Concluir sobre a importância da síntese de cDNA a partir de mRNA que sofreu processamento. 	<ul style="list-style-type: none"> - Problematização deste subtema de modo a que surja a questão: "Será possível inserir diretamente genes de seres eucariontes em seres procariontes?" - Exploração do artigo "DNA complementar" em: http://doi.org/10.24927/rce2014.097 - Exploração do exemplo da infecção por VIH, retrovírus que causa a SIDA e que recorre à ação da enzima transcriptase reversa para sintetizar 	<ul style="list-style-type: none"> - Explica a função da transcriptase reversa, na síntese de DNA a partir de mRNA processado.

Áreas temáticas	Conteúdos e conceitos	Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, procedimentos, atitudes)	Sugestões metodológicas	Indicadores de avaliação das aprendizagens
			DNA a partir de RNA e, desta forma, infectar células humanas.	
	1.4. Eletroforese <ul style="list-style-type: none"> · Gel de eletroforese · Carga elétrica negativa do DNA 	<ul style="list-style-type: none"> - Conhecer de forma sumária o processo laboratorial que permite a realização de eletroforese. - Compreender que na técnica de eletroforese ocorre a separação de moléculas tendo por base a sua massa e polaridade. 	<ul style="list-style-type: none"> - Problematização deste subtema de modo a que surjam questões, tais como: “Como usar a característica do DNA ser uma molécula polar para separar fragmentos de um genoma?”; “Como realizar uma eletroforese em gel?”. - Exploração dos vídeos “Eletroforese em gel” e Eletroforese horizontal de DNA em gel de agarose” em: https://youtu.be/B2KLuzD_suQ e https://youtu.be/vL3EfRx78P0 - Simuladores de Eletroforese em: https://www.labxchange.org/library/items/lb:LabXchange:fc5d6f8d:lx_simulation:1 e https://www.pbs.org/wgbh/nova/interactive/create-dna-fingerprint/ 	<ul style="list-style-type: none"> - Interpreta informação recolhida a partir da utilização da eletroforese.
	1.5. Reação em Cadeia da Polimerase (PCR) <ul style="list-style-type: none"> · Taq DNA polimerase · desnaturação · Hibridação ou emparelhamento · Extensão ou polimerização · <i>Primer</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - Compreender o ciclo de amplificação de amostras de DNA por PCR. - Inferir sobre a importância da ação da Taq DNA polimerase. - Concluir em que situações será necessário recorrer à técnica de PCR. 	<ul style="list-style-type: none"> - Problematização deste subtema a partir da questão: “Como é que a partir de uma pequena amostra de material genético, encontrada num local de crime, se podem obter várias cópias?”. - Exploração do vídeo “Aula de PCR e eletroforese” em: https://youtu.be/g1QFpB33Bwg - Exploração do artigo “O que é PCR?” em: https://www.yourgenome.org/theme/what-is-pcr-polymerase-chain-reaction/ 	<ul style="list-style-type: none"> - Explica as etapas da técnica de ampliação por PCR: desnaturação, hibridação ou emparelhamento, extensão ou polimerização. - Percebe que a técnica de PCR revolucionou a deteção de DNA
	1.6. CRISPR-Cas9 <ul style="list-style-type: none"> · Enzima Cas9 · RNA-guia 	<ul style="list-style-type: none"> - Explicar globalmente o processo de edição genética por CRISPR-Cas9. 	<ul style="list-style-type: none"> - Problematização deste subtema a partir da questão: “Como proceder diretamente à edição genética em organismos, sem a utilização de vetores?”. 	<ul style="list-style-type: none"> - Conhece a função dos dois componentes essenciais à edição genética em células eucarióticas: enzima Cas9

