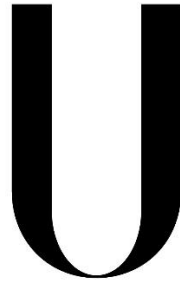


Universidade de Lisboa



LISBOA

---

UNIVERSIDADE  
DE LISBOA

**Influência do uso de simuladores na motivação  
e aquisição de conhecimentos em alunos do 10.º  
ano de escolaridade no tema da Biodiversidade**

Luís Manuel Henriqueta Gomes

Mestrado em Ensino de Biologia e Geologia no 3.º ciclo  
do Ensino Básico e Ensino Secundário

Relatório da Prática de Ensino Supervisionada orientado pela  
Professora Doutora Sílvia Ferreira

2025

## **Agradecimentos**

Quero começar por agradecer à Professora Sílvia Ferreira, cujo acompanhamento e *feedback* constante foram absolutamente fundamentais para o desenvolvimento e concretização deste trabalho, à Professora Cooperante Preciosa Silva, que me ensinou muito em todas as fases em que a acompanhei e na forma como me recebeu na sua sala de aula, demonstrando sempre total disponibilidade para ajudar, e ao Professor Carlos Assis, que se disponibilizou para realizar a revisão científica do Enquadramento Científico do presente trabalho. Agradeço também aos professores que encontrei ao longo do caminho e que contribuíram para este percurso formativo, tanto na Faculdade de Ciências como no Instituto de Educação.

Agradeço à minha família, pelo apoio prestado e pelo papel decisivo para que este objetivo se concretizasse, assim como aos meus amigos mais próximos, que estiveram presentes e se disponibilizaram para ajudar de diferentes formas, um abraço para todos.

Quero também mencionar a importância da minha prática de exercício físico, nomeadamente corrida e bicicleta, que funcionou como um escape e me permitiu desanuviar do trabalho. Sempre que existiam dias mais difíceis e exigentes, lá estavam os trilhos ou a bicicleta para carregar um pouco da carga emocional (e física). Menciono este fator exatamente por considerar que foi determinante para manter o equilíbrio e a saúde mental durante todo o processo.

Por último, agradeço à minha companheira de vida, que sempre esteve presente para apoiar e dar força neste longo e exigente percurso de regresso aos estudos e de formação profissional como professor. Sem ela, este processo teria sido certamente muito mais difícil, para não dizer impossível. Neste momento especial, que leva o nosso Artur na barriga, reconheço ainda mais o esforço que representou para ambos este último ano, e agradeço-lhe por tudo.

Obrigado a todos.

## Resumo

A integração crescente de tecnologias digitais no ensino e a necessidade de promover metodologias ativas e centradas no aluno reforçam a relevância de investigar o impacto dos simuladores virtuais no processo de aprendizagem. Neste estudo, realizado no âmbito da disciplina de Biologia e Geologia do 10.º ano de escolaridade, explorou-se o tema da biodiversidade, procurando responder à problemática: quais as potencialidades da utilização de simuladores na motivação e aquisição de conhecimentos dos alunos? Foram consideradas três questões orientadoras: (1) de que modo a utilização de simuladores influencia a motivação dos alunos? (2) qual o contributo dos simuladores na aquisição de conhecimento científico? (3) quais as dificuldades encontradas na sua utilização?

Seguiu-se uma abordagem qualitativa e de investigação sobre a própria prática, com uma intervenção didática de sete aulas (dezasseis tempos letivos) numa turma do 10.º ano, envolvendo dois simuladores: um de dinâmica de populações e outro de exploração celular. Os dados foram recolhidos por análise documental das fichas de trabalho, observação participante e inquérito por questionário.

Os resultados apontam para um impacto globalmente positivo na motivação e na aprendizagem dos alunos que participaram no estudo. A análise documental revelou que a maioria dos alunos obteve níveis de desempenho entre bom e muito bom. A observação participante evidenciou elevado envolvimento durante as atividades, destacando-se o papel da interatividade e do carácter visual destes recursos. O sucesso da atividade esteve associado à complexidade do simulador, à preparação prévia e à existência de guiões estruturados. O questionário confirmou a perceção positiva dos alunos, embora alguns tenham reportado dificuldades na navegação do segundo simulador, relacionadas com a ausência de guião de exploração.

Conclui-se que, quando bem integrados e planeados, os simuladores virtuais constituem um recurso pedagógico eficaz para potenciar a motivação e a aquisição de conhecimento científico no ensino das ciências.

**Palavras-chave:** Motivação; aquisição de conhecimento científico; simuladores virtuais; biodiversidade.

## **Abstract**

The increasing integration of digital technologies in education and the need to promote active and student-centered methodologies reinforce the relevance of investigating the impact of virtual simulators on the learning process. In this study, carried out within the Biology and Geology subject in the 10th grade, the theme of biodiversity was explored, seeking to address the following research problem: what are the potentialities of using simulators in students' motivation and knowledge acquisition? Three guiding questions were considered: (1) in what way does the use of simulators influence students' motivation? (2) what is the contribution of simulators to the acquisition of scientific knowledge? (3) what difficulties are encountered in their use?

A qualitative, self-study approach was followed, with a didactic intervention of seven lessons (sixteen class periods) in a 10th grade class, involving two simulators: one on population dynamics and another on cellular exploration. Data were collected through document analysis of worksheets, participant observation, and a questionnaire survey.

The results point to an overall positive impact on the motivation and learning of the students who participated in the study. Document analysis revealed that most students achieved performance levels between good and very good. Participant observation highlighted high involvement during the activities, with particular emphasis on the role of interactivity and the visual nature of these resources. The success of the activity was associated with the complexity of the simulator, prior preparation, and the existence of structured guides. The questionnaire confirmed students' positive perceptions, although some reported difficulties in navigating the second simulator, related to the absence of an exploration guide.

It is concluded that, when well-integrated and planned, virtual simulators constitute an effective pedagogical resource to enhance students' motivation and the acquisition of scientific knowledge in science education.

**Keywords:** Motivation; scientific knowledge acquisition; virtual simulators; biodiversity.

# Índice

Capítulo I - Introdução .....	8
Capítulo II – Enquadramento teórico .....	11
2.1. Processo de aprendizagem e fatores condicionantes .....	11
2.2. Motivação dos alunos .....	17
2.3. Simuladores no ensino das ciências .....	19
Capítulo III – Enquadramento Científico.....	25
3.1. Diversidade biológica.....	25
3.2. Classificação dos seres vivos .....	26
3.3. Níveis de organização biológica.....	28
3.4. Dinâmica dos ecossistemas .....	29
3.5. Extinção e conservação de espécies .....	33
3.6. A célula e os seus constituintes.....	35
Capítulo IV – Proposta didática da intervenção.....	37
4.1. Enquadramento curricular da proposta.....	37
4.2. Sequência didática .....	38
Capítulo V – Métodos e procedimentos .....	61
5.1. Caracterização do contexto e da turma.....	61
5.2. Fundamentação metodológica .....	63
5.3. Técnicas e instrumentos de recolha de dados .....	65
5.4. Questões de natureza ética.....	71
Capítulo VI – Apresentação e análise dos resultados.....	72
6.1. De que modo a utilização de simuladores influencia a motivação de alunos do 10.º ano no estudo da biodiversidade? .....	72
6.2. Qual o contributo da utilização de simuladores na aquisição de conhecimento científico por alunos do 10.º ano no tema da biodiversidade? .....	77
6.3. Quais são as dificuldades dos alunos durante a utilização de simuladores? ...	85
6.4. Perceções globais dos alunos sobre o uso de simuladores virtuais .....	91
Capítulo VII – Considerações finais .....	95
7.1. Conclusões gerais da investigação .....	95
7.2. Limitações e investigações futuras.....	98
7.3. Reflexão final do estágio .....	99
Referências bibliográficas.....	103
Apêndices.....	106
Apêndice A - Guião de exploração do simulador sobre dinâmica populacional..	106

Apêndice B - Relatório da atividade prática de observação de células ao MOC e tabela de preenchimento sobre os diferentes organelos utilizando o simulador virtual .....	109
Apêndice C - Planificação a curto prazo .....	112
Apêndice D - Ficha de diagnóstico .....	126
Apêndice E - Guião de orientações para trabalho de grupo de pesquisa autónoma .....	129
Apêndice F - Apresentação em <i>PowerPoint</i> sobre o tema da Biosfera.....	132
Apêndice G - Apresentação em <i>PowerPoint</i> sobre o tema da Célula .....	143
Apêndice H - Ficha de consolidação de conhecimentos .....	148
Apêndice I - Grelha de Observação Participante .....	153
Apêndice J - Questionário .....	156
Apêndice L - Classificações dos alunos nas fichas aplicadas nas atividades com simuladores.....	160

## Índice de figuras

Figura 1 – Sistemas de Classificação dos Seres Vivos.....	27
Figura 2 - Níveis de Organização Biológica.....	29
Figura 3 – Cadeia trófica .....	30
Figura 4 – Rede Nacional de Áreas Protegidas .....	35
Figura 5 – Interface do Simulador Population Dynamics of White-Footed Mouse	39
Figura 6 – Interface do Simulador Cell Explorer.....	41
Figura 7 – Grelha de Observação – Simulador de Dinâmica Populacional (dimensões 1 e 2).....	73
Figura 8 – Grelha de Observação - Simulador de Exploração Celular (dimensões 1 e 2).....	74
Figura 9 – Questões fechadas sobre a motivação – Simulador de dinâmica populacional.....	75
Figura 10 – Questões fechadas sobre a motivação – Simulador de Exploração Celular .....	76
Figura 11 - Classificações nas fichas de trabalho – guião de exploração de dinâmica populacional.....	78
Figura 12 – Classificações nas fichas de trabalho – relatório da atividade prática de observação de células e preenchimento de tabela de organelos celulares com recurso ao simulador.....	79
Figura 13 – Grelha de Observação - Simulador de Dinâmica Populacional (dimensão 3) .....	80
Figura 14 – Grelha de Observação - Simulador de Exploração Celular (dimensão 3) .....	81
Figura 15 – Questão fechada sobre a aquisição de conhecimentos – Simulador de Dinâmica Populacional.....	82
Figura 16 - Questão fechada sobre a aquisição de conhecimentos – Simulador de Exploração Celular.....	82
Figura 17 – Grelha de Observação - Simulador de Dinâmica Populacional (dimensão 4) .....	86
Figura 18 – Grelha de Observação - Simulador de Exploração Celular (dimensão 4) .....	87
Figura 19 – Questão fechada sobre dificuldades sentidas – Simulador de Dinâmica Populacional.....	88
Figura 20 - Questão fechada sobre dificuldades sentidas – Simulador de Exploração Celular .....	88

Figura 21 - Percepção dos alunos sobre a experiência global – Simulador de Dinâmica Populacional.....	92
Figura 22 - Percepção dos alunos sobre a experiência global – Simulador de Exploração Celular.....	92
Figura 23 - Categoria Sugestões de Melhoria – Simulador de Exploração Celular	93

## Índice de tabelas

Tabela 1 – Planificação a Médio Prazo .....	42
Tabela 2 – Síntese das técnicas e instrumentos de recolhas de dados .....	66
Tabela 3 – Subcategorias de análise de conteúdo nas questões 1.3 e 2.3 do questionário correspondentes à categoria “Dificuldades técnicas” .....	69
Tabela 4 – Subcategorias de análise de conteúdo nas questões 1.5 e 2.5 do questionário correspondentes à categoria “Sugestões de melhoria” .....	69
Tabela 5 – Características do simulador que os alunos consideram que mais ajudaram na sua aprendizagem – Comparação entre simuladores .....	83
Tabela 6 – Dificuldades técnicas sentidas pelos alunos – Comparação entre simuladores.....	89

# Capítulo I

## Introdução

Nas últimas décadas, as tecnologias digitais têm conquistado terreno nas nossas escolas, o que veio transformar o contexto educativo e levar a alterações significativas nas dinâmicas de ensino e aprendizagem. O crescente acesso a dispositivos digitais como computadores, *tablets* e *smartphones*, em conjunto com a expansão da *internet* e o desenvolvimento de ambientes de aprendizagem *online*, tem gerado novas oportunidades para integrar estratégias pedagógicas inovadoras nas salas de aula (Yates et al., 2020).

Vivemos numa sociedade em constante evolução tecnológica, cada vez mais complexa e interligada, onde a literacia digital se tornou uma competência essencial em praticamente todas as áreas profissionais. Por esse motivo, a formação dos professores deve contemplar o domínio de ferramentas digitais, assim como a capacidade de integrar tecnologias na sala de aula de forma útil e relevante para o desenvolvimento de competências nos alunos. Como refere Gómez-Galán (2018), a revolução digital transformou a educação num motor de mudança social, exigindo que o ensino responda aos desafios de um mundo em rápida transformação.

Entre os recursos digitais com maior potencial para o ensino das ciências destacam-se os simuladores virtuais, que oferecem experiências de carácter interativo e imersivo, permitindo a visualização, manipulação e experimentação de fenómenos complexos de forma acessível. Estes recursos didáticos facilitam não só a compreensão de conceitos abstratos, mas também promovem o envolvimento ativo dos alunos nas atividades de aprendizagem. As tecnologias digitais abrem novas possibilidades para a comunicação, o acesso à informação e a construção de conhecimento, transformando a forma como interagimos na sociedade atual (Njenga, 2018).

No campo específico da educação em ciências, os simuladores virtuais permitem recriar sistemas ou processos naturais, possibilitando que os alunos explorem variáveis, formulem hipóteses e observem resultados, num ambiente seguro e controlado. Segundo Rutten, van Joolingen e van der Veen (2012, p. 136), com base em de Jong e van Joolingen (1998), um simulador é “um programa que contém um modelo de um sistema (natural ou artificial) ou um processo”. Estas ferramentas permitem promover metodologias ativas e centradas no aluno, favorecendo aprendizagens mais significativas. Whitworth et al.

(2018) demonstram que a utilização de simuladores virtuais pode potenciar o sucesso académico e gerar atitudes mais positivas para com o processo de aprendizagem.

Foi neste enquadramento que surgiu o interesse em investigar a utilização de simuladores virtuais no ensino da Biologia e Geologia, mais concretamente no domínio da Biodiversidade, no 10.º ano de escolaridade. A escolha deste tema está relacionada não só com a atualidade da discussão sobre a literacia digital no ensino, mas também com a minha intenção pessoal e profissional de desenvolver competências pedagógicas que me permitam integrar recursos digitais de forma crítica e fundamentada na minha prática educativa. Acredito que os simuladores representam uma ponte eficaz entre conteúdos complexos e metodologias ativas, contribuindo para um maior envolvimento dos alunos.

A componente investigativa deste trabalho teve como objetivo analisar a influência da utilização de simuladores virtuais na motivação e na aquisição de conhecimentos por parte dos alunos, assim como identificar as principais dificuldades sentidas durante a exploração destes recursos digitais. A intervenção letiva foi implementada no âmbito da unidade curricular de Iniciação à Prática Profissional IV, numa turma do 10.º ano, com a duração de sete aulas (16 tempos de 50 minutos), no ano letivo de 2024/2025. A recolha de dados foi feita através de observação participante, na análise das classificações obtidas em fichas de trabalho realizadas após as atividades com simuladores e num questionário aplicado aos alunos no final da intervenção.

## **Problemática e questões de investigação**

A componente investigativa pretende dar resposta à seguinte problemática de investigação: Quais as potencialidades da utilização de simuladores virtuais na motivação e aquisição de conhecimentos nos alunos do 10.º de escolaridade no tema da biodiversidade?

Com o objetivo de orientar toda a minha investigação, foram então formuladas as seguintes questões orientadoras:

- De que modo a utilização de simuladores influencia a motivação de alunos do 10.º ano no estudo da biodiversidade?
- Qual o contributo da utilização de simuladores na aquisição de conhecimento científico por alunos do 10.º ano no tema da biodiversidade?

- Quais são as dificuldades dos alunos durante a utilização de simuladores?

Este relatório está organizado em sete capítulos. O Capítulo I apresenta a introdução ao tema, a fundamentação da escolha, os objetivos da investigação e as questões orientadoras. O Capítulo II corresponde ao enquadramento teórico, onde são discutidos os conceitos centrais relacionados com o uso de simuladores virtuais em contextos educativos. No Capítulo III, desenvolve-se o enquadramento científico dos conteúdos lecionados durante a intervenção. O Capítulo IV apresenta a proposta didática da intervenção, incluindo o enquadramento curricular, os objetivos e a planificação e reflexão das aulas. No Capítulo V descreve-se os métodos e procedimentos utilizados na componente investigativa, destacando as técnicas e instrumentos de recolha e análise de dados. No Capítulo VI é fornecida uma análise e interpretação dos resultados obtidos, tendo em conta as questões de investigação. O Capítulo VII reúne as considerações finais, com reflexões pessoais sobre a intervenção, aprendizagens profissionais, limitações do estudo e perspetivas futuras. Por fim, são apresentadas as referências bibliográficas utilizadas ao longo do trabalho, seguidas dos apêndices.

## Capítulo II

### Enquadramento teórico

Este capítulo apresenta o enquadramento teórico que sustenta o presente estudo, e está estruturado em três secções principais: os fatores que influenciam o processo de aprendizagem por parte dos alunos, os fatores que influenciam a motivação dos mesmos e o uso de simuladores virtuais no ensino das ciências. Na primeira secção analisam-se os fatores que condicionam o processo de aprendizagem, destacando alguns dos elementos que promovem o sucesso educativo dos alunos. Em seguida, exploram-se os fatores que influenciam a motivação dos alunos, tendo em conta o seu papel central no envolvimento e desempenho académico. Por fim, define-se o conceito de simulador e discute-se o modo como pode ser aplicado no ensino das ciências, incluindo as suas potencialidades e limitações enquanto ferramenta pedagógica. Este enquadramento teórico procura estabelecer uma base sólida para compreender de que forma estas dimensões se articulam e contribuem para a melhoria das práticas de ensino e aprendizagem.

#### 2.1. Processo de aprendizagem e fatores condicionantes

A aprendizagem é um processo complexo que envolve a aquisição, construção e organização de conhecimentos, capacidades e atitudes, e resulta da interação entre o indivíduo e o meio. O processo de aprendizagem ocorre a nível individual, mas também é influenciado por fatores sociais, emocionais e culturais. No contexto educativo, compreender os processos que levam à aprendizagem revela-se como fundamental de modo a promover práticas pedagógicas eficazes e adaptadas à diversidade dos alunos (Illeris, 2016).

As teorias da aprendizagem têm sofrido evolução ao longo do tempo, e à medida que o ser humano vai adquirindo conhecimento sobre o seu próprio processo de aprendizagem. As abordagens de carácter comportamentalista dão maior destaque ao reforço externo e ao papel da repetição para ocorrer a modificação de comportamentos (Skinner, 1953). A abordagem cognitivista proposta por Piaget e analisada por Smith, Dockrell e Tomlinson (1997) dá maior relevância aos processos mentais internos, como a atenção, a memória e o raciocínio, descrevendo também os estágios de desenvolvimento

cognitivo, e a importância da interação com o meio físico na construção ativa do conhecimento.

Por sua vez, Vygotsky, cuja abordagem é igualmente aprofundada por Smith et al. (1997), introduz uma perspectiva socioconstrutivista, que dá destaque à mediação social, ao papel da linguagem e a zona de desenvolvimento proximal como elementos centrais no processo de aprendizagem. A zona de desenvolvimento proximal refere-se ao intervalo entre o que o aluno consegue fazer sozinho e o que consegue fazer com auxílio de outro elemento mais capaz, seja professor ou colega. Esta abordagem reconhece a importância do professor como mediador da aprendizagem e da interação com os colegas na construção de conhecimento (Smith et al., 1997).

Embora Piaget e Vygotsky partilhem a ideia de que a aprendizagem é um processo ativo, os autores divergem quanto à importância do papel atribuído à interação social. Piaget aponta o desenvolvimento cognitivo como um processo de carácter individual, enquanto Vygotsky reconhece a mediação social e cultural como um fator essencial na construção do conhecimento.

Por outro lado, Ausubel, Novak e Hanesian (1978) destacam a importância da aprendizagem significativa, que acontece quando novos temas são integrados de forma estruturada naquilo que o aluno já conhece, efetuando pontes de ligação entre novos conteúdos e os conhecimentos prévios. Esta integração contribui para a construção de uma estrutura cognitiva mais robusta no aluno. Este tipo de aprendizagem depende da existência de conhecimentos prévios e de disposição para aprender da parte do aluno.

Bruner (1996) propõe uma abordagem cultural e narrativa da aprendizagem, onde o conhecimento é construído ativamente através da linguagem e da interação sociocultural. O autor valoriza o ensino por descoberta e exploração e a participação ativa do aluno neste processo, defendendo que os conteúdos devem ser apresentados de forma que façam sentido para o aluno e estejam relacionados com o seu quotidiano, em vez de se limitarem a um simples acumular de factos e informações. O currículo em espiral é um conceito central da abordagem deste autor, no qual os temas fundamentais são revisitados periodicamente, de forma progressiva e cada vez mais aprofundada, permitindo aos alunos consolidar e ampliar o seu entendimento em diferentes fases do desenvolvimento.

Enquanto Piaget dá maior destaque aos estágios de desenvolvimento cognitivo, Vygotsky refere a importância da interação social. Por sua vez, Ausubel enfatiza o papel

dos conhecimentos prévios e da estruturação do conteúdo para promover uma aprendizagem significativa. Já Bruner, que também valoriza a construção ativa do conhecimento, indica a importância da narrativa e da cultura, propondo que os conteúdos sejam revisitados ciclicamente através do currículo em espiral.

Relativamente às diferentes teorias apresentadas, o presente estudo adota uma perspectiva mais aproximada do construtivismo, em particular das abordagens socioconstrutivista de Vygotsky e da aprendizagem significativa de Ausubel, complementadas pela valorização da dimensão cultural e narrativa proposta por Bruner. Esta escolha vem do reconhecimento de que a aprendizagem é influenciada pela interação entre o contexto sociocultural em que o aluno está inserido, os conhecimentos prévios que possui e as experiências significativas que lhe são proporcionadas, sendo estes fatores considerados fundamentais no processo de aprendizagem (Ausubel et al., 1978; Bruner, 1996; Smith, Dockrell & Tomlinson, 1997).

A intervenção didática procurou, por isso, promover a construção ativa do conhecimento através da utilização de atividades práticas centradas no aluno, como a exploração de simuladores virtuais, que permitiram interligar os conteúdos científicos ao mundo real, favorecer a mediação pedagógica e apoiar a compreensão de conceitos abstratos.

Relativamente aos fatores que influenciam a aprendizagem, Jayawardena, van Kraayenoord e Carroll (2020) referem que estes podem ter um impacto positivo ou negativo no desempenho dos alunos. Os autores agrupam estes fatores em cinco categorias distintas: fatores relacionados com a família, com os próprios alunos, com a escola, com a tecnologia e com as instituições. Esta organização permite analisar a aprendizagem como um processo complexo e dinâmico, influenciado por múltiplas variáveis que interagem entre si ao longo do percurso educativo.

De acordo com Jayawardena et al. (2020), o contexto familiar tem um impacto significativo na aprendizagem, particularmente através do apoio financeiro, da disponibilidade de materiais educativos e do acesso a tecnologias. Famílias que proporcionam experiências variadas aos seus filhos tendem a criar condições mais favoráveis à aprendizagem. Pelo contrário, a ausência desses recursos pode representar uma desvantagem significativa. O envolvimento dos pais nas rotinas escolares, o nível de apoio fornecido nas tarefas e a qualificação académica dos mesmos surgem como fatores

diferenciadores no sucesso escolar dos alunos. Para além dos recursos materiais, o ambiente emocional da família tem igualmente um peso importante. Relações familiares positivas, onde existe apoio afetivo e estabilidade, contribuem para o bem-estar emocional do aluno e para o seu envolvimento escolar (Bransford, Brown & Cocking, 2000).

Dentro dos fatores relacionados com os alunos, destacam-se a motivação, a curiosidade e os interesses pessoais. Alunos motivados e interessados tendem a explorar mais ativamente os conteúdos e a envolver-se mais nas tarefas de aprendizagem (Jayawardena et al., 2020). Um fator particularmente relevante é a autoeficácia, definida por Bandura (1993) como o indivíduo acreditar na sua capacidade de organizar e executar ações necessárias para atingir determinados objetivos. Alunos com elevada perceção de autoeficácia revelam maior persistência quando se deparam com desafios, demonstram maior autonomia e tendem a adotar estratégias de aprendizagem mais eficazes. O nível de autonomia e confiança também é importante, uma vez que alunos que se autorregulam, planificam as suas tarefas e avaliam criticamente o seu progresso desenvolvem uma aprendizagem mais eficaz (Zimmerman, 2002). O compromisso com a aprendizagem e a consciência do próprio estilo de aprendizagem são também fatores que contribuem para o sucesso académico, permitindo ao aluno adotar estratégias mais adequadas (Bransford et al., 2000).

Outro fator ainda relacionado com o aluno é o conhecimento prévio que este possui. A aprendizagem torna-se mais significativa quando os novos conteúdos se conectam com aquilo que o aluno já sabe, favorecendo a construção de conhecimento mais sólido (Hattie, 2012). A participação em experiências práticas e atividades relacionadas com as ciências na vida real também reforça o envolvimento e a compreensão de conceitos por parte dos alunos (Bransford et al., 2000). Finalmente, a crença dos alunos sobre as oportunidades futuras, nomeadamente a perceção de que o que estão a aprender poderá ser útil no seu percurso profissional, influencia de forma positiva a sua motivação e persistência (Jayawardena et al., 2020).

Relativamente aos fatores relacionados com a escola, o apoio fornecido pelos professores surge como um elemento fundamental no seu papel de mediadores da aprendizagem, promovendo a ligação entre o aluno, os conteúdos e os contextos (Tomlinson, 1999). A oferta de aulas adicionais, a partilha de técnicas de estudo e a disponibilização de materiais de apoio contribuem significativamente para o progresso

dos alunos (Jayawardena et al., 2020). Hattie (2012) destaca também o fornecimento de instruções claras, o *feedback* contínuo e de carácter formativo e a gestão eficaz da sala de aula como aspetos que reforçam o impacto positivo do trabalho docente.

A diferenciação pedagógica, definida como a adaptação das estratégias de ensino às necessidades, ritmos e estilos de aprendizagem dos alunos, constitui também uma prática essencial para garantir a inclusão e a equidade no acesso à aprendizagem (Tomlinson, 1999). No entanto, a falta de recursos pedagógicos e tecnológicos, assim como a sobrecarga de conteúdos no currículo, podem funcionar como obstáculos à aprendizagem (Jayawardena et al., 2020).

Bransford et al. (2000) referem também, como um fator associado à escola, a oferta de atividades extracurriculares promovidas pela mesma e que estão ligadas às ciências (competições, exposições, visitas de estudo ou projetos interdisciplinares), que promovem o envolvimento dos alunos e permitem aplicar conhecimentos em contextos concretos. Por fim, a reputação da escola pode atuar como um fator de motivação ou desmotivação adicional, ao influenciar as expectativas dos alunos e a sua perceção de autoeficácia (Jayawardena et al., 2020).

No que respeita aos fatores relacionados com a tecnologia, o uso de ferramentas digitais como recursos pedagógicos pode potenciar a aprendizagem e o sucesso académico dos alunos, especialmente se for articulado com objetivos claros e estratégias de ensino eficazes (Jayawardena et al., 2020). O modelo TPACK (*Technological Pedagogical Content Knowledge*), proposto por Mishra e Koehler (2006), defende que a integração tecnológica feita de forma eficaz requer o equilíbrio entre o conhecimento tecnológico, o conhecimento pedagógico, e o conhecimento do conteúdo, permitindo que a tecnologia seja usada de forma intencional e significativa, e não como um acessório ou apenas entretenimento. Neste sentido, atividades digitais interativas, que combinam elementos visuais, auditivos, de texto, e uma componente de interatividade ou manipulação por parte do aluno, podem contribuir para o seu envolvimento e facilitar a compreensão de conceitos complexos (Moreno & Mayer, 2007).

Contudo, o uso excessivo de tecnologia para fins não educativos, como a visualização prolongada de televisão ou a utilização de redes sociais e dispositivos móveis como entretenimento, pode ter efeitos prejudiciais na concentração, na gestão do tempo e até mesmo no desempenho escolar (Jayawardena et al., 2020).

Por fim, no que diz respeito aos fatores institucionais, a falta de uniformidade entre instituições educativas e outras organizações pode ter um impacto negativo na aprendizagem dos alunos, ao dificultar a articulação de objetivos, critérios de avaliação e práticas pedagógicas. Para além disso, problemas relacionados com a qualidade dos materiais didáticos, como manuais escolares desatualizados, com incorreções ou com falta de organização, constituem também obstáculos à aprendizagem eficaz, comprometendo a clareza e a estruturação dos conteúdos apresentados aos alunos (Jayawardena et al., 2020).

A análise dos fatores que influenciam a aprendizagem permitiu interpretar algumas das dinâmicas observadas na turma que participou no estudo, e fundamentar as decisões tomadas no planeamento da intervenção didática. No que diz respeito aos fatores familiares, a maioria dos alunos demonstrava estabilidade emocional e dispunha de condições favoráveis ao estudo, o que contribuiu para o seu envolvimento nas atividades propostas. Ao nível dos fatores pessoais, foi possível identificar dois grupos distintos: um grupo de alunas bastante motivadas, interessadas e com alguma autonomia; e outro grupo de alunos menos motivados, que revelavam algumas dificuldades e trabalhavam a um ritmo mais lento, embora participassem nas atividades quando devidamente orientados. Esta diversidade justificou a escolha de atividades práticas com diferentes graus de apoio e momentos de consolidação, de modo a garantir o acompanhamento de todos os alunos.

Relativamente aos fatores escolares, a colaboração da professora cooperante e a existência de recursos laboratoriais adequados facilitaram a implementação da sequência didática. No que respeita aos fatores tecnológicos, o recurso a computadores foi garantido pela professora cooperante, que disponibilizou um conjunto de computadores portáteis para uso em sala de aula; além disso, a maioria dos alunos dispunha de telemóveis com acesso à internet, o que aumentou a flexibilidade na realização das tarefas.

Tendo em conta estes aspetos, a seleção dos simuladores virtuais recaiu sobre ferramentas gratuitas, acessíveis e intuitivas, garantindo a sua integração eficaz na proposta didática. Assim, a intervenção procurou responder de forma intencional aos principais fatores identificados na literatura, promovendo um ambiente favorável à motivação e à aprendizagem dos alunos.

## 2.2. Motivação dos alunos

A motivação dos alunos é crucial no processo de aprendizagem e sucesso escolar. Os professores têm um papel crítico na criação de ambientes de aprendizagem que estimulem a motivação dos alunos para aprender (Hodis & Hodis, 2022).

A motivação é reconhecida como um fator determinante para o sucesso acadêmico dos alunos, influenciando o seu envolvimento, persistência e desempenho. Um dos modelos que demonstram utilidade de modo a compreender os processos que influenciam a motivação no contexto educativo é a Teoria Expectativa-Valor, recentemente atualizada e aprofundada por Eccles e Wigfield (2020). Estes autores propuseram a Teoria Expectativa-Valor Situada (SEVT), que integra perspectivas do desenvolvimento, da cognição social e da cultura.

O grau de empenho que os alunos investem numa tarefa depende fundamentalmente de três dimensões interligadas: (1) as expectativas de sucesso, ou seja, a percepção que têm sobre a sua capacidade para ter êxito; (2) o valor atribuído à tarefa, que inclui a utilidade, o interesse, a importância pessoal e a ligação à identidade do aluno; e (3) o custo percebido, que se refere ao esforço exigido, à ansiedade, à perda de oportunidades ou ao tempo despendido para executar determinada tarefa (Eccles & Wigfield, 2020). Alunos aprendem de forma mais eficaz quando acreditam que conseguem ter sucesso, quando veem utilidade naquilo que aprendem e quando não consideram que o esforço exigido é demasiado alto. Estes três fatores atuam simultaneamente e influenciam o grau de envolvimento dos alunos nas atividades escolares, podendo potenciar ou inibir a sua motivação (Hodis & Hodis, 2022).

As expectativas de sucesso referem-se às crenças dos alunos sobre o seu desempenho futuro em tarefas específicas. São influenciadas por experiências anteriores, *feedback* de professores, a sua própria percepção de competência e as suas crenças sobre se a inteligência é uma capacidade fixa e inata ou possível de desenvolver através de esforço e aprendizagem (Eccles & Wigfield, 2020). Alunos com expectativas de sucesso elevadas apresentam maiores probabilidades de persistir perante dificuldades, maior capacidade de adaptação e a apresentar um maior envolvimento cognitivo e emocional na tarefa (Hodis & Hodis, 2020).

O valor atribuído à tarefa pode subdividir-se em várias componentes: valor de utilidade (a tarefa ajuda a atingir objetivos pessoais ou profissionais), valor intrínseco

(interesse ou prazer inerentes à tarefa), valor de realização (a tarefa contribui para a autoimagem) e valor de importância social. Quando os alunos percebem que uma tarefa tem utilidade para os seus objetivos ou uma ligação direta com o mundo real, têm tendência a investir mais na sua realização. O professor revela aqui um papel fundamental, estando a perceção do valor associada à forma como os conteúdos são apresentados em sala de aula (Eccles & Wigfield, 2020; Hodis & Hodis, 2022).

O custo percebido está associado aos aspetos negativos que os alunos percecionam na realização de uma tarefa: tempo despendido, esforço cognitivo, stress emocional, ou perda de oportunidades (Hodis & Hodis, 2020). O custo pode ser analisado como um conjunto de fatores, como o esforço necessário para realizar a tarefa, o esforço adicional fora da escola (ou fora da tarefa), a perda de atividades alternativas e o custo emocional envolvido. Elevadas perceções de custo estão associadas a menor envolvimento, maior tendência para evitar a tarefa e até abandono da mesma (Flake et al., 2015).

Estas três dimensões (expectativa, valor e custo) condicionam bastante a motivação dos alunos. Por exemplo, alunos que acreditam nas suas capacidades, reconhecem a utilidade do que aprendem e não consideram a tarefa demasiado exigente têm tendência para apresentar maior motivação. Por outro lado, alunos que têm baixas expectativas, não entendem a utilidade das suas aprendizagens e consideram os seus custos demasiado elevados têm tendência a apresentar alguma desmotivação e desinteresse escolar (Hodis & Hodis, 2022).

A Teoria Expectativa-Valor Situada (SEVT) contribui para compreender melhor a motivação dos alunos no contexto escolar, permitindo interpretar comportamentos, dificuldades e atitudes face à aprendizagem. No domínio do ensino das ciências, esta teoria fornece algum auxílio de modo a compreender o motivo pelo qual alguns alunos se envolvem mais ativamente em atividades com tecnologias digitais, como os simuladores virtuais, enquanto outros demonstram resistência ou falta de interesse. A forma como cada aluno perceciona a tarefa em termos de expectativa de sucesso, valor atribuído e custo percebido é determinante para o grau de envolvimento que manifesta na mesma (Eccles & Wigfield, 2020).

A motivação para aprender, tal como descrita pela Teoria Expectativa-Valor Situada (SEVT), depende da perceção de competência, do valor atribuído às tarefas e do custo associado à sua realização (Eccles & Wigfield, 2020). As tecnologias digitais, e em

particular os simuladores virtuais, destacam-se como ferramentas que podem potencializar estas dimensões da motivação, proporcionando uma abordagem mais visual, interativa e centrada no aluno (Adams et al., 2008; Rutten et al., 2012). No ensino das ciências, a utilização de simuladores virtuais contribui para aumentar as expectativas de sucesso, atribuir maior valor às tarefas (por ligação à realidade ou interesse intrínseco) e a reduzir o custo percebido, ao facilitar a compreensão de conteúdos complexos e tornar a aprendizagem mais acessível e estimulante (Navarro et al., 2024; Walters et al., 2017).

No presente estudo, estas três dimensões da Teoria Expectativa-Valor Situada (SEVT) foram tidas em consideração na análise da motivação dos alunos, procurando compreender como a utilização de simuladores virtuais influencia a percepção de competência, o valor atribuído às atividades e o custo percebido. Os instrumentos de recolha de dados (fichas de trabalho, questionários, grelhas de observação e diários de bordo) foram desenvolvidos e interpretados tendo em conta estas dimensões, permitindo uma análise aprofundada da motivação dos alunos ao longo da intervenção didática.

### **2.3. Simuladores no ensino das ciências**

No ensino das ciências, os alunos são frequentemente confrontados com conceitos abstratos e processos difíceis de observar diretamente, o que pode dificultar o processo de aprendizagem. A necessidade de ultrapassar estas barreiras tem levado ao aumento da utilização de recursos digitais interativos nas nossas escolas. Entre esses recursos, os simuladores virtuais destacam-se pelo seu potencial para representar de forma visual, dinâmica e interativa diversos fenómenos científicos, permitindo aos alunos explorar, testar hipóteses e observar relações de causa e efeito de forma segura e autónoma (Adams et al., 2008; Rutten et al., 2012).

Estudos indicam que os simuladores virtuais contribuem para um maior envolvimento dos alunos, auxiliam na compreensão de conceitos complexos e incentivam a aprendizagem ativa, quando são integrados de forma intencional e estruturada no processo de ensino (Jones & Barrett, 2017; Walters et al., 2017). Além disso, têm demonstrado efeitos positivos no que respeita à motivação, na percepção de competência e no desempenho académico, sobretudo quando são associados a estratégias pedagógicas de mediação adequadas (Navarro et al., 2024; Whitworth et al., 2018). A utilização destes recursos é particularmente relevante em contextos onde há limitações de tempo, de

recursos laboratoriais ou de condições para a realização de atividades práticas reais, funcionando como uma alternativa eficaz para promover o contacto com procedimentos experimentais de forma segura e acessível (Rutten et al., 2012; Whitworth et al., 2018).

Um ambiente de aprendizagem que inclua simuladores permite aos alunos explorar sistematicamente situações hipotéticas, interagir com uma versão simplificada de um processo ou sistema, modificar a escala de tempo de certos eventos, assim como efetuar tarefas práticas e resolver problemas num ambiente realista. Esta definição reconhece a possibilidade de interação com o simulador como uma característica essencial, distinguindo-o de animações instrucionais que apenas ilustram eventos de forma estática ou sequencial (Rutten et al., 2012).

No presente estudo, opta-se por uma definição mais restrita, centrada exclusivamente na utilização de simuladores virtuais, entendidos como aplicações ou ferramentas digitais que representam fenómenos científicos através de ambientes visuais, dinâmicos e interativos (Adams et al., 2008). Embora Rutten et al. (2012) incluam vários tipos de simulações utilizados no ensino das ciências (incluindo modelos físicos, simulações em papel e em computador), este trabalho foca-se apenas nos simuladores virtuais baseados em computador, pelo seu potencial para apoiar a compreensão de conteúdos complexos e promover o envolvimento dos alunos (Adams et al., 2008; Navarro et al., 2024).

Na literatura científica, os termos *simulador digital* e *simulador virtual* são por vezes utilizados de forma equivalente para designar ferramentas tecnológicas utilizadas na educação. No entanto, alguns autores apontam diferenças relevantes. *Simulador digital* é uma designação mais ampla, frequentemente usada para referir qualquer recurso computacional que represente um processo ou sistema, mesmo que sem a componente de interatividade direta (Zulkosky, 2010). Por outro lado, *simulador virtual* refere-se mais especificamente a aplicações digitais interativas, com forte componente visual e dinâmica, que permitem a exploração ativa de fenómenos por parte dos alunos (Adams et al., 2008; Navarro et al., 2024). Tendo em conta esta distinção e o foco do presente estudo em recursos interativos baseados em computador, opta-se pela utilização consistente do termo simulador virtual ao longo deste relatório. Esta opção terminológica permite alinhar o conceito com os recursos efetivamente utilizados na intervenção didática desenvolvida.

