

Da célula à cidade do Porto: o uso de analogia na aprendizagem por investigação no 10.º ano de escolaridade

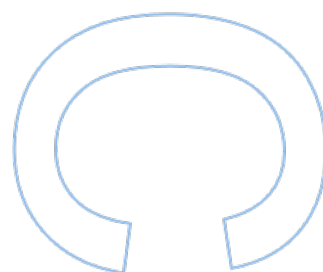
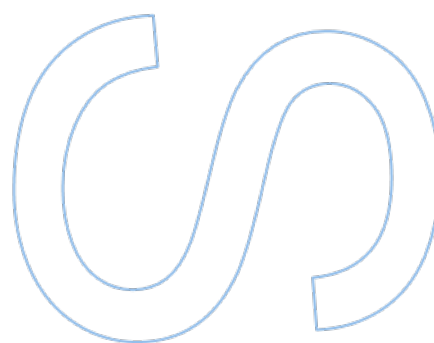
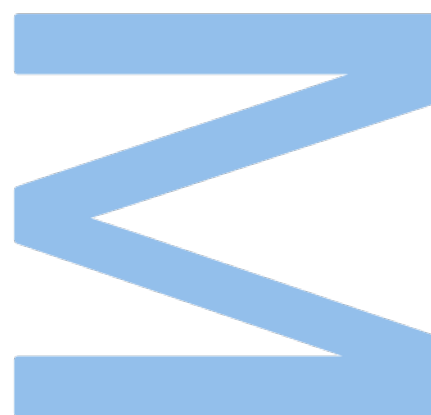
Juliana Rodrigues

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

Unidade de Ensino das Ciências

Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

2026



Da célula à cidade do Porto: o uso de analogia na aprendizagem por investigação no 10.º ano de escolaridade

Juliana Rodrigues

Relatório de estágio realizado no âmbito do Mestrado em
Ensino de Biologia e Geologia no 3º Ciclo do Ensino Básico
e no Ensino Secundário
Unidade de Ensino das Ciências
2026

Orientadora

Cecília Guerra, Professora Auxiliar, Faculdade de Ciências da
Universidade do Porto



Agradecimentos

A realização deste projeto representa muito mais do que a conclusão de uma etapa académica; é o culminar de um percurso construído com o apoio, dedicação e carinho de todos aqueles que, de uma forma ou de outra, caminharam ao meu lado.

Em primeiro lugar, agradeço profundamente aos meus pais e à minha família. Obrigada por cada palavra de incentivo, por cada gesto silencioso de apoio e por me lembrarem, diariamente, da força que carrego.

Ao meu namorado, o meu porto seguro, agradeço de forma especial. Obrigada por me ouvires, por me sustentares quando o peso das inseguranças parecia maior do que eu, e por permaneceres sempre presente nos momentos de desespero e ansiedade. A tua paciência, compreensão e amor tornaram este processo muito mais leve e possível.

Agradeço igualmente à escola que me acolheu, por abrir as suas portas e permitir que eu crescesse num ambiente de aprendizagem. À minha professora cooperante, deixo um sincero reconhecimento pela orientação e pela disponibilidade. E, de forma muito especial, agradeço aos alunos: sem eles, nada disto faria sentido. Foram eles que deram vida às aulas, que me desafiaram e que me mostraram, dia após dia, porque escolhi esta profissão.

À minha colega de estágio, Joana, obrigada pela amizade, pela partilha constante e por seres fonte de ideias, apoio e encorajamento. A tua presença tornou este percurso muito mais rico e confiante.

Agradeço à Faculdade de Ciências da Universidade do Porto e a todos os professores que contribuíram para a minha formação académica. Desde os primeiros anos de escolaridade até ao ensino superior, cada professor deixou uma marca no meu caminho, ajudando-me a construir a pessoa e a profissional que hoje me esforço por ser.

Por fim, expresso a minha gratidão especial à Professora Doutora Cecília Guerra, pela orientação, pela disponibilidade constante e pela exigência serena que me guiou a alcançar o melhor de mim. A sua dedicação e acompanhamento foram cruciais para o desenvolvimento deste trabalho e para o meu crescimento enquanto futura docente.

A todos, o meu mais sincero obrigada. Sem cada um de vós, esta etapa não teria sido possível.

Resumo

No contexto atual da educação científica, marcado pela valorização de práticas pedagógicas ativas, contextualizadas e centradas no aluno, torna-se fundamental recorrer a estratégias que facilitem a compreensão de conceitos abstratos. Neste âmbito, o Ensino Orientado para a Aprendizagem por Investigação (EOAI), articulado com o uso de analogias, constitui uma abordagem pedagógica promissora, permitindo aproximar os conteúdos científicos da realidade dos alunos e fomentar o desenvolvimento de competências essenciais, como a comunicação, autonomia e o relacionamento interpessoal.

O presente estudo teve como finalidade avaliar o impacto da sequência didática “Da célula à cidade do Porto”, baseada na articulação entre o EOAI e o uso de analogias, na compreensão da estrutura e do funcionamento da célula por alunos do 10.º ano de escolaridade. A investigação foi realizada numa escola pública do distrito do Porto, com uma amostra de 17 alunos. Metodologicamente, o estudo enquadra-se numa investigação-ação de natureza mista, com predominância qualitativa, recorrendo à observação participante, com recurso a uma grelha de observação, ao registo de um diário com notas de campo e a uma rubrica de avaliação, e à recolha documental através dos desenhos da célula, dos passaportes das células e dos testes de diagnóstico e de avaliação de conhecimentos.

Os resultados evidenciaram que a metodologia utilizada foi eficaz na aprendizagem dos conceitos relacionados com a célula e possibilitou o desenvolvimento de competências como a colaboração, a autonomia e a comunicação científica. A utilização de analogias, associada a recursos como a banda desenhada e a exploração de contextos próximos da realidade dos alunos, revelou-se particularmente eficaz na promoção de aprendizagens mais contextualizadas e motivadoras.

Contudo, o estudo apresenta algumas limitações, nomeadamente a reduzida dimensão da amostra e a curta duração da intervenção. Sugere-se, para investigações futuras, a aplicação desta abordagem em diferentes contextos educativos e a análise do seu impacto a médio e longo prazo.

Palavras-chave: aprendizagem, competências, analogias, ensino orientado para a aprendizagem por investigação, estrutura celular, banda desenhada, ensino da biologia, investigação-ação.

Abstract

In the current context of science education, marked by the growing emphasis on active, contextualized, and student-centered pedagogical practices, it becomes essential to adopt strategies that facilitate the understanding of abstract concepts. In this regard, Inquiry-Based Learning (IBL), combined with the use of analogies, represents a promising pedagogical approach, enabling the connection between scientific content and students' real-life contexts while fostering the development of key competencies such as communication, autonomy, and interpersonal skills.

This study aimed to evaluate the impact of the didactic sequence “From the Cell to the City of Porto,” based on the articulation between Inquiry-Based Learning and the use of analogies, on 10th-grade students' understanding of cell structure and function. The research was conducted in a public school in the district of Porto, involving a sample of 17 students. Methodologically, the study is framed as a mixed-methods action research project, predominantly qualitative, using participant observation, supported by an observation grid, field notes recorded in a research diary and an oral assessment rubric, as well as document analysis through students' cell drawings, learning “passports,” and diagnostic and assessment tests.

The results showed that the methodology used was effective in promoting the learning of concepts related to the cell and contributed to the development of competencies such as collaboration, autonomy, and scientific communication. The use of analogies, supported by resources such as comics and the exploration of contexts close to students' reality, proved particularly effective in promoting more contextualized and motivating learning.

However, the study presents some limitations, namely the small sample size and the short duration of the intervention. Future research should focus on applying this approach in different educational contexts and analyzing its impact in the medium and long term.

Keywords: learning, skills, analogies, inquiry-based learning, cellular structure, comics, biology teaching, action research.