Áreas temáticas	Conteúdos e conceitos	Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, procedimentos, atitudes)	Sugestões metodológicas	Indicadores de avaliação das aprendizagens
	<ul style="list-style-type: none"> Sequência-alvo 	<ul style="list-style-type: none"> Compreender que a CRISPR-Cas9 permite a remoção, inativação ou introdução de novos genes. Compreender que a CRISPR-Cas9 pode ser utilizada num amplo espectro de organismos devido à sua simplicidade de uso e alta eficiência. Inferir sobre as potencialidades científicas da edição genética. 	<ul style="list-style-type: none"> Exploração do vídeo “How CRISPR lets you edit DNA” em: https://www.youtube.com/watch?v=6tw_JVz_IEc Desenvolvimento, em pequeno grupo, de análise e resumo de artigos científicos sobre a edição genética promovida pela técnica CRISPR-Cas9, seguida de apresentação à turma. Exemplos de artigos em: https://www.yourgenome.org/theme/what-is-crispr-cas9/ e https://doi.org/10.1146/annurev-biophys-062215-010822 	<p>(endonuclease Cas9) e RNA-guia (CRISPR).</p> <ul style="list-style-type: none"> Analisa e interpreta exemplos de aplicação do sistema CRISPR-Cas9. Desenvolve trabalho de pesquisa e seleção de informação.
2. Aplicações Biotecnológicas	2.1. Clonagem e Bibliotecas de DNA	<ul style="list-style-type: none"> Compreender que um vetor recombinante pode ser introduzido numa célula hospedeira capaz de produzir cópias desse vetor e, com isso, do DNA de interesse, à medida que se divide. Perceber que uma biblioteca genómica é a coleção de todo o material genético de um organismo. Valorizar a existência de bibliotecas de cDNA e usos associados. 	<ul style="list-style-type: none"> Problematização deste subtema a partir das questões: “Como será possível armazenar o material genético?”; “Se existem bibliotecas de DNA, como serão produzidas?”. Exploração do vídeo “Clonagem de DNA e DNA recombinante” em: https://youtu.be/EDF_T0t7gN0 Resolução de exercícios de consolidação, aplicação e interpretação. 	<ul style="list-style-type: none"> Analisa e interpreta exemplos de clonagem de rDNA e de cDNA. Conhece as vantagens e exemplos de aplicações que advêm da existência de bibliotecas de DNA.
	2.2. Produção de Medicamentos e Vacinas	<ul style="list-style-type: none"> Compreender que a técnica de rDNA permite a obtenção de substâncias com aplicação médica. 	<ul style="list-style-type: none"> Problematização deste subtema a partir da questão: “Como podem ser produzidos medicamentos utilizando a engenharia genética?” Exploração do vídeo “Animation E4, 1.1 Production of human insulin” em: https://youtu.be/y4AMqE6B5jI Exploração de exemplos de várias aplicações na saúde que resultam da aplicação da Técnica de rDNA. 	<ul style="list-style-type: none"> Percebe que a tecnologia do rDNA permite produzir, hormonas (insulina), vacinas (hepatite B), fatores de coagulação (hemofilia), testes para a SIDA, e outras substâncias que servem para atenuar sintomas ou curar doenças.