De acordo com Adams et al. (2008), os simuladores virtuais são ferramentas que criam ambientes animados, interativos e semelhantes a jogos, que permitem estudar as conexões entre fenômenos do cotidiano e os modelos científicos que os explicam. Estes ambientes, por serem visuais e dinâmicos, tornam acessíveis os modelos conceptuais utilizados por especialistas, facilitando a compreensão de conceitos complexos através da interação direta dos alunos com o sistema.

As definições de simulador apresentadas convergem na ideia de que um simulador virtual é um programa ou ferramenta digital concebido com o objetivo de recriar sistemas ou processos científicos de forma interativa (Rutten et al., 2012; Adams et al., 2008). A característica particular deste recurso é a sua capacidade de permitir que os alunos explorem e manipulem diferentes aspetos desses sistemas, promovendo uma interação ativa. Esta abordagem torna os simuladores virtuais ferramentas didáticas extremamente úteis no ensino das ciências, ao facilitar a compreensão de conceitos complexos e promover aprendizagens significativas (Navarro et al., 2024). É com base nesta perspectiva que o presente estudo adota a definição de simulador virtual.

A crescente disponibilidade de computadores e de equipamentos tecnológicos (como quadros inteligentes e dispositivos móveis), assim como o facto de terem surgido simuladores virtuais acerca dos mais variados temas científicos, contribuiu para que estas ferramentas se tornassem cada vez mais utilizadas nas escolas (Jones & Barrett, 2017). O sucesso do seu uso depende, no entanto, do contexto de implementação, incluindo o suporte pedagógico oferecido, a integração no currículo e o envolvimento do professor no processo (Rutten et al., 2012).

De acordo com Whitworth et al. (2018) a combinação de atividades práticas laboratoriais (*hands-on*) com utilização de simuladores virtuais sobre o mesmo processo ou sistema levaram a classificações mais elevadas nos momentos de avaliação que se seguiram, revelando que a utilização do simulador virtual contribuiu para uma melhor compreensão dos conhecimentos em estudo.

No estudo realizado por Whitworth et al. (2018), foi avaliado o impacto pedagógico da utilização de um simulador virtual no ensino da cinética enzimática em contexto laboratorial universitário. Participaram 515 estudantes do curso de Biologia da *University of Maryland*, distribuídos aleatoriamente por diferentes grupos: um grupo de controlo (apenas experiências físicas) e dois grupos que combinaram simulador e trabalho

laboratorial real em ordens diferentes (simulador seguido de experiência, e vice-versa). O simulador virtual foi desenvolvido em MATLAB e reproduzia reações enzimáticas, permitindo manipular fatores como a concentração e temperatura. Os resultados mostraram melhorias significativas na aprendizagem de conceitos nos grupos que utilizaram o simulador virtual, com um ganho médio equivalente a 1,59 desvios padrão no pós-teste em relação ao grupo de controle.

Os simuladores virtuais apresentam múltiplas vantagens no ensino das ciências, sendo destacados como uma ferramenta eficaz para facilitar a aprendizagem de conceitos abstratos e complexos (Whitworth et al., 2018). De acordo com estes autores, os simuladores virtuais permitem a exploração ativa de hipóteses e a manipulação de variáveis de forma interativa, promovendo um maior envolvimento dos alunos e uma compreensão mais profunda dos processos científicos. Além disso, Walters et al. (2017) referem que estes recursos contribuem para o desenvolvimento de competências práticas em ambientes seguros, reduzindo os riscos associados às atividades laboratoriais tradicionais e permitindo múltiplas tentativas sem consequências negativas.

Outras vantagens apontadas incluem a flexibilidade e acessibilidade, o que possibilita a sua utilização em contextos com recursos limitados (Whitworth et al., 2018), e a promoção do trabalho colaborativo, incentivando os alunos a trabalharem em equipa para resolver problemas complexos (Walters et al., 2017). Assim, os simuladores virtuais destacam-se como ferramentas que aumentam a motivação dos alunos e contribuem para a eficácia do processo de ensino-aprendizagem (Rutten et al., 2012; Whitworth et al., 2018).

Apesar das vantagens mencionadas, o uso de simuladores virtuais também apresenta algumas limitações que devem ser consideradas. Walters et al. (2017) referem que a dependência excessiva destas ferramentas pode levar a dificuldades em contextos onde esses recursos não estão disponíveis, afetando negativamente o desempenho dos alunos. Além disso, os simuladores virtuais nem sempre conseguem reproduzir a complexidade dos erros experimentais que ocorrem em ambientes laboratoriais reais, limitando a experiência prática completa (Whitworth et al., 2018).

Por outro lado, Walters et al. (2017) mencionam que a implementação de simuladores virtuais exige um planeamento intensivo por parte dos professores, além de requerer acesso a tecnologias digitais adequadas, o que pode ser um desafio em contextos

com recursos limitados. Whitworth et al. (2018) apontam ainda a ausência do desenvolvimento de capacidades psicomotoras associadas ao manuseamento de equipamentos reais como uma limitação relevante. Estas considerações reforçam a importância de um equilíbrio cuidadoso entre o uso de simuladores virtuais e outras metodologias de ensino.

A análise das vantagens e desvantagens do uso de simuladores virtuais no ensino das ciências revela a importância de uma implementação equilibrada e pedagogicamente fundamentada. Enquanto Whitworth et al. (2018) e Walters et al. (2017) convergem na identificação das capacidades dos simuladores virtuais para promover a aprendizagem ativa, a flexibilidade e a redução de custos, ambos os estudos também reconhecem desafios importantes, como a dependência tecnológica e a falta de desenvolvimento de capacidades psicomotoras. Assim, é crucial que os professores utilizem simuladores virtuais como complemento às práticas laboratoriais tradicionais, aproveitando as suas potencialidades para facilitar a aprendizagem de conceitos abstratos, mas não em detrimento da utilização de experiências práticas reais, que contribuem para uma formação científica mais completa (Walters et al., 2017).

As conclusões do estudo de Whitworth et al. (2018), assim como de outros trabalhos analisados, reforçam a relevância da utilização de simuladores virtuais como recurso complementar no ensino das ciências. No presente estudo, esta evidência foi tida em consideração no processo de construção da intervenção didática, que integrou simuladores virtuais em diferentes momentos da sequência de aulas, com o objetivo de facilitar a compreensão de conceitos abstratos e promover o envolvimento dos alunos. À semelhança do que foi observado no estudo referido, também aqui se procurou garantir que os simuladores virtuais fossem utilizados de forma intencional e articulada com os objetivos curriculares, contribuindo para uma mediação pedagógica que valorizasse a exploração ativa e a consolidação do conhecimento.

O enquadramento teórico aqui apresentado permite compreender como a motivação dos alunos, os fatores que influenciam a aprendizagem e o uso de simuladores virtuais no ensino das ciências interagem para a criação de ambientes educativos mais significativos, dinâmicos e centrados no aluno. A literatura mostra que a motivação é potenciada quando os alunos reconhecem as aprendizagens como relevantes para os seus objetivos pessoais e quando lhes são proporcionadas experiências envolventes e adequadas às suas características (Hodis & Hodis, 2022). Simultaneamente, diversos

fatores (de origem individual, familiar, escolar, tecnológica e institucional) exercem influência direta no desempenho acadêmico e na forma como os alunos se envolvem nas tarefas escolares (Jayawardena et al., 2020). Neste contexto, os simuladores virtuais surgem como uma ferramenta pedagógica que, quando devidamente integrada, pode contribuir para o envolvimento dos alunos, facilitar a compreensão de conceitos abstratos e promover aprendizagens significativas, especialmente no ensino das ciências (Rutten et al., 2012).

## Capítulo III

### Enquadramento científico

Este capítulo apresenta uma síntese dos conteúdos científicos trabalhados ao longo da intervenção didática, inseridos no domínio da Biodiversidade, conforme definido nas Aprendizagens Essenciais de Biologia e Geologia para o 10.º ano. A intervenção coincidiu com o início da lecionação da componente de Biologia, uma vez que, até esse momento, os alunos tinham abordado exclusivamente temas da Geologia.

O domínio da Biodiversidade inclui dois capítulos: a Biosfera e a Célula. No capítulo da Biosfera, foram abordados os seguintes conteúdos: diversidade biológica, classificação dos seres vivos, níveis de organização biológica, dinâmica dos ecossistemas e a extinção e conservação de espécies. No capítulo da Célula, a intervenção didática incluiu o subcapítulo introdutório: A célula como unidade estrutural e funcional dos seres vivos.

#### 3.1. Diversidade biológica

A vida no nosso planeta apresenta as mais variadas formas e características. Existem milhões de espécies de plantas, animais, fungos e microrganismos, cada uma com as suas características que resultam da expressão dos seus genes. Também os ecossistemas apresentam diferenças entre si. A biodiversidade, ou diversidade biológica, corresponde ao conjunto de genes, espécies e ecossistemas existentes num determinado local (Verma, 2016).

Gaston e Spicer (2004) definem ainda a biodiversidade como toda a variedade de formas de vida a todos os níveis de organização biológica. Esta diversidade desempenha um papel central para manter a estabilidade dos ecossistemas e a sustentabilidade da vida. A biodiversidade pode ser descrita em três níveis principais, que funcionam em conjunto de modo a criar a complexidade da vida no planeta Terra: a diversidade genética, a diversidade de espécies e a diversidade de ecossistemas (Verma, 2016).

A diversidade genética corresponde à diversidade de alelos de cada gene que caracteriza uma espécie, os quais são transmitidos ao longo de gerações. Este tipo de diversidade explica as diferentes características observáveis entre indivíduos da mesma

espécie, permitindo a adaptação das populações a variações ambientais e sendo fundamental para a ação da seleção natural e para o processo de especiação. Para conservar a diversidade genética deve-se preservar diferentes populações de uma mesma espécie (Campbell et al., 2021).

A diversidade de espécies refere-se à variedade de espécies existentes numa região, sendo esta a definição mais vulgarmente utilizada quando se menciona a biodiversidade. Este nível é geralmente representado pela riqueza específica (número de espécies) e pela respetiva abundância relativa numa comunidade. A diversidade de ecossistemas corresponde à diversidade de habitats, que são locais onde um organismo ou uma população ocorrem naturalmente, e que incluem as diferentes formas de vida aí presentes (componente biótica) em interação com os elementos não vivos do meio (componente abiótica) (Verma, 2016).

### **3.2. Classificação dos seres vivos**

A forma como os seres vivos são classificados foi sofrendo alterações ao longo do tempo, desde o momento em que era baseada em características morfológicas e funcionais simples, até que se passaram a ter em consideração as relações filogenéticas e ecológicas entre os organismos e, mais recentemente, quando surgiram novos conhecimentos originados pelo avanço da biologia molecular. Em 1969, Robert Whittaker propôs um sistema composto por cinco reinos. Este sistema organizava os seres vivos com base em dois critérios fundamentais: a organização celular (procariótica ou eucariótica) e o modo de nutrição (autotrófico, heterotrófico ou por absorção) (Hagen, 2012).

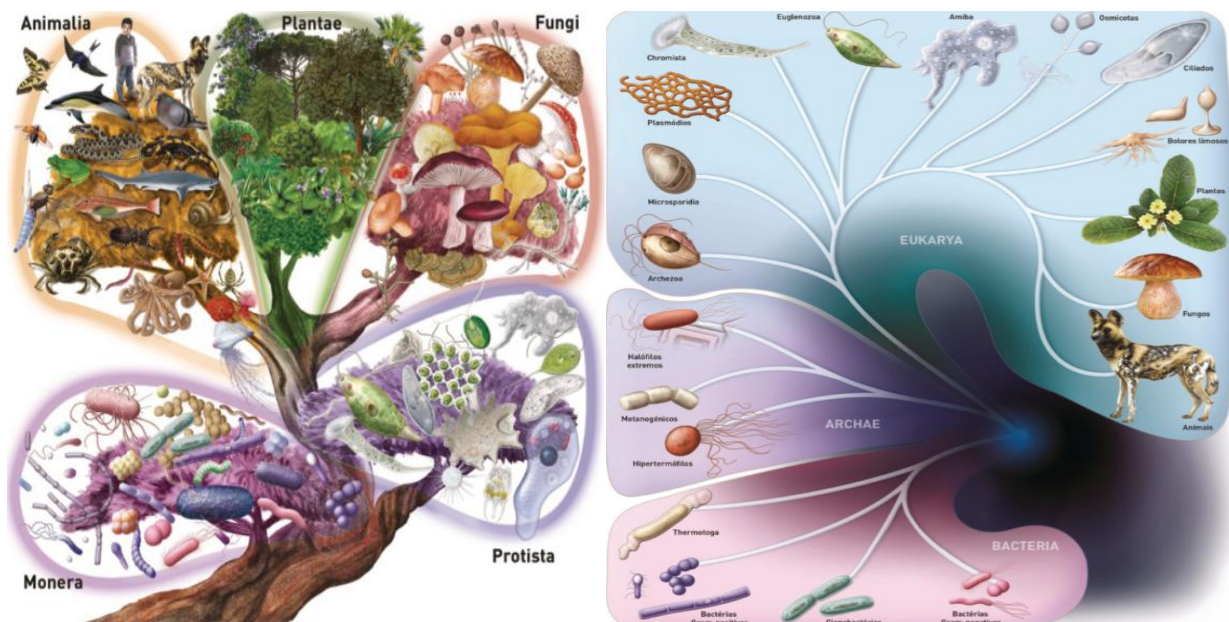
Whittaker considerava que o sistema em vigor não representava adequadamente a diversidade de organismos, que eram divididos em plantas ou animais. Assim, motivado pelas suas investigações em ecologia e no conhecimento sobre os ciclos biogeoquímicos, propôs uma classificação que tivesse em conta os papéis ecológicos que cada indivíduo desempenha no ecossistema (produtores, consumidores e decompositores). Surgiram então os cinco reinos definidos por Whittaker: Monera (organismos procariontes), Protista (eucariontes unicelulares), Fungi (eucariontes multicelulares heterotróficos por absorção), Plantae (autotróficos multicelulares) e Animalia (heterotróficos multicelulares por ingestão) (Hagen, 2012).

Apesar do sucesso do sistema de Whittaker no campo escolar, avanços na biologia molecular levaram ao desenvolvimento de uma nova classificação proposta por Carl Woese, em 1990. Esta nova classificação assentava na ideia de três domínios (Bacteria, Archaea e Eukarya) justificadas com base em análises de RNA ribossômico, as quais evidenciaram uma grande diferença entre bactérias e as arqueias (Woese, Kandler & Wheelis, 1990). Muitos autores e educadores continuam a utilizar o sistema de classificação de Whittaker, por ser de fácil compreensão para os alunos e por permitir a associação de diferentes conceitos. Por isso mesmo, esta classificação, baseada na estrutura celular e na função ecológica, ainda se revela bastante útil, especialmente no ensino da biodiversidade (Hagen, 2012).

Ambos os sistemas, o de Whittaker e o de Woese, representados na Figura 1, não se excluem mutuamente, mas revelam-se como complementares no processo de ensino. Enquanto Whittaker fornece um sistema acessível e funcional para classificar e organizar a diversidade biológica, Woese contribui com uma base filogenética molecular mais robusta (Hagen, 2012).

**Figura 1**

*Sistemas de Classificação dos Seres Vivos*



Nota. Sistema de classificação de Whittaker (à esquerda). Sistema de classificação de Woese (à direita). Retirado de *BioFoco: Biologia e Geologia – 10.º ano* (Matias & Martins, 2025), Areal Editores.

### **3.3. Níveis de organização biológica**

Biólogos organizam as formas de vida de acordo com níveis progressivamente mais inclusivos, como ilustrado na Figura 2. Esta organização começa com o átomo, a unidade mais pequena de uma substância. Átomos e as partículas fundamentais que os compõem formam a base de toda a matéria. Os átomos interligam-se para originar as moléculas. Não existem átomos únicos das formas de vida, mas existem moléculas únicas. A célula, que corresponde à unidade básica da vida, consiste num conjunto destas moléculas (Starr et al., 2018).

As células organizam-se em tecidos, cada um deles formado por um tipo específico de células, que, organizadas num padrão específico, contribuem para desempenhar uma determinada função no organismo. Este arranjo permite a especialização por funções nos diferentes tecidos. Um órgão é uma estrutura composta por tecidos que coletivamente desempenham uma determinada função ou tarefa. Um sistema de órgãos é um conjunto de órgãos e tecidos em interação, que desempenham uma ou várias funções corporais (Campbell et al., 2021).

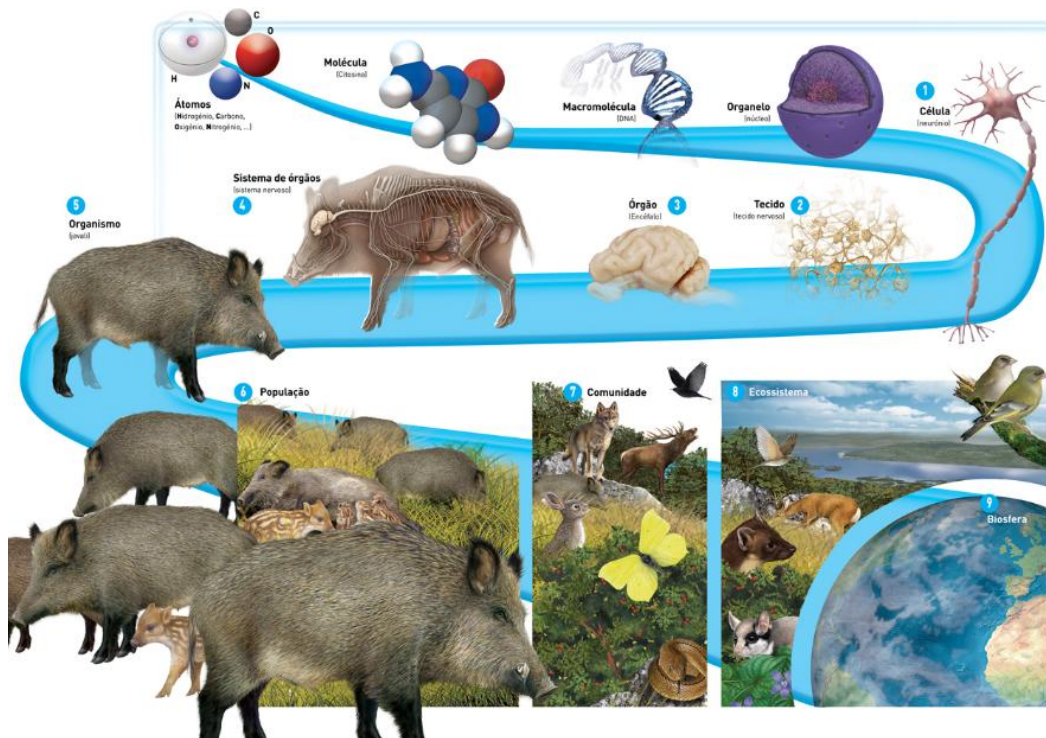
Um organismo é um indivíduo composto por uma ou várias células. Nos organismos multicelulares, estão presentes níveis de organização superiores, como tecidos, órgãos e sistemas de órgãos, enquanto nos organismos unicelulares, a célula desempenha todas as funções vitais. Em ambos os casos, o organismo incorpora os níveis de organização fundamentais da vida, desde a molécula até à célula (Starr et al., 2018).

Uma população é um grupo de indivíduos contemporâneos, capazes de se reproduzirem entre si, ou seja, da mesma espécie, que habitam numa mesma área. Uma comunidade consiste no somatório de diferentes populações numa determinada área (Biggs et al., 2008).

Quando a comunidade interage com o ambiente físico e químico temos o ecossistema. O maior ecossistema do nosso planeta é a biosfera, que contempla todas as regiões da crosta terrestre, ambientes aquáticos e atmosfera em que seres vivos habitam, sendo a soma de todos os diferentes ecossistemas (Starr et al., 2018).

**Figura 2**

*Níveis de Organização Biológica*



Nota. Retirado de *BioFoco: Biologia e Geologia – 10.º ano* (Matias & Martins, 2025), Areal Editores.

### 3.4. Dinâmica dos ecossistemas

Tanto os nutrientes como a energia são essenciais para a manutenção da vida. A fonte de energia e o modo de obtenção de nutrientes diferem entre organismos, permitindo a classificação de seres vivos em duas categorias: produtores e consumidores. Um produtor sintetiza o seu próprio alimento utilizando energia e matéria inorgânica. Por exemplo as plantas são produtores autotróficos, através da fotossíntese conseguem utilizar a energia luminosa para produzir glicose a partir de dióxido de carbono e água (Starr et al., 2018).

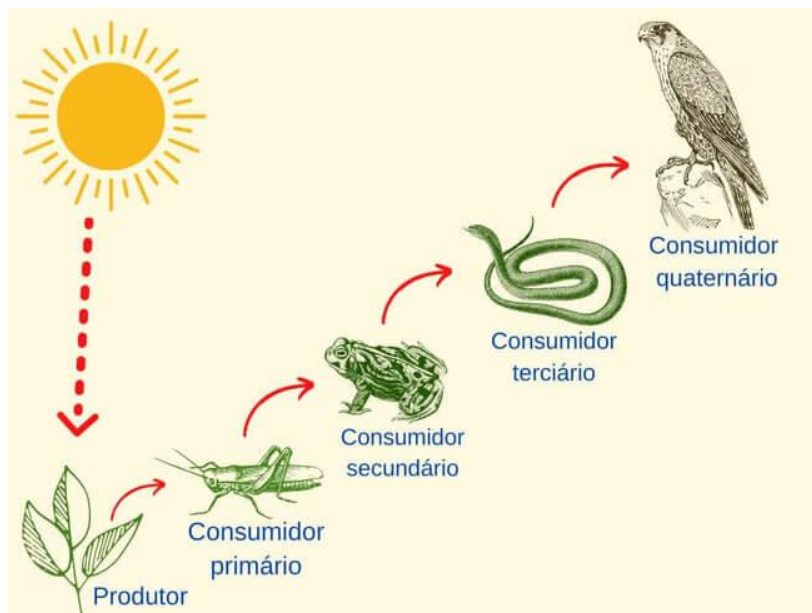
Os consumidores não possuem esta capacidade. Os animais são consumidores heterotróficos e obtêm energia e nutrientes ingerindo outros organismos. Os decompositores são também consumidores heterotróficos, e alimentam-se dos restos de outros organismos, através de absorção da matéria orgânica. Os nutrientes são assim

devolvidos ao ambiente, formando um ciclo entre produtores e consumidores (Starr et al., 2018). Por outro lado, a energia não funciona em ciclo, flui unidirecionalmente entre o ambiente e os organismos. Este fluxo é unidirecional porque através de cada transferência de energia, uma parte desta é dissipada em forma de calor, tornando impossível a sua reutilização (Campbell et al., 2021).

Existem sequências lineares de transferência de energia e matéria ao longo de diversos organismos num ecossistema, as cadeias tróficas. Estas têm início com os produtores, que captam energia solar e a transformam em energia química (Campbell et al., 2021). Cada organismo ocupa um determinado nível trófico, que é definido pela sua posição na cadeia trófica. Os produtores constituem o primeiro nível trófico, seguindo-se os consumidores primários (herbívoros que ocupam o segundo nível trófico), de seguida os consumidores secundários (carnívoros que ocupam o terceiro nível trófico), consumidores terciários (carnívoros que ocupam o quarto nível trófico), sendo possível chegar ao quinto nível trófico (Russell et al., 2019). A Figura 3 apresenta uma cadeia trófica desde o produtor até ao consumidor quaternário.

**Figura 3**

*Cadeia Trófica*



Nota. Retirado de *Cadeia alimentar: o que é, níveis tróficos e exemplos*, por Rubens Castilho, Significados.com.br, (n.d.) <https://www.significados.com.br/cadeia-alimentar/>

No mundo natural os ecossistemas apresentam uma complexidade maior do que apenas sequências lineares, formando-se redes interligadas de várias cadeias tróficas que refletem relações alimentares entre os diversos organismos, as teias alimentares. Nestas teias um indivíduo pode ocupar mais do que um nível trófico (Campbell et al., 2021). Starr et al. (2018) referem ainda as cadeias detritívoras, nas quais a transferência de energia e matéria têm início na matéria orgânica morta, que é consumida por organismos detritívoros e decompositores, essenciais para a reciclagem dos nutrientes.

Cada organismo, independentemente de onde vive, depende de um conjunto de fatores não vivos e de outros organismos presentes no seu habitat de modo a garantir a sua sobrevivência. As interações e interdependência entre os organismos e entre estes e o ambiente ocorrem em qualquer ecossistema do planeta (Starr et al., 2018). Os fatores vivos que ocorrem num ecossistema são designados por fatores bióticos, que incluem todos os diferentes organismos que estão presentes num determinado habitat, assim como as interações que se estabelecem entre estes. Estas interações desempenham um papel importante nos processos de reprodução, alimentação e sobrevivência das espécies (Campbell et al., 2021).

Por outro lado, os fatores não vivos são designados por fatores abióticos, e podem ser a temperatura, o ar, as correntes aquáticas, o pH da água, a concentração de sal, a intensidade da luz solar, o tipo de solo, a precipitação ou a disponibilidade de nutrientes (Biggs et al., 2008). Os organismos dependem destes fatores para sobreviver, sendo que diferentes espécies apresentam diferentes exigências abióticas. Cada organismo está adaptado para sobreviver aos fatores abióticos do seu habitat natural. Se ocorrer uma mudança significativa no ambiente, com alterações bruscas nos fatores abióticos, o organismo pode morrer se não conseguir ajustar-se às novas condições (Campbell et al., 2021).

A interação entre espécies afeta a estrutura das comunidades ecológicas. Estas interações, designadas por associações bióticas, são definidas pelos efeitos que produzem em ambos os participantes, e podem ocorrer entre indivíduos da mesma espécie (intraespecífica) ou entre indivíduos de espécies diferentes (interespecífica). Consoante a

natureza da interação, cada organismo pode ser beneficiado pela associação, prejudicado pela associação ou permanecer indiferente em relação à associação (Starr et al., 2018).

Por exemplo, na competição ambos os intervenientes são afetados negativamente. Neste tipo de interação duas espécies disputam um mesmo recurso, seja por uma espécie impedir diretamente a outra de aceder a um recurso, seja pelo aumento de consumo do recurso por parte de uma das espécies, o que leva à diminuição da quantidade de recurso disponível para a outra espécie. A competição pode também ocorrer entre indivíduos da mesma espécie (Campbell et al., 2021).

A cooperação é uma relação biótica intraespecífica que beneficia os elementos envolvidos, como na proteção contra predadores, na caça em grupo ou nos cuidados parentais. Outra relação intraespecífica é o canibalismo, onde ocorre o consumo de indivíduos da mesma espécie. A predação é uma relação biótica interespecífica em que um indivíduo é beneficiado, aquele que captura e consome alimento (predador), enquanto o outro é prejudicado, aquele que é consumido (presa). Esta relação biótica desempenha um papel importante no controlo de populações, na estrutura das comunidades ecológicas e no processo de seleção natural (Campbell et al., 2021).

O mutualismo é uma relação biótica interespecífica em que ambas as espécies envolvidas são beneficiadas. Esta relação ocorre por exemplo entre plantas de flor e polinizadores, onde as plantas dispersam as suas sementes e o polinizador obtém alimento (Starr et al., 2018).

O comensalismo é uma relação biótica interespecífica em que uma espécie é beneficiada, enquanto a outra não é afetada pela interação. No amensalismo, uma espécie é prejudicada, enquanto a outra não é afetada pela interação. O parasitismo ocorre quando uma espécie (parasita) é beneficiada à custa de outra (hospedeiro), que é prejudicada pela interação. Chamam-se endoparasitas quando se alimentam no interior do seu hospedeiro, e ectoparasitas quando se alimentam através da superfície exterior do hospedeiro (Campbell et al., 2021).

O mutualismo, o comensalismo e o parasitismo são consideradas relações simbióticas que diferem nos efeitos causados nos intervenientes. Enquanto simbioses, surgem como uma relação íntima e prolongada entre organismos de espécies diferentes (Starr et al., 2018).

### **3.5. Extinção e conservação de espécies**

Ao longo do processo de evolução é natural ocorrerem episódios de extinção de espécies, sendo este fenómeno importante na renovação da biodiversidade (Russell et al., 2019). No entanto, atualmente a taxa de extinção de espécies encontra-se acima dos padrões históricos naturais. Esta crise atual de biodiversidade está a ocorrer a uma velocidade particularmente rápida e apresenta uma origem maioritariamente antrópica. Os principais fatores que estão a afetar a biodiversidade são a destruição e fragmentação de habitats, a sobre-exploração de espécies, a introdução de espécies invasoras ou doenças, a poluição e as alterações climáticas (Campbell et al., 2021). Estes fatores contribuem para o desaparecimento de espécies, mas também comprometem os serviços dos ecossistemas, alertando para a necessidade de estratégias de conservação, tanto ao nível da espécie como ao do ecossistema (Gaston & Spicer, 2004).

Os ecossistemas fornecem os chamados serviços dos ecossistemas, um vasto conjunto de serviços que são essenciais à manutenção da vida no planeta e ao bem-estar humano (Gaston & Spicer, 2004). Estes serviços podem ser agrupados em quatro categorias principais. Os serviços de suporte, que permitem a existência dos restantes serviços, sustentam processos ecológicos que são fundamentais, como a produção primária, a formação dos solos e também o ciclo dos nutrientes. Os serviços de regulação incluem a polinização das plantas e o controlo de pragas e doenças, a regulação do clima, a purificação da água e do ar. Os serviços de produção são constituídos pelos alimentos, fibras, madeira, produtos medicinais, assim como todos os bens materiais fornecidos através dos ecossistemas. Finalmente, os serviços culturais abrangem todos os benefícios imateriais fornecidos pelos ecossistemas, assim como certos valores estéticos, recreativos e educacionais (Campbell et al., 2021). A preservação destes serviços interdependentes é fundamental para se garantir a qualidade de vida humana a longo prazo, assim como a manutenção da biodiversidade (Gaston & Spicer, 2004).

Como referido anteriormente, a biodiversidade encontra-se em declínio. Assim, a sua conservação revela-se como uma prioridade urgente, de modo a proteger não só as espécies ameaçadas, mas também os ecossistemas dos quais as espécies dependem. As estratégias de conservação podem ser aplicadas a dois níveis: a conservação de espécies e a conservação de habitats. A primeira inclui a criação de reservas naturais, programas de reprodução em cativeiro e legislação que visa a proteção de espécies vulneráveis. A segunda tem o objetivo de proteger a integridade dos habitats naturais, identificando a

manutenção das interações ecológicas como fundamentais para a sustentabilidade da biodiversidade (Gaston & Spicer, 2004).

Campbell et al. (2021) mencionam a importância de incluir medidas de mitigação das alterações climáticas, a restauração de habitats degradados e o controlo de espécies invasoras. Este conjunto de medidas revela-se particularmente útil se adotar um carácter adaptativo e baseado em evidências científicas. E não menos importante, a educação ambiental e o envolvimento das comunidades locais revelam-se como fatores essenciais para o sucesso das estratégias de conservação (Russell et al., 2019).

As áreas protegidas desempenham um papel central nas estratégias de conservação da biodiversidade, funcionando como refúgios que apresentam o objetivo de preservar espécies, habitats e processos ecológicos essenciais. Áreas protegidas, como parques naturais, reservas naturais e áreas marinhas protegidas contribuem para a proteção de populações vulneráveis, ao reduzir ameaças como a destruição de habitats, a sobre-exploração e a introdução de espécies invasoras (Russell et al., 2019). Estas áreas podem também contribuir para a manutenção da integridade ecológica dos ecossistemas e para a preservação dos serviços dos ecossistemas, que são fundamentais para o bem-estar humano (Campbell et al., 2021). A eficácia das áreas protegidas, contudo, depende do seu planeamento adequado, da sua escala e conectividade dos habitats preservados, bem como da implementação de uma gestão ativa e participativa que envolva as comunidades locais, assegurando simultaneamente benefícios ecológicos, sociais e económicos (Gaston & Spicer, 2004).

Em Portugal, foi criado um conjunto de áreas protegidas com o objetivo de conservar espécies e ecossistemas relativamente livres da ação humana, contribuindo para a preservação do património natural para as gerações presentes e futuras. Estas áreas incluem diferentes categorias, como o Parque Nacional (Peneda-Gerês), Parques Naturais (como a Arrábida, o Vale do Guadiana ou a Serra da Estrela), Reservas Naturais (como o Estuário do Tejo ou o Paul do Boquilobo) e Paisagens Protegidas (como a Serra do Açor ou a Arriba Fóssil da Costa da Caparica), como é possível observar na Figura 4 (Matias & Martins, 2025).

**Figura 4**

*Rede Nacional de Áreas Protegidas*



Nota. Retirado de *BioFoco: Biologia e Geologia – 10.º ano* (Matias & Martins, 2025), Areal Editores.

### 3.6. A célula e os seus constituintes

A célula é a menor unidade de organização biológica que tem a capacidade de realizar todas as funções necessárias para que exista vida. A Teoria Celular surgiu no século XIX, com base nas observações de vários cientistas, sendo composta por três postulados fundamentais. Alberts et al. (2019) revela que o primeiro reconhece que as células entram na constituição de todos os organismos vivos, sejam indivíduos formados apenas por uma célula (unicelulares) ou por várias (multicelulares). O segundo postulado identifica a célula como a unidade básica da estrutura e da organização dos seres vivos. Qualquer ação efetuada por um organismo é desencadeada por um conjunto de movimentos e processos ao nível celular. O terceiro indica que todas as células se formam a partir de outras células preexistentes, visto que a célula é a unidade reprodutiva dos seres vivos. Todas as células descendem de uma célula-mãe, o que estabelece a base para a hereditariedade. O DNA presente nas células contém a informação genética necessária para o controlo do metabolismo celular e para a transmissão de características ao longo de gerações (Alberts et al., 2022).

Todas as células têm em comum um conjunto de características. Por exemplo, a presença de uma membrana plasmática, que envolve a célula e regula a troca de materiais entre a célula e o ambiente circundante; a presença de citosol no interior das células, que é a fração líquida do citoplasma onde se encontram os organelos celulares; todas as células contêm cromossomas que possuem genes na forma de DNA; os ribossomas também existem em todas as células, estruturas que intervêm na síntese de proteínas (Campbell et al., 2021).

É possível distinguir duas formas principais de células: procarióticas e eucarióticas. As células procarióticas entram na composição de dois grupos de microrganismos unicelulares, bactérias e arqueias. Todas as outras formas de vida, protistas, plantas, fungos e animais, são compostas por células eucarióticas. As células eucarióticas possuem organelos revestidos por uma membrana. Alguns organelos, como o núcleo que contém DNA, são encontrados nas células de todos os eucariontes. Outros organelos são específicos de determinados tipos de células, como é o caso dos cloroplastos, organelos presentes apenas nas células eucarióticas que realizam a fotossíntese (Campbell et al., 2021).

Ao contrário das células eucarióticas, as células procarióticas não possuem um núcleo ou organelos revestidos por membrana. Outra diferença entre estes dois tipos de células é a localização do DNA. Na célula eucariótica encontra-se no núcleo, que possui uma membrana dupla. Enquanto na célula procariótica o DNA está concentrado numa região não delimitada por membrana, que se chama nucleóide. Estas células são também geralmente menores em tamanho quando comparadas com as células eucarióticas (Campbell et al., 2021).

As células eucarióticas animais e vegetais partilham uma estrutura celular básica, mas por apresentarem diferentes funções biológicas e adaptativas a cada tipo de organismo também apresentam um conjunto de diferenças estruturais. As células vegetais apresentam uma parede celular, composta principalmente por celulose, responsável por fornecer rigidez e proteção. Estas células possuem também cloroplastos, organelos responsáveis pela fotossíntese. Também estão presentes vacúolos de grandes dimensões, que participam na regulação osmótica, armazenamento de substâncias e degradação de resíduos. Por outro lado, as células animais possuem lisossomas, que têm esta função de digestão intracelular. Estas células possuem também centríolos, que intervêm no processo de divisão celular (Alberts et al., 2019).

## **Capítulo IV**

### **Proposta didática da intervenção**

Este capítulo apresenta a intervenção didática que foi desenvolvida no âmbito da prática educativa, estruturada em duas secções principais. Na primeira, realiza-se o enquadramento curricular, onde se destacam as aprendizagens essenciais e transversais (Direção-Geral da Educação, 2018) que orientaram a minha proposta didática e a articulação com o perfil dos alunos à saída da escolaridade obrigatória (Martins et al., 2017).

Na segunda secção, descreve-se a sequência didática das aulas. É apresentada uma descrição e reflexão individual de cada aula, onde analiso os momentos pedagógicos, a participação dos alunos, as aprendizagens desenvolvidas e as minhas perceções e reflexões sobre os principais acontecimentos de cada aula.

Esta organização procurou garantir uma abordagem coerente e alinhada com os pressupostos teóricos apresentados anteriormente.

#### **4.1. Enquadramento curricular da proposta**

A intervenção didática planificada e implementada enquadra-se no domínio da Biodiversidade, no âmbito da disciplina de Biologia e Geologia, no 10.º ano de escolaridade do Ensino Secundário (Direção-Geral da Educação, 2018).

Com esta intervenção foi previsto que os alunos atingissem as seguintes aprendizagens essenciais elencadas por domínio: relacionar a diversidade biológica com intervenções antrópicas que podem interferir na dinâmica dos ecossistemas (interações bióticas/abióticas, extinção e conservação de espécies); sistematizar conhecimentos de hierarquia biológica (comunidade, população, organismo, sistemas e órgãos) e estrutura dos ecossistemas (produtores, consumidores, decompositores) com base em dados recolhidos em suportes/ambientes diversificados (bibliografia, vídeos, jardins, parques naturais, museus); distinguir tipos de células com base em aspetos de ultraestrutura e dimensão: células procarióticas/ eucarióticas (membrana plasmática, citoplasma, organelos membranares, núcleo); células animais/ vegetais (parede celulósica, vacúolo

hídrico, cloroplasto); observar células e/ou tecidos (animais e vegetais) ao microscópio, tendo em vista a sua caracterização e comparação (Direção-Geral da Educação, 2018).

Para além destas, a intervenção teve também como objetivo o desenvolvimento das seguintes aprendizagens essenciais transversais: pesquisar e sistematizar informações, integrando saberes prévios, para construir novos conhecimentos; explorar acontecimentos, atuais ou históricos, que documentem a natureza do conhecimento científico; interpretar estudos experimentais com dispositivos de controlo e variáveis controladas, dependentes e independentes; formular e comunicar opiniões críticas, cientificamente fundamentadas e relacionadas com Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) (Direção-Geral da Educação, 2018).

Esteve também prevista a articulação com as seguintes áreas de competências do perfil dos alunos à saída da escolaridade obrigatória: informação e comunicação; raciocínio e resolução de problemas; pensamento crítico e criativo; relacionamento interpessoal; saber científico, técnico e tecnológico (Martins et al., 2017).

A sequência didática está inserida no domínio da Biodiversidade do 10.º ano de escolaridade, onde foram lecionados os temas da biosfera, nomeadamente os conteúdos da diversidade biológica, níveis de organização biológica, extinção e conservação de espécies; e da célula, nomeadamente os conteúdos relativos à unidade estrutural e funcional.

## **4.2. Sequência didática**

A intervenção letiva decorreu entre 21 de fevereiro e 14 de março de 2025, ao longo de sete aulas, correspondendo a um total de dezasseis tempos de cinquenta minutos. A proposta inicial estava prevista para cinco aulas, o que não se revelou possível. Ao longo da intervenção foi necessário reajustar, de modo a garantir a concretização de todas as atividades conforme planeado. A professora cooperante concordou com este reajustamento, permitindo, assim, a conclusão da intervenção em sete aulas.