Índice

Lista de Tabelas	viii
Lista de Figuras	ix
Lista de Abreviaturas	x
1. Introdução.....	1
1.1. Contexto de Investigação	1
1.2. Enquadramento Curricular.....	4
1.3. Finalidade, questão e objetivos do estudo.....	4
1.4. Motivação pessoal e profissional	6
1.5. Organização do documento.....	7
2. Enquadramento Teórico	8
2.1. Ensino da estrutura celular: desafios e potencialidades.....	8
2.2. Perspetiva de Ensino por Pesquisa.....	10
2.3. Ensino da biologia através do uso de analogias	11
2.4. Uso de Banda Desenhada no Ensino de Biologia.....	13
3. Sequência Didática “Da célula à cidade do Porto”	15
3.1. Planificação	15
3.2. Caracterização das aulas	18
3.2.1. Aula 1.....	18
3.2.2. Aula 2.....	19
3.2.3. Aula 3.....	21
4. Metodologia de Investigação	22
4.1. Paradigma, natureza e plano de investigação.....	22
4.2. Instrumentos de recolha de dados	23
4.2.1. Recolha documental	24
4.2.2. Observação participante.....	26
4.3. Técnica de análise de conteúdo	27
4.4. Normas éticas.....	28
5. Resultados e discussão	29
5.1. Resultados do teste de diagnóstico e do teste de avaliação de conhecimentos	29
5.1.1. Interpretação de resultados por grupo.....	30
5.1.2. Interpretação dos Resultados por Domínio de Conteúdo.....	31
5.2. Desenhos da estrutura celular.....	35
5.2.1. Dificuldade em compreender a organização da célula.....	35
5.2.2. Representações celulares simplificadas.....	37

5.2.3. Visão fragmentada da célula	38
5.2.4. Confusão na distinção entre células procarióticas e eucarióticas	39
5.2.5. Mistura de características de células eucarióticas animais e vegetais.....	39
5.3. Resultados da apresentação oral	40
5.4. Grelha de observação	44
5.4.1. Participação	44
5.4.2. Colaboração	44
5.4.3. Autonomia.....	45
5.4.4. Comportamento	46
6. Conclusão.....	47
6.1. Síntese conclusiva.....	47
6.2. Limitações do estudo.....	48
6.3. Sugestões para investigações futuras.....	49
Referências Bibliográficas	50
Apêndices	56
Apêndice 1: Diário da PI	56
Apêndice 2: Planificação das aulas do PII.....	57
Apêndice 3: Ficha de desenho	59
Apêndice 4: Mentimeter	60
Apêndice 5: Teste de diagnóstico e teste de avaliação de conhecimentos, disponível em: https://heyzine.com/flip-book/3df6ec2696.html	61
Apêndice 6: Apresentação multimédia, disponível em: https://heyzine.com/flip-book/49373b4005.html	62
Apêndice 7: Banda desenhada da célula procariótica, disponível em: https://heyzine.com/flip-book/ee1297f0d8.html	63
Apêndice 8: Passaporte da célula procariótica, disponível em: https://heyzine.com/flip-book/5e8dd5588f.html	64
Apêndice 9: Banda desenhada da célula eucariótica animal, disponível em: https://heyzine.com/flip-book/84a135bcd8.html	65
Apêndice 10: Passaporte da célula eucariótica animal, disponível em: https://heyzine.com/flip-book/311d81cb9d.html	66
Apêndice 11: Banda desenhada da célula eucariótica vegetal, disponível em: https://heyzine.com/flip-book/37720e2a40.html	67
Apêndice 12: Passaporte da célula eucariótica vegetal, disponível em: https://heyzine.com/flip-book/b2edafe6dc.html	68
Apêndice 13: Grelha de observação da SD	69

Apêndice 14: Diário da SD da PI	70
Apêndice 15: Declaração de Consentimento e Assentimento Informado	74
Anexos.....	75
Anexo 1: Instruções fornecidas pela coordenadora de Português Língua Não Materna (PLNM) do agrupamento	75
Anexo 2: Plano de Ação TEIP do agrupamento	76
Anexo 3: Desenhos das células, disponível em: https://heyzine.com/flip-book/e72e3cadf0.html	77
Anexo 4: Passaportes preenchidos, disponível em: https://heyzine.com/flip-book/168f1988f1.html	78
Anexo 5: Respostas dos alunos ao teste de diagnóstico e ao teste de avaliação de conhecimentos, disponível em: https://heyzine.com/flip-book/e959ed57cd.html	79

Lista de Tabelas

Tabela 1. AE, AET e PASEO do 10.º ano de escolaridade, relativos à temática a ser desenvolvida.....	4
Tabela 2. Objetivos científicos, educacionais e profissionais definidos para esta investigação.....	5
Tabela 3. Sistematização de CA relativas ao conceito de célula, aos níveis de ensino associados e estratégias pedagógicas para a sua superação.....	9
Tabela 4. Sequência didática "Da célula à cidade do Porto.....	16
Tabela 5. Técnicas e instrumentos de recolha de dados do PII.....	24
Tabela 6. Dimensões e categorias de análise dos desenhos das células.	25
Tabela 7. Objetivo e conteúdo científico de cada questão do TD e do TAC.....	26
Tabela 8. Critérios de observação utilizados ao longo da SD.....	26
Tabela 9. Critérios e níveis de desempenho utilizados na avaliação da apresentação oral dos alunos.	27
Tabela 10. Análise comparativa dos resultados obtidos no TD e no TAC.	29
Tabela 11. Taxa de sucesso e evolução do desempenho por item e domínio de conteúdo, entre o TD e o TAC.....	32
Tabela 12. Número de alunos que evidenciaram CA.....	35

Lista de Figuras

Figura 1. Guião de exploração didática da sequência didática "Da célula à cidade do Porto".....	17
Figura 2. Banda desenhada de onde partiu a investigação.	19
Figura 3. Exploração das bandas desenhadas e preenchimento dos passaportes.	20
Figura 4. Ciclo do plano IA (Adaptado de Lewin, 1946).	23
Figura 5. Evolução das classificações individuais dos alunos, por grupos.	30
Figura 6. Taxa de sucesso entre o TD e o TAC no domínio da identificação dos constituintes celulares.	32
Figura 7. Taxa de sucesso entre o TD e o TAC no domínio da célula eucariótica animal e vegetal.	33
Figura 8. Taxa de sucesso entre o TD e o TAC no domínio da célula procariótica.	34
Figura 9. Taxa de sucesso entre o TD e o TAC no domínio da identificação da função dos constituintes celulares.	34
Figura 10. Exemplo de um desenho onde o núcleo da célula destaca-se relativamente aos restantes constituintes celulares.....	36
Figura 11. Desenho onde o núcleo se encontra representado no interior do vacúolo.	36
Figura 12. Desenho sem qualquer organelo identificável.	37
Figura 13. Representação celular com organelos isolados e ausência de interações funcionais entre estruturas.	38
Figura 14. Representação celular que evidência confusão entre a célula procariótica e a célula eucariótica.	39
Figura 15. Desenho da célula que evidência uma mistura de características de células eucarióticas vegetais e animais.....	40
Figura 16. Médias das classificações obtidas nos diferentes parâmetros da apresentação oral.....	41
Figura 17. Exemplo de uma página do passaporte da célula procariótica do grupo 6.	42
Figura 18. Desempenho dos alunos no critério "Participação", ao longo da SD.....	44
Figura 19. Desempenho dos alunos no critério "Colaboração", ao longo da SD.	45
Figura 20. Desempenho dos alunos no critério "Autonomia", ao longo da SD.	45
Figura 21. Desempenho dos alunos no critério "Comportamento", ao longo da SD....	46

Lista de Abreviaturas

AE	APRENDIZAGENS ESSENCIAIS
AET	APRENDIZAGENS ESSENCIAIS TRANSVERSAIS
BD	BANDA DESENHADA
CA	CONCEÇÃO ALTERNATIVA
CTSA	CIÊNCIA, TECNOLOGIA, SOCIEDADE E AMBIENTE
DGE	DIREÇÃO GERAL DE EDUCAÇÃO
EOAI	ENSINO ORIENTADO PARA A APRENDIZAGEM POR INVESTIGAÇÃO
EPP	ENSINO POR PESQUISA
FAR	FOCUS-ACTION-REFLECTION
FCUP	FACULDADE DE CIÊNCIAS DA UNIVERSIDADE DO PORTO
IA	INVESTIGAÇÃO-AÇÃO
IPP	INICIAÇÃO À PRÁTICA PROFISSIONAL
MEBG	MESTRADO EM ENSINO DE BIOLOGIA E GEOLOGIA NO 3º CICLO DO ENSINO BÁSICO E NO ENSINO SECUNDÁRIO
ODS	OBJETIVOS PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL
PASEO	PERFIL DOS ALUNOS À SAÍDA DA ESCOLARIDADE OBRIGATÓRIA
PES	PRÁTICA DE ENSINO SUPERVISIONADA
PI	PROFESSORA INVESTIGADORA
PII	PLANO DE INVESTIGAÇÃO-INTERVENÇÃO
PLNM	PORTUGUÊS LÍNGUA NÃO MATERNA
SD	SEQUÊNCIA DIDÁTICA
TAC	TESTE DE AVALIAÇÃO DE CONHECIMENTOS
TEIP	PROGRAMA TERRITÓRIOS EDUCATIVOS DE INTERVENÇÃO PRIORITÁRIA
TD	TESTE DE DIAGNÓSTICO
TS	TAXA DE SUCESSO
TWA	TEACHING-WITH-ANALOGIES
UC	UNIDADE CURRICULAR

1. Introdução

O presente capítulo introdutório, organizado em quatro secções, apresenta o enquadramento geral do Plano de Investigação-Intervenção (PII). Num primeiro momento, descreve o contexto de investigação. De seguida, apresenta-se o enquadramento curricular da investigação, no qual se seguem a explicitação da finalidade do estudo, a formulação da questão de investigação e a definição dos objetivos a alcançar. Por fim, descrevem-se as motivações pessoais e pedagógicas que sustentaram a escolha da professora-investigadora (PI).