Áreas temáticas	Conteúdos e conceitos	Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, procedimentos, atitudes)	Sugestões metodológicas	Indicadores de avaliação das aprendizagens
	<p>2.3. DNA fingerprint</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Compreender os princípios básicos da aplicação da técnica de <i>DNA fingerprint</i>. - Reconhecer que a técnica é muito utilizada na investigação criminal e forense para identificar criminosos e pessoas desconhecidas e para realizar testes de paternidade e testes CoViD-19. 	<ul style="list-style-type: none"> - Exploração de exemplos de utilização tecnológica da amplificação de amostras de DNA por PCR para utilização posterior em testes de <i>DNA fingerprinting</i>. - Exploração do vídeo “<i>DNA Fingerprinting</i>”: https://youtu.be/7onjVBsQwQ8 - Resolução de exercícios de consolidação, aplicação e de interpretação. 	<ul style="list-style-type: none"> - Apresenta o conceito de impressão digital. - Analisa dados e retira conclusões a partir de testes de <i>DNA fingerprint</i>
	<p>2.4. Modificação Genética de Organismos</p> <ul style="list-style-type: none"> · Organismo geneticamente modificado (OGM) · Transgene · Organismos transgénicos · Microinjeção pró-nuclear · Células estaminais embrionárias · Infeção viral · Transferência nuclear 	<ul style="list-style-type: none"> - Compreender que um organismo geneticamente modificado apresenta genoma manipulado. - Conhecer aplicações da manipulação genética em microrganismos (bactérias, leveduras e vírus) na indústria alimentar e farmacêutica, na bioeconomia e na biorremediação. - Compreender o mecanismo geral para a produção de plantas geneticamente modificadas. - Conhecer aplicações da manipulação genética em plantas na indústria alimentar (aumento de produtividade) e farmacêutica (produção de antigénios, plantas-vacina), na bioeconomia (biocombustíveis) e na biorremediação (tratamento de água e solos). - Conhecer de forma sumária processos de transferência de genes para a produção de animais geneticamente modificados (microinjeção pró-nuclear, células 	<ul style="list-style-type: none"> - Problematização deste subtema de modo que surjam questões, tais como: “Que benefícios se esperam obter com o desenvolvimento de microrganismos geneticamente modificados?”; “De que modo a manipulação genética em plantas, melhora a qualidade de vida do ser humano?”; “Como pode a manipulação genética em animais afetar a saúde humana?”. - Exploração dos vídeos sobre melhoria de plantas e animais: https://www.youtube.com/watch?v=DvJorgdNMco e https://www.youtube.com/watch?v=Re6Bk5Q5Ma4 - Exploração de um dos seguintes exemplos de plantas geneticamente modificadas: milho Bt, soja, algodão, arroz dourado, colza e banana²¹. - Desenvolvimento de trabalho de pesquisa sobre OGMs que são atualmente utilizados no mercado mundial, salientando as potencialidades mas também os riscos para a saúde humana e para o ambiente. 	<ul style="list-style-type: none"> - Conhece o conceito de organismo geneticamente modificado. - Apresenta vantagens potenciais da utilização de plantas transgénicas, por exemplo: aumento de produtividade, maior resistência a doenças, redução de custos de produção, redução do uso de pesticidas, melhoria da composição nutricional, resistência a condições adversas. - Apresenta vantagens potenciais da utilização de animais transgénicos, por exemplo: aumento da taxa de crescimento, redução de custos de produção, resistência a doenças, produção de medicamentos e produção de tecidos ou de órgãos para transplantes (porcos transgénicos).

Áreas temáticas	Conteúdos e conceitos	Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, procedimentos, atitudes)	Sugestões metodológicas	Indicadores de avaliação das aprendizagens
		<p>estaminais embrionárias, infeção viral e transferência nuclear).</p> <ul style="list-style-type: none"> - Conhecer aplicações da manipulação genética em animais na indústria pecuária (capacidade acrescida de crescimento e síntese de substâncias de interesse humano, resistência a doenças) e na indústria farmacêutica (modelos utilizados na investigação de doenças humanas). - Inferir riscos e problemas associados à utilização de OGM, para o meio ambiente e para o Homem. 		<ul style="list-style-type: none"> - Conhece potenciais problemas associados à utilização de OGN, como: contaminação genética de espécies autóctones com transferência horizontal e vertical de genes entre organismos transgênicos e selvagens, perda de biodiversidade, presença de novos alergénicos em produtos resultantes de manipulação, aumento de resistência por parte das pragas.
	<p>2.5. Diagnóstico e Terapêutica de Doenças</p> <ul style="list-style-type: none"> · Terapia somática · Terapia germinativa · Gene de interesse · Tratamento <i>in vivo</i> · Tratamento <i>ex vivo</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - Inferir sobre a importância e necessidade de diagnóstico de doenças genéticas. - Compreender de forma global a técnica de <i>microarrays de DNA</i> e as vantagens que advêm da sua aplicação. - Perceber que as técnicas de engenharia genética criam a possibilidade de desenvolvimento de terapias adaptadas ao perfil genético de cada doente. - Distinguir terapia somática de terapia germinativa. - Inferir que a terapia génica permite: recuperar atividade perdida por mutação, aumentar a atividade de genes ativos ou introduzir uma nova atividade génica. 	<ul style="list-style-type: none"> - Problematização deste subtema a partir da questão: “Que técnicas de bioengenharia têm sido desenvolvidas para diagnosticar e curar doenças genéticas?”. - Exploração do vídeo “DNA Microarray (DNA chip) technique” e do vídeo “Hybridization (microarray)” em: https://youtu.be/NgRfc6atXQ8 e https://youtu.be/xoxUWGI8WFs - Exploração do vídeo “Você sabe o que é a terapia génica?” em: https://youtu.be/zdDImWGzDj4 - Exploração dos vídeos “Can CRISPR cure Sickle-cell Disease?” e “CF Foundation Gene Editing in Cystic Fibrosis” em: https://youtu.be/mQ8Ola_C5po e https://youtu.be/nWj7Be6PSS4 - Desenvolvimento de trabalho de pesquisa sobre tratamento de doenças monogénicas, com a utilização do sistema CRISPR-Cas9 (anemia falciforme, fibrose quística e distrofia muscular de Duchenne), salientando as potencialidades e 	<ul style="list-style-type: none"> - Apresenta de forma sumária a técnica de <i>microarrays de DNA</i>. - Indica efeitos da terapia génica no genoma do indivíduo. - Apresenta aplicações atuais e futuras da edição genética na saúde humana. - Desenvolve trabalho de análise e seleção de informação