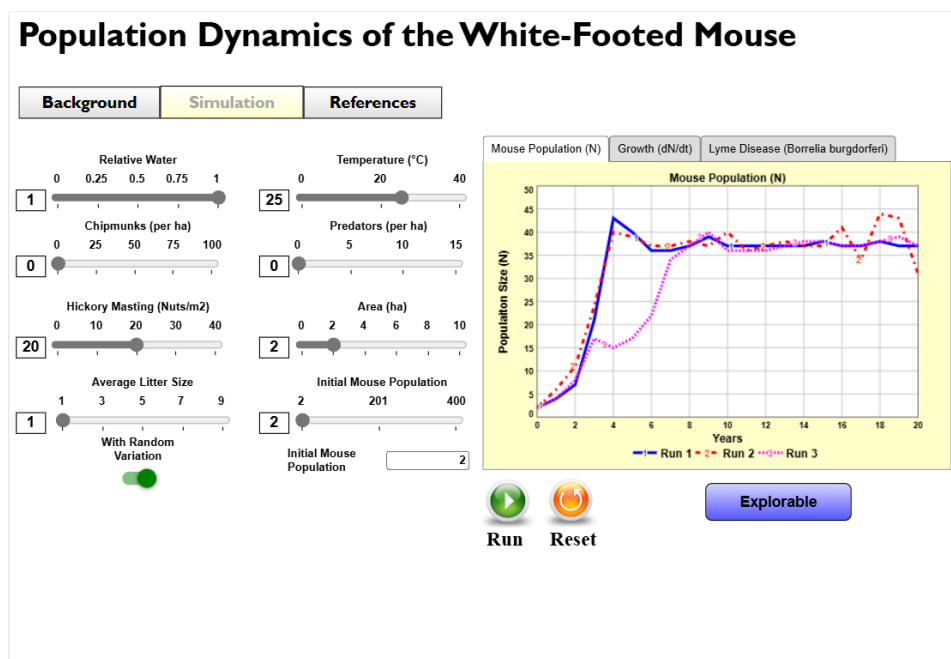
A utilização de simuladores virtuais constituiu uma componente central da prática investigativa desenvolvida ao longo da intervenção letiva, estando particularmente presente na terceira e na sexta aulas.

Na terceira aula, foi utilizado o simulador virtual *Population Dynamics of White-Footed Mouse* (*Peromyscus leucopus*), disponível através da plataforma [www.jondarkow.com](http://www.jondarkow.com). Este recurso permite aos alunos explorar as dinâmicas populacionais de uma espécie de roedor, manipulando variáveis abióticas, como a disponibilidade de água, a temperatura, a produção de alimento e a área do habitat, e bióticas, como o número de predadores, a presença de competição interespecífica (esquilos), a população inicial e o tamanho médio das ninhadas. A interface do simulador inclui controlos deslizantes para ajustar as diferentes variáveis e apresenta gráficos em tempo real que ilustram a evolução da população ao longo do tempo. Os alunos podem comparar diferentes simulações (*runs*) e observar padrões de crescimento, declínio ou estabilização populacional em função das condições estabelecidas, permitindo-lhes formular e testar hipóteses de forma visual e dinâmica.

A atividade foi orientada por um guião de exploração, presente no apêndice A, preenchido em grupos, no qual foram registadas hipóteses, dados e conclusões, servindo também como instrumento de recolha de dados para análise documental. A Figura 5 apresenta a interface do simulador, com o painel de controlo de variáveis ecológicas e o gráfico comparativo resultante das simulações.

**Figura 5**

*Interface do Simulador Population Dynamics of White-Footed Mouse*



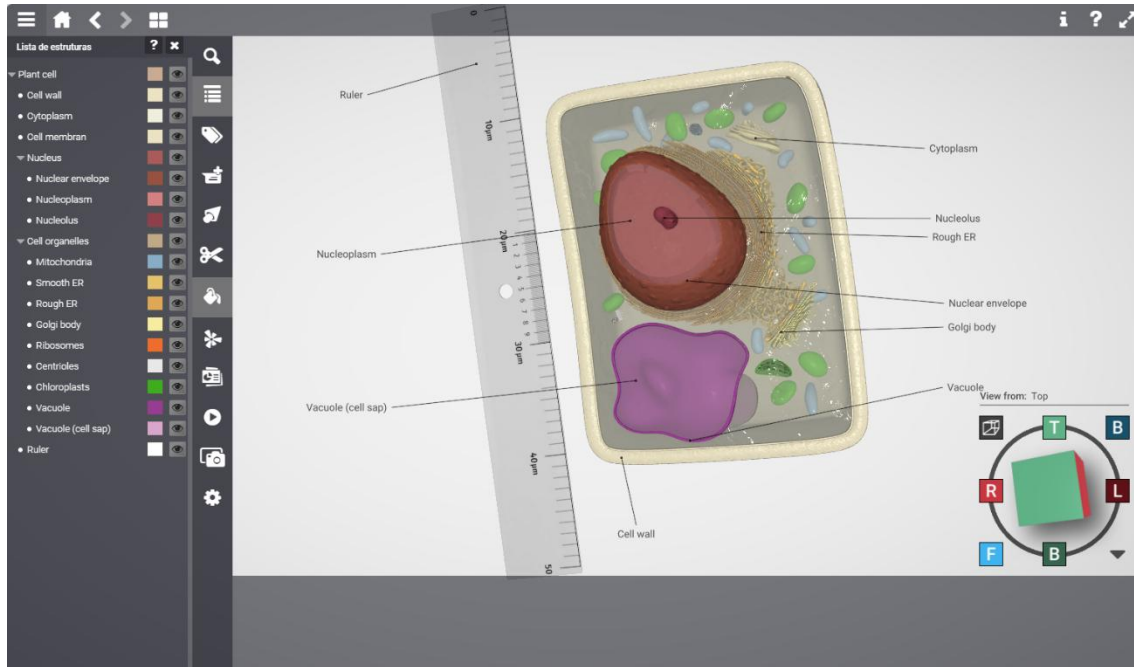
Nota. À esquerda, o painel de controlo com os fatores bióticos e abióticos ajustáveis; à direita, o gráfico de simulação que representa a variação do tamanho populacional (N) ao longo do tempo, com três tentativas (*runs*) distintas para comparação dos efeitos.

Na sexta aula, foi utilizado o simulador virtual *Cell Explorer*, desenvolvido pelo *Gurdon Institute* da *University of Cambridge*, como complemento à observação de células ao microscópio ótico composto (MOC). Este recurso permite explorar, em modo 3D interativo, a ultraestrutura de células eucarióticas, animais ou vegetais, com elevado nível de detalhe, fornecendo funcionalidades como *zoom* a diferentes escalas, rotação da célula, visualização seletiva de organelos e ativação de etiquetas informativas. É possível ainda visualizar vídeos didáticos narrados que ilustram processos como a meiose e a divisão celular. A utilização deste simulador permitiu aos alunos complementar as imagens do microscópio com uma representação animada dos organelos, reforçando a compreensão da sua forma, dimensão e função. A Figura 6 apresenta a interface do simulador *Cell Explorer*, com destaque para a visualização tridimensional da célula vegetal, os organelos com etiquetas informativas e as opções de controlo interativo.

A atividade incluiu o preenchimento de uma tabela integrada no relatório da atividade prática, presente no apêndice B, na qual os alunos identificaram e caracterizaram diferentes organelos com base nas observações feitas no simulador. Para cada estrutura, registaram o tipo de célula em que ocorre (animal, vegetal ou ambas), a sua função, uma estimativa do tamanho e um esquema representativo. Esta tabela permitiu consolidar conhecimentos sobre a ultraestrutura celular e serviu também como instrumento de recolha de dados para análise documental.

## Figura 6

### Interface do Simulador Cell Explorer



Nota. Representação tridimensional de uma célula vegetal, com organelos rotulados, régua de escala, painel de estruturas e controlo de orientação espacial.

Apresento, na Tabela 1, a planificação a médio prazo, com um resumo da sequência didática, onde se indicam a data de realização de cada aula, a respetiva duração e uma breve descrição das atividades desenvolvidas. A planificação detalhada de cada aula, incluindo os recursos mobilizados e as estratégias de ensino-aprendizagem adotadas, encontra-se disponível no Apêndice C.

**Tabela 1***Planificação a Médio Prazo*

<b>Aula e data</b>	<b>Duração</b>	<b>Atividade</b>
Aula 1 (21/02/2025)	100 minutos	<ul style="list-style-type: none"><li>- Realização de ficha de diagnóstico</li><li>- Entrega de guião para trabalho de grupo de pesquisa autónoma sobre extinção e conservação de espécies</li><li>- Introdução do tema da Biodiversidade</li></ul>
Aula 2 (25/02/2025)	100 minutos	<ul style="list-style-type: none"><li>- Entrega da ficha de diagnóstico com <i>feedback</i></li><li>- Síntese da aula anterior</li><li>- Exploração de atividade interativa sobre perturbações nas cadeias tróficas</li></ul>
Aula 3 (26/02/2025)	150 minutos	<ul style="list-style-type: none"><li>- Finalização da atividade interativa iniciada na aula anterior</li><li>- Realização de atividade prática com simulador sobre dinâmica populacional, com recurso a guião de exploração para ser elaborado em grupo</li></ul>
Aula 4 (07/03/2025)	100 minutos	<ul style="list-style-type: none"><li>- Finalização da atividade prática sobre dinâmica populacional com partilha de resultados e conclusões por parte dos alunos</li><li>- Ponto de situação sobre os trabalhos de grupo de pesquisa autónoma sobre extinção e conservação de espécies</li></ul>
Aula 5 (11/03/2025)	100 minutos	<ul style="list-style-type: none"><li>- Apresentações dos trabalhos de grupo de pesquisa autónoma sobre extinção e conservação de espécies</li><li>- Consolidação do tema da extinção e conservação de espécies</li></ul>
Aula 6 (12/03/2025)	150 minutos	<ul style="list-style-type: none"><li>- Finalização da consolidação do tema da extinção e conservação de espécies</li><li>- Introdução do tema da célula e os seus constituintes</li><li>- Atividade prática de observação de células ao microscópio ótico composto com atividade complementar com um simulador digital de exploração da célula</li></ul>
Aula 7 (14/03/2025)	100 minutos	<ul style="list-style-type: none"><li>- Conclusão da atividade prática de observação de células ao microscópio ótico composto</li><li>- Realização de ficha de consolidação de conteúdos</li></ul>

## **Descrição e reflexão da aula 1**

A primeira aula da minha intervenção decorreu no dia 21 de fevereiro de 2025, e foi composta por dois tempos de 50 minutos. Globalmente, considero que esta aula correu de forma satisfatória. Consegui cumprir a planificação previamente definida, acredito que estabeleci uma boa relação com os alunos e que iniciámos este trajeto de uma forma construtiva. Embora tenha começado nervoso, especialmente por coincidir com a primeira observação da professora orientadora, fui ganhando confiança ao longo da aula, o que me permitiu adotar uma postura mais segura, com projeção de voz adequada.

Esta primeira aula foi também um momento importante para começar a conhecer melhor os alunos, as suas dinâmicas de grupo e os diferentes perfis de participação, o que considero essencial para planificar futuras aulas de forma mais ajustada às suas necessidades.

A aula iniciou-se com a realização de uma ficha de diagnóstico, presente no apêndice D, que decorreu durante aproximadamente 25 minutos, um pouco menos do que o previsto. Seguiu-se a entrega do guião de apoio para o trabalho de pesquisa autónoma sobre extinção e conservação de espécies, presente no apêndice E, que introduzi de forma demasiado breve. No intervalo entre os dois tempos, a professora orientadora sugeriu que dedicasse mais tempo a explicar o guião, para garantir a compreensão de todos os alunos. Concordei com a sugestão e, no início do segundo tempo, voltei a abordar o guião com mais detalhe, acrescentando explicações e dicas práticas para apoiar a realização do trabalho e a futura apresentação. Esta situação reforçou a importância de estar atento ao ritmo da aula e de ser flexível na gestão do tempo, ajustando a intervenção pedagógica sempre que necessário.

Ainda durante o primeiro tempo, iniciei a introdução teórica ao tema da biodiversidade, procurando contextualizar o conceito através da exploração da biosfera e dos seus componentes. Tentei, ao máximo, envolver os alunos, lançando questões e solicitando a sua participação. Apesar de alguns alunos responderem de forma tímida, outros participaram prontamente. No entanto, reconheço que devo trabalhar mais na interação com os alunos mais reservados, uma vez que a tendência foi interagir mais vezes com os alunos naturalmente mais participativos. Pretendo equilibrar este aspeto no futuro.

Durante a exposição, procurei também criar pontes de ligação entre os diferentes conceitos, de modo a construir uma visão integrada e coerente, evitando a

compartimentação dos temas. Apesar de ter feito este esforço em vários momentos, reconheço que ainda é uma prática que preciso de desenvolver e consolidar.

No segundo tempo da aula, e depois de ter feito uma explicação mais detalhada sobre o guião de trabalho de pesquisa autónoma, continuámos a introdução teórica que tínhamos iniciado no primeiro tempo. Perto do final da aula, apresentei um diapositivo que integrava a apresentação em *PowerPoint* utilizada nesta aula, presente no apêndice F, com questões, que os alunos deveriam responder através da análise de uma figura. Uma das questões propostas foi: *será que o mesmo ser vivo pode ocupar diferentes níveis tróficos numa teia alimentar?* Enquanto os alunos refletiam, fui escrevendo no quadro alguns exemplos de cadeias tróficas, de forma a ilustrar que, efetivamente, há seres vivos que podem ocupar diferentes níveis tróficos. Aproveitei esses exemplos para lembrar e reforçar as noções de produtores, consumidores e decompositores. Os alunos foram respondendo, e fui enriquecendo o esquema no quadro com as suas contribuições.

No entanto, ao refletir sobre este momento (e depois de ter conversado com a professora orientadora e a professora cooperante no final da aula) percebi que perdi uma boa oportunidade para promover uma participação mais ativa por parte dos alunos. Este teria sido um momento ideal para fazer uma pausa na exposição, dar aos alunos a oportunidade de trabalharem em pequenos grupos ou individualmente, e desafiá-los a identificar as cadeias tróficas no caderno, sublinhando os diferentes níveis: produtores, consumidores de primeira, segunda ou terceira ordem, e decompositores. Poderiam ter discutido ideias entre si, registado as suas respostas, e no final alguns grupos poderiam ter partilhado as suas propostas no quadro. Este tipo de dinâmica teria permitido aos alunos consolidar os conceitos de forma mais autónoma e participativa, ao contrário de apenas seguirem a minha explicação.

Se tivesse optado por fazer uma pausa para permitir que os alunos trabalhassem de forma mais autónoma, talvez não tivesse conseguido cumprir integralmente o que tinha planeado para a aula. No entanto, acredito que essa abordagem poderia ter proporcionado uma aprendizagem mais significativa para os alunos. Esta experiência ajudou-me a perceber que a aprendizagem é mais eficaz quando os alunos desempenham um papel ativo, explorando os conceitos por si mesmos e participando na construção do conhecimento. Esta perspetiva vai ao encontro do que defende Freire (2011), ao referir a importância de uma prática educativa libertadora, que valoriza a autonomia do aluno, o

papel do diálogo e da interação com o mundo que os rodeia como elementos centrais do processo educativo.

No futuro, pretendo estar mais atento a estas oportunidades, sobretudo em aulas com um carácter mais expositivo, onde se revela fundamental criar estratégias que envolvam os alunos de forma ativa na construção do conhecimento. Este terá sido, sem dúvida, o ponto menos positivo desta primeira aula.

Apesar das dificuldades identificadas, considero que esta aula foi um ponto de partida valioso para o meu crescimento como professor, permitindo-me reconhecer áreas de melhoria e reforçar a importância de uma prática reflexiva e adaptada às necessidades dos alunos.

## **Descrição e reflexão da aula 2**

A aula número 2 decorreu no dia 25 de fevereiro de 2025, num bloco de dois tempos de 50 minutos. Considero que esta aula correu de forma bastante positiva, tendo conseguido concretizar o que tinha planeado.

Iniciei a sessão com a entrega das fichas de diagnóstico previamente corrigidas, tendo fornecido *feedback* individualizado no próprio documento de cada aluno. Comuniquei que, ao longo das próximas aulas, pretendia-se que adquirissem as competências e ferramentas necessárias para responder às questões em que tivessem tido mais dificuldades. Reforcei ainda a importância de colocarem dúvidas sempre que necessário, promovendo assim um ambiente de apoio e colaboração.

De seguida, procedi a uma síntese dos conteúdos abordados na aula anterior, envolvendo os alunos de forma ativa, incentivando-os a relembrar os conceitos e a liderar a revisão. Esta estratégia foi especialmente relevante para integrar uma nova aluna que se juntou à turma, permitindo-lhe acompanhar o trabalho do grupo e sentir-se incluída no processo de aprendizagem.

Sensivelmente a meio do primeiro tempo, iniciámos a atividade interativa *Exploring Trophic Cascades*, do site [HHMI BioInteractive](#). Esta atividade foi inicialmente trabalhada com toda a turma, avançando pelas diferentes secções e esquemas explicativos, incluindo um vídeo introdutório sobre um ecossistema real composto por lontras marinhas, ouriços-do-mar e florestas de kelp. Durante esta exploração, fui

orientando a turma, explicando os processos e raciocínios subjacentes à atividade e solicitando a participação dos alunos.

Para reforçar ainda mais a compreensão dos alunos sobre esta temática, complementei a explicação com a visualização do vídeo *O que é biodiversidade?*, produzido pelo Museu de História Natural (<https://www.youtube.com/watch?v=XTC4qiXd36Q>). Este recurso audiovisual contribuiu para aprofundar o entendimento dos alunos sobre os efeitos das alterações nos ecossistemas, destacando a interdependência das espécies e permitindo consolidar os conceitos trabalhados, nomeadamente as ligações entre alterações nos níveis tróficos e o seu impacto na biodiversidade.

Esta atividade interativa teve como objetivo principal aprofundar a compreensão dos alunos sobre os conceitos de interações ecológicas, cadeias tróficas e efeitos em cascata provocados por alterações em diferentes níveis tróficos, através de uma dinâmica que colocasse os alunos no centro da ação e com um papel ativo no processo de aprendizagem. Partindo de um caso real de estudo (um ecossistema composto por lontras marinhas, ouriços-do-mar e florestas de kelp), a atividade ilustra de forma clara os efeitos que perturbações a nível dos predadores exercem nas cadeias tróficas, destacando o impacto sentido nos níveis inferiores da pirâmide ecológica.

No final da atividade interativa, surgiram quatro estudos de caso distintos, com diferentes organismos e cadeias tróficas, mas que exigiam todos o mesmo tipo de raciocínio: avaliar se a presença ou ausência de determinado organismo teria impacto positivo ou negativo nos níveis tróficos inferiores e compreender de que forma essas alterações podiam influenciar, de forma indireta, o equilíbrio de todo o ecossistema.

Começámos por resolver o primeiro estudo de caso em conjunto, envolvendo os alunos no processo de análise. Em seguida, dividi a turma em três grupos, atribuindo a cada grupo um dos restantes estudos de caso para exploração autónoma. Cada grupo registou as suas conclusões no caderno, para depois partilhar os seus raciocínios e explicações com a turma. Esta fase da atividade iniciou-se ainda no primeiro tempo e prolongou-se durante o segundo, ficando a apresentação final de cada grupo agendada para a aula seguinte.

Durante o trabalho de grupo, circulei pela sala, prestando apoio, esclarecendo dúvidas e ajudando a redirecionar o pensamento sempre que necessário. Solicitei ainda que os alunos escrevessem as suas conclusões de forma estruturada, de modo a terem um suporte

de estudo para a apresentação oral. Partilhei o *link* da atividade na plataforma *Classroom*, para que pudessem continuar a explorar os conteúdos de forma autónoma em casa.

Senti que esta aula foi mais dinâmica e interativa do que a anterior. Os alunos estavam motivados e participativos, e também eu me senti mais confiante e entusiasmado com a atividade. Considero que o trabalho com esta ferramenta interativa foi muito positivo. Permitiu aos alunos pensar de forma crítica sobre os efeitos das perturbações nas cadeias tróficas, aplicar conceitos e desenvolver competências como o trabalho em grupo, a comunicação oral e a autonomia. Através desta exploração, os alunos compreenderam melhor a relação entre os diferentes níveis tróficos, o papel dos predadores na estabilidade dos ecossistemas e os impactos que alterações num nível podem ter em toda a cadeia alimentar.

No geral, considero que esta estratégia de ensino foi muito eficaz no desenvolvimento das aprendizagens, não apenas ao nível dos conteúdos, mas também no estímulo da motivação dos alunos. O facto de cada grupo ter sido responsável pela análise de um estudo de caso e pela sua explicação à turma tornou a atividade mais desafiante e significativa.

Esta aula permitiu-me perceber a importância de planear atividades que promovam uma compreensão mais profunda dos conceitos, aliando momentos de exposição a momentos de exploração prática, para que os alunos consigam construir o conhecimento de forma ativa. Esta experiência reforçou a importância de um papel docente que oriente, questione e apoie, mas que também ceda espaço para que os alunos descubram por si próprios.

Se tivesse de ajustar algo, seria apenas a inclusão de mais estudos de caso para acomodar turmas maiores. No futuro, poderia repetir os estudos existentes, criar novos casos ou até desafiar os alunos a pesquisarem e apresentarem os seus próprios estudos de caso, promovendo ainda mais a autonomia e a ligação à realidade.

Como ponto a melhorar, destaco a capacidade de interligar diferentes tópicos e apresentar uma visão mais integral do conhecimento aos alunos. Fazer essas pontes de ligação de forma mais hábil. Houve um esforço nesse sentido, mas ainda não é o suficiente. Sinto que esse será um desafio árduo para ir trabalhando e desenvolvendo a longo prazo.

Esta aula reforçou a minha convicção de que o ensino da Biologia e Geologia deve ser orientado para o desenvolvimento do pensamento crítico, da autonomia e da capacidade de analisar fenómenos complexos. Senti que evoluí como professor ao perceber a

importância de dar voz aos alunos e de os envolver ativamente no processo de aprendizagem.

### **Descrição e reflexão da aula 3**

A terceira aula ocorreu no dia 26 de fevereiro de 2025 e foi composta por três tempos de 50 minutos. Considero que esta aula decorreu de forma bastante positiva, tendo conseguido cumprir o que tinha planeado e proporcionando aos alunos uma experiência de aprendizagem rica e diversificada.

A aula iniciou-se com a continuação da atividade interativa iniciada na sessão anterior. Os alunos apresentaram os seus estudos de caso, previamente atribuídos em grupo. Após cada apresentação, senti a necessidade de intervir com uma breve síntese explicativa, de modo a reforçar os conceitos-chave e garantir que todos os alunos estavam a acompanhar a explicação. Esta fase ocupou sensivelmente metade do primeiro tempo de aula.

De seguida, aprofundei alguns conceitos teóricos essenciais para a atividade prática que se seguiria, com o apoio de uma apresentação em *PowerPoint*, presente no apêndice F. Foram abordados os fatores abióticos e as relações bióticas, utilizando esquemas simples no quadro, questões dirigidas e interação com os alunos, o que ajudou a dinamizar o momento expositivo. Esta explicação prolongou-se até ao início do segundo tempo.

Posteriormente, iniciámos a atividade prática de exploração do simulador sobre dinâmica populacional. Preparámos os computadores e internet para cada grupo, e projetei o simulador para explicar o seu funcionamento e as variáveis que poderiam ser manipuladas. Detalhei também a função de cada opção que o recurso fornece e os objetivos da exploração. Para estruturar o trabalho, partilhei e li com os alunos o guião de exploração, presente no apêndice A, que incluía o enunciado, as orientações metodológicas e os objetivos da atividade. Assim que todos os grupos estavam prontos, iniciou-se o trabalho autónomo, ainda durante o segundo tempo. O simulador utilizado, *Population Dynamics of White-Footed Mouse*, encontra-se disponível em [www.jondarkow.com](http://www.jondarkow.com).

Esta atividade prolongou-se até ao terceiro tempo de aula. Durante a exploração, circulei pela sala para prestar apoio, esclarecer dúvidas e orientar os alunos sempre que necessário. Houve um momento em que todos os grupos necessitaram de ajuda. Na

questão 4 do guião de exploração, era pedido que preenchessem uma tabela com dados retirados dos gráficos fornecidos pelo simulador. No entanto, não estava devidamente explícito no guião como deviam obter esses dados, o que levou a algumas dificuldades iniciais. Tive de apoiar cada grupo, ajudando a interpretar os gráficos e a perceber como extrair os valores necessários. Esta situação levou-me a reconhecer que teria sido importante incluir instruções mais claras no guião de exploração, sobretudo quanto à leitura dos dados e a sua passagem para a tabela. Apesar disso, com o meu apoio, todos os grupos conseguiram ultrapassar as dificuldades e progredir de forma satisfatória.

De um modo geral, os alunos demonstraram interesse e motivação pela atividade. Inicialmente, alguns mostraram alguma resistência, provavelmente por anteciparem o trabalho autónomo e a necessidade de se familiarizarem com o simulador. No entanto, à medida que avançavam, começaram a mostrar entusiasmo e curiosidade sobre os resultados obtidos.

Observei também uma boa colaboração entre os alunos. Destaco particularmente um grupo, composto por três alunas, que demonstrou grande motivação, interesse e capacidade de trabalho em equipa. Este grupo colaborou de forma eficaz, colocaram questões pertinentes entre si e a mim, e demonstraram uma boa compreensão dos conceitos abordados. Os outros dois grupos (um composto por duas alunas e um aluno, e outro por três alunos) também participaram ativamente, embora com algumas diferenças. O grupo de três alunos mostrou-se algo barulhento e agitado, mas manteve o foco na tarefa, enquanto o grupo de duas alunas e um aluno trabalhou de forma mais individual, com colaborações pontuais, mas igualmente positivas.

Todos os grupos compreenderam o funcionamento do simulador, tendo surgido apenas uma questão logística comum a todos, que poderia ter sido melhor explicada no guião de exploração. Tratava-se de perceber como retirar dados quantitativos dos gráficos gerados após várias tentativas (*runs*) de simulação, para preencher a tabela da questão 4 do guião. Para realizar esta tarefa, os alunos tinham de comparar os mesmos pontos temporais (por exemplo, após 10 ou 15 anos) nas diferentes tentativas e anotar os valores da população nesse intervalo de tempo definido, o que lhes permitiria fazer uma análise comparativa com base numa referência comum. No entanto, esta instrução não estava presente no guião, o que exigiu a minha intervenção junto de cada grupo. Esta situação evidenciou a importância de antecipar este tipo de dificuldades sempre que são solicitadas tarefas de tratamento e comparação de dados.

Terminámos a aula com os grupos a trabalharem nas conclusões finais. Informei os alunos de que o guião preenchido seria recolhido na aula seguinte para avaliação sumativa e que deveriam estar preparados para apresentar os seus resultados, incluindo o gráfico obtido, a análise dos dados e as principais conclusões. Estes gráficos representavam o impacto da manipulação de diferentes variáveis (fatores abióticos, como a luz, ou fatores bióticos, como a predação) nas populações de ratos.

Considero que esta atividade foi muito positiva para promover a motivação e o interesse dos alunos, especialmente pelo seu carácter ativo e dinâmico. Para além de ter despertado o entusiasmo dos alunos, parece ter permitido também uma aprendizagem efetiva e significativa, ao proporcionar-lhes a oportunidade de visualizar concretamente o efeito de diferentes variáveis no tamanho de uma população ao longo do tempo, compreendendo as flutuações e perturbações que ocorrem na natureza. Contribuiu ainda para o desenvolvimento de competências como o pensamento crítico, a capacidade de interpretar dados, o trabalho em equipa e a comunicação oral, que considero essenciais para a formação de cidadãos informados e participativos.

Destaco a importância do guião de exploração, que foi essencial para orientar o trabalho. Sem este suporte, acredito que os alunos teriam tido mais dificuldades em manter o foco e compreender os objetivos da atividade, o que poderia ter comprometido o seu envolvimento e interesse. No entanto, reconheço que o guião pode ser melhorado, incluindo orientações ainda mais claras para facilitar a autonomia dos alunos.

Esta experiência permitiu-me reforçar a importância de planear atividades que combinem exploração prática, autonomia dos alunos e momentos de apoio e orientação, contribuindo para me tornar um facilitador no processo de aprendizagem e não apenas um transmissor de conhecimentos. No futuro, pretendo continuar a investir na criação de atividades práticas que promovam a autonomia e o pensamento crítico dos alunos, e trabalhar no aperfeiçoamento de recursos como os guiões de exploração, de forma a torná-los cada vez mais claros, orientadores e motivadores.

#### **Descrição e reflexão da aula 4**

A quarta aula ocorreu no dia 7 de março de 2025 e foi composta por dois tempos de 50 minutos. Considero que esta aula decorreu de forma satisfatória, permitindo consolidar a

atividade prática iniciada na aula anterior e fazer um ponto de situação sobre os trabalhos de grupo de pesquisa autónoma sobre extinção e conservação de espécies.

A sessão iniciou-se com a finalização da atividade prática sobre dinâmica populacional, através da apresentação dos resultados obtidos pelos diferentes grupos no preenchimento do guião de exploração do simulador virtual. Cada grupo trabalhou uma variável diferente que influencia a dinâmica de uma população de ratos: a disponibilidade de alimento, a presença de competição (esquilos) e a presença de predadores. O objetivo era que os alunos partilhassem com a turma os gráficos e as conclusões obtidas, para que todos tivessem acesso aos resultados e aprendizagens de cada grupo.

Para esta partilha de resultados, solicitei aos alunos que fossem ao quadro e desenhassem o gráfico resultante do seu estudo, assim como as principais conclusões retiradas da análise dos dados. No entanto, esta tarefa acabou por demorar mais tempo do que o previsto. O que estava planeado para cerca de 20 minutos prolongou-se por todo o primeiro tempo de aula. Os alunos demoraram bastante tempo a esquematizar os gráficos e a escrever as conclusões no quadro, o que me levou a perceber que esta estratégia talvez não tenha sido a mais eficiente para o tempo disponível.

No segundo tempo de aula, realizei uma síntese das principais conclusões que o estudo experimental permitiu alcançar e abordei ainda duas variáveis adicionais que não foram exploradas por nenhum grupo, mas que considerei importantes por apresentarem características relevantes e diferentes: a temperatura e a área disponível para a população. Estas variáveis permitiram aprofundar a análise da dinâmica populacional, abordando um pouco mais os fatores abióticos, que tinham sido menos trabalhados pelos alunos.

Após a conclusão desta atividade, passámos para a segunda fase da aula, que consistia num ponto de situação sobre os trabalhos de grupo de pesquisa autónoma. Este momento teve como objetivo orientar os grupos, esclarecer dúvidas e fornecer *feedback* sobre o trabalho que estavam a desenvolver fora da sala de aula, e que seria apresentado na aula seguinte. Fui acompanhando cada grupo individualmente, dando sugestões, orientações de melhoria e pequenos ajustes para melhorar a qualidade final dos trabalhos.

Fiquei agradavelmente surpreendido com o empenho e a qualidade demonstrada por alguns grupos, que apresentaram já nesta fase trabalhos bastante completos e bem estruturados. No entanto, houve um grupo que não conseguiu apresentar o seu trabalho, pois não tinham acesso ao *email* no momento nem tinham o trabalho noutra formato que

permitisse a partilha. Aproveitaram o tempo para continuar a pesquisa de informação relevante para o seu trabalho.

Foi apenas na aula seguinte, durante a apresentação final dos trabalhos, que me apercebi de uma falha de comunicação. Dois grupos tinham o mesmo tema (“Espécies invasoras e o impacto na biodiversidade”) apesar de, no dia da escolha dos mesmos, um dos grupos ter cedido esse tema ao outro, ficando com o que se encontrava disponível. Por algum motivo, o grupo que fez o compromisso acabou por realizar o trabalho com o tema repetido. Como este foi o único grupo que, nesta aula, não conseguiu partilhar o seu trabalho, a repetição do tema passou despercebida até ao momento da apresentação. Assim não foi trabalhado o tema “Áreas protegidas como estratégia de conservação”.

Esta foi também a segunda aula em que a professora orientadora esteve presente para observação, tal como tinha acontecido na primeira aula da minha intervenção. A presença da professora orientadora permitiu-me receber *feedback* direto e construtivo, o que considero fundamental para o meu desenvolvimento profissional.

De um modo geral, considero que a atividade prática iniciada na aula anterior e finalizada nesta correu bastante bem. Os alunos mostraram-se interessados, participaram ativamente e compreenderam os objetivos e a dinâmica da atividade, o que me deixou satisfeito com o seu desempenho, assim como na escolha da atividade em si. Para além da consolidação de conhecimentos científicos, considero que esta aula também contribuiu para o desenvolvimento de competências como o pensamento crítico, a comunicação oral, a interpretação de gráficos e a capacidade de trabalhar em equipa, competências essenciais para a formação integral dos alunos.

No entanto, reconheço que a apresentação dos resultados no início da aula foi um ponto menos positivo. O tempo despendido foi excessivo e poderia ter sido gerido de forma mais eficiente. Após a aula, em momento de reflexão com a professora cooperante e a professora orientadora, foi-me sugerido que, numa situação futura, pedisse aos alunos que fotografassem os seus gráficos e conclusões e os partilhassem na plataforma *Classroom*, onde todos teriam acesso. Concordei totalmente com esta sugestão, pois acredito que permitiria poupar tempo e tornar a partilha de resultados mais eficiente e acessível para todos. Outro aspeto negativo nesta aula foi o facto de não me ter apercebido de que dois grupos estavam a trabalhar o mesmo tema. Como um desses grupos não apresentou o seu trabalho nesta aula, a repetição passou despercebida e não me foi possível fornecer-lhes

*feedback* atempado. Esta situação mostrou a necessidade de acompanhar de forma mais sistemática o progresso de todos os grupos, de modo a evitar falhas de comunicação e garantir uma supervisão mais eficaz.

Esta experiência contribuiu para reconhecer a necessidade de planejar atividades considerando o tempo disponível, adaptando as estratégias para evitar que momentos de partilha e discussão se prolonguem em demasia, comprometendo o tempo para outras tarefas. Apesar desse desafio, consegui manter alguma flexibilidade, dando prioridade à partilha de resultados e conclusão da atividade prática, reconhecendo a importância de colocar os alunos no centro do processo de aprendizagem.

No geral, esta aula fez-me sentir, na prática, as dificuldades de gerir o tempo e o ritmo da aula, e revelou a importância de ser flexível e adaptar a intervenção pedagógica aos desafios que vão surgindo. Reforçou ainda a necessidade de envolver os alunos de forma ativa e de criar momentos de partilha que favoreçam a construção coletiva do conhecimento. Sinto que esta experiência contribuiu para o meu crescimento enquanto professor em formação, ao fazer-me repensar estratégias e dar valor tanto ao trabalho colaborativo na sala de aula como ao *feedback* sobre o mesmo.

### **Descrição e reflexão da aula 5**

A quinta aula ocorreu no dia 11 de março de 2025 e foi composta por dois tempos de 50 minutos. Considero que esta aula decorreu de forma globalmente positiva, proporcionando um momento importante de partilha, consolidação de conhecimentos e desenvolvimento de competências.

O primeiro tempo foi dedicado à apresentação dos trabalhos de grupo de pesquisa autónoma. Este momento correu de forma satisfatória, apesar de termos tido dois grupos a apresentar o mesmo tema. O objetivo inicial era que houvesse quatro temas distintos, tendo sido atribuídos diferentes temas a cada grupo. No entanto, devido a um erro de comunicação anterior, um dos temas acabou por não ser apresentado, o que considero uma falha a evitar no futuro.

Durante as apresentações, os alunos respeitaram as orientações fornecidas e o tempo atribuído a cada grupo. Estes trabalhos, bem como a respetiva apresentação oral, foram alvo de avaliação sumativa, com base nos critérios previamente comunicados através do

guião de apoio ao trabalho de grupo, entregue na primeira aula. No final de cada apresentação, procurei fornecer *feedback* construtivo, sugerindo melhorias e destacando pontos fortes, incentivando também a turma a colocar questões e a participar no esclarecimento de dúvidas. No geral, os trabalhos apresentados foram de boa qualidade, e considero que os alunos cumpriram os objetivos propostos. Destaco especialmente dois grupos que se evidenciaram pela qualidade do conteúdo, pela clareza da comunicação oral e pela postura durante a apresentação.

Os temas trabalhados pelos grupos foram: “Espécies em perigo de extinção em Portugal”, “Impacto das alterações climáticas na biodiversidade” e “Espécies invasoras e o impacto na biodiversidade”. O tema que ficou sem apresentação foi “Áreas protegidas como estratégia de conservação”. Depois de cada apresentação, procurei assumir o papel de facilitador e mediador, promovendo a participação dos restantes alunos, incentivando a discussão e a troca de ideias. Embora a participação da turma ter sido um pouco tímida neste momento, este exercício permitiu-me trabalhar a escuta ativa, a gestão de tempo e a mediação de discussões, competências essenciais para o meu desenvolvimento profissional.

Após as apresentações, conduzi uma síntese final sobre o tema da extinção e conservação de espécies, com o apoio de uma apresentação em *PowerPoint*, presente no apêndice F, e integrando as contribuições trazidas pelos alunos nos seus trabalhos. Este momento foi interativo, com questionamento e diálogo, promovendo a participação ativa dos alunos na consolidação dos conhecimentos. O tema da extinção e conservação de espécies é particularmente relevante, pois sensibiliza os alunos para a importância da proteção da biodiversidade e para os desafios ambientais atuais, promovendo uma literacia científica que os capacita a tomar decisões informadas como futuros cidadãos.

No geral, considero que esta aula foi positiva, uma vez que os alunos se mostraram, de forma geral, motivados, empenhados e participativos, apesar das naturais diferenças de envolvimento entre os grupos. Estes momentos de trabalho colaborativo e de comunicação oral são fundamentais para o desenvolvimento de conhecimentos científicos e de competências transversais, como a capacidade de comunicar em público, o trabalho em equipa e o pensamento crítico. Foi notório o progresso dos alunos no desenvolvimento destas competências, em comparação com momentos de aula anteriormente observados ao longo do ano letivo, o que reflete o impacto positivo da integração regular deste tipo de atividades.

Esta experiência levou-me a reforçar a ideia de que a variedade de estratégias pedagógicas (como o trabalho de grupo, a apresentação oral e a reflexão conjunta) é fundamental para criar aprendizagens significativas e promover o envolvimento dos alunos no processo de ensino-aprendizagem. Permitiu-me também perceber a importância de monitorizar cuidadosamente a gestão de temas entre grupos de trabalho, de modo a evitar repetições e garantir uma distribuição equilibrada dos conteúdos. A gestão de tempo também se revelou essencial, pois, embora o tempo previsto para cada apresentação tenha sido respeitado, percebi que a discussão e o *feedback* podem prolongar o momento de partilha e devem, por isso, ser incluídos na planificação.

No futuro, pretendo planear com maior detalhe a escolha e distribuição de temas para garantir uma abordagem mais equilibrada e evitar sobreposição de conteúdos. Considero ainda relevante explorar estratégias para tornar as apresentações mais interativas, incentivando a turma a intervir com perguntas e comentários depois de cada apresentação, promovendo um diálogo mais dinâmico e enriquecedor para todos.

### **Descrição e reflexão da aula 6**

A sexta aula ocorreu no dia 12 de março de 2025 e foi composta por três tempos de 50 minutos. Considero que esta aula decorreu de forma satisfatória, embora com alguns constrangimentos que afetaram o ritmo desejado.

Iniciámos o primeiro tempo de aula com uma síntese e consolidação do tema abordado na aula anterior, sobre a extinção e conservação de espécies, e mais especificamente sobre as áreas protegidas em Portugal.