1.1. Contexto de Investigação

O presente relatório de estágio foi desenvolvido no âmbito da Iniciação à Prática Profissional (IPP), do Mestrado em Ensino de Biologia e Geologia no 3.º Ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário (MEBG), da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto (FCUP). Este documento resulta da conceção e da aplicação de um Plano de Investigação-Intervenção (PII) realizado com uma turma do 10.º ano, na disciplina de Biologia e Geologia, numa escola pública localizada no distrito do Porto.

A observação participante, desenvolvida pela professora-investigadora (PI) nos primeiros meses de IPP e de Prática de Ensino Supervisionada (PES), permitiu identificar uma forte heterogeneidade na turma, evidenciada nos ritmos de aprendizagem e no envolvimento dos alunos nas atividades. A turma, composta por 17 alunos entre os 15 e os 16 anos, sendo 10 do sexo feminino e 7 do sexo masculino, apresenta um clima relacional positivo, elevado interesse e participação ativa, embora com diferentes níveis de intervenção oral. A diversidade comportamental caracteriza-se por diferentes estilos de aprendizagem: alguns alunos demonstram maior facilidade na compreensão teórica, enquanto outros respondem melhor a atividades práticas e colaborativas. O trabalho em grupo mostrou-se particularmente eficaz na promoção da entreajuda e na consolidação das aprendizagens (Apêndice 1).

Importa salientar que esta turma incluía sete alunos estrangeiros: duas alunas russas e cinco alunos brasileiros. Esta diversidade cultural e linguística constituiu um desafio adicional, uma vez que as alunas que não dominavam a língua portuguesa apresentavam maiores dificuldades na compreensão dos conteúdos curriculares e na comunicação oral e escrita. Esta multiplicidade de perfis dos alunos confirma a relevância das perspetivas teóricas defendidas por Tomlinson (2014) que salientam a

importância de práticas de diferenciação pedagógica orientadas para a autonomia, a escolha informada e a resposta a diferentes níveis de complexidade cognitiva, como a diversificação do conteúdo, através de diferentes formas de apresentação da informação, a adaptação dos processos de aprendizagem recorrendo a estratégias variadas, como trabalho colaborativo ou individual, e a diversificação dos produtos, permitindo que os alunos demonstrem as suas aprendizagens de formas distintas.

Embora a escola reforce que não se deve recorrer ao inglês nas interações em sala de aula com estas alunas, de modo a promover a sua integração linguística em português (Anexo 1), a professora cooperante (PC) implementou, nas aulas de Biologia e Geologia, estratégias de trabalho colaborativo entre alunos de diferentes nacionalidades. Além disso, disponibilizou, na plataforma online da escola, o *Microsoft Teams*, com vídeos explicativos dos conteúdos curriculares em inglês, facilitando o acesso autónomo das alunas à informação científica.

Importa igualmente salientar que a escola onde decorreu a investigação integra o Programa dos Territórios Educativos de Intervenção Prioritária (TEIP¹). Neste contexto específico, a indisciplina, o insucesso e o abandono escolar são monitorizados continuamente e definem-se metas para garantir o sucesso educativo de todos os alunos (Anexo 2). Esta realidade confere particular relevância à implementação de metodologias de ensino ativas, capazes de promover a inclusão, estimular a motivação e favorecer o envolvimento dos alunos nas atividades de aprendizagem.

Ao longo da IPP e da PES, constatou-se ainda que a turma demonstrava preferência por atividades práticas, colaborativas e desafiantes, valorizando metodologias que promovam a construção ativa do conhecimento. Estas observações reforçaram a importância de adotar uma metodologia de ensino ativa, ajustada às características e necessidades individuais dos alunos.

Neste contexto, foi concebida a sequência didática (SD) intitulada “*Da célula à cidade do Porto*”, centrada no domínio da biodiversidade e na temática da célula. A proposta procurou articular a metodologia de Ensino Orientado para a Aprendizagem por Investigação (EOAI) ao uso de analogias como estratégia facilitadora da compreensão conceptual da célula. Assim, a SD foi estruturada de modo a promover o desenvolvimento de competências científicas fundamentais por meio de práticas investigativas contextualizadas e pedagogicamente diferenciadas. A SD alinha-se com

¹ TEIP – Programa de Territórios Educativos de Intervenção Prioritária. <http://www.dge.mec.pt/teip>

três Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), nomeadamente: a Saúde e Bem-Estar (ODS 3), ao contribuir para a promoção da compreensão da célula como base da vida e da saúde; a Educação de Qualidade (ODS 4), fomentando a aprendizagem criativa e interdisciplinar; e Cidades e Comunidades Sustentáveis (ODS 11), ao valorizar a cidade como um ecossistema vivo (United Nations, 2015, p. 18, 19, 24).

Esta SD assume particular relevância no âmbito da investigação em educação em Biologia, na medida em que propõe uma abordagem inovadora que integra a metodologia de EOAI ao recurso a analogias. Deste modo, procura responder a desafios amplamente reconhecidos no ensino da biologia, nomeadamente as dificuldades associadas à compreensão de conceitos abstratos, como a estrutura e o funcionamento celulares (Cachapuz et al., 2002; Manuel, 2021; Luthfyanti et al., 2024).

A revisão de literatura realizada permitiu identificar estudos relevantes sobre o uso de analogias biológicas em processos de design. Destacam-se, em particular, os trabalhos de Shu *et al.* (2011) e de Mak & Shu (2004), que aprofundam a seleção, a abstração e a transferência de fenómenos biológicos para contextos criativos. No entanto, apesar da relevância destas investigações, verifica-se que a aplicação destas abordagens ao ensino da biologia em contexto escolar continua pouco explorada na literatura científica. Esta lacuna é ainda mais evidente quando se considera a articulação explícita entre célula e cidade, apesar de Batty & Xie (1994) demonstrarem que as analogias entre células e sistemas urbanos são conceptualmente robustas e frutíferas quando adequadamente estruturadas.

Assim, a pertinência da realização deste projeto reforça-se por trazer ao ensino secundário uma abordagem inspirada nestas investigações reconhecidas, incluindo Batty & Xie (1994), e por as transpor para um contexto pedagógico, cultural e disciplinar distinto. Assim, considerou-se que, ao propor uma analogia entre a célula e a cidade do Porto, aproxima o currículo da identidade e da vivência dos alunos.

Em síntese, a escassez de estudos que integrem, em contexto escolar, analogias estruturadas, metodologias investigativas e recursos artísticos reforça a pertinência e o carácter inovador deste projeto, tanto na formação de professores quanto no desenvolvimento de práticas pedagógicas interdisciplinares e culturalmente contextualizadas.

1.2. Enquadramento Curricular

A SD alinha-se com as orientações curriculares normativas, nomeadamente as Aprendizagens Essenciais (AE) da disciplina de Biologia e Geologia (10.º ano de escolaridade) e o Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória (PASEO) (DGE, 2017; DGE, 2018) (Tabela 1).

Aprendizagens Essenciais (DGE, 2018, p.8)

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

Aprendizagens Essenciais Transversais (DGE, 2018, p.4)

- Pesquisar e sistematizar informações, integrando saberes prévios, para construir novos conhecimentos;
- Formular e comunicar opiniões críticas, cientificamente fundamentadas e relacionadas com Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA).

PASEO (DGE, 2017, p. 20)

- Informação e comunicação;
- Raciocínio e resolução de problemas;
- Relacionamento interpessoal;
- Saber científico, técnico e tecnológico.

Tabela 1. AE, AET e PASEO do 10.º ano de escolaridade, relativos à temática a ser desenvolvida.

1.3. Finalidade, questão e objetivos do estudo

Tendo em conta o exposto, desenvolveu-se um PII com a principal finalidade de avaliar o impacto da SD *“Da célula à cidade do Porto”*. Para tal, pretendeu-se dar resposta à seguinte questão de investigação:

- De que modo a metodologia de ensino orientada para a aprendizagem por investigação (EOAI), articulada com o uso de analogias, contribui para a compreensão do funcionamento da célula pelos alunos do 10.º ano de escolaridade?

Com o intuito de orientar a aplicação do PII, foram delineados objetivos: científicos, educacionais, profissionais (Tabela 2).