Áreas temáticas	Conteúdos e conceitos	Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, procedimentos, atitudes)	Sugestões metodológicas	Indicadores de avaliação das aprendizagens
		<ul style="list-style-type: none"> - Concluir sobre a relevância da utilização da CRISPR-Cas9 no tratamento de doenças monogénicas. - Distinguir tratamento <i>in vivo</i> de tratamento <i>ex vivo</i>. - Apresentar vantagens e riscos da aplicação da terapia génica em células somáticas. 	<p>riscos para a saúde humana. Exemplo de notícia “Nova técnica de edição genética pode permitir tratar forma de distrofia muscular” em: https://www.publico.pt/2016/01/02/ciencia/noticia/ova-tecnica-de-edicao-genetica-pode-permitir-tratar-forma-de-distrofia-muscular-1718801</p>	
3. Aspetos Éticos e Sociais da Manipulação Genética Humana	3.1. Implicações Éticas e Sociais da Manipulação Genética Humana	<ul style="list-style-type: none"> - Refletir sobre as implicações biológicas, éticas e sociais associadas à manipulação da informação genética de indivíduos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Exploração do vídeo, seguida de debate: https://www.youtube.com/watch?v=W8OFiGiKeZw&list=PLIISuztkNiu6GYJaomK65ldUUOqEwkmjO&index=8 - Promoção de um debate aberto à comunidade escolar sobre técnicas de manipulação genética e questões bioéticas associadas. Posteriormente, podem ser produzidos textos ou notícias e/ou realizado um vídeo-resumo para divulgação à comunidade, sobre o debate. 	<ul style="list-style-type: none"> - Analisa informação e produz reflexão crítica sobre o tema da manipulação genética de indivíduos.