De seguida, fizemos a introdução teórica ao tema da célula. Abordámos a teoria celular, os diferentes tipos de células e as suas características, os organismos que as possuem, bem como os constituintes da célula. Esta introdução foi realizada com recurso a uma apresentação em *PowerPoint*, presente no apêndice G, e contou com a participação ativa dos alunos, através de questionamento e interação. O objetivo foi perceber quais os conhecimentos prévios dos alunos, que se espera terem sido adquiridos no 8.º ano, relembrar conceitos e termos importantes e fornecer o suporte teórico necessário para a atividade prática que se seguiria.

No segundo tempo, iniciámos a atividade prática de observação de células ao microscópio ótico composto. Este momento foi um pouco atribulado, pois não houve a possibilidade de preparar os materiais antes da aula. Só com a ajuda da professora cooperante, que foi preparando os materiais durante o primeiro tempo de aula, foi possível avançar com a atividade.

Reconheço que esta foi uma falha na minha preparação. Estive presente na sala do grupo de recrutamento 520 no dia anterior, a preparar esta mesma atividade e a treinar, mas não deixei os materiais todos completamente prontos para serem transportados para a sala no dia seguinte, limitei-me a confirmar que o material necessário estava disponível. No próprio dia, cheguei mais cedo à escola, mas uma reunião a decorrer na sala impediu-me de recolher e preparar os materiais com antecedência. Com o auxílio fundamental da professora cooperante, conseguimos resolver a situação e dar início à atividade prática.

Para a organização da atividade, dividi a turma em três grupos de dois alunos e um grupo de três alunos. Dois grupos trabalharam com microscópios, enquanto os outros dois grupos utilizaram computadores para explorar o simulador virtual *The Cell Explorer*, desenvolvido pelo *Gurdon Institute* da *University of Cambridge* (disponível em: <https://www.gurdon.cam.ac.uk/programmes/the-cell-explorer>). A meio da atividade, os grupos trocaram de estação, de forma a que todos os alunos pudessem realizar ambas as tarefas.

Inicialmente, estava previsto que os alunos tivessem uma sessão introdutória de exploração do simulador, de forma a estabelecerem um primeiro contacto com a ferramenta antes da atividade prática. Eu tinha preparado uma tabela para preencher com informações sobre três organelos celulares, que os alunos deveriam preencher a partir do simulador, pesquisando a função, a dimensão, exemplos de organismos e um esquema de cada organelo. No entanto, esta atividade introdutória, inicialmente prevista para a aula 4, não foi realizada por falta de tempo. Assim, os alunos tiveram o primeiro contacto com o simulador apenas nesta aula, o que não foi o ideal.

Este imprevisto contribuiu para que a aula se tornasse um pouco confusa. Os alunos estavam simultaneamente a preencher a tabela dos organelos e a realizar o relatório da atividade prática, presente no apêndice B, o que para uma turma pequena como esta, ainda foi possível de gerir, mas que numa turma maior, teria sido certamente mais caótico.

Durante a aula, fui apoiando os alunos nas diferentes estações, mas foi necessário um apoio constante da professora cooperante. Os alunos revelaram mais dificuldades na execução das preparações temporárias do que eu tinha antecipado, nomeadamente na manipulação da epiderme interior das túnicas de cebola, das folhas de elódea e do epitélio lingual, o que exigiu um acompanhamento mais próximo. Por outro lado, os alunos que estavam a utilizar o simulador também precisaram de orientação, uma vez que não tinham tido um contacto prévio com esse recurso. Só o auxílio da professora cooperante é que permitiu que a aula decorresse de forma funcional.

No final do segundo tempo e início do terceiro, os alunos trocaram de estação, para que todos pudessem completar as duas atividades propostas. Alguns alunos não terminaram os seus relatórios e tabelas durante a aula, portanto estendi o prazo de entrega até à aula seguinte.

Apesar das dificuldades, considero que a atividade permitiu aos alunos compreender de forma mais concreta a estrutura e o funcionamento das células, através da observação direta ao microscópio e da exploração do simulador virtual. Esta combinação de estratégias, mesmo com limitações, contribuiu para reforçar a ligação entre a teoria e a prática.

Mesmo com estes desafios, acredito que os alunos retiraram aprendizagens significativas desta experiência, consolidando conceitos sobre a célula, desenvolvendo competências práticas de observação e análise, manuseamento de material laboratorial e microscópio, bem como a sua literacia digital através da utilização do simulador.

Esta experiência permitiu-me perceber que a atividade com o simulador de exploração da célula teria funcionado melhor se tivesse sido planeada de forma independente, sem ocorrer em simultâneo com a atividade de observação ao microscópio. Além disso, reforçou a importância de proporcionar um contacto prévio com o simulador, idealmente através de um guião de exploração, como aconteceu com a primeira atividade interativa, que teve resultados mais positivos.

Esta aula revelou a necessidade de uma preparação cuidadosa, tanto ao nível dos materiais como da sequência de atividades, especialmente em aulas práticas com múltiplos recursos e estações de trabalho. Compreendi a complexidade de organizar este tipo de aulas, onde o tempo, o espaço e o apoio necessário aos alunos devem ser muito bem geridos. Desenvolver estas competências de gestão de aula prática será uma prioridade no meu

percurso. Embora a aula tenha evidenciado falhas na preparação e no planeamento, considero que foi uma experiência muito útil para refletir, aprender e ajustar práticas futuras. Percebi que os erros são oportunidades valiosas de aprendizagem, que me ajudam a crescer como professor e a adaptar as minhas práticas para responder de forma mais eficaz às necessidades dos alunos.

### **Descrição e reflexão da aula 7**

A sétima, e última, aula da minha intervenção didática ocorreu no dia 14 de março de 2025 e foi composta por dois tempos de 50 minutos. Considero que esta aula decorreu de forma positiva, apesar de não ter conseguido terminar a correção da ficha de consolidação em aula, como inicialmente planeado.

Iniciámos o primeiro tempo de aula com a entrega dos relatórios e tabelas que os alunos tinham começado na aula anterior e concluído em casa. Com o auxílio e participação dos alunos, realizámos uma síntese do que foi possível observar e identificar na atividade prática, discutindo as conclusões que podiam ser retiradas. Este momento permitiu refletir sobre os resultados e reforçar as aprendizagens. Os relatórios e tabelas foram posteriormente avaliados por mim, em regime de avaliação sumativa, e alvo de *feedback* escrito no próprio documento, sendo depois devolvidos aos alunos logo que possível.

De seguida, os alunos iniciaram a realização de uma ficha de consolidação de conteúdos sobre a diversidade biológica, níveis de organização biológica e extinção e conservação de espécies, presente no apêndice H, podendo utilizar o manual para esclarecer dúvidas, interagir com os colegas e contar com o meu apoio. Circulei pela sala, prestando auxílio sempre que necessário. Notei alguma resistência inicial em pedir ajuda, pelo que procurei observar o progresso de cada aluno, sugerir alterações e encorajá-los a investigar no manual para promover uma reflexão mais autónoma. Aos poucos, os alunos começaram a interagir mais, o que tornou este momento mais dinâmico e colaborativo.

Na segunda metade do segundo tempo, iniciei a correção da ficha, utilizando o quadro e solicitando a participação dos alunos para responderem às questões. Questionava aos colegas se concordavam ou se tinham uma opinião diferente, promovendo o diálogo e a argumentação. Quando surgiam questões de resposta mais aberta, solicitei a leitura de várias respostas, que se complementavam, enriquecendo a discussão. Sempre que

necessário, os alunos iam ao quadro escrever a resposta correta, contribuindo para uma construção coletiva do conhecimento.

Não consegui terminar a correção da ficha durante a aula. Pensava que metade do segundo tempo seria suficiente, mas a participação dos alunos, ao irem ao quadro e partilharem ideias, acabou por prolongar o tempo previsto. Para colmatar esta situação, partilhei a correção da ficha, em formato de fotografia, na plataforma *Classroom*, para que os alunos pudessem concluir o trabalho de forma autónoma e utilizar este recurso como apoio ao estudo para o teste que iriam realizar na aula seguinte.

Considero que esta aula foi positiva. Apesar de não ter conseguido cumprir integralmente o plano previsto, a discussão inicial sobre as conclusões da atividade prática foi um momento importante, especialmente tendo em conta as dificuldades enfrentadas na sessão anterior. Esta revisitação ajudou a clarificar ideias, a reforçar conceitos essenciais e a consolidar aprendizagens.

Além da consolidação de conteúdos, esta aula também contribuiu para o desenvolvimento de competências transversais nos alunos, como a comunicação oral, o pensamento crítico, o trabalho colaborativo e a autonomia no processo de aprendizagem. O facto de os alunos partilharem as suas ideias no quadro e participarem ativamente na correção permitiu-lhes desenvolver a sua capacidade de argumentação e de escuta ativa, competências fundamentais para o seu percurso académico e futuro profissional.

### **Reflexão final**

Para mim, esta aula representou um momento de encerramento e balanço da minha intervenção didática, onde senti que consegui ajudar os alunos a integrar os conhecimentos abordados ao longo das sete aulas. A experiência reforçou a importância de planificar com realismo o tempo necessário para as diferentes atividades e de criar momentos estruturados de partilha e reflexão. Ao mesmo tempo, permitiu-me perceber a relevância de promover o envolvimento ativo dos alunos no processo de aprendizagem, algo que pretendo continuar a desenvolver enquanto professor.

No final deste percurso, sinto-me mais consciente dos desafios que a prática docente apresenta, mas também mais confiante na minha capacidade de os enfrentar. Pretendo continuar a trabalhar na planificação cuidada das aulas, na criação de estratégias

diversificadas para envolver os alunos e na promoção de momentos de reflexão coletiva que contribuam para aprendizagens mais significativas.

Concluo esta experiência com a certeza de que o ensino é um processo em constante evolução, e que o meu crescimento enquanto professor depende da minha capacidade de refletir, de aprender com os desafios e de adaptar as minhas práticas para responder às necessidades da profissão.

Acredito que o uso de simuladores ao longo desta intervenção foi benéfico para o processo de ensino-aprendizagem. Estes recursos permitiram aos alunos visualizar fenómenos que são complexos por natureza, testar hipóteses de forma autónoma e interativa, e estabelecer ligações entre teoria e prática. Para além de promoverem a motivação e o envolvimento dos alunos, os simuladores contribuíram para a construção ativa do conhecimento e a consolidação de competências científicas essenciais. Esta experiência reforçou a minha convicção de que o uso pedagógico de tecnologias interativas, como simuladores virtuais, deve fazer parte integrante de práticas letivas inovadoras e eficazes, tal como sugerem Rutten et al. (2012), ao referirem o potencial dos simuladores como suporte pedagógico que promove uma aprendizagem ativa e centrada no aluno.

## Capítulo V

### Métodos e procedimentos

Este capítulo apresenta a metodologia adotada no presente estudo, que teve como objetivo investigar a influência da utilização de simuladores virtuais na motivação e aquisição de conhecimentos de alunos do 10.º ano, no tema da biodiversidade. São apresentados, em detalhe, os procedimentos seguidos, incluindo a fundamentação sobre investigação qualitativa, que foi considerada a abordagem mais adequada para captar as percepções, comportamentos e experiências dos alunos no contexto de sala de aula.

O capítulo inicia-se com uma descrição do contexto educativo e da turma onde decorreu a intervenção didática. Segue-se a fundamentação metodológica que sustenta a opção por uma abordagem qualitativa, baseada em autores de referência. Posteriormente, são descritas as técnicas e os instrumentos de recolha de dados utilizados (análise documental, observação participante e inquérito por questionário), assim como os procedimentos da sua aplicação e os métodos de análise subsequente. Por fim, são abordadas as questões de natureza ética que orientaram a realização do estudo.

#### 5.1. Caracterização do contexto e da turma

A escola onde decorreu a intervenção letiva localiza-se na zona centro-oriental e histórica da cidade de Lisboa, acolhendo alunos oriundos de diversas freguesias. O estabelecimento de ensino caracteriza-se pela diversidade de experiências pedagógicas e pela heterogeneidade socioeconómica dos seus alunos. De acordo com o Projeto Educativo do Agrupamento para 2023–2026, no ano letivo 2023/2024 a escola contava com 772 alunos, distribuídos entre o 3.º ciclo do ensino básico (377 alunos, em 15 turmas) e o ensino secundário (395 alunos, em 16 turmas dos cursos científico-humanísticos). Entre estes, 49 alunos frequentam a disciplina de Português Língua Não Materna (PLNM). A comunidade educativa é multicultural, com 28,6% dos alunos naturais de outros países, destacando-se nacionalidades como Brasil, Nepal, Ucrânia e Bangladesh. Em termos de apoio socioeconómico, 28,6% dos alunos do 3.º ciclo e 31% dos alunos do ensino secundário beneficiam de apoios no âmbito da Ação Social Escolar (ASE). A equipa educativa é composta por 81 docentes (incluindo um docente de Educação Especial a tempo inteiro), 17 assistentes operacionais e uma psicóloga escolar.

A turma envolvida neste estudo pertencia ao 10.º ano do curso de Ciências e Tecnologias e a intervenção foi realizada no âmbito da disciplina de Biologia e Geologia. As aulas com esta turma decorriam em blocos de 100 ou 150 minutos, o que possibilitou o desenvolvimento de atividades mais extensas, como a exploração de simuladores virtuais, a realização de tarefas em grupo e momentos de consolidação. Esta distribuição temporal foi favorável à implementação de metodologias ativas e centradas no aluno, permitindo uma maior autonomia e envolvimento nas tarefas propostas. As atividades desenvolvidas foram planeadas de modo a promover competências científicas essenciais, como a formulação de hipóteses, a observação estruturada, a análise e representação de dados e a comunicação de conclusões, em alinhamento com os objetivos das aprendizagens essenciais previstas para o 10.º ano de Biologia e Geologia (Direção-Geral da Educação, 2018).

A turma era composta por nove alunos (cinco do sexo feminino e quatro do sexo masculino), com idades compreendidas entre os 14 e os 16 anos. Dois destes alunos não possuíam nacionalidade portuguesa: um do Brasil e outro do Bahrain. Apesar da diversidade cultural, todos os alunos dominavam a língua portuguesa, o que permitiu a participação integral nas atividades propostas. A turma incluía ainda um aluno abrangido pelo regime jurídico da educação inclusiva, apoiado por medidas universais e seletivas, definidas em articulação com a equipa educativa, nos termos do Decreto-Lei n.º 54/2018.

Globalmente, a turma apresenta um ambiente calmo e colaborativo, em grande parte favorecido pelo número reduzido de alunos. O comportamento é exemplar, não havendo registo de situações de indisciplina ou necessidade de aplicação de medidas corretivas. Do ponto de vista da participação nas atividades de sala de aula, destaca-se um pequeno grupo mais ativo, particularmente uma aluna muito participativa, acompanhada por outras duas colegas com participação regular. Os restantes alunos são participativos mediante incentivo ou através de mediação por parte do professor para se envolverem mais ativamente.

Em termos de desempenho, verifica-se uma variação entre os alunos. Enquanto alguns revelam alguma facilidade na compreensão dos conceitos abordados, destacando-se uma aluna com particular facilidade, outros dois alunos manifestam bastantes dificuldades em acompanhar o ritmo das aulas, sendo necessária uma atenção pedagógica mais individualizada. A diversidade de perfis de aprendizagem presentes na turma justificou, ao longo da intervenção, o recurso a estratégias diferenciadas e a valorização

de metodologias ativas e centradas no aluno, de modo a promover uma aprendizagem mais equitativa e significativa.

No que respeita à utilização de tecnologias digitais, a maioria dos alunos demonstrava familiaridade com o uso de dispositivos móveis e plataformas digitais, o que contribuiu para uma boa receptividade às atividades com simuladores virtuais. Para além disso, a professora cooperante disponibilizou um conjunto de computadores portáteis, o que permitiu realizar algumas das atividades em condições mais adequadas. Estas condições tecnológicas, aliadas ao interesse dos alunos por recursos interativos, reforçaram a pertinência da integração dos simuladores na proposta didática.

## **5.2. Fundamentação metodológica**

A investigação qualitativa é amplamente reconhecida como uma abordagem que permite explorar e compreender fenómenos em profundidade, com foco nos significados subjetivos atribuídos pelos participantes (Bogdan & Biklen, 2007; Creswell, 2018). De acordo com Bogdan e Biklen (2007), trata-se de um processo de interpretação que se centra na análise detalhada de fenómenos ou contextos específicos, valorizando as perceções, experiências e os significados construídos pelos indivíduos. Esta abordagem assenta na análise de dados descritivos, como palavras, comportamentos e narrativas, em vez de dados numéricos, procurando descrever e interpretar as realidades sociais.

De forma complementar, Creswell (2018) refere que a investigação qualitativa tem como objetivo explorar os significados que os indivíduos atribuem a fenómenos humanos e sociais, sendo caracterizada pela sua flexibilidade metodológica e pela proximidade ao contexto natural. Esta abordagem baseia-se sobretudo na recolha de dados não numéricos (como textos, imagens ou narrativas) e permite interpretar o modo como os participantes experienciam o fenómeno em estudo. Segundo o autor, a investigação qualitativa revela-se particularmente útil quando se pretende compreender fenómenos complexos, promovendo a participação ativa dos envolvidos e valorizando a riqueza das suas vivências.

Amado, Costa e Crusoé (2014) afirmam que a investigação qualitativa permite interpretar realidades sociais complexas através da análise de discursos, atitudes e práticas, desvendando os significados que se encontram subjacentes aos mesmos. Esta

dimensão interpretativa é essencial para compreender as representações e percepções construídas pelos alunos sobre o uso dos simuladores virtuais.

A investigação qualitativa surge, segundo estas perspetivas, como uma abordagem interpretativa focada nos significados que os indivíduos atribuem às suas experiências. As definições de Bogdan e Biklen (2007) e Creswell (2018) convergem na importância do carácter interpretativo e descritivo da investigação qualitativa, sublinhando o seu potencial para captar a complexidade das realidades sociais e explorar os significados construídos pelos indivíduos. Para complementar, Amado et al., (2014) aprofundam esta dimensão interpretativa, colocando em evidência a capacidade da análise qualitativa desvendar os significados subjacentes a discursos e práticas sociais. Neste trabalho, a investigação qualitativa é utilizada para explorar as percepções dos alunos sobre o uso de simuladores virtuais no ensino das ciências, e também para compreender como este recurso impacta a sua motivação e aquisição de conhecimentos.

A investigação qualitativa aplicada ao contexto educativo adotou a modalidade de investigação sobre a prática profissional, dando valor à reflexão crítica sobre o ensino e ao papel do professor enquanto agente de mudança. A investigação sobre a prática profissional revela-se fundamental na atividade docente, permitindo uma abordagem mais reflexiva e sustentada do ensino (Ponte, 2002). Segundo o autor, o ensino não se deve limitar a uma atividade de rotina de aplicação de metodologias pré-determinadas. Pelo contrário, é uma atividade complexa que engloba dimensões intelectuais, políticas e de gestão de pessoas e recursos. Desta forma, torna-se indispensável que os professores estejam dispostos e capacitados para avaliar continuamente os seus métodos, refletindo sobre e reformulando a prática letiva de modo a proporcionar aos alunos uma aprendizagem significativa.

A investigação na prática docente assume um papel fundamental para o professor, que deve ser, ao mesmo tempo, um investigador na sua prática pedagógica, construindo-a numa interação contínua entre ação, reflexão e fundamentação. Assim, a investigação na prática docente desempenha um papel formativo, contribuindo simultaneamente para o desenvolvimento profissional do docente e para a melhoria das aprendizagens dos alunos (Ponte, 2002).

Este processo envolve uma melhoria nas metodologias e procedimentos, mas também uma análise cuidadosa da relação que se estabelece com os alunos, colegas,

encarregados de educação e com o próprio contexto de trabalho. Investigar a prática docente exige que o professor assuma uma atitude questionante e reflexiva, caracterizando-o como um investigador disponível para examinar criticamente a sua prática de forma sistemática. Esta abordagem contribui para um ensino mais eficaz e para o desenvolvimento de uma identidade profissional do docente, tornando-o um agente ativo na transformação do processo educativo nas nossas escolas (Ponte, 2002).

A escolha das técnicas e dos instrumentos de recolha de dados foi orientada pelos princípios da investigação qualitativa, procurando compreender as experiências e perceções dos alunos, assim como o impacto da intervenção no contexto real da sala de aula. Esta opção está em conformidade com os princípios da investigação sobre a prática profissional, que valoriza particularmente a reflexão crítica e sustentada sobre as próprias práticas pedagógicas.

Tendo em conta a natureza dos dados recolhidos, que incluíram registos de observação estruturada, notas de campo, classificações sumativas nas fichas de trabalho e respostas aos questionários, optou-se pela análise de conteúdo de base qualitativa como técnica de tratamento da informação, apoiada pela análise estatística descritiva. Esta abordagem constitui um processo sistemático e inferencial, orientado para a identificação de categorias de sentido e a interpretação dos significados atribuídos pelos participantes às suas experiências (Amado et al., 2014). A descrição pormenorizada das técnicas e instrumentos utilizados é apresentada nas secções seguintes.

### **5.3. Técnicas e instrumentos de recolha de dados**

Com o objetivo de compreender a influência dos simuladores virtuais na motivação e na aquisição de conhecimentos por parte dos alunos, considerando tanto as suas potencialidades como as limitações, seguiu-se uma abordagem qualitativa. Recolheram-se dados através de três técnicas complementares: análise documental, observação participante e inquérito por questionário. Através da triangulação destas fontes pretendeu-se validar de forma cruzada a informação recolhida e aprofundar a compreensão do fenómeno em estudo (Bogdan & Biklen, 2007; Denzin, 2009). A Tabela 2 apresenta uma síntese das técnicas e instrumentos de recolha de dados utilizados neste estudo, indicando os respetivos objetivos e o tipo de dados obtidos.

**Tabela 2***Síntese das técnicas e instrumentos de recolha de dados*

<b>Técnica</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Tipo de dados</b>
Análise documental	Avaliar evidências de aprendizagem e identificar dificuldades.	Fichas de trabalho realizadas pelos alunos.	Classificações nas produções escritas dos alunos.
Observação participante	Observar comportamentos, interações e o envolvimento dos alunos.	Grelha de observação estruturada e notas de campo (diário de bordo).	Registos qualitativos descritivos, categorizados por dimensões de observação.
Inquérito por questionário	Recolher perceções dos alunos sobre a motivação e a aprendizagem com os simuladores.	Questionário em papel com perguntas abertas e escalas de Likert.	Respostas descritivas e classificações em escalas de opinião.

A análise documental incidiu sobre os registos das classificações, presentes no apêndice L, atribuídas às diferentes questões das fichas de trabalho realizadas pelos alunos durante e após a utilização dos simuladores virtuais, presentes no apêndice A e B. Estas fichas incluíram tarefas com objetivos variados, como a resposta a questões orientadas por imagens, a formulação e teste de hipóteses com base em simulações e a organização da informação científica através de apresentações ou pósteres. As tarefas foram concebidas para avaliar dimensões relevantes do processo de aprendizagem, como a compreensão de conceitos-chave, a aplicação em contexto prático, a interpretação de dados e a comunicação de informação científica.

A análise baseou-se na interpretação qualitativa dos resultados obtidos, procurando identificar tendências de desempenho nas diferentes fichas de trabalho ao longo da intervenção, variações individuais entre alunos e possíveis relações entre os resultados obtidos e o grau de envolvimento observado em aula. Embora as classificações sejam dados numéricos, o foco da análise foi interpretativo, procurando inferir indícios das aprendizagens realizadas a partir dos resultados obtidos em cada produto, em articulação com os dados da observação participante e do questionário final.

Durante a ocorrência das atividades com simuladores, foi realizada observação participante estruturada, com recurso a uma grelha de observação construída especificamente para este estudo, presente no apêndice I. Este tipo de observação combina a presença ativa do investigador no terreno com um sistema de registo definido

previamente, permitindo observar situações em tempo real sem interferir diretamente com a dinâmica da aula (Cohen et al., 2007). Segundo estes autores, a observação estruturada depende de categorias fixas de análise de modo a garantir consistência nos registos e facilitar a comparação dos dados. Por sua vez, a componente participante permite aceder aos significados e comportamentos manifestados pelos alunos em situações naturais de aprendizagem (Bogdan & Biklen, 2007). Esta técnica revelou-se particularmente útil para documentar dimensões da experiência educativa que seriam mais dificilmente acessíveis através de instrumentos indiretos, como questionários ou entrevistas (Farah & Chandler, 2018).

A definição das dimensões estabelecidas na grelha teve por base os objetivos pedagógicos e investigativos das atividades com simuladores, assim como categorias descritas na literatura sobre envolvimento e aprendizagem em contextos de exploração virtual (Cohen et al., 2007; Farah & Chandler, 2018). As categorias foram criadas previamente e organizadas em quatro dimensões possíveis de observar no terreno, garantindo consistência entre os critérios de registo e os objetivos da intervenção.

Através da grelha de observação, pretendeu-se registar o envolvimento dos alunos nas diferentes fases das atividades, como a experimentação, a recolha de dados e a discussão dos resultados obtidos, tanto no simulador da dinâmica populacional como no simulador da célula. Esta grelha contemplava quatro dimensões principais: envolvimento na atividade (participação, curiosidade demonstrada); interação e colaboração (diálogo com colegas, resposta a questões); compreensão dos conceitos (ligação entre simulação e teoria); dificuldades e obstáculos (problemas técnicos, desmotivação).

Além da observação estruturada, foram também recolhidas notas de campo em formato de diário de bordo, que constituem uma forma de observação participante não estruturada. Este tipo de registo, que apresenta uma forma mais livre e descritiva, permite captar aspetos subtis e contextuais da aula, como o ambiente interpessoal, a comunicação não verbal ou as reações espontâneas dos alunos, dimensões que dificilmente são registadas através de grelhas estruturadas (Cohen et al., 2007). A observação de carácter naturalista é central na investigação qualitativa, pois permite explorar o modo como os alunos vivem, sentem e atribuem sentido às diferentes situações em sala de aula. Este tipo de observação oferece uma perspetiva interpretativa essencial, sobretudo quando complementada por instrumentos mais estruturados (Bogdan & Biklen, 2007).

Depois da intervenção didática, foi aplicado, em formato papel, um questionário composto por perguntas abertas e itens fechados com escalas de Likert, com o objetivo de recolher dados sobre as percepções dos alunos sobre o impacto da utilização de simuladores virtuais na sua motivação e aquisição de conhecimentos, assim como eventuais dificuldades sentidas. O questionário, presente no apêndice J, foi dividido em duas partes, correspondentes a cada um dos simuladores utilizados (“dinâmica populacional” e “exploração da célula”), com um total de 10 questões por simulador. As questões incluíam os seguintes temas: o nível de interesse prévio no tema [1.1 a) e 2.1 a)]; o nível de motivação depois da atividade [1.1 b) e 2.1 b)]; a utilidade do simulador na compreensão de conceitos [1.1 c) e 2.1 c)]; a facilidade de uso do simulador [1.1 d) e 2.1 d)]; os aspetos que mais contribuíram para a aprendizagem (como a interatividade, a visualização ou a autonomia) (1.2 e 2.2); dificuldades técnicas encontradas (1.3 e 2.3); avaliação global da experiência (1.4 e 2.4); e sugestões de melhoria (1.5 e 2.5).

A análise de conteúdo, aplicada às respostas às quatro questões abertas do questionário, permitiu inferir sobre os efeitos da utilização dos simuladores, contribuindo para uma interpretação mais rigorosa e fundamentada dos dados (Amado et al., 2014; Denzin, 2009). Analisaram-se as respostas às questões “Quais as dificuldades sentidas na utilização do simulador e na interpretação dos dados fornecidos pelo mesmo?” e “Que alterações sugerias para melhorar esta atividade?”, colocadas em relação a ambos os simuladores utilizados. Estas respostas forneceram informações relevantes sobre os desafios sentidos pelos alunos e sugestões de melhoria, permitindo aceder às suas percepções sobre a experiência de aprendizagem.

A análise de conteúdo foi elaborada de forma indutiva, com categorias codificadas a posteriori a partir das respostas dos alunos nas questões abertas do questionário (Amado et al., 2014). Após uma leitura detalhada, cada resposta foi inserida em categorias construídas a partir dos dados, que permitiram organizar e interpretar qualitativamente as percepções dos participantes. As Tabelas 3 e 4 apresentam as categorias e subcategorias identificadas, acompanhadas das suas descrições e de exemplos de respostas que ilustram cada subcategoria.

**Tabela 3**

*Subcategorias de análise de conteúdo nas questões 1.3 e 2.3 do questionário correspondentes à categoria “Dificuldades técnicas”*

<b>Subcategoria</b>	<b>Descrição</b>	<b>Exemplo de resposta</b>
Dificuldades na utilização	O aluno refere obstáculos relacionados com a interface, navegação ou pesquisa de dados dentro do simulador.	“Tinha muitas funcionalidades, o que dificultava a navegação rápida. Era complexo e confuso.” (aluno 2)
Dificuldades na interpretação	O aluno reporta problemas em compreender os resultados, gráficos ou informações fornecidas pelo simulador.	“Não percebi algumas informações do simulador.” (aluno 9)
Sem dificuldades	O aluno afirma não ter sentido dificuldades na utilização do simulador nem na interpretação dos dados.	Sem resposta.

**Tabela 4**

*Subcategorias de análise de conteúdo nas questões 1.5 e 2.5 do questionário correspondentes à categoria “Sugestões de melhoria”*

<b>Subcategoria</b>	<b>Descrição</b>	<b>Exemplo de resposta</b>
Instruções mais detalhadas / maior apoio prévio	Pedido de instruções mais completas sobre como usar o simulador antes da atividade.	“Uma instrução mais detalhada de como utilizar o simulador.” (aluno 2)
Sugestão de expansão	Proposta de acrescentar conteúdo, funcionalidades ou maior complexidade.	“Explorar mais que três organelos para compreendê-los melhor.” (aluno 8)
Sem sugestões de melhoria	O aluno não apresenta nenhuma sugestão ou refere que o formato atual está adequado.	“Na minha opinião a atividade está bem como está” (aluno 3)

Para além da análise qualitativa, procedeu-se também a uma análise estatística descritiva das respostas às questões fechadas do questionário, com base em escalas de Likert. Esta análise permitiu identificar padrões e tendências nas perceções dos alunos

relativamente à utilização dos simuladores virtuais, nomeadamente ao nível da motivação, da compreensão dos conteúdos e das dificuldades sentidas na sua utilização. Como referem Cohen, Manion e Morrison (2007), a utilização de estatísticas descritivas simples em estudos qualitativos pode ajudar a formar um panorama geral das respostas, contribuindo para a triangulação dos dados e para uma melhor interpretação dos resultados.

A estrutura do questionário seguiu as orientações propostas por Cohen et al. (2007), que apontam alguns requisitos fundamentais de modo a garantir a validade do instrumento, como a clareza, a relevância e a adequação linguística dos itens ao público-alvo. Com base nestes princípios, optou-se por uma combinação de itens fechados (com escalas de Likert) e abertos, para ser possível articular dados comparáveis com a expressão livre das perceções dos alunos. Esta abordagem mista permite, segundo os autores, obter simultaneamente dados estruturados e interpretações mais livres e subjetivas, o que se revela particularmente útil em investigações qualitativas.

Wilson e McLean (1994) referem ainda que os questionários devem permitir uma resposta livre, contextualizada e significativa por parte dos participantes, especialmente quando o objetivo é captar perceções, atitudes ou experiências. A inclusão de perguntas abertas teve o objetivo de garantir maior profundidade de interpretação, respeitando a individualidade das respostas e permitindo alcançar dimensões que poderiam não ser possíveis de aceder através de respostas fechadas. Portanto, a estrutura do questionário procurou equilibrar a sistematização dos dados com a abertura necessária para captar a complexidade das experiências dos alunos (Cohen et al., 2007).

A triangulação entre os três métodos de recolha de dados permitiu aceder a diferentes dimensões da experiência vivida durante a intervenção didática (Cohen et al., 2007): a análise documental permitiu recolher dados sobre o desempenho dos alunos e a aquisição de conhecimentos; a observação participante pretendeu captar o seu comportamento e envolvimento em tempo real; e o questionário recolheu dados sobre as suas perceções e reflexões pessoais. Esta abordagem, assente em fontes de dados complementares, assegurou maior credibilidade, profundidade e coerência interpretativa, estando de acordo com os pressupostos da investigação qualitativa em educação (Creswell, 2018; Amado et al., 2014).

Esta triangulação não foi apenas conceptual, foi possível observar na análise prática dos dados. Por exemplo, um aluno que obteve um desempenho elevado na ficha de trabalho sobre a dinâmica populacional revelou também um elevado nível de envolvimento observado durante a atividade, e por sua vez expressou perceções muito positivas no questionário final.

Cada técnica foi aplicada em diferentes momentos do processo de investigação. A análise documental foi realizada ao longo da intervenção didática, tendo por base os trabalhos produzidos pelos alunos; a observação participante decorreu durante as aulas com recurso a simuladores virtuais; e o inquérito por questionário foi aplicado no final da intervenção, recolhendo as perceções, em retrospectiva, dos alunos.

#### **5.4. Questões de natureza ética**

A realização deste estudo seguiu as orientações estabelecidas na Carta Ética do Instituto de Educação da Universidade de Lisboa (2016), assegurando o cumprimento dos princípios de respeito, integridade, responsabilidade e justiça. Foram garantidos o consentimento informado dos participantes, a confidencialidade e o anonimato dos dados recolhidos, bem como o direito à não participação ou desistência em qualquer momento do processo.

Foram também tidas em conta as boas práticas no que toca à proteção de dados pessoais, à fidelidade na recolha e análise da informação e à prevenção de condutas científicas inadequadas, como o plágio ou a manipulação de resultados. Por fim, a divulgação dos dados respeita os princípios de transparência e responsabilidade ética na comunicação científica.

## Capítulo VI

### Apresentação e análise dos resultados

Este capítulo tem como objetivo apresentar e analisar os resultados obtidos ao longo da intervenção didática realizada com alunos do 10.º ano, centrada na utilização de simuladores virtuais no ensino da Biologia e Geologia, no tema da biodiversidade. Para sustentar esta análise, foram utilizados diferentes instrumentos de recolha de dados, nomeadamente grelhas de observação, classificações das fichas de trabalho e questionários aplicados aos alunos depois da intervenção didática.

A apresentação dos resultados está organizada em quatro dimensões principais:

- o impacto da utilização de simuladores na motivação dos alunos (6.1);
- o contributo da utilização de simuladores virtuais para a aquisição de conhecimento científico por parte dos alunos (6.2);
- as dificuldades sentidas pelos alunos nas atividades com simuladores (6.3);
- e, por fim, as perceções globais dos alunos sobre o uso de simuladores virtuais e sugestões de melhoria (6.4).

Cada secção combina a apresentação dos dados com uma análise interpretativa, procurando compreender de que forma os simuladores virtuais contribuíram na resposta às três questões orientadoras da investigação.

#### **6.1. De que modo a utilização de simuladores influencia a motivação de alunos do 10.º ano no estudo da biodiversidade?**

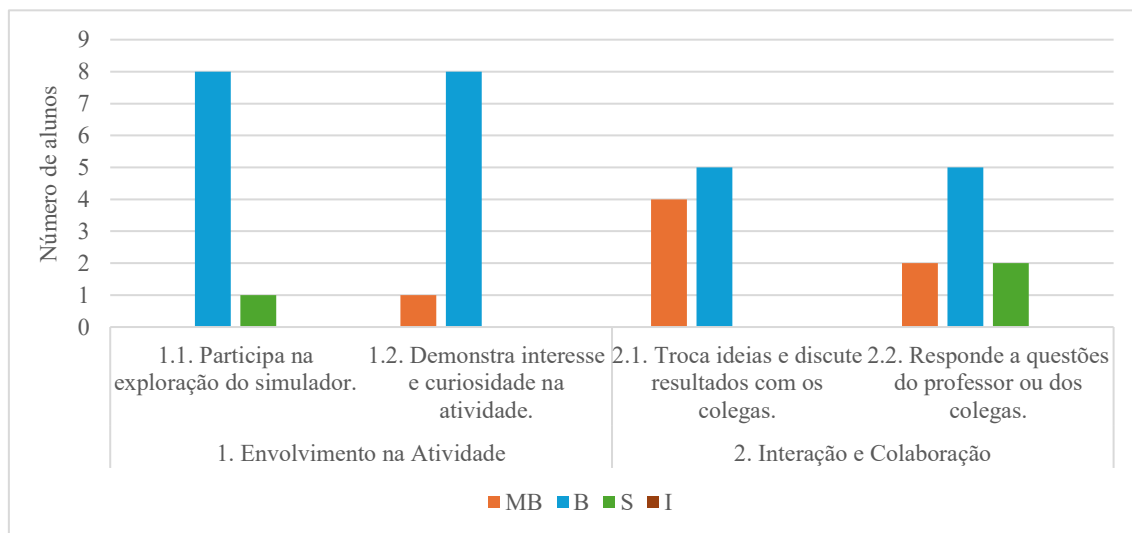
Para avaliar como a utilização de simuladores influencia a motivação dos alunos, recorreu-se às grelhas de observação, presentes no Apêndice I, preenchidas após cada aula em que foram utilizados estes recursos. As grelhas incluíam duas dimensões relevantes para a análise desta questão: o envolvimento na atividade (participação, curiosidade demonstrada) e a interação e colaboração (diálogo com colegas, resposta a questões).

Relativamente ao simulador de dinâmica populacional, a maioria dos alunos obteve um nível Bom em todos os parâmetros, variando entre 56% e 89% (cinco a oito alunos), tal como mostram os dados do gráfico da Figura 7. Destaca-se o interesse e curiosidade manifestados, assim como a troca de ideias entre colegas, uma vez que não

apresentam níveis inferior a Bom. Apenas 11% (um aluno) dos alunos obtiveram nível Suficiente na participação e 22% (dois alunos) na resposta a questões do professor e colegas.

**Figura 7**

*Grelha de Observação – Simulador de Dinâmica Populacional (dimensões 1 e 2)*

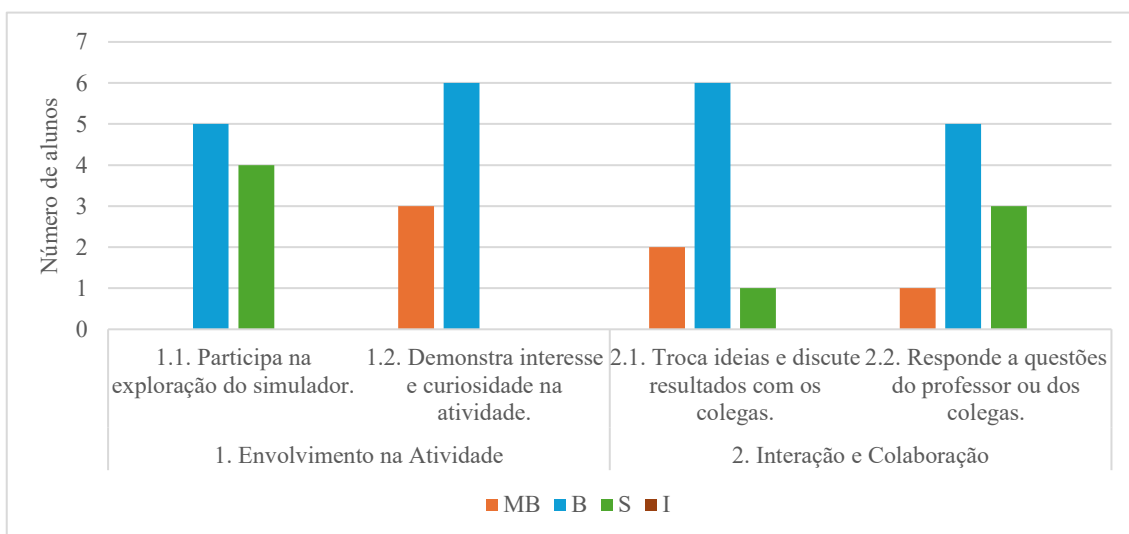


Nota. Muito Bom (MB), Bom (B), Suficiente (S), Insuficiente (I)

No caso do simulador de exploração celular, os resultados foram semelhantes, com uma maioria dos alunos entre 56% e 66% (cinco a seis alunos) a atingir o nível Bom, como é demonstrado nos dados da Figura 8. Mais uma vez, o interesse e a curiosidade, e a troca de ideias com colegas foram fortemente valorizados, registrando-se apenas 11% (um aluno) com nível Suficiente na troca de ideias com colegas, predominando os níveis Bom e Muito Bom em ambos os parâmetros. Ainda assim, registaram-se alguns níveis Suficiente na participação (44% - quatro alunos) e na resposta a questões colocadas pelo professor ou pelos colegas (33% - três alunos).