Tipologia	Objetivos
Científicos	▪ Compreender a célula como unidade estrutural e funcional dos seres vivos, reconhecendo a diversidade celular e os principais componentes de cada tipo celular; ▪ Distinguir células procarióticas e eucarióticas, bem como células animais e vegetais, com base nas suas características estruturais e funcionais; ▪ Relacionar os organelos celulares às respetivas funções biológicas, recorrendo à analogia entre a célula e a cidade do Porto como estratégia de aprendizagem;
Educacionais	▪ Promover aprendizagens nos alunos através do uso de analogias, permitindo-lhes compreender os conceitos relacionados com a estrutura e o funcionamento celular; ▪ Estimular a literacia científica dos alunos, incentivando-os a interpretar conceitos biológicos complexos de forma científica, artística e narrativa; ▪ Fomentar a autonomia e o trabalho colaborativo dos alunos, promovendo dinâmicas de grupo que incentivem a cooperação e a construção conjunta do conhecimento; ▪ Aproximar a ciência da cultura local, valorizando o património urbano e cultural do Porto, ao substituir a memorização passiva por aprendizagem participativa e envolvente.
Profissionais	▪ Implementar práticas pedagógicas inovadoras, recorrendo a metodologias de ensino ativas, como EOAI e o uso de analogias, que propiciem o envolvimento cognitivo e emocional dos alunos; ▪ Desenvolver uma postura reflexiva e investigativa sobre a prática docente, analisando o impacto das estratégias e recursos utilizados na SD e ajustando a intervenção pedagógica com base em evidências recolhidas no estágio; ▪ Reforçar a capacidade de planificação e avaliação das aprendizagens, ligando objetivos, estratégias e instrumentos de avaliação coerentes.

Tabela 2. Objetivos científicos, educacionais e profissionais definidos para esta investigação.

1.4. Motivação pessoal e profissional

A escolha do tema do PII decorreu da conjugação entre o interesse da PI pela biologia e a sua apreciação pessoal pela arte. A arte tem a capacidade de tornar o conhecimento mais envolvente e marcante. Desta forma, a PI valoriza a integração de elementos artísticos no quotidiano, acreditando que tudo se torna mais interessante e memorável quando há espaço para a criatividade. No contexto educativo, esta visão traduziu-se na aproximação do ensino das ciências a uma dimensão mais humana, visual e criativa. Assim, emergiu a ideia de apresentar a célula por meio da analogia com a cidade do Porto, recorrendo à banda desenhada (BD) como instrumento de mediação do conhecimento.

A PI reconhece ainda a importância de estabelecer pontes entre o currículo e o meio envolvente dos alunos. Dado que a escola se situa na cidade do Porto, considerou-se pertinente integrar elementos da realidade urbana dos alunos, tornando a aprendizagem mais contextualizada. Deste modo, a analogia entre a célula e a cidade do Porto não funciona apenas como uma estratégia, mas também como uma valorização do património local e das vivências dos alunos, ancorando o conhecimento na sua experiência.

A motivação para este projeto também está associada ao desejo da PI de se tornar uma professora que inspire curiosidade e prazer em aprender. Pretende-se que as aulas sejam espaços de descoberta e de construção de conhecimento. Para a PI, a docência deve unir rigor científico e sensibilidade estética, estimulando o raciocínio lógico, a imaginação e a emoção.

A formação académica da PI, assente numa licenciatura em Genética e Biotecnologia, teve igualmente um papel determinante na escolha deste tema. O contacto aprofundado com a biologia reforçou a vontade de explorar abordagens pedagógicas inovadoras que facilitem a compreensão de conceitos, por vezes considerados abstratos pelos alunos. Assim, o projeto constitui também uma forma de articular a identidade construída na licenciatura com a identidade docente em desenvolvimento durante o mestrado.

Ao desenvolver este PII, a PI também procurou consolidar a sua identidade profissional enquanto futura professora, conciliando a metodologia EOAI (Cachapuz *et al.*, 2002) e a arte no ensino das Ciências (Gray & Holyoak, 2021). Considera-se que isto pode contribuir para a compreensão dos conceitos científicos e para o desenvolvimento de competências transversais dos alunos, referidas no PASEO (DGE, 2017).

1.5. Organização do documento

O presente documento encontra-se organizado em seis capítulos principais. O primeiro capítulo apresenta o contexto de investigação, o enquadramento curricular que sustenta o projeto, a finalidade, a questão de investigação e os objetivos definidos, bem como as motivações pessoais e profissionais que conduziram à escolha da temática.

No segundo capítulo, procede-se à revisão da literatura relevante para o estudo, abordando os desafios associados ao ensino da estrutura celular, a Perspetiva de Ensino por Pesquisa, o uso de analogias no ensino da Biologia e a utilização da BD como recurso pedagógico.

O terceiro capítulo, descreve a proposta de intervenção pedagógica desenvolvida no âmbito deste projeto. São apresentadas a planificação da SD e a caracterização das diferentes aulas que a constituem, explicitando as estratégias, atividades e recursos utilizados.

O quarto capítulo, apresenta as opções metodológicas que orientaram o estudo, nomeadamente o paradigma, a natureza e o plano de investigação adotados, os instrumentos de recolha de dados, a técnica de análise de conteúdo e os procedimentos éticos considerados ao longo do processo investigativo.

O quinto capítulo, destina-se à apresentação, análise e interpretação dos dados recolhidos durante a implementação da SD, procurando responder à questão de investigação.

Por fim, o sexto capítulo, sintetiza os principais resultados obtidos, apresenta as implicações educativas do estudo, reflete sobre as limitações encontradas e propõe sugestões para futuras investigações nesta área.

2. Enquadramento Teórico

O presente capítulo apresenta o enquadramento teórico da intervenção desenvolvida neste relatório, organizado em quatro eixos: o ensino da estrutura celular e as dificuldades dos alunos na sua aprendizagem; a perspetiva de ensino por pesquisa; o uso de analogias no ensino da Biologia; e a banda desenhada como recurso pedagógico multimodal.

2.1. Ensino da estrutura celular: desafios e potencialidades

A compreensão da estrutura celular e dos seus organelos é fundamental na biologia, pois permite interpretar a organização e o funcionamento dos seres vivos. No entanto, por serem conteúdos conceptuais e abstratos, a sua aprendizagem torna-se difícil para os alunos. A complexidade das estruturas e a impossibilidade de observação direta dificultam a construção de representações mentais claras, originando dificuldades na relação entre forma e função, nomeadamente na teoria celular e na identificação das funções dos organelos (Luthfyanti *et al.*, 2024).

Para além da exigência cognitiva dos conteúdos, vários fatores pedagógicos influenciam a aprendizagem da estrutura celular, nomeadamente o predomínio de metodologias expositivas, a ausência de atividades laboratoriais e a utilização reduzida de recursos didáticos, o que contribui para conceções alternativas (CA) e aprendizagens superficiais dos alunos (Fauzi & Mitalistiani, 2018; Frederick-Jonah & Tobi, 2022).

A falta de atividades práticas, a complexidade terminológica e a extensão dos conteúdos reforçam o caráter abstrato da temática, dificultando a consolidação conceptual (Fauzi & Mitalistiani, 2018; Frederick-Jonah & Tobi, 2022). Estas dificuldades refletem-se no desenvolvimento de CA sobre a estrutura e o funcionamento celular, traduzidas em representações simplificadas ou incorretas da célula e na dificuldade em compreender a organização integrada dos organelos e as suas relações funcionais. Estas CA podem persistir em diferentes níveis de ensino e constituir obstáculos à aprendizagem da Biologia (Bouali *et al.*, 2022; Fuchs *et al.*, 2021).

A identificação destas CA é fundamental para adequar estratégias pedagógicas que promovam a reconstrução conceptual. A Tabela 3 apresenta as principais CA sobre o conceito de célula identificadas na literatura, os níveis de ensino em que foram observadas e as estratégias sugeridas para a sua superação.

Autor	Conceção Alternativa	Níveis onde são identificados	Estratégias propostas
Bouali et al. (2022)	Dificuldade em compreender a organização da célula, originando representações celulares desorganizadas e marcadas pela omissão ou destaque de determinadas estruturas.	Ensino secundário e ensino superior	Utilização de diagramas guiados, modelos visuais equilibrados e atividades de associação e reconstrução da célula, promovendo a compreensão das relações entre organelos e funções celulares.
	Confusão na distinção entre células procarióticas e eucarióticas, incluindo a atribuição incorreta de estruturas celulares.	Ensino secundário e ensino superior	Utilização de testes diagnósticos, atividades de confronto conceptual, comparação explícita entre tipos celulares através de tabelas e diagramas e promoção da aprendizagem ativa baseada em evidências.
Fuchs et al. (2021)	Visão fragmentada da célula, com organelos entendidos como estruturas isoladas e sem articulação funcional.	Ensino secundário e ensino superior	Utilizar estratégias de confronto conceptual e aprendizagem ativa para ajudar os alunos a compreender a célula como um sistema integrado.
Silaban et al. (2024)	Representações celulares simplificadas, com organização interna pouco estruturada.	Ensino básico e secundário	Utilização de desenhos diagnósticos seguidos de comparação com modelos científicos, promovendo a reconstrução conceptual da estrutura celular.
	Mistura de características de células eucarióticas animais e células eucarióticas vegetais.	Ensino básico e secundário	Uso de comparação visual entre células animal e vegetal e atividades de classificação de características celulares.

Tabela 3. Sistematização de CA relativas ao conceito de célula, aos níveis de ensino associados e estratégias pedagógicas para a sua superação.