3.3. Sugestão de Distribuição Temporal dos Temas e Conteúdos Programáticos

TEMAS	ÁREAS TEMÁTICAS	CONTEÚDOS	N.º AULAS		
TEMA I: REPRODUÇÃO HUMANA E MANIPULAÇÃO DA FERTILIDADE	1. Sistemas Reprodutores e a sua Regulação	1.1. Morfofisiologia do Sistema Reprodutor Masculino	2	10	30
		1.2. Gónadas, Gametogénese e Gâmetas Masculinos	2		
		1.3. Morfofisiologia do Sistema Reprodutor Feminino	2		
		1.4. Gónadas, Gametogénese e Gâmetas Femininos	4		
	2. Desenvolvimento Embrionário, Gravidez, Parto e Amamentação	2.1. Fecundação	2	6	
		2.2. Fases do Desenvolvimento Embrionário	2		
		2.3. Gravidez, Parto e Amamentação	2		
	3. Fertilidade e Infertilidade	3.1. Diagnóstico de Infertilidade	2	6	
		3.2. Causas da Infertilidade	2		
		3.3. Tratamento da Infertilidade	2		
	4. Manipulação da Fertilidade	4.1. Contraceção e Planeamento Familiar	2	5	
		4.2. Técnicas de Reprodução Humana Assistida	3		
	5. Aspetos Éticos e Sociais da Manipulação da Fertilidade	5.1. Implicações Éticas da Manipulação da Fertilidade	1	3	
		5.2. Políticas de Saúde Reprodutiva em Cabo Verde	2		
TEMA II: HEREDITARIEDADE	1. Hereditariedade Autossómica	1.1. Trabalhos de Mendel	5	10	30
		1.2. Exceções às Leis de Mendel	5		
	2. Hereditariedade Heterossómica	2.1. Trabalhos de Morgan	5	5	
	3. Hereditariedade Humana	3.1. Carateres Hereditários	8	8	
		4. Mutações	4.1. Mutações Génicas	2	
	4.2. Mutações Cromossómicas		2		
	4.3. Agentes Mutagénicos e Oncogenes		3		
TEMA III BIOTECNOLOGIA	1. Técnicas de Engenharia Genética	1.1. Engenharia Genética	1	11	30
		1.2. DNA recombinante	2		
		1.3. DNA complementar	2		
		1.4. Eletroforese	2		
		1.5. Reação em Cadeia da Polimerase (PCR)	2		
		1.6. CRISPR-Cas9	2		
	2. Aplicações Biotecnológicas	2.1. Clonagem e Bibliotecas de DNA	1	17	
		2.2. Produção de Medicamentos e Vacinas	3		
		2.3. DNA fingerprint	4		
		2.4. Modificação Genética de Organismos	6		
		2.5. Diagnóstico e Terapêutica de Doenças	2		
	3. Aspetos Éticos e Sociais da Manipulação Genética Humana	3.1. Implicações Éticas e Sociais da Manipulação Genética Humana	2	2	

6.

4. Recursos educativos recomendados

Biblioteca do Conhecimento

<https://www.b-on.pt>

Biblioteca da Saúde

<https://www.insa.min-saude.pt/category/informacao-e-cultura-cientifica/biblioteca-da-saude/#tab2-panel>

BioDigital Human

<https://www.biodigital.com>

Casa das Ciências

<https://www.casadasciencias.org>

Canva

<https://www.canva.com>

CMap Cloud

<https://cmapcloud.ihmc.us>

Consórcio Europeu para a Comunicação de Informação sobre Terapias Genéticas e Celulares (EuroGCT)

<https://www.eurogct.org/pt-pt>

#Estudoemcasa

<https://estudoemcasaapoia.dge.mec.pt>

Ferramenta interativa Ciclo Sexual

<https://www.stlukes-stl.com/health-content/pregnancy/17/000087.htm>

Instituto de Biologia Molecular e Celular

<https://www.ibmc.up.pt>

Khan Academy

<https://pt.khanacademy.org>

MindMeister

<https://www.mindmeister.com/pt>

Mozaik 3D

<https://www.mozaweb.com/pt/index.php>

Mentimeter

<https://www.mentimeter.com>

My Healthfinder

[Condições de saúde - MyHealthfinder | health.gov](https://www.health.gov/healthfinder)

NOVA

<https://www.pbs.org/wgbh/nova>

Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

<https://caborverde.un.org/pt/sdgs> e <https://ods.pt>

Projeto Genoma Humano

<https://doe-humangenomeproject.ornl.gov>
Recursos Educativos da National Geographic Society
<https://www.nationalgeographic.org/society/education-resources>

Revista de Ciência Elementar
<https://rce.casadasciencias.org>

RTP Ensina
<https://ensina.rtp.pt/artigo/recursos-de-ciencias>

Simulador FlyLab JS
<https://www.sciencecourseware.org/FlyLabJS>

Simulador: StarGenetics
http://star.mit.edu/genetics/runapp_beta.html

Simulador Interativo PhET
<https://phet.colorado.edu/pt/simulations/natural-selection>

Simulador Labxchange
<https://www.labxchange.org>

Simulador de Eletroforese
<https://www.iq.usp.br/bayardo/software/eletroforese/simulador.html>

Simulador: Gene Expression Essentials
<https://phet.colorado.edu/pt/simulations/gene-expression-essentials>

Your Genome
<https://www.yourgenome.org>

Nota: Em várias plataformas com repositórios de recursos educativos, ao criar-se conta de utilizador tem-se acesso a guiões, fichas ou recursos de exploração disponibilizados para as diferentes atividades.