**Figura 8**

*Grelha de Observação - Simulador de Exploração Celular (dimensões 1 e 2)*



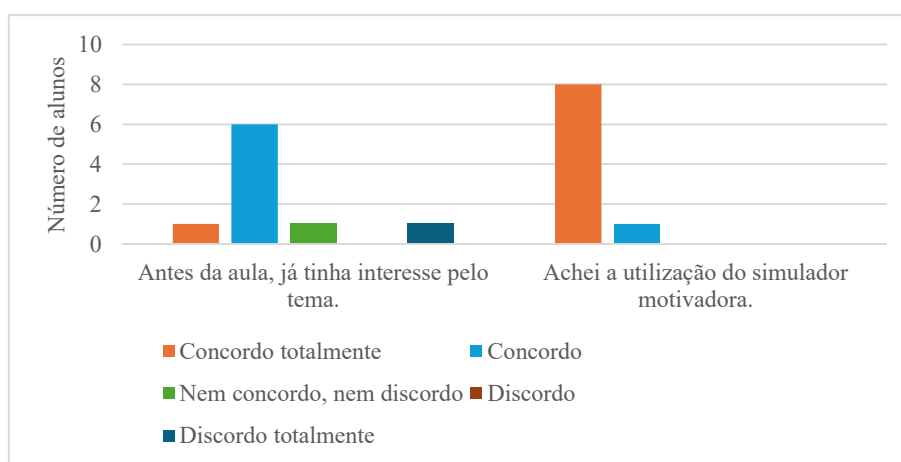
Nota. Muito Bom (MB), Bom (B), Suficiente (S), Insuficiente (I)

Para complementar a análise do impacto da utilização de simuladores na motivação dos alunos, foram também consideradas as respostas ao questionário final, presente no Apêndice J, nomeadamente às questões fechadas com escala de Likert. A Figura 9 apresenta os resultados obtidos no âmbito da atividade com o simulador de dinâmica populacional, referentes à questão 1.1 do questionário.

Relativamente à afirmação “a) Antes da aula, já tinha interesse pelo tema”, 67% (seis alunos) assinalaram a opção “Concordo”, revelando que a maioria já demonstrava uma predisposição positiva para o conteúdo em causa. Por outro lado, na afirmação “b) Achei a utilização do simulador motivadora”, 89% (oito alunos) selecionaram “Concordo totalmente”, o que indica um impacto positivo do simulador no reforço da motivação dos alunos durante a atividade.

## Figura 9

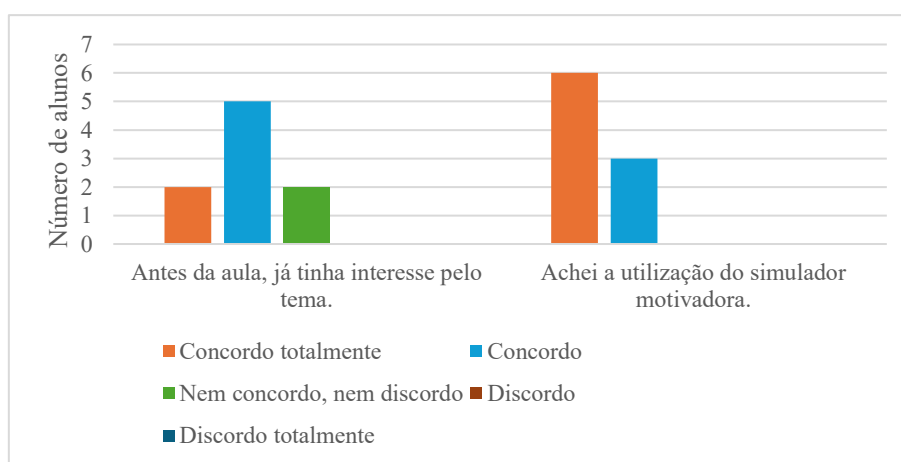
### Questões fechadas sobre a motivação – Simulador de dinâmica populacional



A Figura 10 apresenta os resultados obtidos no questionário referente à atividade com o simulador de exploração celular, questão 2.1. Relativamente à afirmação “a) Antes da aula, já tinha interesse pelo tema”, 56% (cinco alunos) selecionaram “Concordo”, enquanto 22% (dois alunos) “Concordo totalmente” e 22% “Nem concordo, nem discordo”. Na afirmação “b) Achei a utilização do simulador motivadora”, 67% (seis alunos) escolheram “Concordo totalmente” e 33% (três alunos) “Concordo”, revelando um impacto motivacional globalmente positivo. Ainda que os valores de “Concordo totalmente” sejam ligeiramente inferiores aos registados na atividade anterior (89%), os dados confirmam que o simulador contribuiu para estimular o envolvimento dos alunos, mesmo entre aqueles que não manifestavam grande interesse inicial pelo tema.

**Figura 10**

*Questões fechadas sobre a motivação – Simulador de Exploração Celular*



Os dados analisados sugerem que a utilização de simuladores virtuais contribuiu de forma positiva para a motivação dos alunos, promovendo o interesse, a curiosidade e o envolvimento ativo nas atividades. Este impacto foi visível tanto nas respostas aos questionários, como nas observações realizadas em sala de aula, onde se registaram níveis elevados de participação, mesmo entre alunos que inicialmente revelavam um interesse mais moderado pelo tema.

No entanto, os níveis mais baixos de participação e de resposta a questões observados na atividade com o simulador de exploração celular confirmam a percepção do professor durante a aula, e estão também de acordo com as classificações atribuídas e com o *feedback* recolhido nos questionários. A maior complexidade do simulador, a ausência de um guião orientador e a falta de contacto prévio com este recurso poderão ter dificultado o envolvimento inicial de alguns alunos, sobretudo nos momentos em que se exigia maior autonomia e iniciativa.

Ainda assim, os alunos reconheceram o valor pedagógico da experiência, demonstrando que, mesmo com alguns desafios técnicos, os simuladores mantêm o seu potencial enquanto recursos promotores da motivação, interesse e participação ativa. Estes resultados reforçam a importância de um acompanhamento pedagógico estruturado, especialmente quando se introduzem ferramentas digitais mais complexas.

A Teoria Expectativa-Valor Situada (Eccles & Wigfield, 2020) defende que a motivação para aprender depende da percepção de valor da tarefa e da expectativa de

sucesso. Neste estudo, estas dimensões parecem ter sido favorecidas pela natureza interativa e visual dos simuladores utilizados, que estimularam a participação ativa dos alunos e tornaram as atividades mais apelativas e significativas do ponto de vista pessoal. Também Whitworth et al. (2018) destacam o impacto positivo destes recursos no aumento da motivação e nas atitudes em relação à aprendizagem. Esta percepção de valor, como mencionam Hodis e Hodis (2022), é situada, ou seja, depende do contexto em que os alunos experienciam a tarefa. Neste caso, o carácter interativo e exploratório dos simuladores virtuais parecem ter aumentado esse valor atribuído à tarefa, contribuindo para o envolvimento dos alunos.

## **6.2. Qual o contributo da utilização de simuladores na aquisição de conhecimento científico por alunos do 10.º ano no tema da biodiversidade?**

Para avaliar o contributo da utilização de simuladores na aquisição de conhecimento científico pelos alunos, recorreu-se à análise das classificações atribuídas às fichas de trabalho, presentes no Apêndice L, elaboradas durante e após a realização das atividades práticas com simuladores virtuais.

A Figura 11 apresenta os resultados obtidos no guião de exploração do simulador sobre dinâmica populacional, presentes no Apêndice L, que teve como principais objetivos o desenvolvimento de competências como a formulação de hipóteses, a leitura e interpretação de dados através de gráficos e tabelas, e a elaboração de explicações fundamentadas com base em evidências científicas. Em termos de conteúdos, procurou-se consolidar o conhecimento dos alunos relativamente aos fatores bióticos e abióticos que influenciam o crescimento das populações, assim como a interpretação de curvas de crescimento populacional com diferentes variáveis ecológicas, de modo a compreender as dinâmicas entre organismos e o meio.

Os resultados foram globalmente bastante positivos: 44% (quatro alunos) obtiveram classificação qualitativa de Excelente, 22% (dois alunos) Muito Bom, 22% Bom e apenas 11% (um aluno) Suficiente. Estes dados sugerem que a maioria dos alunos atingiu as expectativas de desempenho, demonstrando uma boa compreensão dos conceitos trabalhados e capacidade de aplicar o conhecimento na resolução de problemas.

## Figura 11

*Classificações nas fichas de trabalho – guião de exploração de dinâmica populacional*



Nota. Excelente (EX), Muito Bom (MB), Bom (B), Suficiente (S), Insuficiente (I)

A Figura 12 apresenta os resultados obtidos no relatório da atividade prática de observação de células ao microscópio ótico composto (MOC), realizado em articulação com o preenchimento de uma tabela de organelos celulares com base na exploração de um simulador virtual tridimensional da célula, presentes no Apêndice L. Esta ficha de trabalho teve como principais objetivos o manuseamento adequado de equipamento laboratorial, o desenvolvimento de competências práticas de observação e registo de estruturas celulares, a identificação e caracterização dos principais organelos das células eucarióticas animais e vegetais, e a interpretação de informação científica a partir de diferentes fontes, incluindo recursos digitais interativos.

É importante salientar que esta atividade combinou dois recursos distintos (MOC e simulador virtual de exploração celular) e, por isso, os dados obtidos refletem o efeito conjunto da utilização de ambos, limitando a interpretação dos dados relativos ao uso deste simulador virtual. Os resultados obtidos nesta ficha de trabalho revelaram maior dispersão nos níveis de desempenho, quando comparados com a atividade anterior. Verificou-se que 44% (quatro alunos) atingiram o nível Excelente, mas os restantes resultados distribuíram-se por 11% (um aluno) com Muito Bom, 11% com Bom, 11% com Suficiente e 22% (dois alunos) com Insuficiente. Esta distribuição sugere maior heterogeneidade no desempenho dos alunos, a qual poderá estar relacionada com a complexidade da tarefa, a articulação entre dois tipos de recursos e as exigências técnicas envolvidas, tanto na observação microscópica como na navegação do simulador.

## Figura 12

*Classificações nas fichas de trabalho – relatório da atividade prática de observação de células e preenchimento de tabela de organelos celulares com recurso ao simulador*



Nota. Excelente (EX), Muito Bom (MB), Bom (B), Suficiente (S), Insuficiente (I)

Importa ainda referir que os resultados mais baixos observados em dois alunos (nível Insuficiente) tiveram origem num mal-entendido quanto às instruções da atividade. Apesar de estarem a trabalhar em pares, cada aluno deveria elaborar individualmente a sua ficha. No entanto, estes dois alunos pensaram que bastava realizar os esquemas e legendas numa única ficha por par. Esta situação evidencia a importância de garantir que todas as orientações são claramente comunicadas e compreendidas pelos alunos, especialmente em atividades mais complexas ou de múltiplas etapas.

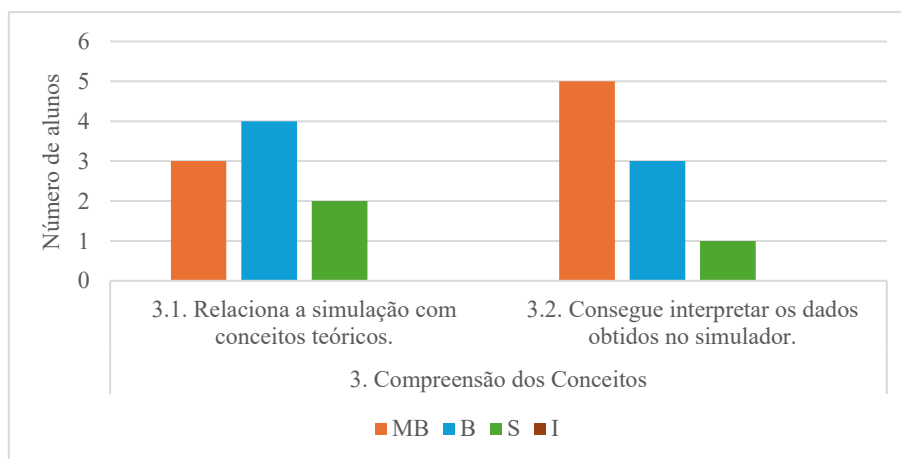
A Figura 13 apresenta os resultados relativos à dimensão “compreensão de conceitos” da grelha de observação, presente no Apêndice I, especificamente no contexto da atividade com o simulador de dinâmica populacional. Esta dimensão tinha o objetivo de avaliar em que medida os alunos foram capazes de relacionar a experiência de simulação com os conceitos teóricos previamente abordados, assim como a sua capacidade de interpretar dados extraídos do simulador.

No parâmetro de relação entre a simulação e os conceitos teóricos, verificou-se que 33% (três alunos) atingiram o nível Muito Bom, 44% (quatro alunos) o nível Bom e 22% (dois alunos) o nível Suficiente. Estes resultados indicam que a maioria dos alunos foi capaz de estabelecer ligações adequadas entre a simulação e os conteúdos científicos, com algum grau de variação. No parâmetro sobre a interpretação dos dados, os resultados foram mais positivos, com 56% (cinco alunos) de níveis Muito Bom, 33% (três alunos) de níveis Bom e apenas 11% (um aluno) de níveis Suficiente, evidenciando uma maior

facilidade dos alunos em analisar e retirar conclusões a partir da informação obtida no simulador.

**Figura 13**

*Grelha de Observação - Simulador de Dinâmica Populacional (dimensão 3)*



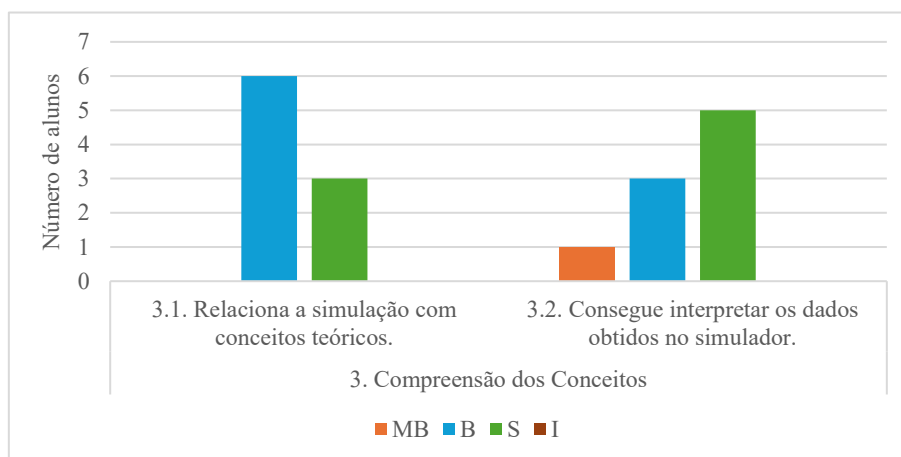
Nota. Muito Bom (MB), Bom (B), Suficiente (S), Insuficiente (I)

A Figura 14 apresenta os resultados relativos à dimensão “compreensão de conceitos” da grelha de observação, desta vez no contexto da atividade com o simulador de exploração celular. No parâmetro de relação entre a simulação e os conceitos teóricos os resultados foram mais modestos do que no simulador anterior: 67% (seis alunos) obtiveram classificação de nível Bom, enquanto 33% (três alunos) ficaram no nível Suficiente, não se registando qualquer classificação em Muito Bom. Estes dados indicam que, embora a maioria dos alunos tenha demonstrado algum domínio dos conteúdos, houve dificuldades na integração teórica da informação apresentada no simulador.

No parâmetro sobre a interpretação dos dados observou-se um desempenho ainda mais baixo: 56% (cinco alunos) ficaram no nível Suficiente, 33% (três alunos) no nível Bom e apenas 11% (um aluno) atingiu o nível Muito Bom. Esta distribuição revela que a maioria dos alunos enfrentou dificuldades em extrair, organizar e interpretar os dados apresentados pelo simulador de exploração da célula, o que está em consonância com os resultados mais heterogêneos observados na ficha de trabalho associada.

**Figura 14**

*Grelha de Observação - Simulador de Exploração Celular (dimensão 3)*



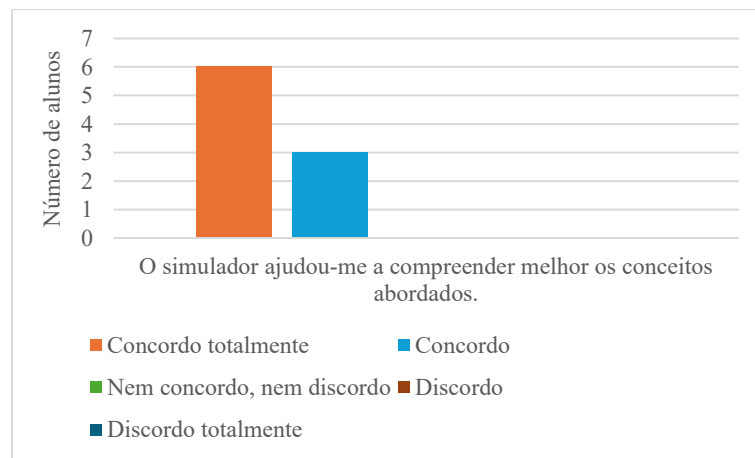
Nota. Muito Bom (MB), Bom (B), Suficiente (S), Insuficiente (I)

Para complementar a análise do impacto da utilização de simuladores na aquisição de conhecimento científico dos alunos, foram também consideradas as respostas às questões fechadas do questionário final, presente no apêndice J, com recurso a uma escala de Likert. A Figura 15 apresenta os resultados obtidos na atividade com o simulador de dinâmica populacional, correspondendo à questão 1.1.

Relativamente à afirmação “c) O simulador ajudou-me a compreender melhor os conceitos abordados”, 67% (seis alunos) selecionaram a opção “Concordo totalmente” e os restantes 33% (três alunos) assinalaram “Concordo”. Estes resultados revelam uma relação positiva quanto ao contributo do simulador para a compreensão de conceitos, confirmando a eficácia pedagógica do recurso na assimilação e aplicação dos conteúdos trabalhados. Como referem Whitworth et al. (2018), os simuladores virtuais podem facilitar a aprendizagem de conteúdos científicos complexos, promovendo uma compreensão mais profunda através da visualização e da interação.

**Figura 15**

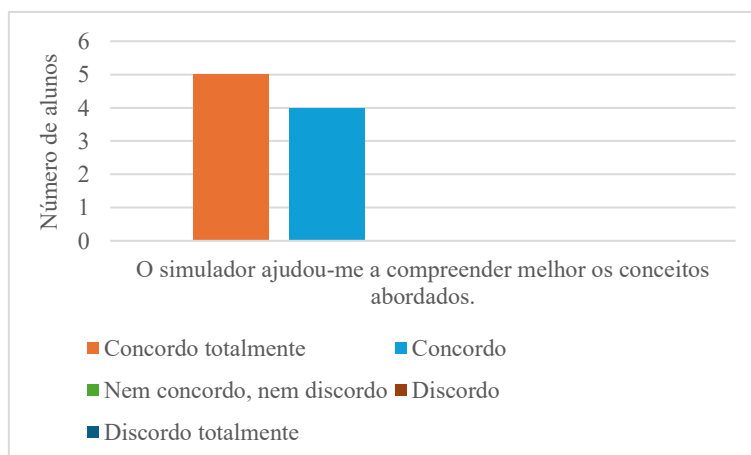
*Questão fechada sobre a aquisição de conhecimentos – Simulador de Dinâmica Populacional*



A Figura 16 apresenta os resultados obtidos na atividade com o simulador de exploração celular, correspondendo à questão 2.1 do questionário. Em relação à afirmação “c) O simulador ajudou-me a compreender melhor os conceitos abordados”, 55% (cinco alunos) selecionaram a opção “Concordo totalmente” e os restantes 44% (quatro alunos) assinalaram “Concordo”. Embora estes resultados confirmem uma relação globalmente positiva quanto ao contributo do simulador para a aquisição de conhecimentos, observa-se uma diminuição da percentagem de respostas em “Concordo totalmente” em comparação com a atividade anterior (67%).

**Figura 16**

*Questão fechada sobre a aquisição de conhecimentos – Simulador de Exploração Celular*



Ainda no questionário, foi incluída uma questão destinada a identificar as características que os alunos consideraram mais úteis na utilização de simuladores para a sua aprendizagem. Foi solicitado aos alunos que escolhessem três opções (as mais relevantes) de entre a seguinte lista: interatividade, visualização de conceitos, autonomia na aprendizagem, facilidade de navegação, feedback imediato, relação com a realidade, exploração experimental e outra. A Tabela 5 apresenta as respostas relativas a ambos os simuladores virtuais, correspondendo a respostas às questões 1.2 e 2.2.

**Tabela 5**

*Características do simulador que os alunos consideram que mais ajudaram na sua aprendizagem – Comparação entre simuladores*

	<b>Simulador de dinâmica populacional (n=9)</b>	<b>Simulador de exploração celular (n=9)</b>
Interatividade	8	8
Visualização de conceitos	4	5
Autonomia na aprendizagem	3	3
Facilidade de navegação	2	1
Feedback imediato	1	2
Relação com a realidade	2	1
Exploração experimental	7	7
Outra	0	0

Relativamente ao simulador de dinâmica populacional, a opção mais selecionada foi “interatividade”, escolhida por oito alunos, seguida de “exploração experimental”, com sete seleções. A “visualização de conceitos” foi referida por quatro alunos, enquanto “autonomia na aprendizagem” recebeu três indicações. As opções “facilidade de navegação” e “relação com a realidade” foram selecionadas por dois alunos cada, e apenas um aluno escolheu “*feedback* imediato”.

Em comparação com o simulador de exploração celular, tal como na atividade anterior, a opção mais escolhida foi “interatividade”, assinalada por oito alunos, seguida de “exploração experimental”, com sete seleções. A “visualização de conceitos” foi indicada por cinco alunos, enquanto “autonomia na aprendizagem” recebeu três

indicações. A opção “*feedback* imediato” foi selecionada por dois alunos, enquanto que “facilidade de navegação” e “relação com a realidade” foram referidas por um aluno cada. Após a análise dos resultados, reconheço que a inclusão da opção “exploração experimental” no questionário poderá não ter sido a mais adequada para o segundo simulador, uma vez que este recurso não permite a manipulação de variáveis. A interpretação que alguns alunos fizeram dessa opção pode refletir uma compreensão mais ampla do termo “exploração experimental”, associando-o à navegação livre e à interação com conteúdos visuais, mas não necessariamente a uma experimentação no sentido dos processos científicos envolvidos.

Os resultados obtidos nas questões 1.2 e 2.2 do questionário evidenciam o valor que os alunos atribuem aos aspetos que promovem o envolvimento ativo e a experimentação autónoma, como a interatividade e a exploração experimental, que foram identificados como os mais úteis em ambos os simuladores. Como referem Rutten et al. (2012), os simuladores virtuais, quando são integrados em estratégias de aprendizagem por descoberta, promovem o envolvimento dos alunos e contribuem para a construção ativa do conhecimento, aspetos que parecem ter estado presentes nesta intervenção, segundo as perceções expressas pelos alunos.

Por outro lado, o menor número de respostas em categorias como “facilidade de navegação” ou “*feedback* imediato” sugere que, no contexto destas atividades, a dimensão técnica foi menos valorizada do que a componente exploratória e dinâmica. Esta tendência, comum aos dois simuladores, revela uma perceção positiva dos alunos quanto ao potencial pedagógico destes recursos digitais.

A análise dos resultados obtidos nas fichas de trabalho, nas grelhas de observação e nos questionários permite comparar as experiências dos alunos com os dois simuladores utilizados. No caso do simulador de dinâmica populacional, a distribuição das classificações corrobora a perceção do professor, que observou um elevado grau de envolvimento e interesse por parte dos alunos. A presença de um guião orientador, em conjunto com o carácter interativo e intuitivo do simulador, parece ter facilitado a mobilização de competências como a formulação de hipóteses, a leitura de dados e a construção de explicações, promovendo uma aprendizagem mais ativa e significativa.

Para além do desenvolvimento de competências de investigação científica, os dados sugerem que os alunos adquiriram conhecimentos importantes sobre os fatores que influenciam o crescimento das populações e a dinâmica populacional num determinado

ecossistema. Assim, este simulador revelou-se eficaz não só na vertente processual, mas também na consolidação de conteúdos científicos associados à biodiversidade.

Em contraste, na atividade com o simulador de exploração celular, identificaram-se algumas dificuldades, relacionadas com a complexidade do recurso, a ausência de um guião orientador e a necessidade de maior autonomia na navegação. Tratando-se da primeira utilização deste simulador, verificou-se alguma hesitação inicial, até porque era mais exigente para os alunos, o que poderá ter condicionado a eficácia da atividade.

Ainda assim, as respostas às questões fechadas do questionário, relativas à compreensão dos conceitos científicos, revelaram uma perceção tendencialmente positiva. A maioria dos alunos indicou que o simulador os ajudou a compreender melhor os conteúdos abordados, o que demonstra que, apesar dos obstáculos identificados, a ferramenta foi valorizada e teve impacto positivo no processo de aprendizagem. Esta ocorrência evidencia a importância de ajustar o grau de complexidade dos recursos ao nível de autonomia dos alunos, garantindo um equilíbrio entre desafio e acessibilidade, assim como a necessidade de familiarização prévia e apoio pedagógico contínuo para que os alunos possam usufruir plenamente dos benefícios que os simuladores podem trazer.

Estes resultados sugerem que, apesar das dificuldades sentidas, os alunos mantiveram uma perceção de valor na atividade, o que poderá ter contribuído para a superação dos desafios. De acordo com a Teoria Expectativa-Valor Situada (Eccles & Wigfield, 2020), quando os alunos acreditam que são capazes de ter sucesso, estão mais predispostos a envolver-se ativamente, mesmo quando as tarefas são mais complexas.

### **6.3. Quais são as dificuldades dos alunos durante a utilização de simuladores?**

De modo a identificar as dificuldades sentidas pelos alunos na utilização de simuladores virtuais, foram analisados os registos das grelhas de observação (Apêndice I) e as respostas aos questionários aplicados no final da intervenção (Apêndice J). A Figura 17 apresenta os resultados da dimensão “dificuldades e obstáculos”, registada na grelha de observação durante a atividade com o simulador de dinâmica populacional.

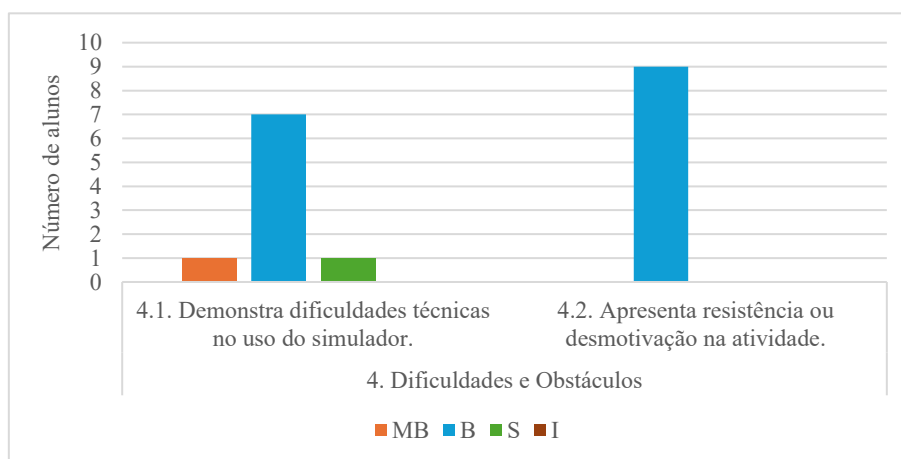
No parâmetro sobre dificuldades técnicas no uso do simulador verificou-se que 78% (sete alunos) obtiveram o nível Bom, o que, segundo a descrição de desempenho,

corresponde a “enfrenta pequenas dificuldades mas supera-as”. Registou-se ainda 11% (um aluno) no nível Muito Bom, indicando autonomia na utilização, e 11% no nível Suficiente, o que representa dificuldades frequentes e mais apoio necessário por parte do professor.

No parâmetro que avalia a demonstração de resistência ou desmotivação na atividade todos os alunos obtiveram nível Bom, o que corresponde à descrição de desempenho “mantém-se motivado e interessado”, representando uma atitude globalmente positiva na tarefa. Estes resultados sugerem que os alunos aderiram bem à proposta de trabalho com o simulador, mantiveram-se envolvidos e conseguiram ultrapassar as dificuldades encontradas.

**Figura 17**

*Grelha de Observação - Simulador de Dinâmica Populacional (dimensão 4)*



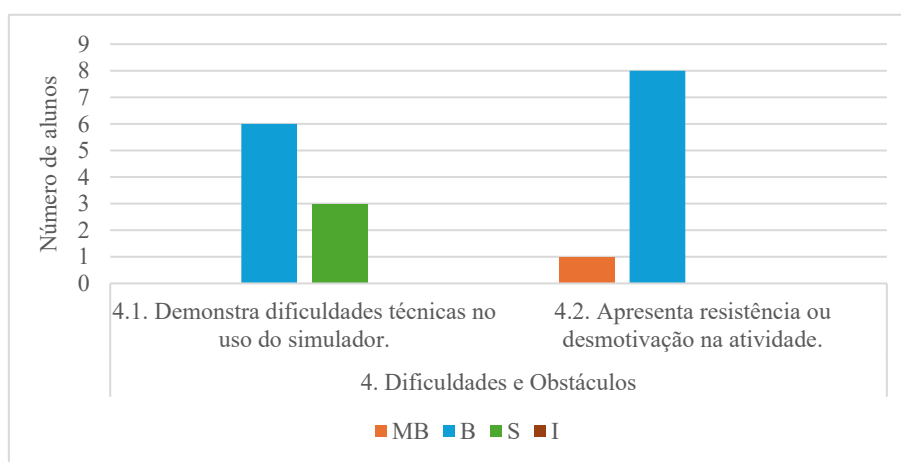
Nota. Muito Bom (MB), Bom (B), Suficiente (S), Insuficiente (I)

A Figura 18 apresenta os resultados relativos à dimensão “dificuldades e obstáculos”, registada na grelha de observação durante a atividade com o simulador de exploração celular. No parâmetro referente a dificuldades técnicas no uso do simulador, verificou-se que 67% (seis alunos) obtiveram o nível Bom, o qual corresponde, segundo a descrição da grelha, a “enfrenta pequenas dificuldades mas supera-as”. Registaram-se ainda 33% (três alunos) no nível Suficiente, indicando que esses alunos enfrentaram dificuldades mais frequentes e necessitaram de apoio do professor.

No parâmetro que avalia a demonstração de resistência ou desmotivação na atividade a maioria dos alunos (89% - oito alunos) obtiveram nível Bom, o que corresponde à descrição de desempenho “mantém-se motivado e interessado”, enquanto que 11% (um aluno) obteve nível Muito Bom, o que representa um envolvimento particularmente elevado.

**Figura 18**

*Grelha de Observação - Simulador de Exploração Celular (dimensão 4)*



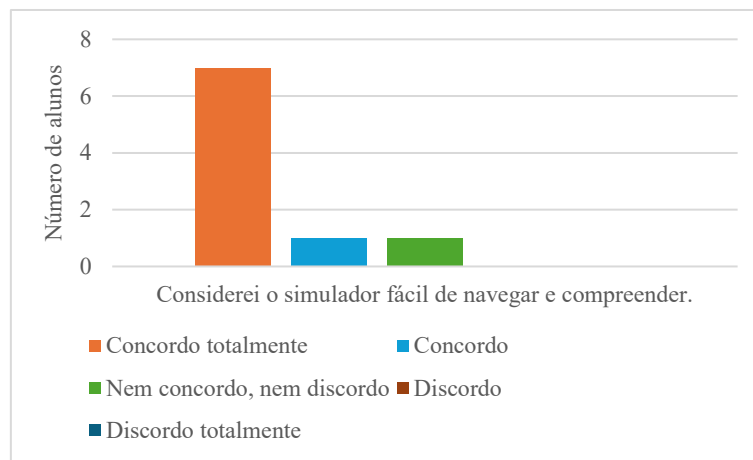
Nota. Muito Bom (MB), Bom (B), Suficiente (S), Insuficiente (I)

Para aprofundar a análise sobre as percepções dos alunos quanto à facilidade de utilização dos simuladores virtuais, foram também consideradas as respostas às questões fechadas do questionário final, baseadas numa escala de Likert. A Figura 19 apresenta os resultados relativos à atividade com o simulador de dinâmica populacional, referentes à questão 1.1.

Na afirmação “d) Considerei o simulador fácil de navegar e compreender”, 78% (sete alunos) selecionaram “Concordo totalmente”, 11% (um aluno) “Concordo” e 11% “Nem concordo, nem discordo”. Estes resultados apontam para uma percepção muito positiva quanto à acessibilidade do simulador, com a maioria dos alunos a considerar que a navegação e a compreensão dos conteúdos ocorreram de forma intuitiva. Estes dados confirmam as observações registadas em aula, onde se verificou um envolvimento fluido por parte dos alunos e poucas dificuldades técnicas durante a atividade.

**Figura 19**

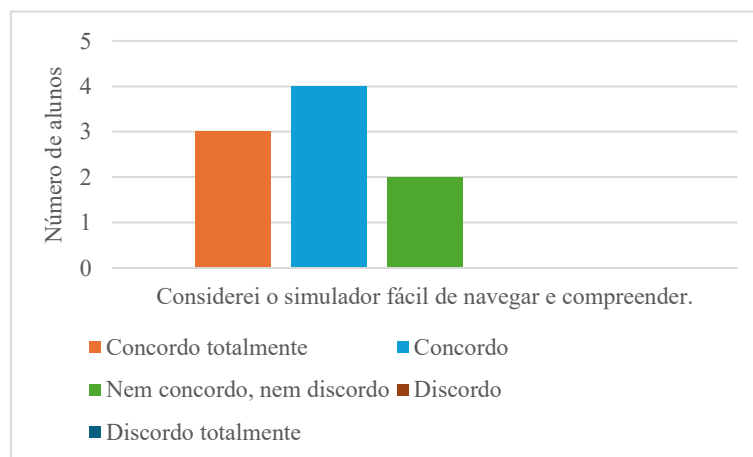
*Questão fechada sobre dificuldades sentidas – Simulador de Dinâmica Populacional*



A Figura 20 apresenta os resultados relativos à atividade com o simulador de exploração celular, referentes à questão 2.1 do questionário. Relativamente à afirmação “d) Considerei o simulador fácil de navegar e compreender”, 44% (quatro alunos) selecionaram “Concordo”, 33% (três alunos) “Concordo totalmente” e 22% (dois alunos) “Nem concordo, nem discordo”. Estes dados revelam uma percepção menos consensual e mais moderada em comparação com a atividade anterior, onde a maioria dos alunos assinalou “Concordo totalmente”.

**Figura 20**

*Questão fechada sobre dificuldades sentidas – Simulador de Exploração Celular*



A menor percentagem de respostas nos níveis mais elevados da escala pode ser explicada pela maior complexidade do simulador, pela ausência de um guião orientador e pelas dificuldades já identificadas nas grelhas de observação. Apesar disso, observa-se que 78% (sete alunos) manifestaram concordância com a afirmação, o que indica que, mesmo com um recurso mais exigente, a maioria reconheceu a sua usabilidade, ainda que com maior necessidade de orientação.

No questionário foi incluída uma questão aberta com o objetivo de identificar as dificuldades sentidas pelos alunos na utilização de simuladores virtuais. A alínea a) questionava se os alunos tinham sentido dificuldades na utilização do simulador, e a alínea b) se tinham sentido dificuldades na interpretação dos dados fornecidos. Em ambas, a resposta era de escolha binária (sim ou não). A alínea c) solicitava aos alunos que tivessem respondido afirmativamente a alguma das alíneas anteriores que especificassem as dificuldades sentidas em resposta aberta.

Para a análise das respostas foi utilizada a análise de conteúdo, tendo sido definidas categorias e subcategorias *a posteriori*. Para as questões 1.3 e 2.3, associadas à categoria geral “Dificuldades técnicas”, foram criadas três subcategorias: dificuldades na utilização, dificuldades na interpretação e sem dificuldades. A Tabela 6 apresenta as respostas às questões 1.3 e 2.3, comparando as dificuldades técnicas sentidas pelos alunos em ambos os simuladores, organizadas segundo as subcategorias definidas na análise de conteúdo.

**Tabela 6**

*Dificuldades técnicas sentidas pelos alunos – Comparação entre simuladores*

	<b>Dificuldades técnicas</b>		
	Sim		Não
	Dificuldades na utilização	Dificuldades na interpretação	Sem dificuldades
Simulador de dinâmica populacional	0	1	8
Simulador de exploração celular	2	0	7

Relativamente ao simulador de dinâmica populacional, na alínea a), todos os alunos foram classificados na subcategoria “sem dificuldades”, não tendo reportado qualquer obstáculo na utilização do simulador. Na alínea b), um aluno foi incluído na subcategoria “dificuldades na interpretação”, tendo especificado que não compreendeu algumas das informações apresentadas. Este simulador incluía gráficos, tabelas e recolha de dados para posterior análise, o que poderá ter exigido um nível de leitura estatística e interpretação gráfica mais elevado, explicando essa dificuldade pontual.

Em comparação com o simulador de exploração celular, na alínea a), dois alunos foram incluídos na subcategoria “dificuldades na utilização”, tendo referido que tiveram “dificuldades para procurar a informação que precisava” e que o simulador “tinha muitas funcionalidades, dificultando a navegação rápida. Era complexo e confuso”. Por outro lado, sete alunos integraram a subcategoria “sem dificuldades”. Na alínea b), todos os alunos foram classificados na subcategoria “sem dificuldades”, não tendo sido assinaladas dificuldades na interpretação dos dados fornecidos pelo simulador.

Os dados recolhidos através das grelhas de observação e dos questionários revelam que, de forma geral, os alunos não tiveram dificuldades significativas na utilização dos simuladores virtuais, sobretudo no caso do simulador de dinâmica populacional, cuja interface simples e intuitiva se revelou acessível mesmo para alunos com menor familiaridade prévia. O nível de complexidade deste recurso parece ter estado ajustado ao grau de autonomia dos alunos, contribuindo para uma experiência fluida e motivadora.

No entanto, foram identificadas dificuldades pontuais com o simulador de exploração celular, associadas à sua maior complexidade funcional, ausência de um guião orientador e à falta de um contacto prévio com a ferramenta. Estas dificuldades refletiram-se essencialmente na navegação e exploração autónoma, exigindo maior esforço cognitivo e orientação por parte do professor. Ainda assim, os alunos valorizaram a atividade.

Estes resultados reforçam a importância da preparação prévia dos alunos e do acompanhamento pedagógico estruturado, sobretudo quando são utilizados recursos digitais com exigência técnica e cognitiva mais elevada. Rutten et al. (2012) sublinham que o potencial educativo dos simuladores depende da forma como são integrados nas planificações pedagógicas e da mediação fornecida pelo professor. Também Whitworth et al. (2018) salientam que o impacto destes recursos na aprendizagem está fortemente

condicionado pela planificação atenta e cuidada, assim como pelo apoio prestado durante a sua utilização. A adequação do nível de desafio às competências dos alunos revela-se essencial para garantir um equilíbrio entre acessibilidade e complexidade, promovendo experiências de aprendizagem eficazes e envolventes.