Apesar destes desafios, o ensino da estrutura celular e dos seus organelos apresenta potencialidades. O recurso a materiais visuais, modelos tridimensionais, tecnologias digitais e atividades práticas favorece a compreensão de conceitos abstratos e promove o interesse e o envolvimento dos alunos. Assim, a diversificação de estratégias de ensino constitui um elemento essencial para potenciar a aprendizagem e responder às características, necessidades e níveis de preparação dos alunos, em linha com os princípios da diferenciação pedagógica (Frederick-Jonah & Tobi, 2022; Luthfyanti *et al.*, 2024; Tomlinson, 2014).

Neste contexto, torna-se relevante adotar perspectivas de ensino centradas no aluno e que valorizem a sua participação ativa na construção do conhecimento científico, surgindo neste enquadramento a Perspetiva de Ensino por Pesquisa.

2.2. Perspetiva de Ensino por Pesquisa

A perspetiva de ensino por pesquisa (EPP) surgiu da necessidade de um ensino que prepare os jovens para o mundo atual e, ao mesmo tempo, se concentre no desenvolvimento de competências dos alunos, nomeadamente conhecimentos, capacidades, atitudes e valores. A ideia central desta perspetiva de ensino é envolver os alunos de forma ativa no processo de aprendizagem, utilizando os conteúdos científicos como ferramentas (Cachapuz *et al.*, 2002).

O professor atua como facilitador nas discussões abertas, incentivando os alunos a investigar e encontrar soluções para situações complexas tal como defendem Ernst *et al.* (2017), que destacam a importância do envolvimento profundo dos alunos com problemas desafiadores e da mediação do professor para promover colaboração e construção do conhecimento (Vasconcelos *et al.*, 2003; Cachapuz *et al.*, 2002).

A perspetiva de EPP divide-se em três momentos: a problematização, o desenvolvimento das metodologias de trabalho e a avaliação terminal da aprendizagem e do ensino (Cachapuz *et al.*, 2002).

Durante a problematização, o professor inicia a aula com uma situação-problema, promovendo a interação entre o currículo intencional, os saberes prévios dos alunos e o desafio apresentado. O currículo intencional corresponde aos conceitos teóricos; os saberes dos alunos refletem o que já conhecem sobre o tema; e as situações-problema, propostas pelo professor ou emergentes dos alunos, permitem discutir questões reais e estimular o seu envolvimento (Cachapuz *et al.*, 2002).

No desenvolvimento das metodologias de trabalho, o professor pode recorrer a diferentes estratégias para explorar as questões relacionadas com os conteúdos. Nesta fase, é fundamental uma interação dinâmica entre professor e alunos, com o professor atuando como mediador, aprofundando a compreensão e promovendo a intervenção dos alunos e a discussão de ideias numa lógica de ensino que reconhece a necessidade de ajustar os processos de aprendizagem às características dos alunos (Cachapuz *et al.*, 2002; Ernst *et al.*, 2017; Tomlinson, 2014).

Na avaliação terminal da aprendizagem e do ensino, deve-se verificar se os alunos são capazes de responder às questões-problema propostas, confirmando se aplicaram os conceitos científicos (Cachapuz *et al.*, 2002). Na EPP, a avaliação é formativa e contínua e pode envolver atividades de síntese e de reflexão crítica e deve ser aplicada ao longo de todo o processo de aprendizagem (Cachapuz *et al.*, 2002).

Com o objetivo de formar jovens mais capazes de pensar criticamente e participar ativamente na sociedade, torna-se fundamental afastar-se de metodologias tradicionais centradas no professor e adotar estratégias de aprendizagem mais envolventes e contextualizadas (Duarte, 2016; Pedaste, 2015). Entre essas estratégias, destaca-se o ensino da biologia por meio de analogias.

2.3. Ensino da biologia através do uso de analogias

O uso de analogias no ensino é uma estratégia pedagógica que transfere relações de um domínio familiar para outro mais abstrato, facilitando a compreensão e a aprendizagem (Glynn & Takahashi, 1998). A analogia não é apenas um recurso ilustrativo, mas um mecanismo cognitivo que liga conhecimentos prévios a novos conteúdos, contrariando a memorização mecânica das abordagens tradicionais (Glynn & Takahashi, 1998; Harrison & Treagust, 1993; Shana & El Shareef, 2022).

Contudo, o uso de analogias mal estruturadas pode reforçar concepções erróneas, sobretudo se os alunos não forem orientados a distinguir os limites da analogia. Assim, a exploração da analogia deve ser orientada pelo professor, o que implica que este possa identificar correspondências e promover a reflexão crítica dos seus alunos sobre a validade da analogia (Harrison & Treagust, 1993; Shana & El Shareef, 2022).

Desta forma, surgiram modelos pedagógicos, como o *Teaching-With-Analogies* (TWA) e o *Focus-Action-Reflection* (FAR), que estruturam a introdução da analogia em fases sequenciais: apresentação do conceito-alvo, evocação do conceito análogo, mapeamento das semelhanças e diferenças, e síntese conclusiva (Glynn & Takahashi, 1998; Harrison & Treagust, 1993).

Segundo Glynn e Takahashi (1998), o modelo *Teaching-With-Analogies* (TWA) organiza o uso pedagógico de analogias em passos sequenciais que ajudam o aluno a relacionar um conceito novo com um domínio familiar. O processo começa com a apresentação explícita do conceito-alvo e do conceito análogo, escolhido por ser conhecido pelos alunos. Segue-se o mapeamento das suas semelhanças relevantes, bem como das

diferenças, culminando numa síntese orientada pelo professor que integra essas relações.

De acordo com Harrison e Treagust (1993), o modelo *Focus-Action-Reflection* (FAR) organiza o uso de analogias em três etapas. Na fase *Focus*, o professor seleciona a analogia e clarifica o objetivo conceptual, orientando a atenção dos alunos para o fenómeno central. Na etapa *Action*, a analogia é explorada ativamente, permitindo comparar, relacionar e discutir as correspondências entre o análogo e o conceito científico. Por fim, na fase *Reflection*, os alunos analisam criticamente os limites da analogia e avaliam a sua contribuição para a compreensão do conteúdo.

Estes modelos enfatizam a participação ativa dos alunos, que são incentivados a construir as suas próprias analogias, promovendo a autonomia cognitiva e a metacognição (Glynn & Takahashi, 1998; Paul *et al.*, 2019; Suryanda *et al.*, 2020).

A analogia também desempenha um papel motivacional relevante. Quando associada a contextos próximos à realidade dos alunos, aumenta o interesse e o envolvimento emocional, contribuindo para atitudes mais positivas em relação à disciplina (Paul *et al.*, 2019; Shana & El Shareef, 2022).

No entanto, para que os benefícios do uso pedagógico das analogias se concretizem, é imprescindível uma formação docente sólida, sendo fundamental integrar, nos processos formativos, oportunidades de análise, prática e reflexão sobre o uso pedagógico de analogias (Oliveira & Mozzer, 2023; Mozzer & Justi, 2015).

O uso de analogias constitui uma estratégia eficaz para promover a aprendizagem e facilitar a compreensão de conceitos complexos (Glynn & Takahashi, 1998). Neste enquadramento, a aplicação do ensino por analogia na biologia é particularmente relevante devido ao carácter abstrato de muitos dos seus conceitos, como processos celulares, sistemas fisiológicos e relações ecológicas.

Um estudo com alunos do ensino básico demonstrou que a criação de analogias sobre conceitos celulares promoveu a sua compreensão e aumentou o envolvimento dos alunos. A comparação dos organelos com estruturas urbanas e a discussão das limitações dessas analogias permitiram corrigir CA, como a ideia de que os organelos funcionam de forma independente ou de que uma única estrutura desempenha funções que dependem da interação de vários constituintes celulares. Os resultados evidenciaram a importância da discussão crítica das analogias para o sucesso desta estratégia (Marek, 2021).

Na fisiologia humana, o uso de analogias, como o “coração-bomba” ou os vasos “sanguíneos-estradas”, melhora o desempenho conceptual e o desenvolvimento do pensamento crítico dos alunos. Ainda assim, alguns alunos apresentam dificuldades iniciais, o que reforça a necessidade de orientação docente para evitar interpretações literais dos conceitos (Paul *et al.*, 2019).

A utilização de analogias também tem demonstrado impacto positivo na aprendizagem da ecologia. Comparações como “o ecossistema é como um supermercado” contribuíram para aprimorar as competências de análise e síntese, sobretudo quando combinadas com atividades práticas e discussões coletivas (Suryanda *et al.*, 2020).

Apesar das potencialidades, persistem desafios na utilização de analogias no ensino da biologia. Entre os principais riscos destacam-se: a tendência dos alunos a interpretar a analogia como um conceito literal; a falta de compreensão das diferenças entre alvo e análogo; e a utilização de analogias fora do contexto sociocultural do aluno, o que compromete a sua aceitabilidade (Manuel, 2021).

Assim, analogias pouco discutidas podem gerar CA, como a visualização dos cromossomas como estruturas estáticas durante a mitose (Dorji & Zam, 2024) ou a interpretação do citoplasma como um fluido imóvel e dos organelos como elementos rígidos na célula (Silaban *et al.*, 2024).