5. Bibliografia recomendada

- Abreu, A. C. (2014). *O simulador Stargenetics na aprendizagem da hereditariedade* (Doctoral dissertation, Instituto Politécnico de Leiria (Portugal)). <http://hdl.handle.net/10400.8/2028>
- Alberts, B. (2015). *Biologia Molecular da Célula* (6th ed.). Garland Science, Taylor and Francis Group.
- Aleixo, A. M., & Almeida, V., (2022). *Reprodução humana assistida*, Rev. Ciência Elem., V10(3):041. <http://doi.org/10.24927/rce2022.041>
- Amorim, A., (2023). *Mutações*, Rev. Ciência Elem., V11(3):030. <http://doi.org/10.24927/rce2023.030>
- Betts, J. G., Young, K. A., Wise, J. A., Johnson, E., Poe, B., Kruse, D. H., Korol, O., Johnson, J. E., Womble, M., & DeSaix, P. (2023). *Anatomy and Physiology* (2nd ed.). Touro Scholar. <https://openstax.org/details/books/anatomy-and-physiology-2e>
- Fox, S., & Rumpolski, K. (2021). *Human Physiology*. (16th ed.). McGraw Hill.
- Griffiths, A. J. F., Doebley, J., Peichel, C., & Wassarman, D. A. (2022). *Introdução à Genética* (12th ed.). Guanabara Koogan.
- Hogan, D., & O'Flaherty, J. (2021). Addressing education for sustainable development in the teaching of science: The case of a biological sciences teacher education program. *Sustainability*, 13(21), 12028. <https://doi.org/10.3390/su132112028>
- Jeronen, E., Palmberg, I., & Yli-Panula, E. (2016). Teaching methods in biology education and Addressing Education for Sustainable Development in the Teaching of Science: The Case of a Biological Sciences Teacher Education Program sustainability education including outdoor education for promoting sustainability - A literature review. *Education Sciences*, 7(1), 1. <https://doi.org/10.3390/educsci7010001>
- Jiang, F., & Doudna, J. A. (2017). CRISPR–Cas9 structures and mechanisms. *Annual review of biophysics*, 46, 505-529.
- Laycock, J., & Meeran, K. (2013). *Integrated Endocrinology*. Oxford: Wiley – Blackwell, John Wiley & Sons, Ltd.
- Lei n.º 9/III/86, de 31 de Dezembro, Suplemento ao Boletim Oficial de Cabo Verde, n.º 52 (1986). <https://menores.ministeriopublico.cv/index.php/legislacao/category/3-legislacao-nacional?download=8:lei-do-aborto>
- Lewis, R. (2017). *Human Genetics - Concepts and applications* (12th ed.). McGraw Hill Education.
- Metzl, J. (2020). *Manipular Darwin: Como a engenharia genética está a transformar o futuro da humanidade*. Desassossego.
- Moreira, C., (2014). DNA complementar. *Revista de Ciência Elementar*, V2(1):097. <http://doi.org/10.24927/rce2014.097>
- Moreira, C., (2014). Oncogene. *Revista de Ciência Elementar*, V2(3):303. <http://doi.org/10.24927/rce2014.303>
- Plano Estratégico de Desenvolvimento Sustentável II (2022-2026). 2.º Pilar Social https://peds.gov.cv/caboverde4dev/wp-content/uploads/2023/04/PP03_CIP_PilarSocial.pdf#page=10.18

Regulamentação da Lei de interrupção voluntária de gravidez, Decreto-Lei n.º 7 (1987) (Cabo Verde).

Ribeiro, N., & Pereira, M. (2006). *Laboratório Virtual de Biotecnologia*. Proposta de Abordagem dos Recentes Avanços Tecnológicos e Respectivas Implicações Éticas Numa Perspectiva Investigativa no Ensino da Biologia.