Estas dificuldades poderão ter condicionado, em alguns casos, a expectativa de sucesso dos alunos, reduzindo a confiança na sua capacidade de explorar autonomamente o simulador. Segundo a Teoria Expectativa-Valor Situada (Eccles & Wigfield, 2020), uma expectativa de sucesso mais baixa tende a limitar o esforço e o envolvimento, o que poderá explicar alguma hesitação observada, especialmente na fase inicial da atividade.

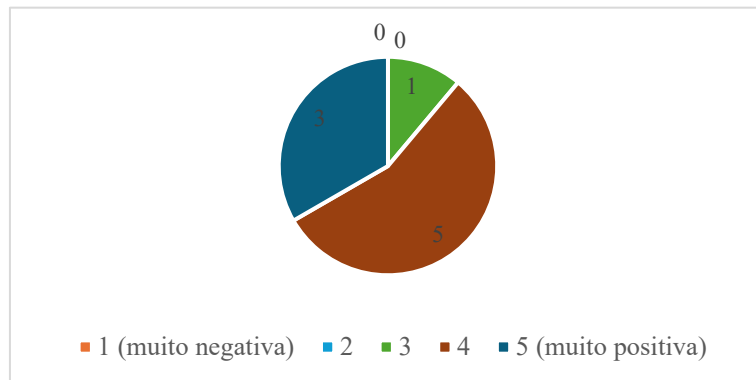
#### **6.4. Perceções globais dos alunos sobre o uso de simuladores virtuais**

A presente secção apresenta algumas considerações finais sobre os resultados obtidos neste capítulo, com base nas perceções globais dos alunos relativamente à utilização dos simuladores virtuais. Para esse efeito, foi incluída no questionário, presente no Apêndice J, uma questão fechada de avaliação geral da experiência, numa escala de 1 (muito negativa) a 5 (muito positiva).

A Figura 21 mostra a distribuição das respostas referentes à atividade com o simulador de dinâmica populacional, correspondente à questão 1.4 do questionário. Cinco alunos atribuíram a pontuação 4, três alunos atribuíram 5, e um aluno atribuiu 3. Não foram registadas avaliações negativas (níveis 1 ou 2). Este padrão de respostas revela uma perceção positiva da atividade, com a maioria dos alunos a situar-se nos níveis superiores da escala, o que reforça os dados anteriores sobre motivação, envolvimento e utilidade pedagógica atribuída ao simulador.

**Figura 21**

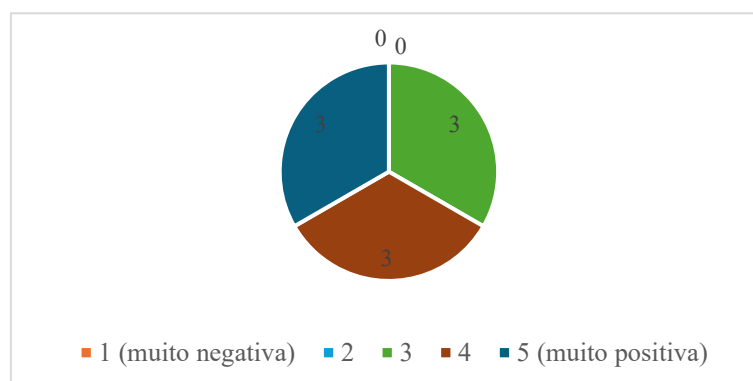
*Percepção dos alunos sobre a experiência global – Simulador de Dinâmica Populacional*



A Figura 22 apresenta a distribuição das respostas dos alunos à questão 2.4 do questionário, relativa à experiência global com o simulador de exploração celular. Três alunos atribuíram a pontuação 5, três alunos a pontuação 4 e os restantes três alunos a pontuação 3. Tal como no caso anterior, não foram registadas avaliações negativas (níveis 1 ou 2). Embora se observe uma maior dispersão nas respostas, os dados mantêm-se concentrados nos níveis médios e superiores da escala, o que indica uma percepção globalmente positiva, ainda que menos evidente do que a observada no simulador de dinâmica populacional. Esta tendência pode estar associada às dificuldades previamente identificadas com a navegação e complexidade deste simulador.

**Figura 22**

*Percepção dos alunos sobre a experiência global – Simulador de Exploração Celular*



Por fim, os alunos foram convidados a apresentar sugestões de melhoria para as atividades com simuladores, através de uma questão aberta incluída no questionário final.

As respostas foram analisadas através de análise de conteúdo, tendo sido criada a categoria “Sugestões de melhoria”, com subcategorias definidas *a posteriori*: instruções mais detalhadas/maior apoio prévio, ajuste de material, sugestão de expansão e sem sugestões.

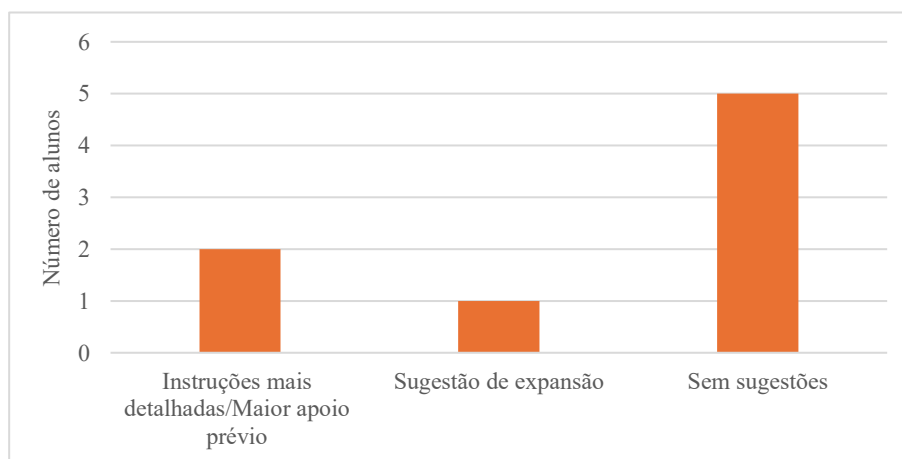
Relativamente ao simulador de dinâmica populacional (questão 1.5 do questionário), todos os alunos (n = 9) foram inseridos na subcategoria “sem sugestões”, o que sugere uma satisfação generalizada com a estrutura, funcionamento e objetivos da atividade, não tendo sido identificadas necessidades de alteração por parte dos alunos.

A Figura 23 apresenta as diferentes subcategorias de resposta à questão 2.5 do questionário, relativas ao simulador de exploração celular, assim como o número de alunos por subcategoria.

Dois alunos foram classificados na subcategoria “instruções mais detalhadas/maior apoio prévio”, referindo a necessidade de “uma instrução mais detalhada de como utilizar o simulador” e que “os dados fornecidos deveriam ter mais informação e deveria ser mais simples de perceber o simulador”. Um aluno integrou a subcategoria “sugestão de expansão”, considerando que seria interessante “explorar mais que três organelos para compreendê-los melhor”. Por fim, seis alunos foram incluídos na subcategoria “sem sugestões”, tendo expressado opiniões como “está bem como está”, “não precisa de melhoria” ou “nada a salientar”.

### Figura 23

*Categoria Sugestões de Melhoria – Simulador de Exploração Celular*



As respostas analisadas no subcapítulo 6.4 evidenciam uma percepção globalmente positiva por parte dos alunos relativamente às atividades com simuladores virtuais. Ainda que tenham surgido sugestões pontuais de melhoria, sobretudo ao nível do apoio prévio, da adequação dos materiais laboratoriais e da possibilidade de ampliar a exploração prática, estas observações refletem uma atitude positiva e construtiva sobre a experiência de aprendizagem.

No conjunto, os resultados apresentados ao longo deste capítulo convergem na ideia de que os simuladores virtuais constituem recursos pedagógicos com elevado potencial, capazes de promover motivação, envolvimento, desenvolvimento de competências científicas e aquisição de conhecimentos. Estes resultados vão ao encontro do que é defendido por Rutten et al. (2012), que destacam que o impacto educativo dos simuladores depende da mediação pedagógica, nomeadamente através da orientação do professor, de instruções claras e da integração com metodologias ativas. Assim, o potencial dos simuladores enquanto ferramentas promotoras da motivação e da aquisição de conhecimentos só se realiza verdadeiramente quando estes fatores são considerados. A eficácia destas ferramentas está, por isso, fortemente condicionada por aspetos como o grau de complexidade do recurso, o nível de autonomia exigido, a existência de uma orientação estruturada e a preparação prévia dos alunos.

Também Whitworth et al. (2018) reforçam esta perspetiva, ao referir que o impacto dos simuladores na aprendizagem depende de uma planificação cuidada e de um acompanhamento docente atento. Neste sentido, os dados obtidos neste estudo encontram-se alinhados com o que é descrito na literatura científica, confirmando que a integração pedagógica dos simuladores, mais do que a sua simples utilização, é fundamental para alcançar experiências de aprendizagem eficazes e significativas no que respeita tanto à motivação dos alunos como à aquisição de conhecimento científico.

Em síntese, os simuladores mostraram-se eficazes quando integrados de forma intencional e pedagógica, ajustados às características do grupo e acompanhados por um apoio docente claro e sistemático. Esta análise fundamenta as conclusões do capítulo seguinte e contribui para uma reflexão informada sobre a integração de recursos digitais no ensino das ciências.

## Capítulo VII

### Considerações finais

Este capítulo apresenta as principais conclusões da investigação realizada no âmbito do estágio, organizadas de forma a responder às três questões orientadoras da investigação apresentadas na introdução: o impacto dos simuladores virtuais na motivação dos alunos, a sua contribuição para a aquisição de conhecimentos científicos e as dificuldades sentidas na sua utilização. São ainda discutidas as limitações do estudo e apontadas linhas de investigação futuras. Por fim, é apresentada uma reflexão final sobre o percurso desenvolvido ao longo do estágio e sobre o contributo desta experiência para a prática profissional docente.

#### 7.1. Conclusões gerais da investigação

À luz do percurso investigativo desenvolvido neste estágio, reconheço que os simuladores virtuais têm um lugar legítimo e relevante do ponto de vista pedagógico nas nossas escolas, sobretudo num sistema educativo em acelerada transição digital que exige de nós (professores em formação e não só) uma literacia tecnológica cada vez maior. A escolha deste tema veio precisamente da perceção de que a escola deve acompanhar a transformação tecnológica da sociedade e de que, para apoiar os alunos a aprender ciência de forma significativa, temos de dominar (pelo menos a um nível funcional) um conjunto de ferramentas digitais, entre as quais os simuladores.

A integração dos simuladores na intervenção respeitou o enquadramento curricular das Aprendizagens Essenciais de Biologia e Geologia para o 10.º ano (Direção-Geral da Educação, 2018), particularmente no domínio da Biodiversidade, que inclui a diversidade biológica, os níveis de organização, a dinâmica dos ecossistemas e os tipos de células, e foi articulada com áreas de competência do Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória (Martins et al., 2017), como informação e comunicação, raciocínio e resolução de problemas, pensamento crítico e criativo e saber científico, técnico e tecnológico. Este apoio nos documentos orientadores confirma que o uso de simuladores não foi apenas um suplemento descontextualizado, mas um complemento intencional para alcançar metas curriculares num contexto educativo cada vez mais digital.

Os simuladores virtuais são apenas uma peça dentro de um leque mais amplo de tecnologias educativas, mas constituem um recurso bastante promissor no ensino das ciências: permitem visualizar fenómenos abstratos, manipular variáveis em segurança, articular teoria com prática e, quando bem mediados, aumentar o envolvimento dos alunos (Navarro et al., 2024; Whitworth et al., 2018). A literatura analisada ao longo do relatório confirma este potencial motivador e cognitivo, mas referindo que os benefícios dependem da integração no currículo, do apoio pedagógico e da mediação do professor (Rutten et al., 2012; Walters et al., 2017; Whitworth et al., 2018).

No contexto específico desta intervenção, e em resposta à primeira questão orientadora (de que modo a utilização de simuladores influencia a motivação de alunos do 10.º ano no estudo da biodiversidade), os dados provenientes das grelhas de observação, das fichas de trabalho e dos questionários convergem numa tendência positiva: os alunos revelaram elevados níveis de motivação durante as atividades com simuladores. Como referem Whitworth et al. (2018) e Navarro et al. (2024), este aumento de motivação pode estar associado à possibilidade de explorar conteúdos de forma interativa e visualizar fenómenos ou estruturas que não seriam facilmente acessíveis em contexto de aula tradicional. A relação entre interatividade e motivação foi evidente nas observações de aula, onde a maioria dos alunos participou ativamente, colocou questões e demonstrou interesse em aprofundar os conceitos abordados.

Em relação à segunda questão orientadora (qual o contributo da utilização de simuladores na aquisição de conhecimento científico por alunos do 10.º ano no tema da biodiversidade), os mesmos instrumentos evidenciaram que os alunos consideraram que estes recursos os ajudaram a compreender melhor os conceitos trabalhados. Estes resultados corroboram o que defendem Rutten et al. (2012), Navarro et al. (2024) e Whitworth et al. (2018), que mencionam que os simuladores, quando devidamente integrados e acompanhados por mediação docente, contribuem para uma compreensão mais profunda dos conhecimentos científicos e para a articulação entre teoria e prática. No caso desta intervenção, essa articulação foi possível, por exemplo, quando os alunos aplicaram conceitos abordados na aula teórica diretamente nas atividades com simuladores, verificando na prática os efeitos de alterações nos ecossistemas.

Ainda que tenham surgido diferenças entre os dois simuladores (resultados mais consistentes e uma participação muito envolvida na atividade de dinâmica populacional, versus maior exigência, heterogeneidade de desempenho e necessidade de orientação

acrescida na atividade de exploração celular) o balanço global aponta para contributos significativos tanto na motivação como na aquisição de conhecimentos.

O primeiro simulador utilizado (simulador de dinâmica populacional) resultou numa aula que considero ter decorrido de forma especialmente bem-sucedida. Embora o simulador apresente alguma complexidade, que nem foi reportada pelos alunos, a mesma foi mitigada pela existência de um guião orientador estruturado, que ajudou a estabelecer etapas de exploração, a orientar a manipulação das variáveis e a focar a atenção nos objetivos da atividade. A minha própria curva de aprendizagem com o simulador mostrou-me a importância de praticar previamente e de prever pontos de apoio escritos. Quando disponibilizei o guião, a atividade tornou-se muito fluida e produtiva, com os alunos a formular hipóteses, registar dados e discutir resultados com alguma naturalidade. Os desempenhos obtidos nas fichas de trabalho e o envolvimento observado em aula confirmam este sucesso, com uma maioria dos alunos a atingir níveis elevados de desempenho. Sem dúvida que pretendo voltar a utilizar este simulador com outras turmas.

A sessão com o segundo recurso (simulador tridimensional de exploração da célula) revelou-se mais desafiante. Trata-se de uma ferramenta muito rica em funcionalidades, mas a ausência de um guião orientador e o facto de os alunos terem tido o primeiro contacto com o simulador no próprio dia da aula prática de microscopia aumentaram a carga cognitiva e logística. Por razões de tempo, integrei o simulador em paralelo com a atividade de observação de células ao MOC, e apenas por se tratar de uma turma de dimensões reduzidas, sendo possível gerir a circulação entre duas estações, mas o processo foi conturbado e apenas decorreu de forma minimamente positiva por ter a ajuda preciosa da professora cooperante. Esta atividade dificilmente seria exequível numa turma de dimensão típica. Teriam que ser duas atividades a realizar em aulas distintas. Os dados mostram níveis de motivação globalmente positivos, mas com maior heterogeneidade de desempenho e evidências de dificuldades de navegação e interpretação, o que corrobora a necessidade de preparação prévia e de apoio estruturado quando se introduzem ferramentas digitais complexas.

Relativamente à terceira questão orientadora (quais as dificuldades sentidas na implementação de simuladores virtuais em contexto de ensino-aprendizagem), os resultados desta investigação mostram que os principais desafios estiveram relacionados com a complexidade do recurso, a ausência de um guião orientador e a sobreposição de tarefas exigentes, ocorrendo sobretudo no caso do segundo simulador. Estas dificuldades

estão em consonância com o que referem Rutten et al. (2012) e Walters et al. (2017), quando indicam que a complexidade e a carga cognitiva associadas às atividades com simuladores requerem orientação estruturada e tempo de familiarização prévio com o recurso. Também Whitworth et al. (2018) destacam que a disponibilização de guiões claros e exploração realizada de forma faseada são essenciais para facilitar a utilização de ferramentas digitais complexas.

## **7.2. Limitações e investigações futuras**

Apesar do cuidado aplicado na metodologia desta investigação, importa reconhecer algumas limitações do estudo. O número reduzido de participantes (n=8), que embora seja adequado à abordagem qualitativa e às características do contexto, representa uma limitação em termos de representatividade dos resultados. O estudo decorreu num período temporal limitado, o que pode ter impedido a observação de efeitos mais prolongados da utilização dos simuladores virtuais. A duração curta da intervenção não permite avaliar o impacto a longo prazo na aprendizagem e na motivação dos alunos em relação ao uso deste tipo de tecnologias no ensino das ciências. A ausência de instrumentos complementares, como entrevistas, limitou a exploração das perceções dos alunos, que poderiam ter sido compreendidas de uma forma mais profunda através de dados mais detalhados. Por fim, o facto de o investigador ter assumido o papel de professor estagiário e de observador em simultâneo poderá ter introduzido alguma subjetividade na recolha e interpretação dos dados, ainda que tenha sido feito um esforço para garantir o máximo de objetividade e rigor possível.

Apesar das dificuldades encontradas, não considero o segundo simulador inferior ou menos útil. Pelo contrário, reconheço-o como um recurso extraordinário para aprofundar a compreensão da ultraestrutura celular, desde que integrado com maior intencionalidade pedagógica. Para futuras implementações de simuladores virtuais em atividades práticas pretendo: proporcionar uma sessão exploratória prévia só dedicada ao simulador; desenvolver um guião de exploração/investigação por fases (por exemplo, localizar, descrever função, estimar dimensão e relacionar organelos com processos celulares); e evitar sobrepor a primeira utilização do simulador com tarefas laboratoriais exigentes. Estas ponderações têm origem nas evidências dos resultados deste estudo, que mostram que o impacto dos simuladores depende do grau de complexidade do recurso,

da orientação estruturada e da preparação prévia, assim como na literatura que destaca a importância da mediação docente e da integração curricular (Rutten et al., 2012; Walters et al., 2017) e da combinação equilibrada entre recursos digitais e experiências práticas (Whitworth et al., 2018).

### **7.3. Reflexão final do estágio**

Da professora cooperante retiro, antes de mais, a importância de estabelecer pontes entre conteúdos sempre que possível, trazendo para o centro da aula aquilo que os alunos já sabem e usando esse ponto de partida para construir novos conhecimentos em conjunto. Adotar uma rotina de início de aula que retome brevemente os conceitos trabalhados na aula anterior, uma revisitação que contribui para a interligação de ideias e ajuda a construir um fio condutor, mostrou-se particularmente útil, sobretudo quando houve necessidade de integrar novos alunos ou consolidar aprendizagens. Embora tenha procurado aplicar esta abordagem na minha intervenção, reconheço que ainda estou longe do domínio desta prática. Sinto que fui apenas minimamente bem-sucedido na mesma e que preciso de continuar a praticar para interligar tópicos com mais fluidez e intencionalidade.

Talvez o ensinamento mais inspirador que recebi desta professora tenha sido a disponibilidade para inovar, experimentar estratégias variadas ao longo do ano, ajustar metodologias aos conteúdos e aos grupos de alunos, e investigar sobre a própria prática de forma sistemática. Observá-la a recolher evidências, a testar diferentes recursos e a refletir criticamente sobre o que resulta, e o que precisa de ser reajustado, mostrou-me que uma carreira docente pode, e deve, continuar a ser investigativa e questionadora.

Um momento particularmente marcante foi ter visto a professora cooperante utilizar um recurso digital interativo que eu integrara na minha intervenção e convidar-me a participar na aula em que o utilizou com outra turma do 10.º ano. Essa confiança, aliada ao apoio que me prestou em momentos mais conturbados e exigentes reforçou a dimensão colaborativa do estágio e deu-me segurança para as minhas próprias aulas. Olhando para trás, considero esta relação de trabalho (feita de diálogo, *feedback* e presença conjunta em sala) um dos aspetos mais positivos e formativos de todo o mestrado.

Outra consideração que guardo deste estágio é a importância de permitir que os alunos trabalhem em pequeno grupo antes de partilharem conclusões em grande grupo. Esta dinâmica, que observei repetidamente na prática da professora cooperante, tem um elevado potencial, não só para a aquisição de conhecimentos, mas também para o desenvolvimento de capacidades e atitudes importantes, como a comunicação, a escuta ativa e a responsabilização mútua. São atividades ricas que contribuem para desenvolver múltiplas competências nos alunos, em concordância com o Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória.

Sempre que promovi atividades de carácter interativo e centradas no aluno procurei criar momentos de sistematização final em grande grupo. Após o trabalho em pares ou pequenos grupos, abria espaço para discussão com toda a turma, no sentido de chegarmos coletivamente a um conjunto de conclusões comuns, construídas a partir do contributo de todos. Esta prática revelou-se eficaz para consolidar aprendizagens e promover um sentimento de pertença e de valorização da participação de cada grupo e de cada aluno.

Da interação com a professora orientadora, registo sobretudo a importância de dar espaço e tempo aos alunos, permitindo que trabalhem ao seu próprio ritmo. Numa turma típica e heterogénea os ritmos são diferentes entre os alunos, e é fundamental aprender a respeitar essas diferenças. Por vezes, estamos tão focados em cumprir a planificação que acabamos por deixar para segundo plano o trabalho autónomo do aluno, e com isso, o próprio aluno. Reconheço que este é um erro que não quero cometer na minha vida profissional. Ou, pelo menos, quero aprender a reconhecê-lo quando o estiver a cometer e a encontrar estratégias para combatê-lo: devolver espaço aos alunos, criar momentos de pausa e permitir que se envolvam ativamente nas tarefas.

Este ensinamento foi-me transmitido num momento muito concreto: a meio da primeira aula da minha intervenção. A professora orientadora chamou-me a atenção, durante o intervalo entre dois tempos de aula, para o ocorrido. Em vez de deixar os alunos refletirem, eu tinha colocado a “resposta certa” no quadro para todos copiarem para os cadernos, uma ação rápida, mas que anulou a oportunidade de trabalho autónomo. Este comentário fez-me repensar a minha prática e mostrou-me a importância de dar um passo atrás, sair do centro da ação e permitir que sejam os alunos a construir o conhecimento. Parece algo óbvio, mas não é fácil de aplicar. Aliás, durante a intervenção tentei ter este princípio em conta, mas não sei se o consegui aplicar de forma consistente. Talvez o tenha

feito pontualmente, mas reconheço que ainda perdi várias oportunidades de criar momentos de autonomia.

Ao longo da intervenção, senti que o estágio decorre sempre numa luta contra o tempo, obrigando-nos a encontrar um equilíbrio delicado entre seguir a planificação prevista e, ao mesmo tempo, sermos suficientemente flexíveis para adaptar o rumo das aulas às necessidades que vão surgindo. Este equilíbrio, entre rigor e adaptabilidade, acaba por ser muito difícil de alcançar. No final do estágio, sinto que fui moderadamente bem-sucedido nesse esforço, mas também que as aulas se foram, aos poucos, afastando do plano original. Quase todas as sessões terminavam com parte da planificação adiada para a aula seguinte. Isso gerou em mim um sentimento de ligeiro descontrolo, especialmente por ter sido necessário ajustar a sequência inicial de cinco aulas para um total de sete, algo possível graças à abertura e compreensão da professora cooperante.

Esta professora, aliás, mostrou enorme destreza na capacidade de adaptação e improvisação pedagógica, ajustando estratégias e ritmos às dinâmicas da turma com grande naturalidade. Essa postura deu-me motivação e confiança para tentar replicar o modelo. Aprender que nem sempre cumprir um plano à risca é o mais pedagógico, e que saber escutar o ritmo da turma é, em si, uma competência profissional fundamental.

Pretendo, no futuro, continuar a integrar recursos digitais como os simuladores virtuais, não apenas porque os resultados deste estudo apontam para benefícios no processo de ensino-aprendizagem, mas também porque, por experiência pessoal, acredito no seu potencial para enriquecer a sala de aula. No entanto, mais importante do que utilizar um recurso específico (seja um simulador ou qualquer outro) é ter a capacidade de inovar, experimentar e analisar criticamente o impacto das estratégias adotadas com os alunos. Defendo que devemos alternar metodologias e expor os alunos a uma diversidade de recursos didáticos, desde que pedagogicamente relevantes e devidamente enquadrados nos conteúdos programáticos. Fazer esse esforço de variação de estratégias é, a meu ver, mais importante do que permanecer fiel a um único tipo de recurso que, apesar de ter funcionado num determinado contexto, pode não responder da mesma forma a novas turmas, tempos e realidades educativas.

Considero que este trabalho foi muito benéfico para a minha formação como futuro professor. O facto de o contacto com as escolas ter sido progressivo, desde IPPI até IPPIV, foi particularmente importante, pois permitiu-me adquirir, de forma gradual,

um conjunto de competências que no início deste percurso eu ainda não possuía. Destaco especialmente a componente investigativa deste trabalho. No primeiro ano, tive dificuldades na aplicação de técnicas de investigação e na planificação de atividades com um cariz mais ativo e centrado no aluno, mas sinto que fui evoluindo, ao ponto de encarar agora este relatório como uma síntese significativa de aprendizagem e desenvolvimento profissional.

Não posso deixar de referir que todo este processo foi difícil e exigente, com desafios a nível da gestão de tempo, da tomada de decisões e da adaptação constante, mas termino com orgulho no percurso realizado e na forma como consegui superar cada etapa. Agradeço aos professores do Instituto de Educação, à minha professora orientadora, Sílvia, e à minha professora cooperante, Preciosa, pelo acompanhamento, exigência e apoio. Contribuíram de forma decisiva para o meu crescimento profissional, e muito provavelmente, também pessoal.

## Referências bibliográficas

- Adams, W. K., Reid, S., LeMaster, R., McKagan, S. B., Perkins, K. K., Dubson, M., & Wieman, C. E. (2008). A study of educational simulations part I: Engagement and learning. *Journal of Interactive Learning Research*, 19(3), 397–419.
- Alberts, B., Hopkin, K., Johnson, A., Morgan, D., Raff, M., Roberts, K., & Walter, P. (2019). *Essential cell biology* (5th ed.). W. W. Norton & Company.
- Alberts, B., Heald, R., Johnson, A., Morgan, D., Raff, M., Roberts, K., & Walter, P. (2022). *Molecular biology of the cell: Seventh international student edition with registration card*. W. W. Norton & Company.
- Amado, J., Costa, A. P., & Crusoé, N. (2014). *A técnica de análise de conteúdo*. Em J. Amado (Org.), *Manual de investigação qualitativa em educação* (pp. 299–340). Imprensa da Universidade de Coimbra.
- Ausubel, D. P., Novak, J. D., & Hanesian, H. (1978). *Educational psychology: A cognitive view* (2nd ed.). Holt, Rinehart and Winston.
- Bandura, A. (1993). Perceived self-efficacy in cognitive development and functioning. *Educational Psychologist*, 28(2), 117–148. [https://doi.org/10.1207/s15326985ep2802\\_3](https://doi.org/10.1207/s15326985ep2802_3)
- Biggs, A., Hagins, W. C., Holliday, W. G., Kapicka, C. L., Lundgren, L., MacKenzie, A. H., Rogers, W. D., Sewer, M. B., Zike, D., & National Geographic. (2008). *Biology: Georgia edition*. Glencoe/McGraw-Hill.
- Bogdan, R. C., & Biklen, S. K. (2007). *Qualitative research for education: An introduction to theory and methods* (5th ed.). Pearson.
- Bransford, J. D., Brown, A. L., & Cocking, R. R. (Eds.). (2000). *How people learn: Brain, mind, experience, and school* (Expanded ed.). National Academy Press.
- Bruner, J. S. (1996). *The culture of education*. Harvard University Press.
- Campbell, N. A., Urry, L. A., Cain, M. L., Wasserman, S. A., Minorsky, P. V., & Reece, J. B. (2021). *Biology: A global approach* (12th ed.). Pearson Education.
- Castilho, R. (s.d.). *Cadeia alimentar: o que é, níveis tróficos e exemplos*. Significados.com.br. <https://www.significados.com.br/cadeia-alimentar/>
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2007). *Research methods in education* (6th ed.). Routledge.
- Creswell, J. W., & Poth, C. N. (2018). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches* (4th ed.). SAGE Publications.
- Darkow, J. (s.d.). *Population Dynamics of White-Footed Mouse* [Simulador interativo]. <https://www.jondarkow.com/ecology/changing-carrying-capacity>
- Denzin, N. K. (2009). *The research act: A theoretical introduction to sociological methods*. Routledge.
- Eccles, J. S., & Wigfield, A. (2020). From expectancy-value theory to situated expectancy-value theory: A developmental, social cognitive, and sociocultural perspective on motivation. *Contemporary Educational Psychology*, 61, Article 101859. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2020.101859>

- Farah, Y. N., & Chandler, K. L. (2018). Structured observation instruments assessing instructional practices with gifted and talented students: A review of the literature. *Gifted Child Quarterly*, 62(1), 1–13. <https://doi.org/10.1177/0016986218758493>
- Flake, J. K., Barron, K. E., Hulleman, C. S., McCoach, D. B., & Welsh, M. E. (2015). Measuring cost: The forgotten component of expectancy-value theory. *Contemporary Educational Psychology*, 41, 232–244. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2015.03.002>
- Freire, P. (2011). *Pedagogia da autonomia: Saberes necessários à prática educativa*. Paz e Terra.
- Gaston, K. J., & Spicer, J. I. (2004). *Biodiversity: An introduction* (2nd ed.). Blackwell Publishing.
- Gurdon Institute. (s.d.). *The Cell Explorer* [Simulador interativo]. University of Cambridge. <https://cell.effigos.com/>
- Hagen, J. B. (2012). Five kingdoms, more or less: Robert Whittaker and the broad classification of organisms. *BioScience*, 62(1), 67–74. <https://doi.org/10.1525/bio.2012.62.1.11>
- Hattie, J. (2012). *Visible learning for teachers: Maximizing impact on learning*. Routledge.
- Hodis, F. A., & Hodis, G. M. (2020). Patterns of motivation and communication in learning environments: A latent profile analysis. *Social Psychology of Education*, 23(6), 1417–1450. <https://doi.org/10.1007/s11218-020-09599-3>
- Hodis, F. A., & Hodis, G. M. (2022) Key factors that influence students' motivation to learn: implications for teaching. *Set: Research Information for Teachers*, 2, 37-41. <https://doi.org/10.18296/set.1509>
- Illeris, K. (2016). *How we learn: Learning and non-learning in school and beyond* (2nd ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315537382>
- Instituto de Educação da Universidade de Lisboa. (2016). *Carta ética do Instituto de Educação da Universidade de Lisboa*. Deliberação n.º 453/2016. Diário da República, 2.ª série, n.º 88, 6 de maio de 2016.
- Jones, B. D., & Barrett, T. G. (2017). Simulation as a classroom teaching method: Bringing active learning to life. *Journal of Political Science Education*, 13(3), 256–267. <https://doi.org/10.1080/15512169.2017.1298071>
- Matias, O., & Martins, P. (2025). *BioFoco: Biologia e Geologia – 10.º ano*. Areal Editores.
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017–1054.
- Moreno, R., & Mayer, R. E. (2007). Interactive multimodal learning environments. *Educational Psychology Review*, 19, 309–326. <https://doi.org/10.1007/s10648-007-9047-2>
- Navarro, M. A., Hernández, M. P., Gómez, C. M., & Perales, F. J. (2024). Virtual simulation in cell biology: A pedagogical tool to enhance student engagement and understanding. *Education Sciences*, 14(1), 48. <https://doi.org/10.3390/educsci14010048>

- Ponte, J. P. (2002). *Investigar a nossa própria prática*. Em GTI (Ed.), *Refletir e investigar sobre a prática profissional* (pp. 5–28). APM.
- Russell, P. J., Hertz, P. E., McMillan, B., & Benington, J. H. (2019). *Biology: The dynamic science* (5th ed.). Cengage Learning.
- Russell, P. J., Hertz, P. E., McMillan, B., Fenton, M. B., Maxwell, D. S., Haffie, T., Milsom, W. K., Nickle, D., & Ellis, J. (2020). *Biology: Exploring the diversity of life* (4th Canadian ed.). Nelson Education.
- Rutten, N., van Joolingen, W. R., & van der Veen, J. T. (2012). The learning effects of computer simulations in science education. *Computers & Education, 58*(1), 136–153. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.07.017>
- Skinner, B. F. (1953). *Science and human behavior*. Macmillan.
- Smith, L., Dockrell, J., & Tomlinson, P. (Eds.). (1997). *Piaget, Vygotsky and beyond: Future issues for developmental psychology and education*. Routledge.
- Starr, C., Taggart, R., Evers, C. A., & Starr, L. (2018). *Biology: The unity and diversity of life* (15th ed.). Cengage Learning.
- Tomlinson, C. A. (1999). *The differentiated classroom: Responding to the needs of all learners*. ASCD.
- Verma, A. K. (2016). Biodiversity: Its different levels and values. *International Journal on Environmental Sciences, 7*(2), 143–145.
- Walters, B., Potetz, J., & Fedesco, H. N. (2017). Simulations in the classroom: An innovative active learning experience. *Clinical Simulation in Nursing, 13*(12), 609–615. <https://doi.org/10.1016/j.ecns.2017.07.009>
- Whitworth, K., Leupen, S., Rakes, C., & Bustos, M. (2018). Interactive computer simulations as pedagogical tools in biology labs. *CBE—Life Sciences Education, 17*(3), ar46. <https://doi.org/10.1187/cbe.17-09-0208>
- Wilson, V., & McLean, S. (1994). *Questionnaire design: A practical introduction*. University of Glasgow, SCRE Centre.
- Woese, C. R., Kandler, O., & Wheelis, M. L. (1990). Towards a natural system of organisms: Proposal for the domains Archaea, Bacteria, and Eucarya. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 87*(12), 4576–4579. <https://doi.org/10.1073/pnas.87.12.4576>
- Zimmerman, B. J. (2002). Becoming a self-regulated learner: An overview. *Theory Into Practice, 41*(2), 64–70. [https://doi.org/10.1207/s15430421tip4102\\_2](https://doi.org/10.1207/s15430421tip4102_2)
- Zulkosky, K. D. (2010). Simulation use in the classroom: Impact on knowledge and retention. *Clinical Simulation in Nursing, 6*(1), e25–e31. <https://doi.org/10.1016/j.ecns.2009.06.001>

## Apêndices

### Apêndice A - Guião de exploração do simulador sobre dinâmica populacional

Nome: \_\_\_\_\_

N.º: \_\_\_\_ Turma: \_\_\_\_

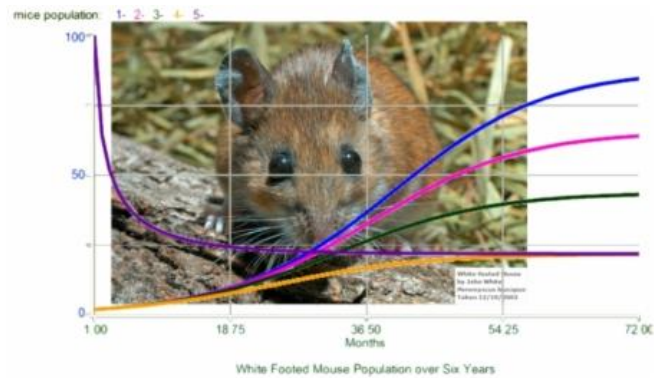
Data: \_\_\_\_\_ Classificação global: \_\_\_\_\_

Professor: \_\_\_\_\_

### Dinâmica Populacional: Simulador do White-Footed Mouse

Esta simulação utiliza um modelo matemático para representar o crescimento populacional do

White-Footed Mouse, *Peromyscus leucopus*. Nesta atividade, irás formular e testar uma hipótese que possa ser respondida pela simulação.



- A simulação possui um conjunto de variáveis diferentes que podes manipular.
- Existe uma variação aleatória integrada na simulação, pelo que deves executar cada condição várias vezes e calcular o valor médio para cada condição.
- Clica na linha do gráfico para obter o valor de N (tamanho da população) num determinado período de tempo.
- Regista os resultados na tabela de dados.
- Constrói um gráfico com os dados obtidos.
- Interpreta e reflete sobre os dados obtidos.

**1. Escolhe uma das seguintes questões de investigação que a simulação pode responder.** Alternativamente, podes formular a tua própria questão de investigação baseada na simulação.

- a) Como é que a "população inicial" afeta o tamanho da população?
- b) Como é que o tamanho do "habitat" afeta o tamanho da população?
- c) Como é que a "alimentação" afeta o tamanho da população?

- d) Como é que a população de "esquilos" afeta o tamanho da população?
- e) Como é que os "predadores" afetam o tamanho da população?
- f) Qual é a "temperatura" ótima para o White-Footed Mouse?

**2. Formula uma hipótese que possa ser testada na simulação.**

**3. Identifica as variáveis do estudo:**

a) Qual é a tua variável independente? (representa no eixo x do teu gráfico).

b) Qual é a tua variável dependente? (representa no eixo y do teu gráfico).

c) Indica as tuas variáveis de controlo.

**4. Regista os teus dados na tabela abaixo:**

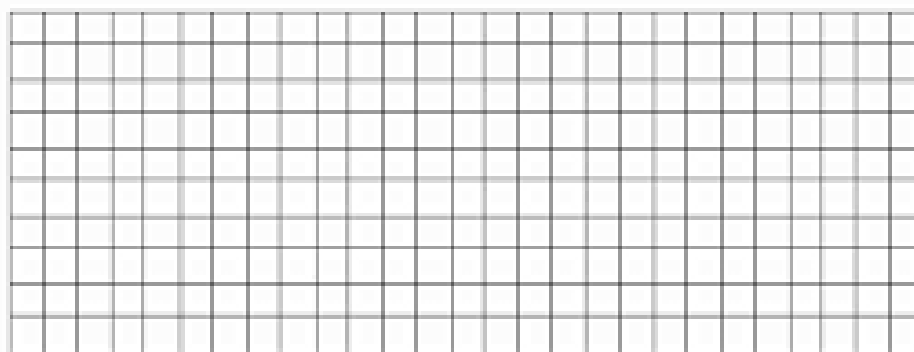
Tentativa 1					
Tentativa 2					

Tentativa 3					
Média					

**5. Cria um gráfico com os valores médios dos teus resultados.**

Certifica-te de que incluis:

- Um título
- A variável independente devidamente identificada
- A variável dependente devidamente identificada



**6. Os dados obtidos confirmam ou rejeitam a tua hipótese? Justifica a tua resposta.**

## Apêndice B - Relatório da atividade prática de observação de células ao MOC e tabela de preenchimento sobre os diferentes organelos utilizando o simulador virtual

Nome: _____	N.º: _____ Turma: _____
Data: _____ Classificação global: _____	Professor: _____

### Observação de células eucarióticas (animais e vegetais) ao microscópio ótico composto

#### Objetivo

Observar constituintes fundamentais da célula. Estabelecer algumas diferenças entre as células eucarióticas animais e eucarióticas vegetais.