Para que o recurso à analogia seja eficaz, os professores devem seleccionar casos acessíveis e contextualizados, conhecer as ideias prévias dos alunos e orientar explicitamente a comparação, evidenciando semelhanças e discrepâncias (Manuel, 2021). Neste contexto, a utilização de estratégias complementares, como a BD, pode potenciar a compreensão dos conteúdos biológicos.

2.4. Uso de Banda Desenhada no Ensino de Biologia

A banda desenhada (BD) constitui um recurso pedagógico multimodal que combina texto e imagem, facilitando a compreensão e aumentando a motivação dos alunos. A sua dimensão visual permite aproximar conceitos científicos de situações do quotidiano, tornando a aprendizagem mais acessível e envolvente, sobretudo para alunos que apresentam dificuldades com metodologias tradicionais, o que vai ao encontro de abordagens diferenciadas que procuram responder à diversidade de perfis de aprendizagem (Wijaya *et al.*, 2021; Tomlinson, 2014).

A BD contribui para o desenvolvimento da literacia visual, do vocabulário e da gramática, além de aprimorar as competências de leitura e de escrita. Adicionalmente, este recurso tem demonstrado elevado potencial na educação e na comunicação de ciência, articulando narrativas, ilustrações e linguagem clara, o que favorece a compreensão de conteúdos científicos abstratos e estimula o interesse pela leitura e pela exploração autónoma dos conteúdos (Mota, Sá & Guerra, 2021). Contudo, existem desafios à exploração pedagógica da BD: a perceção de que se trata apenas de um recurso lúdico, a falta de familiaridade dos docentes com a BD e a necessidade de selecionar conteúdos adequados à idade e ao contexto cultural (Wijaya *et al.*, 2021).

No ensino das ciências, a BD tem-se mostrado eficaz na promoção da curiosidade e da construção ativa de conceitos, sobretudo quando integrada a abordagens investigativas. Para tal, é essencial que apresente representações visuais claras, linguagem acessível e situações realistas (Koutníková, 2017). A sua natureza narrativa favorece o envolvimento dos alunos, orienta a compreensão e sustenta o interesse (Faria, Valente & Torres, 2024).

Especificamente no ensino de biologia, diversos estudos mostram que a BD é eficaz na simplificação de processos complexos, melhorando o desempenho académico, a atitude dos alunos face à disciplina e favorecendo as aprendizagens. Também em temas como a gestão de resíduos, a BD revelou-se eficaz, promovendo o desenvolvimento de competências científicas, consciência ambiental e atitudes positivas relativamente à sustentabilidade (Casumpang & Enteria, 2019; Samosa, 2021).

Entre as vantagens da BD destacam-se a simplificação de conceitos abstratos, a motivação dos alunos e a contextualização dos conteúdos (Samosa, 2021). Contudo, a escassez de materiais para tópicos avançados, o risco de utilização inadequada e a necessidade de garantir o rigor científico e a adequação etária exigem uma utilização criteriosa. Assim, a BD deve complementar, e não substituir, as estratégias tradicionais, evitando simplificações suscetíveis de originar erros conceptuais (Faria *et al.*, 2024).

Em síntese, a BD representa um recurso versátil e eficaz no ensino, promovendo a compreensão conceptual, a motivação e a aprendizagem ativa. A sua eficácia depende de uma implementação intencional, planeada e articulada com outras estratégias, constituindo uma importante aliada na promoção do sucesso educativo.

3. Sequência Didática “Da célula à cidade do Porto”

Neste capítulo será apresentada a SD “Da célula à cidade do Porto”, bem como a respetiva planificação e caracterização das aulas. Esta proposta procura transformar o estudo da célula numa experiência criativa, alinhada com os princípios da perspetiva de EPP.

3.1. Planificação

A planificação constitui uma etapa estruturante do processo educativo, permitindo ao professor organizar, antecipar e refletir sobre a sua prática pedagógica, numa lógica de intencionalidade e de coerência didática (Duarte & Moreira, 2019). No âmbito do presente PII, esta etapa assumiu particular relevância, orientando a definição dos objetivos, a seleção dos conteúdos, a escolha dos recursos e a distribuição temporal das atividades, bem como a articulação entre ensino, aprendizagem e avaliação (Contreras et al., 2020; Oliveira et al., 2018).

Para este PII, foi realizada a planificação da SD, contemplando as etapas seguidas ao longo da sua implementação. A planificação foi desenvolvida para três aulas, duas teóricas (100 minutos cada) e uma prática (150 minutos) (Apêndice 2). Para facilitar a compreensão global da SD, foi elaborada a Tabela 4, que sintetiza os seus aspetos essenciais.

A SD desenvolvida evidencia aproximações aos modelos pedagógicos TWA e FAR, ao estruturar o ensino em torno da exploração de analogias entre a célula e a cidade do Porto. Procurou-se mobilizar os conhecimentos prévios dos alunos, introduzir progressivamente a analogia, promover a exploração ativa e organizar momentos de sistematização e reflexão sobre as aprendizagens. Em particular, a organização das atividades aproxima-se da lógica do modelo FAR, ao integrar fases de focalização, ação e reflexão. Simultaneamente, a utilização da analogia como estratégia central de mediação conceptual incorpora princípios do modelo TWA, embora a explicitação dos limites da analogia pudesse ser mais aprofundada, de forma a prevenir possíveis CA dos alunos (Glynn & Takahashi, 1998; Harrison & Treagust, 1993).

Aulas	Duração	Breve descrição	Recursos Didáticos
Aula 1	100 minutos (50' + 50')	- Realização do desenho de uma célula; - Apresentação de uma questão através do <i>Mentimeter</i>; - Aplicação de um teste de diagnóstico; - Exploração da apresentação multimédia; - Apresentação da BD de onde vai partir a investigação; - Formação de seis grupos de trabalho.	- Ficha de desenho (Apêndice 3); <i>Mentimeter</i> (Apêndice 4); - Teste de diagnóstico (Apêndice 5); - Apresentação multimédia (Apêndice 6); - Banda desenhada (Figura 2);
Aula 2	150 minutos (50' + 50' + 50')	- Exploração das diferentes estações de aprendizagem, correspondentes à célula procariótica, distribuídas pela sala de aula; - Preenchimento do passaporte da célula procariótica; - Exploração das diferentes estações de aprendizagem, correspondentes à célula eucariótica animal, distribuídas pela sala de aula; - Preenchimento do passaporte da célula eucariótica animal; - Exploração das diferentes estações de aprendizagem, correspondentes à célula eucariótica vegetal, distribuídas pela sala de aula; - Preenchimento do passaporte da célula eucariótica vegetal. - Sorteio de um tipo celular a cada grupo de trabalho;	- Banda desenhada, correspondente à célula procariótica (Apêndice 7); - Passaporte correspondente à célula procariótica (Apêndice 8); - Banda desenhada, correspondente à célula eucariótica animal (Apêndice 9); - Passaporte correspondente à célula eucariótica animal (Apêndice 10); - Banda desenhada, correspondente à célula eucariótica vegetal (Apêndice 11); - Passaporte correspondente à célula eucariótica vegetal (Apêndice 12);
Aula 3	100 minutos (50' + 50')	- Apresentação do passaporte, correspondente ao tipo celular sorteado, por cada grupo de trabalho; - Realização do teste de avaliação de conhecimentos.	Teste de avaliação de conhecimentos (Apêndice 5).

Tabela 4. Sequência didática "Da célula à cidade do Porto.

A planificação assumiu também um carácter reflexivo e adaptativo, permitindo à PI ajustar o decurso das aulas às necessidades emergentes dos alunos. Esta flexibilidade revelou-se essencial numa turma marcada por ritmos de aprendizagem heterogéneos e por diversidade cultural e linguística, reforçando a importância de uma planificação dinâmica e aberta à melhoria contínua (Barroso, 2013).

Neste enquadramento, foi concebido um guião de exploração destinado a apoiar a implementação da SD “Da célula à cidade do Porto”, servindo de instrumento orientador para a condução das diferentes etapas das aulas. O guião apresenta a organização das atividades, os objetivos de cada momento de exploração, as orientações para a mediação pedagógica e as estratégias de acompanhamento dos alunos ao longo da investigação (Figura 1).



Figura 1. Guião² de exploração didática da sequência didática "Da célula à cidade do Porto".

A planificação integrou o EOAI como metodologia central, cujos princípios orientaram a progressão das atividades, promovendo a formulação de questões, a exploração orientada, a análise crítica da informação e a construção de explicações fundamentadas (Pedaste et al., 2015; Bada & Olusegun, 2015). Em coerência com esta abordagem, o guião contemplou momentos de ativação de conhecimentos prévios, de exploração e

² disponível para consulta em <https://heyzine.com/flip-book/ef9e434046.html>

de sistematização, recorrendo a recursos multimodais, como a BD e a analogia entre a célula e a cidade do Porto.