Scanlon, V. C. & Sanders, T. (2019). *Fundamentos de anatomia e fisiologia* (8th ed.). FA Davis.

Tortora G. J. & Derrickson B. (2014). *Princípios de Anatomia e Fisiologia* (14th ed.). John Wiley & Sons, Inc..
https://www.ava-edu.net/biblioteca/wp-content/uploads/2021/03/Principios-De-Anatomia-E-Fisiologia_14-Ed.-Tortora.pdf#page=1422.00

Urry, L. A., Cain, M. L., Wasserman, S. A., Minorsky, P. V., & Orr, R. B. (2022). *Biologia de Campbell* (12th ed.). Artmed.

Villela, W. V., Lima, R. W., & Brito, C. F. D. (2018). O Programa Nacional de Saúde Reprodutiva de Cabo Verde: alcances, limites e desafios. *Ciência & Saúde Coletiva*, 23(11), 3631-3636.
<https://doi.org/10.1590/1413-812320182311.32852016>

VERSÃO EXPERIMENTAL

6. Referências

Conselho de Ministros de Cabo Verde. (2018). Lei de Bases do Sistema Educativo. Decreto-legislativo n.º 13/2018, de 7 de Dezembro. *Boletim Oficial da República de Cabo Verde*: I série, n.º 80.

Conselho de Ministros de Cabo Verde. (2022a). Revisão Curricular do Ensino Secundário. Decreto-lei n.º 28/2022, de 12 de Julho. *Boletim Oficial da República de Cabo Verde*: I série, n.º 68.

Conselho de Ministros de Cabo Verde. (2022b). Sistema Nacional da Avaliação das Aprendizagens do Ensino Secundário. Decreto-lei n.º 30/2022, de 12 de Julho. *Boletim Oficial da República de Cabo Verde*: I série, n.º 68.

Fernandes, D. (2021a). Avaliação Formativa. Folha de apoio à formação - Projeto de Monitorização Acompanhamento e Investigação em Avaliação Pedagógica (MAIA). Ministério da Educação/Direção-Geral da Educação.

Fernandes, D. (2021b). Avaliação Sumativa. Folha de apoio à formação - Projeto de Monitorização, Acompanhamento e Investigação em Avaliação Pedagógica (MAIA). Ministério da Educação/Direção-Geral da Educação.

Lopes, J., Lima, H., & Spínola, I. (2021). *Programa de Ciências da Terra e da Vida - 9.º ano de escolaridade, ensino secundário (versão experimental)*. Direção Nacional de Educação - Ministério da Educação de Cabo Verde.

Lopes, J., Spínola, I., & Spencer, H. (2023). *Programa de Biologia e Geologia - 10.º ano de escolaridade, ensino secundário (versão experimental)*. Direção Nacional de Educação - Ministério da Educação de Cabo Verde.

Alves, I., R., Almeida, A., C., Araújo, I. (2023). *Programa de Biologia e Geologia - 11.º ano de escolaridade, ensino secundário (versão experimental)*. Direção Nacional de Educação - Ministério da Educação de Cabo Verde.

Ministério da Educação de Cabo Verde (2021). *Referencial para o Ensino Secundário de Cabo Verde e Planos de Estudo*. Ministério da Educação, Praia.

Moura, A., Cristina, J., & Maio, C. (2022). *Desenho dos perfis de escolarização e formação dos alunos do ensino não superior*. Direção Nacional da Educação – Ministério da Educação de Cabo Verde.

Organização das Nações Unidas. (2015). *Transformar o nosso mundo: Agenda 2030 de Desenvolvimento Sustentável*. ONU. Nova Iorque.



Cântico da Liberdade

Canta, irmão
Canta, meu irmão
Que a liberdade é hino
E o homem a certeza.

Com dignidade, enterra a semente
No pó da ilha nua;
No despenhadeiro da vida
A esperança é do tamanho do mar
Que nos abraça,
Sentinela de mares e ventos
Perseverante
Entre estrelas e o Atlântico
Entoa o cântico da liberdade.

Canta, irmão
Canta, meu irmão
Que a liberdade é hino
E o homem a certeza!