#### Materiais

Microscópio ótico composto	Agulha de dissecação
Lâminas	Pipeta de Pasteur
Lamelas	Vermelho neutro
Pinça	Azul de metileno
Bisturi	Água destilada
Palito	Material biológico

#### Procedimento

I - Células de epiderme interior das túnicas de cebola (células vegetais)

1. Coloque uma gota de azul de metileno numa lâmina.
2. Com o auxílio da pinça, destaque um fragmento de epiderme da face côncava de uma túnica de cebola.
3. Com o bisturi, retire do fragmento uma pequena porção (cerca de 5 mm), colocando-a distendida sobre o corante, que se encontra na lâmina.
4. Cubra a preparação com uma lamela e observe ao microscópio, registrando o que observa.
5. Procure fazer a legenda dos seus registros.

## II- Células do epitélio lingual (células animais)

1. Coloque uma gota de azul de metileno numa lâmina.
2. Com um palito, raspe levemente a superfície dorsal da língua, colocando o produto obtido sobre a gota de corante, que se encontra na lâmina.
3. Cubra a preparação com uma lamela e observe ao microscópio, registrando o que observa.
4. Procure fazer a legenda dos seus registros.

### **Resultados**

1. Esquema da célula eucariótica vegetal, com legenda.

2. Esquema da célula eucariótica animal, com legenda.

### **Discussão**

3. Refira as diferenças que observou relativamente à constituição dos dois tipos de células observadas.

4. Tabela de constituintes celulares, a preencher com recurso ao simulador virtual.

Estrutura	Em que organismo é encontrado?	Função	Tamanho	Esquema

## Apêndice C - Planificação a curto prazo

### Planificação da aula 1

**Título:** Realização de ficha de diagnóstico. Entrega de guião de orientações para trabalho de grupo de pesquisa autónoma. Introdução do tema da Biodiversidade

**Tempo:** 100 minutos

**Disciplina:** Biologia e Geologia

**Domínio:** Biodiversidade

**Tema:** Biosfera

**Ano:** 10.º

**Data:** 21/02/2025

#### Aprendizagens essenciais

- Sistematizar conhecimentos de hierarquia biológica (comunidade, população, organismo, sistemas e órgãos) e estrutura dos ecossistemas (produtores, consumidores, decompositores) com base em dados recolhidos em suportes/ambientes diversificados (bibliografia, vídeos, jardins, parques naturais, museus).

#### Conteúdos

- Seres procariontes e eucariontes
- Biodiversidade (diversidade genética, de espécies e de ecossistemas)
- Seres unicelulares e multicelulares
- Seres autotróficos e heterotróficos
- Relações tróficas

#### Descrição das atividades

- Aula é formada por dois tempos de 50 minutos.
- No primeiro bloco está prevista uma ficha de diagnóstico, de modo a averiguar os conhecimentos dos alunos sobre o tema, e para que seja possível criar pontes de ligação entre os conhecimentos que os alunos já possuem e os novos conhecimentos que vão ser adquiridos.

- No segundo bloco, com o auxílio de uma apresentação em *PowerPoint*, iremos clarificar alguns dos termos e conceitos introduzidos com a ficha de diagnóstico, recorrendo a questionamento e com a interação dos alunos. Iremos aqui abordar a diversidade biológica, os diferentes reinos de acordo com o sistema de classificação de *Whittaker* modificado, os níveis de organização biológica e as relações tróficas.
- No final desta aula será partilhado com os alunos um guião de orientações para um trabalho de grupo de pesquisa autónoma sobre a extinção e conservação de espécies. Neste trabalho de pesquisa os diferentes grupos irão abordar espécies em perigo de extinção em Portugal; impacto das alterações climáticas na biodiversidade; áreas protegidas como estratégia de conservação; espécies invasoras e o impacto na biodiversidade.

Recursos / Materiais	Avaliação
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ficha de diagnóstico</li> <li>• Apresentação em <i>PowerPoint</i></li> <li>• Computador e projetor</li> <li>• Guião de orientações para o trabalho de pesquisa autónoma</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formativa, através da ficha de diagnóstico.</li> <li>• Formativa, através de questões que serão colocadas ao longo da aula de modo a haver interação e participação dos alunos, assim como para aferir conhecimentos.</li> </ul>

### Observações

A ficha de diagnóstico será corrigida e avaliada formativamente depois da aula, para que na aula seguinte seja possível clarificar alguns erros comuns e lacunas que os alunos apresentem.

### Planificação da aula 2

**Título:** Entrega da ficha de diagnóstico com *feedback*. Síntese da aula anterior. Exploração de atividade interativa sobre perturbações nas cadeias tróficas.

**Tempo:** 100 minutos

**Disciplina:** Biologia e Geologia

**Domínio:** Biodiversidade

**Tema:** Biosfera

**Ano:** 10.º

**Data:** 25/02/2025

### **Aprendizagens essenciais**

- Sistematizar conhecimentos de hierarquia biológica (comunidade, população, organismo, sistemas e órgãos) e estrutura dos ecossistemas (produtores, consumidores, decompositores) com base em dados recolhidos em suportes/ambientes diversificados (bibliografia, vídeos, jardins, parques naturais, museus).

### **Conteúdos**

- Relações tróficas
- Fatores abióticos e relações bióticas

### **Descrição das atividades**

- Aula é formada por dois tempos de 50 minutos.
- No primeiro tempo faremos a entrega das fichas de diagnóstico, devidamente corrigidas e com *feedback* para os alunos. Neste momento poderemos abordar alguma dúvida ou questão em que a turma tenha apresentado dificuldades de modo geral.
- De seguida será explorada uma atividade interativa, onde serão abordados impactos nas cadeias tróficas através de casos de estudo. Esta atividade é composta por um conjunto de *slides* interativos, que apresentam explicações, imagens, vídeos, opções para clicar onde é explicado qual é a opção correta e porquê. No final da atividade existem quatro casos de estudo para praticar, em que o professor irá fazer o primeiro com a ajuda da turma. Os três casos seguintes serão para cada grupo fazer, visto que cada grupo terá acesso a um computador. No final cada grupo apresenta o seu caso à turma. Neste momento o professor circula pelos grupos para auxiliar.
- Esta atividade interativa vai começar no primeiro tempo e estender-se-á até ao fim do segundo.

Recursos / Materiais	Avaliação
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Atividade interativa (<a href="#">Exploring Trophic Cascades</a>)</li> <li>• Computador e projetor</li> <li>• Computadores para cada grupo</li> <li>• Apresentação em <i>PowerPoint</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formativa, através da participação e empenho na atividade.</li> <li>• Formativa, através de questões que serão colocadas ao longo da aula de modo a haver interação e participação dos alunos, assim como para aferir conhecimentos.</li> <li>• Formativa, através da ficha de diagnóstico.</li> </ul>
<b>Observações</b>	

### Planificação da aula 3

**Título:** Fatores bióticos e abióticos. Atividade prática de um simulador sobre dinâmica populacional.

**Tempo:** 150 minutos

**Disciplina:** Biologia e Geologia

**Domínio:** Biodiversidade

**Tema:** Biosfera

**Ano:** 10.º

**Data:** 26/02/2025

### **Aprendizagens essenciais**

- Sistematizar conhecimentos de hierarquia biológica (comunidade, população, organismo, sistemas e órgãos) e estrutura dos ecossistemas (produtores, consumidores, decompositores) com base em dados recolhidos em suportes/ambientes diversificados (bibliografia, vídeos, jardins, parques naturais, museus).
- Relacionar a diversidade biológica com intervenções antrópicas que podem interferir na dinâmica dos ecossistemas (interações bióticas/abióticas, extinção e conservação de espécies).

### **Conteúdos**

- Dinâmica populacional
- Fatores abióticos e relações bióticas

### **Descrição das atividades**

- Aula é formada por três tempos de 50 minutos.
- No primeiro tempo iremos recordar e abordar os fatores abióticos e as relações bióticas, com o auxílio de uma apresentação em *PowerPoint*, interagindo com os alunos e utilizando questionamento para fornecer algum dinamismo.
- No primeiro tempo será preparada a atividade prática, de modo a apresentar o simulador aos alunos e explicar a mecânica desta ferramenta e como se pode manipulá-la, que tipo de resultados se podem obter. Serão preparados os computadores, dividi-los pelos pares e garantir que o simulador está funcional em todos estes. Será também apresentado e descrito o guião de exploração para esta atividade. Assim que possível damos início à mesma.
- No segundo tempo será continuada a atividade prática, a pares. O professor vai circulando pelos diversos grupos para prestar auxílio e encaminhar os alunos na atividade e na realização do guião de exploração.

<ul style="list-style-type: none"> <li>No terceiro tempo os alunos irão apresentar os seus resultados com a turma, nomeadamente o gráfico que obterão e as conclusões a que cheguem, respondendo à hipótese colocada inicialmente por cada grupo.</li> </ul>	
Recursos / Materiais	Avaliação
<ul style="list-style-type: none"> <li>Atividade prática com o simulador (<a href="http://www.jondarkow.com">www.jondarkow.com</a> - <a href="#">Population Dynamics of White-Footed Mouse</a>)</li> <li>Computador e projetor</li> <li>Computadores para cada grupo</li> <li>Guião de exploração do simulador</li> <li>Apresentação em <i>PowerPoint</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Formativa, através da participação e empenho na atividade.</li> <li>Avaliação formativa do guião de exploração do simulador.</li> <li>Formativa, através de questões que serão colocadas ao longo da aula de modo a haver interação e participação dos alunos, assim como para aferir conhecimentos.</li> </ul>
<p><b>Observações</b></p> <p>Os guiões de exploração da atividade com o simulador serão recolhidos pelo professor no final da aula, de modo a poder ser feita uma avaliação formativa e para fornecer <i>feedback</i> aos alunos.</p>	
<p><b>Planificação da aula 4</b></p>	
<p><b>Título:</b> Finalização da atividade prática sobre o simulador de dinâmica populacional. Ponto de situação sobre os trabalhos de grupo de pesquisa autónoma. Introdução da célula.  <b>Tempo:</b> 100 minutos  <b>Disciplina:</b> Biologia e Geologia  <b>Domínio:</b> Biodiversidade  <b>Tema:</b> Biosfera  <b>Ano:</b> 10.º  <b>Data:</b> 07/03/2025</p>	
Aprendizagens essenciais	Conteúdos

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistematizar conhecimentos de hierarquia biológica (comunidade, população, organismo, sistemas e órgãos) e estrutura dos ecossistemas (produtores, consumidores, decompositores) com base em dados recolhidos em suportes/ambientes diversificados (bibliografia, vídeos, jardins, parques naturais, museus).</li> <li>• Relacionar a diversidade biológica com intervenções antrópicas que podem interferir na dinâmica dos ecossistemas (interações bióticas/abióticas, extinção e conservação de espécies).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dinâmica populacional</li> <li>• Capacidade de carga</li> <li>• Fatores abióticos e relações bióticas</li> <li>• Extinção e conservação de espécies</li> </ul>
<p><b>Descrição das atividades</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aula é formada por dois tempos de 50 minutos.</li> <li>• No primeiro tempo será finalizada a atividade prática iniciada na aula anterior, de exploração de um simulador sobre dinâmica populacional. Neste momento os alunos vão apresentar os seus resultados e em turma vamos fazer a conclusão da atividade, refletindo sobre o que foi possível retirar da mesma.</li> <li>• Ainda no primeiro tempo iremos fazer um ponto de situação sobre os trabalhos de grupo de pesquisa autónoma sobre extinção e conservação de espécies. Neste momento os alunos vão partilhar o seu progresso, de modo a que o professor possa fornecer <i>feedback</i>, partilhar sugestões de melhoria e assim, auxiliar os alunos nesta tarefa.</li> <li>• No segundo tempo iremos continuar a tarefa anterior. Assim que possível, faremos uma introdução de conceitos sobre a célula, diferentes tipos de células e os seus constituintes. Para isso será utilizada uma apresentação em <i>PowerPoint</i>.</li> </ul>	
<p><b>Recursos / Materiais</b></p>	<p><b>Avaliação</b></p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Atividade prática com o simulador (<a href="http://www.jondarkow.com">www.jondarkow.com</a> - <a href="#">Population Dynamics of White-Footed Mouse</a>)</li> <li>• Computador e projetor</li> <li>• Computadores para cada grupo</li> <li>• Guião de exploração do simulador</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formativa, através da participação e empenho na atividade.</li> <li>• Formativa, através do guião de exploração do simulador.</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apresentação em <i>PowerPoint</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formativa, através de questões que serão colocadas ao longo da aula de modo a haver interação e participação dos alunos, assim como para aferir conhecimentos.</li> </ul>
<p><b>Observações</b></p> <p>Se ainda houver tempo disponível nesta aula poderá ser introduzido o simulador de exploração de células que será utilizado numa atividade prática futura. Com auxílio do simulador e de textos de apoio/manual os alunos irão preencher uma tabela em grupo em que têm de pesquisar a função de cada organelo na célula, em que tipo de organismos se encontram, um esquema e o tamanho, informações possíveis de retirar do simulador. <a href="#">Effigos Explorer - interactive anatomical 3D models</a></p>	

<p><b>Planificação da aula 5</b></p>	
<p><b>Título:</b> Apresentações dos trabalhos de grupo de pesquisa autónoma. Consolidação do tema da extinção e conservação de espécies.  <b>Tempo:</b> 100 minutos  <b>Disciplina:</b> Biologia e Geologia  <b>Domínio:</b> Biodiversidade  <b>Tema:</b> Biosfera  <b>Ano:</b> 10.º  <b>Data:</b> 11/03/2025</p>	
<p><b>Aprendizagens essenciais</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistematizar conhecimentos de hierarquia biológica (comunidade, população, organismo, sistemas e órgãos) e estrutura dos ecossistemas (produtores, consumidores, decompositores)</li> </ul>	<p><b>Conteúdos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Extinção e conservação de espécies</li> <li>• Serviços dos ecossistemas</li> </ul>

<p>com base em dados recolhidos em suportes/ambientes diversificados (bibliografia, vídeos, jardins, parques naturais, museus).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Relacionar a diversidade biológica com intervenções antrópicas que podem interferir na dinâmica dos ecossistemas (interações bióticas/abióticas, extinção e conservação de espécies).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Áreas protegidas</li> </ul>
<p><b>Descrição das atividades</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aula é formada por dois tempos de 50 minutos.</li> <li>• No primeiro tempo serão apresentados os trabalhos de grupo de pesquisa autónoma que os alunos estiveram a realizar, sobre extinção e conservação de espécies. No final de cada apresentação haverá espaço para troca de ideias, questões e dúvidas.</li> <li>• No segundo tempo da aula iremos realizar uma consolidação do tema da extinção e conservação de espécies. Utilizando os contributos que cada grupo forneceu para o tema e acrescentando alguns pontos em falta iremos sistematizar e consolidar o conhecimento associado a este tópico. Neste momento será utilizada uma apresentação em <i>PowerPoint</i>, auxiliando na consolidação do tema. Aqui vai ser requisitada a participação e interação dos alunos de modo a trazerem os conhecimentos adquiridos e aplicados nos seus trabalhos de pesquisa autónoma e tornar assim este momento mais dinâmico e interativo.</li> </ul>	
<p style="text-align: center;"><b>Recursos / Materiais</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>Avaliação</b></p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Computador e projetor</li> <li>• Apresentação em <i>PowerPoint</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formativa, através da participação e empenho na atividade.</li> <li>• Sumativa, através da avaliação da apresentação como um dos parâmetros do trabalho.</li> <li>• Formativa, através de questões que serão colocadas ao longo da aula de modo a haver interação e participação dos alunos, assim como para aferir conhecimentos.</li> </ul>

<b>Observações</b>	

### **Planificação da aula 6**

**Título:** Exploração do tema da célula. Atividade prática de observação de células ao microscópio ótico composto.

**Tempo:** 150 minutos

**Disciplina:** Biologia e Geologia

**Domínio:** Biodiversidade

**Tema:** Biosfera

**Ano:** 10.º

**Data:** 12/03/2025

#### **Aprendizagens essenciais**

- Distinguir tipos de células com base em aspetos de ultraestrutura e dimensão: células procarióticas/ eucarióticas (membrana plasmática, citoplasma, organelos membranares, núcleo); células animais/ vegetais (parede celulósica, vacúolo hídrico, cloroplasto).

#### **Conteúdos**

- Microscópio ótico composto e os seus componentes
- Tipos de células e os seus constituintes

<b>Descrição das atividades</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aula é formada por três tempos de 50 minutos.</li> <li>• No primeiro tempo será feita uma breve revisão teórica do microscópio ótico composto, de modo a relembrar os seus constituintes e alguma da tecnologia associada. De seguida uma breve introdução teórica da célula, tipos de células e dos constituintes, com o auxílio de uma apresentação em <i>PowerPoint</i>, sempre com interação e participação dos alunos.</li> <li>• Nos seguintes dois tempos de aula vai decorrer a atividade prática de observação de células no microscópio ótico composto. Nesta atividade os alunos, divididos em quatro grupos de dois, vão trabalhar através de um protocolo experimental que guia a atividade prática, iniciando com a preparação das lâminas, de seguida a observação das mesmas, terminando com a apresentação dos resultados e discussão sobre os mesmos.</li> <li>• Em paralelo com a atividade de observação de células, teremos também dois computadores com um simulador de exploração da célula, que permite visualizar a mesma, seja animal ou vegetal, de diferentes perspetivas, com diferentes níveis de aproximação, permite selecionar estruturas individualmente, ler resumos sobre a sua função na célula, permite “desmontar” a célula de todos os seus constituintes e visualizá-los fora da mesma, depois “montar” novamente. Com auxílio do simulador e de textos de apoio/manual os alunos irão preencher uma tabela em que têm de pesquisar a função de cada organelo na célula, em que tipo de organismos se encontram, um esquema e o tamanho, informações possíveis de retirar do simulador.</li> </ul>	
<b>Recursos / Materiais</b>	<b>Avaliação</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apresentação em <i>PowerPoint</i></li> <li>• Computador e projetor</li> <li>• Protocolo experimental para a atividade prática de observação de células ao microscópio ótico composto</li> <li>• Computadores para cada grupo</li> <li>• <a href="#">The Cell Explorer - Gurdon Institute</a></li> <li>• <a href="#">Effigos Explorer - interactive anatomical 3D models</a></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formativa, através da participação e empenho na atividade.</li> <li>• Sumativa, através do relatório experimental.</li> <li>• Formativa, através de questões que serão colocadas ao longo da aula de modo a haver interação e</li> </ul>

	participação dos alunos, assim como para aferir conhecimentos.
<p><b>Observações</b></p> <p>A atividade prática dos quatro grupos estará organizada conforme a existência de duas estações de trabalho. Uma composta pela bancada de preparação de lâminas, e existência de dois microscópios para observação de lâminas, onde estarão dois grupos a trabalhar. A segunda estação é composta por dois computadores para o trabalho com o simulador de exploração da célula, onde estarão a trabalhar os outros dois grupos. Assim que cada tarefa esteja concluída os grupos trocam de estações.</p>	

<p><b>Planificação da aula 7</b></p>	
<p><b>Título:</b> Conclusão da atividade prática de observação de células ao microscópio ótico composto. Realização de ficha de consolidação de conteúdos.</p> <p><b>Tempo:</b> 100 minutos</p> <p><b>Disciplina:</b> Biologia e Geologia</p> <p><b>Domínio:</b> Biodiversidade</p> <p><b>Tema:</b> Biosfera</p> <p><b>Ano:</b> 10.º</p> <p><b>Data:</b> 14/03/2025</p>	
<p><b>Aprendizagens essenciais</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistematizar conhecimentos de hierarquia biológica (comunidade, população, organismo, sistemas e órgãos) e estrutura dos ecossistemas (produtores, consumidores, decompositores) com base em dados recolhidos em suportes/ambientes diversificados (bibliografia, vídeos, jardins, parques naturais, museus).</li> </ul>	<p><b>Conteúdos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipos de células e os seus constituintes</li> <li>• Seres procariontes e eucariontes</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Relacionar a diversidade biológica com intervenções antrópicas que podem interferir na dinâmica dos ecossistemas (interações bióticas/abióticas, extinção e conservação de espécies).</li> <li>• Distinguir tipos de células com base em aspetos de ultraestrutura e dimensão: células procarióticas/ eucarióticas (membrana plasmática, citoplasma, organelos membranares, núcleo); células animais/ vegetais (parede celulósica, vacúolo hídrico, cloroplasto).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biodiversidade (diversidade genética, de espécies e de ecossistemas)</li> <li>• Seres unicelulares e multicelulares</li> <li>• Seres autotróficos e heterotróficos</li> <li>• Relações tróficas</li> <li>• Fatores abióticos e relações bióticas</li> </ul>
<p><b>Descrição das atividades</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aula é formada por dois tempos de 50 minutos.</li> <li>• No primeiro tempo será feita uma conclusão da atividade prática de observação de células que iniciámos na aula anterior. Neste momento faremos uma discussão em turma sobre o que foi possível aprender e observar através da atividade prática, assim como uma síntese das principais conclusões que a atividade permitiu alcançar.</li> <li>• Ainda no primeiro tempo de aula iniciaremos a realização de uma ficha de consolidação de conteúdos, de modo a aferir os conhecimentos dos alunos, prestar auxílio, colmatar lacunas e fornecer <i>feedback</i> aos alunos sobre o seu progresso nos temas que temos vindo a abordar. Enquanto os alunos estiverem a realizar a ficha, irei deslocar-me pela sala, de modo a conseguir fornecer a ajuda necessária.</li> <li>• Durante o segundo tempo de aula, e assim que os alunos terminem a ficha, faremos a correção da mesma, utilizando o quadro da sala, e a participação dos alunos.</li> </ul>	
<b>Recursos / Materiais</b>	<b>Avaliação</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Relatórios e tabelas elaborados pelos alunos sobre a atividade prática da aula anterior</li> <li>• Quadro</li> <li>• Ficha de consolidação de conteúdos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formativa, através da participação e empenho na atividade.</li> <li>• Formativa, através da ficha de consolidação.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"><li>• Formativa, através de questões que serão colocadas ao longo da aula de modo a haver interação e participação dos alunos, assim como para aferir conhecimentos.</li></ul>
<b>Observações</b>	

## Apêndice D - Ficha de diagnóstico

Nome: \_\_\_\_\_ N.º: \_\_\_\_\_ Turma: \_\_\_\_\_  
Data: \_\_\_\_\_ Classificação global: \_\_\_\_\_ Professor: \_\_\_\_\_

1. A figura 1 representa uma borboleta.
- 1.1. Explica por que motivo este ser vivo é um ser pluricelular.
- 1.2. Dá um exemplo de um ser vivo unicelular.



Fig. 1

2. Completa a seguinte frase com os termos seguintes: abióticas, bióticas.  
Os seres vivos interagem entre si (relações \_\_\_\_\_) e com os fatores ambientais (relações \_\_\_\_\_), formando ecossistemas.
3. A figura A ilustra o acasalamento de duas rãs e a figura B representa um camaleão a alimentar-se de um inseto.



- 3.1. Estabelece a correspondência entre as figuras A e B e as seguintes designações “relações intraespecíficas” e “relações interespecíficas”.

A –

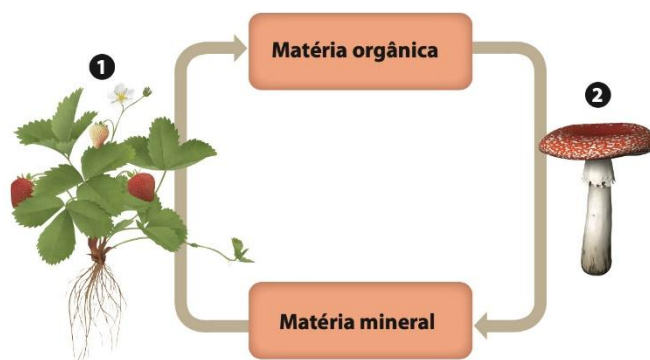
B –

3.2. Designa o nome de cada uma das relações ilustradas nas figuras A e B.

A –

B -

4. Observa a figura abaixo que representa o ciclo da matéria.



4.1. Legenda os números 1 e 2, utilizando os termos: decompositores e produtores.

1 –

2 –

4.2. Comenta a seguinte afirmação: “Nos ecossistemas, os seres vivos estabelecem relações tróficas, permitindo que haja recirculação da matéria e fluxo de energia.”

5. Lê, atentamente, a seguinte notícia.



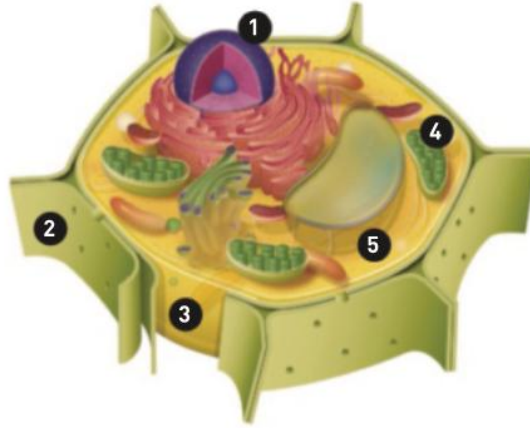
### Há nove anos que a Amazônia não ardia tanto no mês de agosto

[...] A região da floresta amazônica brasileira – a mais extensa do mundo e com a maior biodiversidade registada numa área do planeta – está a ser a mais afetada pela vaga de incêndios que assola o Brasil e outros países vizinhos, nomeadamente a Bolívia.

Jornal Público, 3 de setembro de 2019

**5.1.** Com base na notícia, comenta a seguinte afirmação: “As catástrofes, naturais ou provocadas pelo ser humano, alteram o equilíbrio dos ecossistemas.”

**6.** Observa a figura que se segue.



**6.1.** A figura representa uma célula animal ou uma célula vegetal? Justifica a tua resposta.

**6.2.** Legenda os números da figura.

- 1 –
- 2 –
- 3 –
- 4 –
- 5 –

Bom trabalho!

## **Apêndice E - Guião de orientações para trabalho de grupo de pesquisa autónoma**

**Tema do trabalho:** Extinção e conservação de espécies

**Objetivo:** devem investigar e apresentar informações sobre diferentes aspetos da biodiversidade, incluindo ameaças às espécies e estratégias de conservação. A pesquisa será realizada em pares e culminará na elaboração de um póster ou de uma apresentação em *PowerPoint* a ser partilhada com a turma.

### **Tópicos de pesquisa**

Cada grupo deve escolher um dos seguintes temas:

#### **1. Espécies em perigo de extinção em Portugal**

- Identificar pelo menos três espécies ameaçadas (flora e fauna).
- Causas do declínio populacional.
- Medidas de conservação em curso.

#### **2. Impacto das alterações climáticas na biodiversidade**

- Explicar como as mudanças climáticas afetam ecossistemas e espécies.
- Exemplos concretos de impacto em Portugal.
- Possíveis soluções e medidas de mitigação.

#### **3. Áreas protegidas como estratégia de conservação**

- O que são e qual a sua importância.
- Exemplos de parques e reservas naturais em Portugal.
- Benefícios para a fauna, flora e comunidades locais.

#### **4. Espécies invasoras e o impacto na biodiversidade**

- O que são espécies invasoras e como afetam os ecossistemas.
- Exemplos de espécies invasoras em Portugal.
- Medidas de controlo e erradicação.

### **Estrutura do trabalho**

#### **1. Introdução**

- Breve apresentação do tema e da sua relevância.

## 2. Desenvolvimento

- Explicação detalhada do tema com base na pesquisa.
- Uso de imagens, gráficos ou tabelas para melhor compreensão.
- Citação de fontes fidedignas.

## 3. Conclusão

- Resumo dos principais pontos abordados.
- Possíveis soluções ou medidas futuras.

## 4. Bibliografia

- Indicar as fontes consultadas (sites, livros, artigos, etc.).

### Formato de apresentação

Os grupos podem optar por:

- **Elaborar um póster** - formato digital ou impresso, com informação clara e visualmente apelativa.
- **Criar uma apresentação em PowerPoint** - com cerca de 10 diapositivos, incluindo imagens e texto conciso.

Cada grupo terá **10 minutos** para apresentar o seu trabalho à turma.

### Critérios de avaliação

- **Qualidade da pesquisa** - fidedignidade e profundidade das informações.
- **Organização e clareza da apresentação** - estrutura lógica e coerente.
- **Criatividade e impacto visual** - uso eficaz de imagens, gráficos e design.
- **Capacidade de comunicação** - fluidez, expressão oral e capacidade de envolver a turma.
- **Trabalho em equipa** - participação ativa de todos os elementos.

### Dicas para pesquisa

- Utilizar fontes credíveis (ex.: ICNF, SPEA, WWF, artigos científicos).
- Evitar copiar textos diretamente (reformular com as próprias palavras).
- Verificar a atualidade das informações.
- Organizar as informações de forma objetiva e clara.

Bom trabalho!

## Rubrica de avaliação

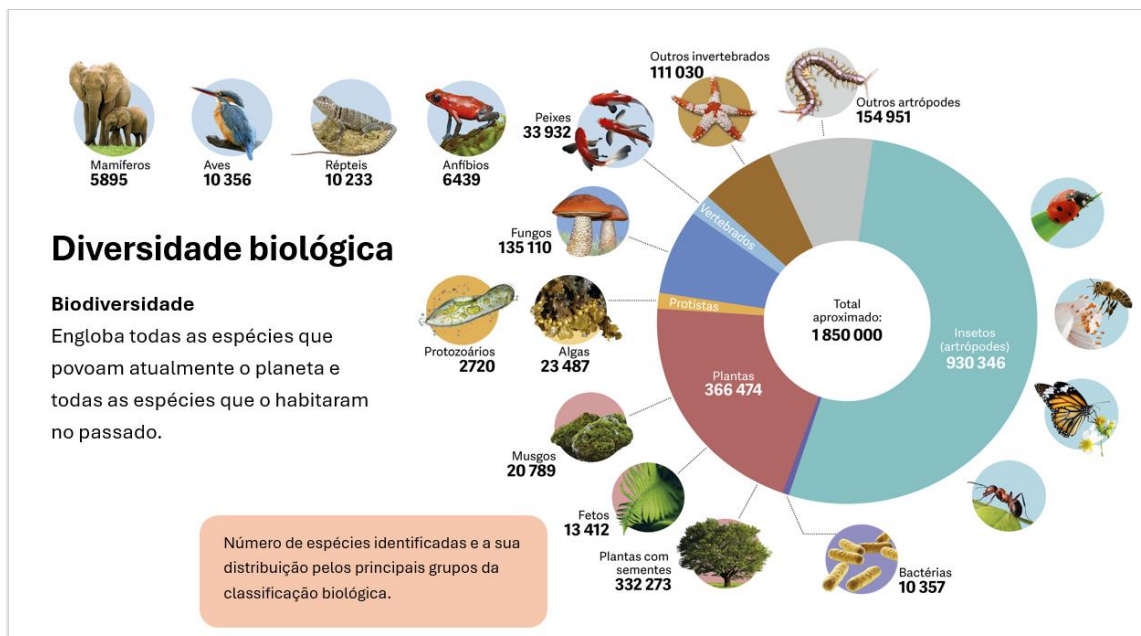
<b>Crítérios</b>	<b>Muito Bom (4)</b>	<b>Bom (3)</b>	<b>Suficiente (2)</b>	<b>Insuficiente(1)</b>
<b>1. Qualidade da pesquisa</b>	Informações completas e fidedignas, bem fundamentadas e relevantes.	Informações adequadas, com algumas fontes relevantes.	Informações superficiais e com pouca fundamentação.	Informações insuficientes ou pouco fidedignas.
<b>2. Organização e clareza</b>	Estrutura bem definida, lógica e coerente.	Estrutura compreensível, mas com alguns problemas de coerência.	Estrutura pouco clara, dificultando a compreensão.	Desorganizado e de difícil compreensão.
<b>3. Criatividade e impacto visual</b>	Apresentação muito atrativa, com excelente uso de imagens e design.	Apresentação visualmente apelativa, com bom uso de imagens.	Apresentação simples, com uso limitado de elementos visuais.	Pouco ou nenhum esforço visual, falta de elementos gráficos.
<b>4. Capacidade de comunicação</b>	Apresentação fluida, envolvente e bem estruturada.	Boa apresentação, mas com algumas falhas na fluidez.	Apresentação hesitante, pouco envolvente.	Apresentação desorganizada, leitura excessiva do material.
<b>5. Trabalho em equipa</b>	Todos os membros participaram ativamente e colaboraram bem.	Boa colaboração, mas com ligeira desigualdade na participação.	Alguns membros participaram pouco.	Participação desigual, com falta de cooperação.

## Apêndice F - Apresentação em *PowerPoint* sobre o tema da Biosfera

# Domínio 1: Biodiversidade

## 1. A Biosfera

- 1.1. Diversidade biológica
- 1.2. Níveis de organização biológica
- 1.3. Extinção e conservação de espécies



## Diversidade biológica

A biodiversidade pode ser encarada a três níveis:

### Diversidade genética

- Quantidade das diferenças existentes entre organismos da mesma espécie;

### Diversidade de espécies

- Quantidade das diferenças existentes entre organismos de espécies diferentes;

### Diversidade de ecossistemas

- Diversidade de comunidades que se pode encontrar em diferentes ecossistemas.

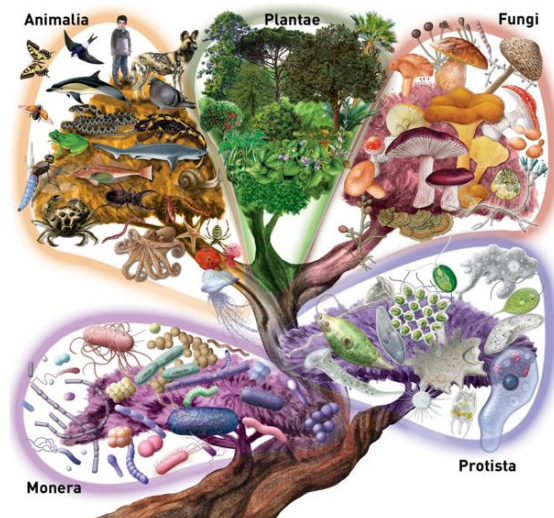


## Sistema de classificação de Whittaker modificado

Os sistemas de classificação permitem agrupar os seres vivos de acordo com as suas **características** e relações filogenéticas (relações evolutivas entre grupos de organismos).

Critérios de diferenciação:

- Níveis de organização celular
- Modo de nutrição
- Relações evolutivas



## Níveis de organização biológica

### Seres **unicelulares**

- São seres constituídos por uma só célula que realiza todas as funções que garantem a vida.



## Níveis de organização biológica

### Seres **multicelulares** (ou pluricelulares)

- São seres vivos formados por várias células, ocorrendo uma distribuição de funções que, no seu conjunto, garantem a sobrevivência do organismo.

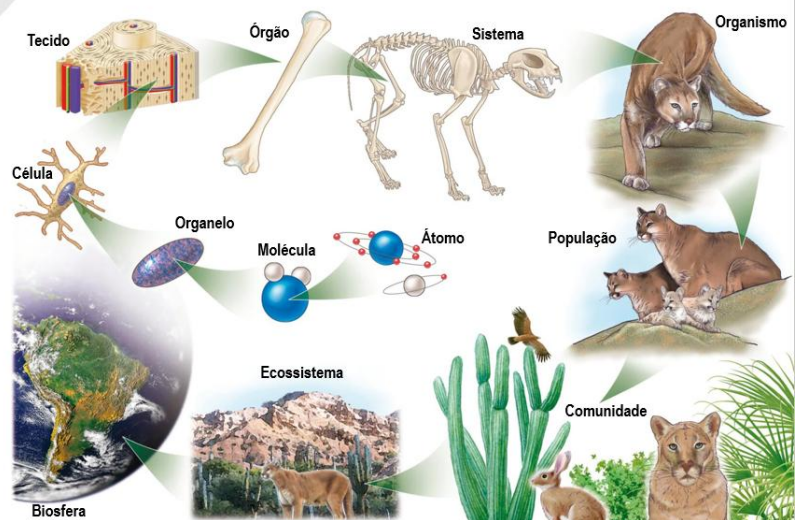


## Níveis de organização biológica



## Níveis de organização biológica

A vida está estruturada em níveis hierárquicos de complexidade crescente, desde a sua unidade básica, a célula, até ao nível planetário, a biosfera.



## Relações tróficas

### Seres **autotróficos**

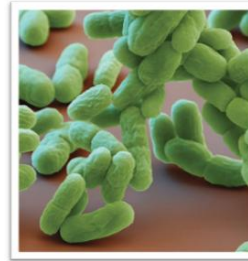
- Seres vivos que têm a capacidade de produzir compostos orgânicos a partir de compostos inorgânicos, utilizando uma fonte externa de energia, como a luz.



(A)



(B)



(C)

As plantas (A), as algas (B) e as cianobactérias (C) são seres autotróficos.

## Relações tróficas

### Seres **heterotróficos**

- Seres vivos que necessitam de obter os compostos orgânicos a partir de outros seres vivos ou dos seus produtos. Para os seres heterotróficos, os compostos orgânicos são, geralmente, fonte de matéria e de energia.



(A)



(B)



(C)

Os fungos (A), alguns protistas (B) e os animais (C) são seres heterotróficos.

## Relações tróficas

### Cadeia trófica

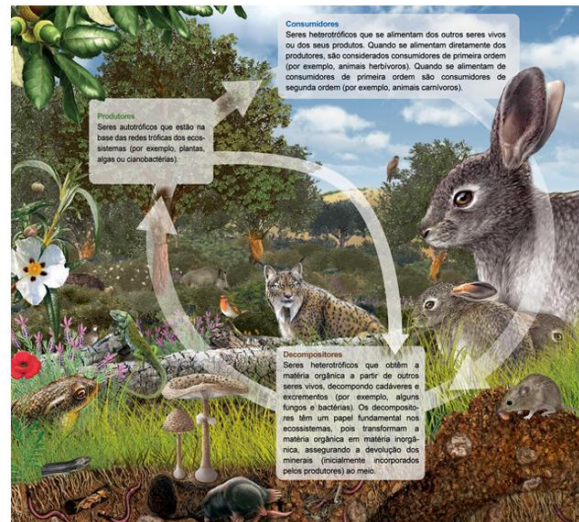
- Sequência de seres vivos que se inter-relacionam a nível alimentar.

### Nível trófico

- Posição que um ser vivo ocupa numa cadeia trófica.

### Teias alimentares ou redes tróficas

- Conjunto de cadeias tróficas que se inter-relacionam.



## Teia alimentar

- Um organismo pode ocupar diferentes níveis tróficos na mesma teia alimentar?
- Uma cadeia alimentar inicia sempre num ser vivo produtor e termina sempre num predador de topo?

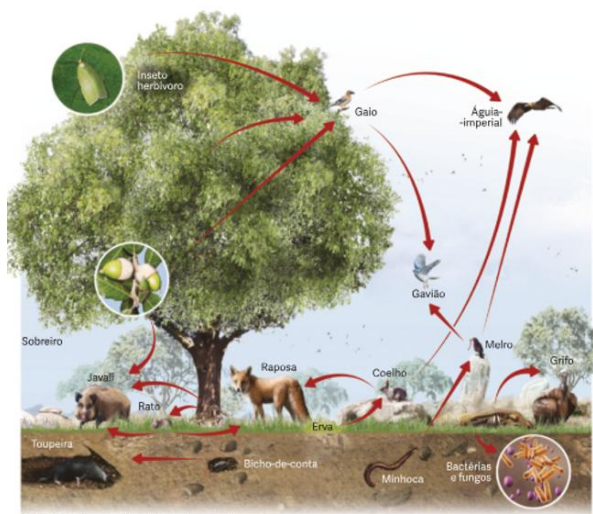
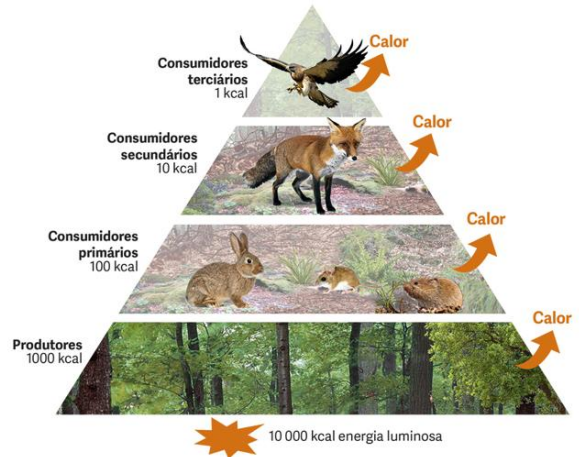


Fig. 6. Teia alimentar simplificada do montado alentejano.