O guião contemplou igualmente estratégias de diferenciação pedagógica e instrumentos de avaliação contínua. Neste enquadramento, a PI assumiu um papel de facilitadora, preparando materiais, organizando dinâmicas colaborativas e assegurando a intencionalidade dos momentos de diagnóstico, exploração e sistematização.

3.2. Caracterização das aulas

3.2.1. Aula 1

A primeira aula da SD enquadra-se na fase de problematização, na qual o professor parte de uma situação-problema para despertar o interesse dos alunos e ativar os seus conhecimentos prévios sobre o tema, promovendo a sua participação e reflexão inicial (Cachapuz et al., 2002).

Esta aula iniciou-se com a realização do desenho de uma célula, atividade que permitiu explorar as representações mentais dos alunos e mobilizar os seus conhecimentos prévios sobre a estrutura celular e os seus constituintes (Apêndice 3).

De seguida, foi apresentada uma questão através da ferramenta digital *Mentimeter*, promovendo a participação ativa da turma e estimulando a reflexão inicial sobre o conceito de célula (Apêndice 4).

Posteriormente, foi aplicado um teste de diagnóstico (TD), com o objetivo de identificar os conhecimentos prévios dos alunos relativamente à célula, aos seus constituintes e às respetivas funções, permitindo ao professor ajustar as estratégias de ensino às necessidades da turma (Apêndice 5).

A aula prosseguiu com a exploração de uma apresentação multimédia, na qual foram introduzidos conceitos fundamentais relacionados com a estrutura e o funcionamento celular, promovendo também a participação oral dos alunos (Apêndice 6).

Seguidamente, foi apresentada a BD que serviria de ponto de partida para a investigação a desenvolver ao longo da SD (Figura 2).



Figura 2. Banda desenhada de onde partiu a investigação.

A partir da sua análise, os alunos começaram a compreender a analogia estabelecida entre a célula e a cidade do Porto, formulando hipóteses e discutindo possíveis relações entre os constituintes celulares e os elementos urbanos representados.

Por fim, foram formados seis grupos de trabalho pela PI, heterogéneos em termos de género e de aproveitamento, que se mantiveram ao longo das aulas seguintes, promovendo o trabalho colaborativo e a discussão de ideias entre os alunos.

3.2.2. Aula 2

A segunda aula enquadrou-se na fase de desenvolvimento das metodologias de trabalho, na qual se promoveu a exploração dos conteúdos por meio de estratégias ativas, com o professor assumindo o papel de mediador, incentivando a discussão, a investigação e a construção do conhecimento pelos alunos (Cachapuz et al., 2002; Ernst et al., 2017).

Esta aula foi dedicada à exploração aprofundada dos diferentes tipos de células, por meio de um conjunto de estações de aprendizagem distribuídas pela sala de aula. Cada estação incluiu uma BD em que uma célula interagiu com um elemento característico do Porto. A partir dessa analogia, os alunos foram desafiados a responder a questões orientadoras que estabeleceram a relação entre o elemento da cidade e o organelo celular correspondente.

A aula iniciou-se com a exploração das estações dedicadas à célula procariótica. Nesta fase, os alunos analisaram os materiais disponibilizados, discutiram em grupo as características estruturais e funcionais deste tipo celular e responderam às questões presentes na BD (Apêndice 7). Para investigarem essas questões, os alunos recorreram a sites fornecidos pela PI e ao manual escolar, aprofundando e validando as informações necessárias. Em seguida, registaram no respetivo passaporte o organelo associado ao elemento da cidade, incluindo as respetivas funções e características (Apêndice 8). Após o preenchimento, cada grupo dirigiu-se à PI para verificar a informação e validá-la com um carimbo. Só após a validação puderam avançar para a estação seguinte (Figura 3).

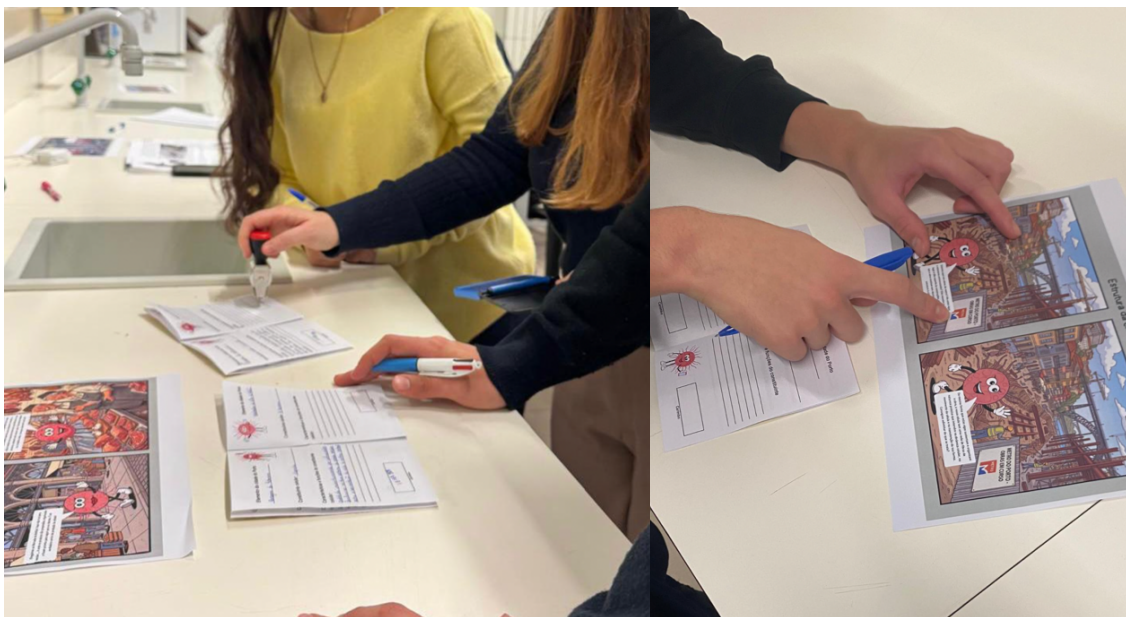


Figura 3. Exploração das bandas desenhadas e preenchimento dos passaportes.

Conforme progrediram na atividade, os alunos construíram um passaporte completo da célula procariótica, reunindo de forma organizada a informação essencial sobre cada organelo. Esta estratégia permitiu sistematizar os conhecimentos adquiridos e promover a autonomia dos alunos no processo de aprendizagem.

Posteriormente, os alunos seguiram o mesmo método para explorarem as estações da célula eucariótica animal (Apêndice 9 e 10) e, numa fase final, às estações da célula eucariótica vegetal (Apêndice 11 e 12), preenchendo os respetivos passaportes.

Ao longo de toda a sessão, a BD funcionou como fio condutor da aprendizagem, facilitando a compreensão das analogias entre estruturas celulares e elementos da cidade do Porto. Esta abordagem promoveu a integração de conhecimentos, apoiou a compreensão de conteúdos mais abstratos e contribuiu para uma aprendizagem mais contextualizada.

No final da aula, foi ainda realizada uma sistematização global dos conteúdos no quadro, por meio da construção de uma tabela de síntese. Esta tabela incluía uma coluna com os constituintes celulares e três colunas adicionais correspondentes aos diferentes tipos celulares. Com base nesta organização, os alunos foram desafiados, em primeiro lugar, a identificar a função de cada constituinte celular e, posteriormente, a indicar em que tipos de células este se encontrava presente. Esta atividade permitiu consolidar e relacionar os conhecimentos adquiridos ao longo da sessão. Por fim, foi realizado um sorteio atribuindo a cada grupo um dos tipos celulares trabalhados, com o objetivo de preparar a apresentação do respetivo passaporte na aula seguinte.

3.2.3. Aula 3

A terceira aula enquadrou-se na fase de avaliação terminal da aprendizagem e do ensino, na qual se procurou verificar se os alunos foram capazes de mobilizar e aplicar os conceitos científicos trabalhados ao longo da SD (Cachapuz et al., 2002).

Esta aula iniciou-se com a apresentação, por parte de cada grupo, do respetivo passaporte, previamente elaborado na aula anterior. Cada grupo explicou as características do tipo celular em estudo e as analogias estabelecidas com os elementos da cidade do Porto. Este momento promoveu a comunicação científica, o uso de linguagem científica adequada e a partilha de conhecimentos entre os alunos. Durante as apresentações, o professor orientou a discussão e esclareceu dúvidas.

A aula terminou com a aplicação do teste de avaliação de conhecimentos (TAC), cujo objetivo foi avaliar as aprendizagens desenvolvidas ao longo de toda a SD (Apêndice 5). Este instrumento permitiu comparar os resultados com os do TD, analisando a evolução dos alunos e a eficácia das estratégias de ensino implementadas.

4. Metodologia de Investigação

O presente capítulo descreve a metodologia adotada nesta investigação, dividindo-se em quatro secções fundamentais. Inicialmente, apresentam-se o paradigma, a natureza e o plano de investigação. Seguidamente, expõem-se os instrumentos de recolha de dados utilizados. No terceiro ponto, detalha-se a técnica de análise de conteúdo. Por fim, explicitam-se as normas éticas que orientaram todo o processo investigativo.