## Relações tróficas

Nos ecossistemas, o fluxo de energia é unidirecional.

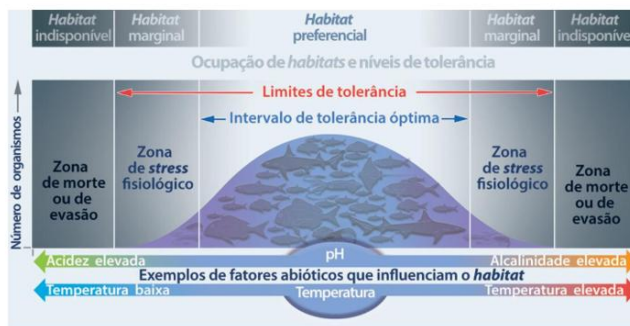
A energia flui do sol até ao último nível das cadeias alimentares, sendo dissipada na atividade dos seres vivos e na forma de calor.



## Dinâmica dos ecossistemas

Fatores **abióticos**

- Fatores físicos e químicos do meio que influenciam e interagem com a componente biótica (seres vivos). Exemplos: água, luz, humidade, vento, pH, etc.



## Dinâmica dos ecossistemas

### Relações bióticas


- Interações que os seres vivos estabelecem entre si.

TABELA 1 – RELAÇÕES INTERESPECÍFICAS (ENTRE SERES DE ESPÉCIES DIFERENTES)		
Predação	Competição	Parasitismo
		
Uma víbora preda uma rã.	Plantas de diferentes espécies competem pela luz.	Carraça parasita um cão.
O predador captura e mata a presa para se alimentar.	Indivíduos de espécies diferentes disputam o mesmo recurso do ecossistema.	O parasita vive no hospedeiro, usando-o como fonte de nutrição.

## Dinâmica dos ecossistemas

### Relações bióticas

- Interações que os seres vivos estabelecem entre si.

Comensalismo	Mutualismo	Simbiose
		
Rêmora aproveita os restos do alimento deixados pelo tubarão.	Os insetos polinizadores obtêm alimento das plantas.	Os líquens constituem uma associação simbiótica entre algas e fungos.
Um indivíduo beneficia da presença de outro sem o prejudicar.	Ambos os indivíduos são beneficiados. A relação é facultativa.	Ambos os indivíduos são beneficiados. A relação é permanente e obrigatória.

## Dinâmica dos ecossistemas

### Relações bióticas

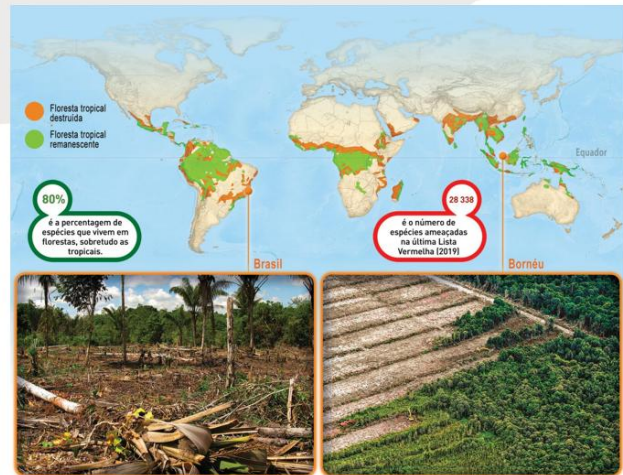
- Interações que os seres vivos estabelecem entre si.

TABELA 2 – RELAÇÕES INTRAESPECÍFICAS (ENTRE INDIVÍDUOS DA MESMA ESPÉCIE)		
Competição	Canibalismo	Cooperação
		
Veados lutam pelas fêmeas.	Fêmea louva-a-deus come o macho após o ato sexual.	As formigas organizam-se em sociedades complexas.
Indivíduos da mesma espécie disputam o mesmo recurso do ecossistema.	Um indivíduo mata outro (da mesma espécie) com o intuito de se alimentar.	Os indivíduos organizam-se para benefício da população.

## Extinção de espécies

Principais causas da ameaça ou extinção de espécies:

- Sobreexploração;
- Introdução de predadores ou de doenças;
- Alterações climáticas;
- Poluição;
- Destruição de habitat.



Desde os anos 50 do século XX, as florestas tropicais têm sido destruídas para a implantação de explorações agrícolas, para a construção de estradas e para a exploração de recursos naturais.

## Serviços de ecossistemas

A biodiversidade é a base dos serviços dos ecossistemas.



A fotossíntese, a formação dos solos e a reciclagem de nutrientes são processos naturais que ocorrem nos ecossistemas e que sustentam os restantes serviços.



A regulação do clima, da qualidade da água, das doenças, a polinização e a proteção contra riscos naturais são benefícios obtidos pelo controlo dos processos naturais que têm lugar nos ecossistemas.



Os alimentos, a água, a madeira, as fibras são produtos extraídos dos ecossistemas.



As atividades recreativas e a satisfação estética são benefícios não materiais que os ecossistemas oferecem.

## Conservação

Medidas que permitem a conservação de espécies ameaçadas:

Controlo da poluição

Controlo das espécies invasoras não indígenas

Fiscalização das atividades de exploração da fauna selvagem (a caça e a pesca)

Reabilitação das áreas florestais autóctones e prevenção dos incêndios florestais

Conservação de outras zonas húmidas, como charcos, lagoas, pauis e galerias ripícolas

Restabelecimento do regime hidrológico natural e da continuidade longitudinal dos rios

Controlo da expansão das áreas de regadio e das zonas florestais com espécies de crescimento rápido

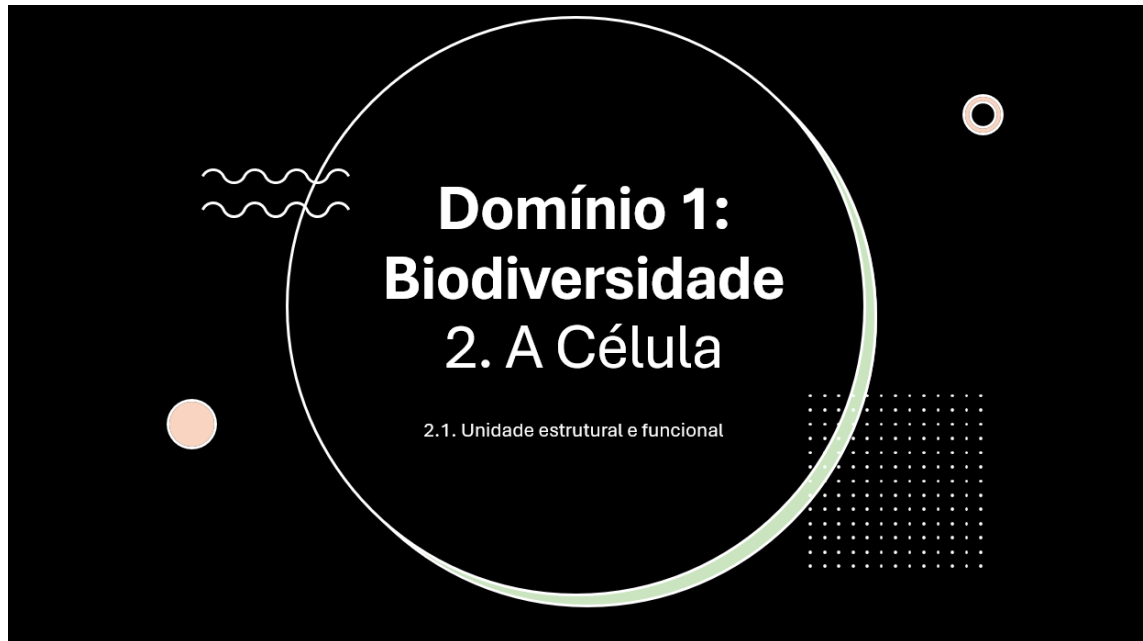
Implementação de uma política de sensibilização ambiental, no sentido de estimular o interesse das populações pela conservação do património natural

## Áreas protegidas

As áreas protegidas são zonas de proteção que pretendem manter as espécies e os ecossistemas relativamente livres da ação humana, contribuindo para a sua conservação.



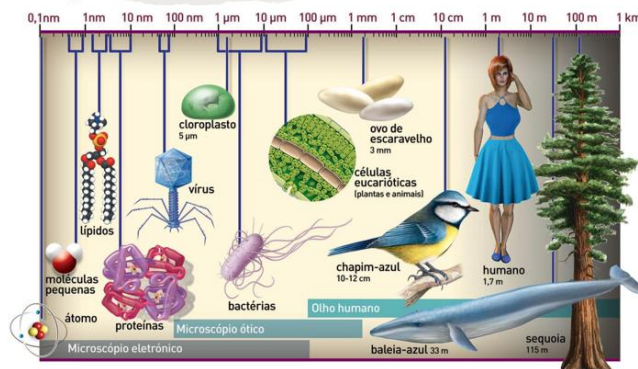
## Apêndice G - Apresentação em *PowerPoint* sobre o tema da Célula



### Dimensão de algumas estruturas vs. poder resolvente

#### Citologia ou Biologia Celular

Ramo da Biologia que se dedica ao estudo, composição e funcionamento da célula e dos seus componentes.



#### NOTA

A escala representada é logarítmica, por isso, embora cada segmento seja apresentado com uma dimensão igual, cada segmento representado deveria ser 10 vezes maior do que o segmento que está à sua esquerda.

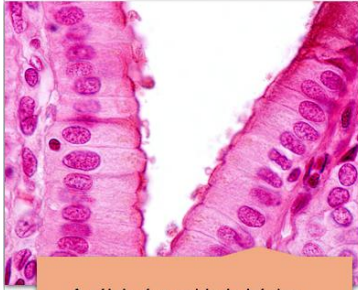
$$1 \text{ mm} = 10^{-3} \text{ m}$$

$$1 \mu\text{m} = 10^{-3} \text{ mm} = 10^{-6} \text{ m}$$

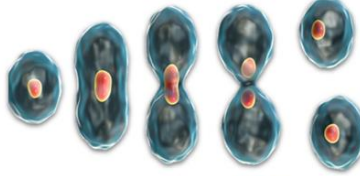
$$1 \text{ nm} = 10^{-3} \mu\text{m} = 10^{-6} \text{ mm} = 10^{-9} \text{ m}$$

Comparação entre o tamanho de algumas estruturas biológicas e moleculares e o poder resolvente do microscópio eletrónico, do microscópio ótico e do olho humano.

## Teoria celular



A célula é a unidade básica de todos os seres vivos.

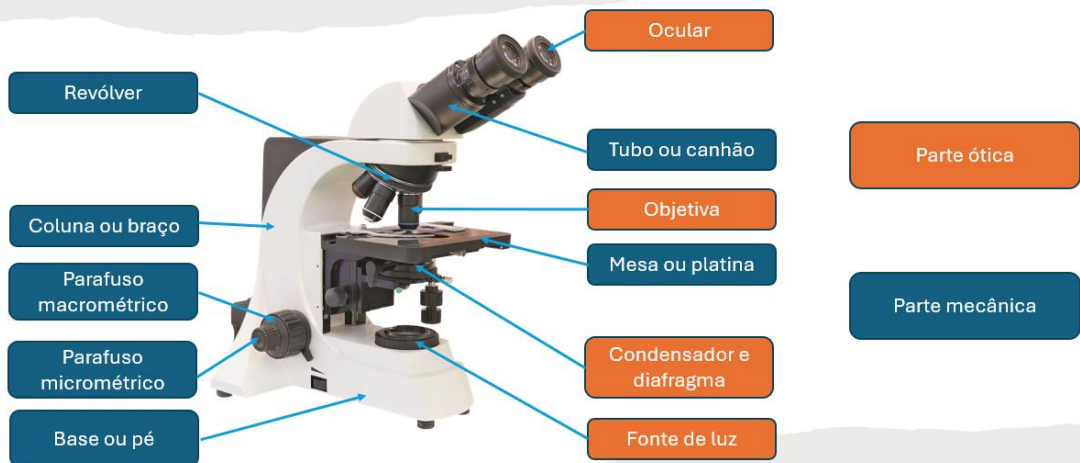


As células resultam sempre de células preexistentes.



As células são as unidades da reprodução e de transmissão da informação genética.

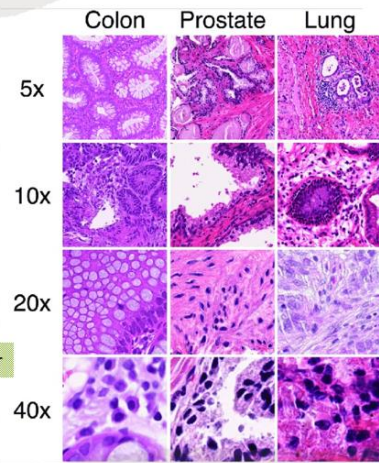
## Componentes do MOC (Microscópio Ótico Composto)



## Microscópio ótico – Parâmetros da imagem

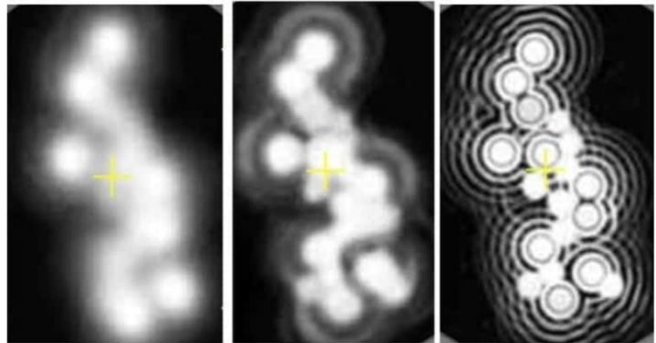
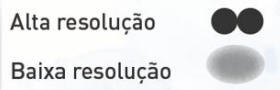
**Ampliação** – Número de vezes que a imagem de um objeto é aumentada, relativamente ao tamanho real.

Ampliação = Poder de ampliação da objetiva x poder de ampliação da ocular



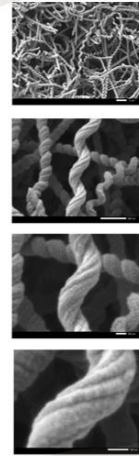
## Microscópio ótico – Parâmetros da imagem

**Resolução** – Capacidade de um instrumento ótico distinguir dois objetos que se encontram muito próximos.



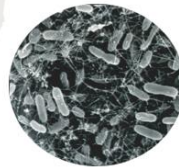
## Microscópio ótico – Parâmetros da imagem

**Profundidade de campo** – Extensão da imagem que se encontra nítida (focada). A profundidade de campo diminui com a ampliação utilizada.

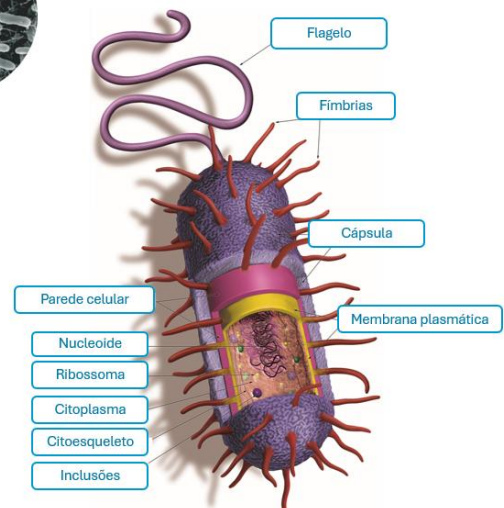


## Célula procariótica

- Apresentam dimensões inferiores às eucarióticas.
- Caracterizam-se pela ausência de núcleo e de organelos membranares.
- O DNA encontra-se no citoplasma, numa região designada por nucleóide.
- Células constituintes das bactéria e arqueobactérias.

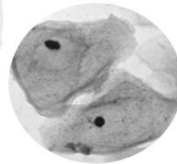


2 µm

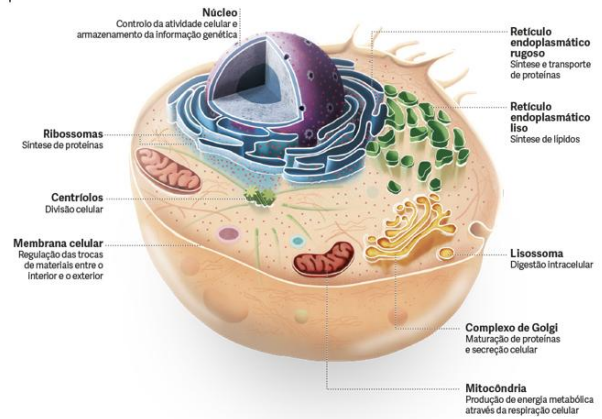


## Célula eucariótica animal

- Presença de núcleo individualizado no citoplasma por um invólucro nuclear.
- Presença de centríolos e de lisossomas, ausentes nos outros tipos de células.
- Constituem os organismos dos animais.

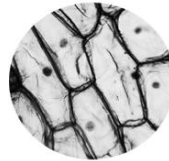


10  $\mu\text{m}$

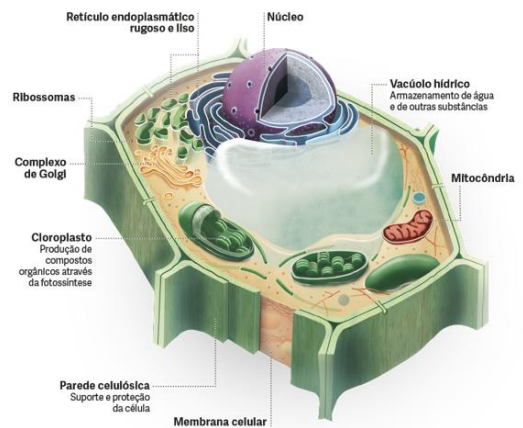


## Célula eucariótica vegetal

- Presença de núcleo individualizado no citoplasma por um invólucro nuclear.
- Presença de parede celular celulósica, vacúolo hídrico de grandes dimensões e de cloroplastos.
- Constituem os organismos das plantas.



20  $\mu\text{m}$



## Apêndice H - Ficha de consolidação de conhecimentos

Nome: \_\_\_\_\_ N.º: \_\_\_\_\_ Turma: \_\_\_\_\_  
Data: \_\_\_\_\_ Classificação global: \_\_\_\_\_ Professor: \_\_\_\_\_

### Grupo I

**Nas questões de escolha múltipla, selecione a opção que completa corretamente as afirmações.**

1. Os seres eucariontes \_\_\_\_\_ núcleo e são \_\_\_\_\_.

- (A) apresentam ... unicelulares ou pluricelulares
- (B) não apresentam ... unicelulares ou pluricelulares
- (C) apresentam ... exclusivamente pluricelulares
- (D) não apresentam ... exclusivamente pluricelulares

2. Segundo o sistema de classificação de Whittaker, um ser vivo é incluído no reino *Monera* quando ...

- (A) é unicelular.
- (B) apresenta núcleo e é unicelular.
- (C) não apresenta núcleo.
- (D) apresenta núcleo e é pluricelular.

3. Os seres vivos incluídos no reino *Plantae* \_\_\_\_\_ de sintetizar matéria orgânica a partir de matéria inorgânica e são \_\_\_\_\_.

- (A) são capazes ... unicelulares
- (B) não são capazes ... unicelulares
- (C) não são capazes ... pluricelulares
- (D) são capazes ... pluricelulares

4. O sistema de classificação de Carl Woese divide os seres vivos em \_\_\_\_\_ e baseia-se na comparação em dados \_\_\_\_\_.

- (A) cinco reinos ... morfológicos
- (B) três domínios ... morfológicos e fisiológicos
- (C) três domínios ... da biologia molecular
- (D) cinco reinos ... da biologia molecular

5. Uma população é ...

- (A) um conjunto de indivíduos da mesma espécie.
- (B) um conjunto de indivíduos de espécies diferentes que estabelecem relações entre si.
- (C) um conjunto de indivíduos da mesma espécie que vivem numa mesma área num dado intervalo de tempo.
- (D) sinónimo de biocenose.

6. Um ecossistema inclui ...

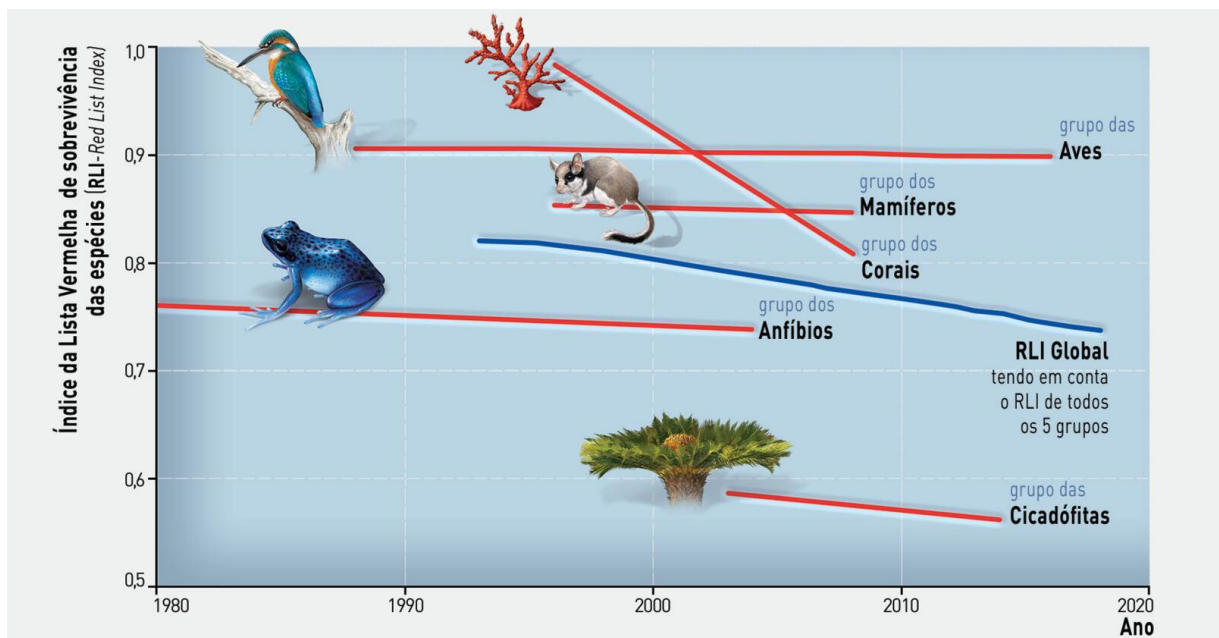
- (A) componentes bióticos e abióticos.
- (B) apenas componentes bióticos.
- (C) apenas componentes abióticos.
- (D) apenas indivíduos da mesma espécie que estabelecem relações entre si.

7. Os seres vivos autotróficos produzem a sua matéria orgânica a partir ...

- (A) de matéria orgânica do meio, utilizando uma fonte externa de energia.
- (B) de matéria inorgânica do meio, utilizando uma fonte externa de energia
- (C) de matéria inorgânica do meio, utilizando uma fonte interna de energia.
- (D) de matéria orgânica do meio, utilizando uma fonte interna de energia.

8. A UICN (União Internacional para a Conservação da Natureza) é constituída por organizações governamentais e não governamentais de diversos países. O seu objetivo é reunir e fornecer informação e instrumentos que permitam conciliar o progresso da humanidade eo desenvolvimento económico com a conservação da natureza e da biodiversidade. O Índice da Lista Vermelha da UICN (RLI – Red List Index) é um indicador que permite avaliar a evolução do risco de extinção de diferentes grupos de seres vivos. Um RLI = 1,0 significa que não é expectável que as espécies do grupo se extingam num futuro próximo, enquanto que um RLI = 0 equivale a que toda a espécie do grupo esteja extinta. Um valor constante de RLI ao longo do tempo indica que o risco de extinção se mantém constante.

8.1. Indique o grupo de seres vivos em que o risco de extinção tem aumentado mais rapidamente.



**8.2.** Os corais são animais que requerem condições ambientais muito específicas, no meadamente no que respeita à temperatura e não são capazes de regular a sua temperatura corporal. As aves e os mamíferos são animais homeotérmicos, ou seja, têm capacidade de regular a sua temperatura corporal de forma a que esta se mantenha constante. **Apresente uma possível explicação** para a diferença na tendência do RLI dos corais em relação ao RLI das aves e dos mamíferos, tendo em conta o aquecimento global das últimas décadas.

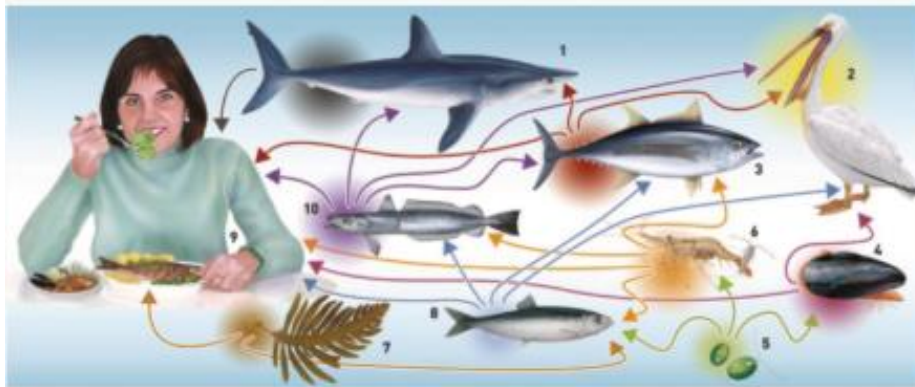
## Grupo II

O mar dos Sargaços, ao largo das Bermudas (fig. 1), é um laboratório vivo que tem fornecido informações sobre a importância dos oceanos na regulação do clima. O sargaço (género *Sargassum*) é uma alga castanha que flutua, devido à presença de pequenas estruturas com ar, e que serve de local de proteção, alimentação e reprodução para várias espécies marinhas, como caranguejos, aves e tartarugas. Pelo menos três espécies de tartarugas dependem do sargaço para sobrevivência das crias recém-nascidas, que aí encontram abrigo e alimento, até se tornarem mais capazes de se defenderem de predadores. O mar dos Sargaços tem sofrido algumas ameaças, como a pesca excessiva e a recolha das algas para consumo pelo gado. Por outro lado, desde 2011 que se verificam grandes acumulações desta alga nas Caraíbas e no México, o que afeta a qualidade das águas quando milhões de algas mortas entram em decomposição, afetando tanto as teias alimentares marinhas (fig. 2) como o turismo nessas regiões. Em 1986, foram descobertos no mar dos Sargaços *Prochlorococcus* sp., cianobactérias que poderão ser os seres fotossintéticos mais pequenos e numerosos do mundo. Atualmente, sabe-se que produzem até 20% do oxigénio existente na atmosfera. *Prochlorococcus* sp. são os seres fotossintéticos mais abundantes nos mares mais quentes, tornando-os um “peso-pesado” nas teias alimentares oceânicas e também na regulação do clima.

Baseado em <https://nationalgeographic.sapo.pt/> (adaptado)



1 | Localização do Mar dos Sargaços (<https://nationalgeographic.sapo.pt>).



2 | Exemplo de teia alimentar marinha (<https://www.ciimar.up.pt>).

Nas questões 1. a 5., seleccione a opção que completa corretamente as afirmações .

1. O Mar dos Sargaços é um exemplo de ...

- (A) um ecossistema marinho.
- (B) uma comunidade.
- (C) uma população de algas.
- (D) uma corrente oceânica.

2. *Sargassum* é um género de algas que ...

- (A) vive no fundo do oceano.
- (B) tem locomoção própria.
- (C) vive à superfície da água.
- (D) é utilizada na alimentação humana.

3. A Corrente do Golfo, que arrasta o sargaço, ...

- (A) corre de este para oeste.
- (B) dirige-se para as Antilhas.
- (C) afasta-se dos Açores.
- (D) corre de oeste para este.

4. As afirmações seguintes dizem respeito à teia alimentar oceânica representada na figura 2.

I – Os organismos 7 (algas) e 5 (fitoplâncton) são produtores.

II – O organismo 9 (ser humano) ocupa apenas o 2.º e o 3.º nível trófico.

III – O organismo 1 (tubarão) pode ser considerado consumidor de 3.ª ordem.

**Selecione a opção que avalia corretamente as afirmações I a III.**

(A) A afirmação I é verdadeira, as afirmações II e III são falsas.

(B) As afirmações I e II são verdadeiras, a afirmação III é falsa.

(C) A afirmação II é falsa, as afirmações I e III são verdadeiras.

(D) As afirmações são todas verdadeiras

5. **Faça a correspondência** correta entre as afirmações da coluna A e um dos conceitos da coluna B.

Coluna A	Coluna B
(a) <i>Prochlorococcus</i> sp. apenas é visível ao microscópio.	(1) Comunidade
(b) Os peixes e as tartarugas alimentam-se e escondem-se no sargaço.	(2) Órgão
(c) O mar dos Sargaços localiza-se em águas pouco nutritivas do Atlântico Norte e permite uma grande diversidade de relações tróficas.	(3) Organismo
	(4) Ecossistema
	(5) Biosfera

6. A cientista Penny Chisholm, que estuda as cianobactérias *Prochlorococcus* há 35 anos, mostrou-

se pouco otimista face a propostas de fertilização dos oceanos com ferro para estimular o crescimento dos produtores, com o objetivo de contribuir para a diminuição do aquecimento global. **Explique** as vantagens e desvantagens da fertilização dos oceanos, tendo em conta os dados fornecidos.

## Apêndice I - Grelha de Observação Participante

**Objetivo:** Registrar o comportamento, envolvimento e interações dos alunos durante as aulas práticas com simuladores para avaliar a sua motivação, aquisição de conhecimentos e dificuldades sentidas.

### Dados Gerais

- Data: \_\_\_\_\_
- Aluno: \_\_\_\_\_
- Simulador utilizado: \_\_\_\_\_

### Dimensões de Observação

<b>Crítérios</b>	<b>Nível de desempenho</b>	<b>Notas do Observador</b>
<b>1. Envolvimento na Atividade</b>		
1.1. Participa na exploração do simulador.		
1.2. Demonstra interesse e curiosidade na atividade.		
<b>2. Interação e Colaboração</b>		
2.1. Troca ideias e discute resultados com os colegas.		
2.2. Responde a questões do professor ou dos colegas.		
<b>3. Compreensão dos Conceitos</b>		
3.1. Relaciona a simulação com conceitos teóricos.		
3.2. Consegue interpretar os dados obtidos no simulador.		
<b>4. Dificuldades e Obstáculos</b>		
4.1. Demonstra dificuldades técnicas no uso do simulador.		
4.2. Apresenta resistência ou desmotivação na atividade.		

### Dimensões de Avaliação e Níveis de Desempenho

<b>Crítérios</b>	<b>Muito Bom (MB)</b>	<b>Bom (B)</b>	<b>Suficiente (S)</b>	<b>Insuficiente (I)</b>
<b>1. Envolvimento na Atividade</b>				
1.1 Participa na exploração do simulador.	Explora todas as funcionalidades de forma autónoma e ativa.	Explora a maioria das funcionalidades com interesse.	Explora algumas funcionalidades, mas com hesitação.	Mostra pouco interesse e participa minimamente.
1.2 Demonstra interesse e curiosidade na atividade.	Demonstra entusiasmo e faz perguntas pertinentes.	Mantém-se interessado, mas sem aprofundamento.	Participa esporadicamente quando solicitado.	Mostra desinteresse e participa pouco.
<b>2. Interação e Colaboração</b>				
2.1 Troca ideias e discute resultados com os colegas.	Partilha ideias e colabora ativamente com os colegas.	Troca ideias com alguma regularidade.	Interage esporadicamente.	Evita interagir ou discutir resultados.
2.2 Responde a questões do professor ou dos colegas.	Responde com segurança e argumenta as suas respostas.	Responde corretamente, mas sem aprofundamento.	Responde com dúvidas ou hesitações.	Evita responder ou não demonstra conhecimento.
<b>3. Compreensão dos Conceitos</b>				
3.1 Relaciona a simulação com conceitos teóricos.	Faz ligações claras e bem estruturadas.	Relaciona corretamente, mas sem muito detalhe.	Relaciona com dificuldade e alguma ajuda.	Não consegue estabelecer relações.
3.2 Consegue interpretar os dados obtidos no simulador.	Interpreta com precisão e tira conclusões corretas.	Interpreta bem, mas com algumas lacunas.	Interpreta com dificuldade e ajuda.	Não consegue interpretar os dados.

<b>Crêterios</b>	<b>Muito Bom (MB)</b>	<b>Bom (B)</b>	<b>Suficiente (S)</b>	<b>Insuficiente (I)</b>
<b>4. Dificuldades e Obstáculos</b>				
4.1 Demonstra dificuldades técnicas no uso do simulador.	Utiliza o simulador com total autonomia.	Enfrenta pequenas dificuldades, mas supera-as.	Tem dificuldades frequentes e precisa de apoio.	Não consegue utilizar o simulador sem assistência.
4.2 Apresenta resistência ou desmotiva�o na atividade.	Mostra grande motiva�o e entusiasmo.	Mant�m-se motivado e interessado.	Apresenta momentos de desmotiva�o.	Demonstra resistência e não quer participar.

## Apêndice J - Questionário

O presente questionário tem como objetivo a recolha de dados sobre a utilização de simuladores digitais como estratégia didática e o seu impacto no processo de ensino e aprendizagem. Os dados recolhidos são confidenciais, e serão utilizados para investigar este tema, no âmbito do Mestrado em Ensino da Biologia e Geologia do Instituto de Educação da Universidade de Lisboa. Este questionário não tem um carácter avaliativo. Obrigado pela colaboração e peço que respostas de forma **sincera** às seguintes questões.

### Dados pessoais

- Nome: \_\_\_\_\_
- Nacionalidade: \_\_\_\_\_
- Idade: \_\_\_\_\_

### 1. Atividade prática do simulador sobre dinâmica populacional

**1.1. Para cada afirmação, seleciona com uma cruz a opção que melhor se adequa à tua opinião.**

	Concordo totalmente	Concordo	Não concordo, nem discordo	Discordo	Discordo totalmente
a) Antes da aula, já tinha interesse pelo tema.					
b) Achei a utilização do simulador motivadora.					
c) O simulador ajudou-me a compreender melhor os conceitos abordados.					
d) Considerei o simulador fácil de navegar e compreender					

**1.2 Quais foram os aspetos do simulador que mais ajudaram na tua aprendizagem?**

*(Selecione até 3 opções que considere mais relevantes.)*

- Interatividade – A possibilidade de manipular variáveis e observar resultados em tempo real.
- Visualização de conceitos – Representação gráfica e animada dos processos estudados.
- Autonomia na aprendizagem – Capacidade de explorar os conteúdos ao próprio ritmo.
- Facilidade de navegação – Interface intuitiva e de fácil utilização.
- Feedback imediato – Respostas e correções automáticas que ajudam a perceber erros.
- Relação com a realidade – Aplicação prática dos conceitos em situações reais ou simuladas.
- Exploração experimental – Possibilidade de testar hipóteses e simular diferentes cenários.

Outra: \_\_\_\_\_

—

**1.3. Sentiste dificuldades técnicas na:**

a) **Utilização** do simulador?

*(Selecione uma opção:)* Sim  Não

b) **Interpretação** dos dados fornecidos pelo simulador?

*(Selecione uma opção:)* Sim  Não

c) Se respondeste sim a uma das questões anteriores, indica as dificuldades que sentiste.

**1.4. Avalia a tua experiência global com o simulador:** *(Selecione uma opção:)*

1  (Muito negativa)

2

3

4

5  (Muito positiva)

**1.5. Que alterações sugerias para melhorar esta atividade?**

## 2. Atividade prática do simulador de exploração da célula

2.1. Para cada afirmação, seleciona com uma cruz a opção que melhor se adequa à tua opinião.

	Concordo totalmente	Concordo	Não concordo, nem discordo	Discordo	Discordo totalmente
a) Antes da aula, já tinha interesse pelo tema.					
b) Achei a utilização do simulador motivadora.					
c) O simulador ajudou-me a compreender melhor os conceitos abordados.					
d) Considerei o simulador fácil de navegar e compreender .					

### 2.2. Quais foram os aspetos do simulador que mais ajudaram na tua aprendizagem?

(Selecione até 3 opções que consideres mais relevantes.)

- Interatividade – A possibilidade de selecionar diferentes estruturas e observar em tempo real.
- Visualização de conceitos – Representação gráfica e animada dos processos estudados.
- Autonomia na aprendizagem – Capacidade de explorar os conteúdos ao próprio ritmo.
- Facilidade de navegação – Interface intuitiva e de fácil utilização.
- Feedback imediato – Respostas e correções automáticas que ajudam a perceber erros.
- Relação com a realidade – Aplicação prática dos conceitos em situações reais ou simuladas.
- Exploração detalhada – Possibilidade de observar diferentes tipos de células e as suas estruturas em perspetiva 3D.

Outra: \_\_\_\_\_

**2.3. Sentiste dificuldades técnicas na:**

a) **Utilização** do simulador?

(*Selecione uma opção:*) Sim  Não

b) **Interpretação** dos dados fornecidos pelo simulador?

(*Selecione uma opção:*) Sim  Não

c) Se respondeste sim a uma das questões anteriores, indica as dificuldades que sentiste.

**2.4. Avalia a tua experiência global com o simulador:** (*Selecione uma opção:*)

1  (Muito negativa)

2

3

4

5  (Muito positiva)

**2.5. Que alterações sugerias para melhorar esta atividade?**

Chegaste ao fim do questionário. Agradeço o teu tempo e colaboração na resposta a estas questões. As tuas respostas serão valiosas para esta investigação e contribuirão para uma melhor compreensão do impacto dos simuladores digitais no processo de ensino e aprendizagem. Obrigado/a pela tua participação.

## Apêndice L - Classificações dos alunos nas fichas aplicadas nas atividades com simuladores

Classificações no guião de exploração do simulador sobre dinâmica populacional

questão	2	3	4	5	6		
cotação	2	6	4	4	4	20	
Aluno 1	2	5	4	4	4	19	EX
Aluno 2	2	5	4	4	4	19	EX
Aluno 3	1	5	4	2	3	15	B
Aluno 4	2	5	4	4	4	19	EX
Aluno 5	2	5	4	4	4	19	EX
Aluno 6	1	5	4	4	3	17	MB
Aluno 7	1	5	4	3	4	17	MB
Aluno 8	1	4	4	3	3	15	B
Aluno 9	1	4	4	1	3	13	SUF

Nota: a questão 1 não foi avaliada de forma sumativa, uma vez que tinha apenas o propósito de escolher, entre as opções apresentadas, a questão de investigação a ser desenvolvida.

Classificações no relatório da atividade prática de observação de células ao MOC

questão	1	2	3	4		
cotação	6	6	4	4	20	
Aluno 1	6	6	4	4	20	EX
Aluno 2	6	6	4	3	19	EX
Aluno 3	0	0	0	3	3	INS
Aluno 4	6	6	4	3	19	EX
Aluno 5	6	6	0	3	15	B
Aluno 6	6	6	3	4	19	EX
Aluno 7	3	3	2	4	12	SUF
Aluno 8	5	5	3	4	17	MB
Aluno 9	0	0	2	0	2	INS

níveis qualitativos	cotação
Excelente (EX)	18-20
Muito Bom (MB)	16-17
Bom (B)	14-15
Suficiente (SUF)	10-13
Insuficiente (INS)	0-9