4.1. Paradigma, natureza e plano de investigação

Este projeto enquadra-se numa investigação de natureza mista, predominantemente qualitativa, uma vez que combina a recolha e análise de dados qualitativos e quantitativos, atribuindo maior relevância à compreensão aprofundada dos fenómenos educativos e dos significados construídos pelos participantes (Creswell & Plano Clark, 2018). A componente qualitativa assume particular destaque, procurando compreender os fenómenos educativos a partir dos significados que os participantes atribuem às suas experiências e práticas (Bogdan & Biklen, 1994).

A investigação assenta num paradigma sócio-crítico, que acrescenta uma dimensão transformadora ao encarar a investigação como instrumento de ação e mudança educativa. Dado o propósito abrangente e transformador da prática pedagógica, este paradigma revela-se particularmente adequado (Guba & Lincoln, 1994; Rodrigues, 2021).

O plano de investigação-ação (IA) articula investigação, reflexão e intervenção para melhorar as práticas educativas. Caracteriza-se por um processo cíclico de identificação do problema, planificação, intervenção, avaliação e reformulação (Lewin, 1946). No presente projeto será desenvolvido apenas um ciclo de IA, mantendo os princípios de continuidade, reflexão e melhoria que caracterizam esta abordagem (Coutinho, 2011; Lewin, 1946).

A etapa de identificação do problema corresponde ao reconhecimento e análise de uma situação concreta que requer compreensão ou melhoria. Segue-se a planificação, fase em que se definem estratégias fundamentadas para responder ao problema, estruturando a ação de forma intencional. A intervenção operacionaliza essas estratégias em contexto real, permitindo testar as ações delineadas. Posteriormente, a avaliação implica recolher e analisar as evidências resultantes da intervenção, de modo a compreender os seus efeitos. Por fim, a reformulação decorre da reflexão crítica sobre

os resultados, o que permite ajustes na prática. Na Figura 4 está representado o ciclo do plano IA.



Figura 4. Ciclo do plano IA (Adaptado de Lewin, 1946).

No contexto da formação de professores, o plano IA tem sido valorizado por promover autoconsciência profissional, articular teoria e prática e permitir compreender a complexidade das escolas numa lógica de desenvolvimento contínuo (Rodrigues, 2021).

Entre as potencialidades da IA destaca-se a aproximação entre investigação e prática, conciliando a produção de conhecimento com a resolução de problemas concretos. A IA promove a reflexão crítica e práticas pedagógicas mais fundamentadas, reforçando o rigor da recolha e análise de dados através do envolvimento ativo dos participantes (Moreira *et al.*, 2021; Pardal & Lopes, 2011).

Contudo, a IA apresenta limitações. A sua natureza cíclica exige tempo e disponibilidade, e a proximidade entre investigador e participantes, embora seja uma força, pode levantar questões de enviesamento e neutralidade. Deste modo, a sua aplicação requer rigor ético e atenção às responsabilidades inerentes a investigações que envolvam seres humanos (Moreira *et al.*, 2021; Pardal & Lopes, 2011).

Assim, o projeto possibilita uma compreensão aprofundada das dinâmicas educativas, enquanto promove mudanças intencionais e sustentadas na prática pedagógica.

4.2. Instrumentos de recolha de dados

A recolha de dados é uma etapa essencial da investigação, requerendo instrumentos adequados aos objetivos do estudo e favorecendo a triangulação metodológica para assegurar a fiabilidade e robustez da análise (Moreira *et al.*, 2021; Sá *et al.*, 2021). Apesar das limitações, estes instrumentos exigem planeamento rigoroso, validação prévia e análise crítica contínua (Carmo & Ferreira, 2008; Coutinho, 2011).

A recolha documental incluiu os desenhos das células, as respostas ao TD e ao TAC e os passaportes das células. A observação participante incluiu o preenchimento de uma grelha de observação, de um diário de campo e da rubrica de avaliação da apresentação oral (Tabela 5).

Recolha de dados		Análise de dados	
Técnica	Instrumento	Dados	Técnica
Observação participante	Grelha de observação	Grelha preenchida	Análise de conteúdo
	Diário da SD da PI	Notas de campo	
	Rubrica de avaliação da apresentação oral	Grelha preenchida	
Recolha documental	Teste diagnóstico e teste de avaliação de conhecimentos	Respostas dos alunos aos testes	
	Desenhos da célula	Desenhos dos alunos	
	Passaportes das células	Preenchimento dos passaportes pelos alunos	

Tabela 5. Técnicas e instrumentos de recolha de dados do PII.

4.2.1. Recolha documental

A recolha documental baseou-se na análise de documentos produzidos no âmbito da investigação, permitindo aceder a informação já existente (Sá et al., 2021). Foram analisados os desenhos das células realizados pelos alunos (Apêndice 3), o TD e o TAC (Apêndice 5) e os passaportes preenchidos ao longo da SD (Apêndices 8, 10 e 12). Os desenhos permitiram identificar as CA dos alunos sobre a célula e os passaportes acompanharam a SD, promovendo a compreensão dos conceitos abordados. Estes documentos encontram-se reunidos nos Anexos 3 e 4, respetivamente.

A análise dos desenhos dos alunos baseou-se em categorias definidas a partir das CA sobre a célula (Bouali et al., 2022; Fuchs et al., 2021; Silaban et al., 2024), apresentadas na Tabela 6.

Dimensão	Categoria	Descrição
Organização estrutural da célula	Dificuldade em compreender a organização da célula.	Desenhos com distribuição desorganizada dos constituintes celulares, omissão de estruturas relevantes ou destaque excessivo de determinadas estruturas.
	Representações celulares simplificadas.	Desenhos com reduzido número de estruturas celulares, organização interna pouco estruturada ou ausência de detalhes fundamentais.
Compreensão funcional da célula	Visão fragmentada da célula.	Organelos representados como estruturas isoladas, sem evidências de articulação funcional entre os constituintes celulares.

Identificação e classificação celular	Confusão entre células procarióticas e eucarióticas.	Atribuição incorreta de constituintes celulares característicos de células procarióticas e eucarióticas.
	Mistura de características de células eucarióticas animais e vegetais.	Representação simultânea de características exclusivas de células animais e vegetais na mesma célula.

Tabela 6. Dimensões e categorias de análise dos desenhos das células.

O TD e o TAC, sendo idênticos, permitiram comparar os resultados obtidos antes e após a intervenção, uma vez que se espera a ocorrência de alterações no desempenho dos participantes. As respostas dos alunos ao TD e ao TAC estão compiladas no Anexo 5.

A Tabela 7 apresenta os objetivos das questões do TD e do TAC e os respetivos conteúdos científicos. A distribuição das questões procurou assegurar uma avaliação abrangente das AE relativas ao tema da célula, permitindo analisar a identificação e distinção entre tipos celulares e a compreensão das funções das suas estruturas.

Questão	Tipologia	Objetivo	Conteúdos
1	Fechada	Identificar e nomear corretamente as principais estruturas das células procariótica, eucariótica animal e eucariótica vegetal.	Identificação dos constituintes celulares.
2.1.		Verificar o conhecimento dos alunos sobre a constituição básica da célula e a identificação do citoplasma.	
2.2.		Avaliar a capacidade de distinguir características de células procarióticas e eucarióticas e reconhecer estruturas celulares comuns.	Célula eucariótica animal e célula eucariótica vegetal.
2.3.		Verificar o conhecimento dos alunos sobre a organização do material genético nas células procarióticas.	Célula procariótica.
2.4.		Avaliar o conhecimento sobre as diferenças entre células vegetais e animais e as funções de estruturas celulares específicas.	Função dos constituintes celulares.
2.5.		Identificar o conhecimento dos alunos sobre estruturas das células procarióticas e as respetivas funções.	Célula procariótica.
2.6		Avaliar a capacidade de reconhecer organelos em comum nas células eucarióticas animais e vegetais.	Célula eucariótica animal e célula eucariótica vegetal.
2.7.		Verificar a compreensão das características das células procarióticas e eucarióticas e da função do citoesqueleto.	Célula procariótica.

3.		Avaliar a capacidade de relacionar organelos celulares com as suas respetivas funções.	Função dos constituintes celulares.
4.		Verificar a capacidade dos alunos em distinguir os organelos que se encontram em comum ou não nas células eucarióticas animais e vegetais.	Célula eucariótica animal e célula eucariótica vegetal.

Tabela 7. Objetivo e conteúdo científico de cada questão do TD e do TAC.

4.2.2. Observação participante

A observação constitui uma das técnicas mais utilizadas na investigação em ciências sociais, permitindo a recolha de dados através da análise direta e do registo sistemático dos comportamentos dos participantes do estudo (Cohen et al., 2017). O seu principal propósito consiste em recolher informação detalhada e abrangente sobre características previamente definidas dos indivíduos observados (Price et al., 2017).

Neste estudo, será utilizada a observação participante. Para isso, foi construída uma grelha de observação que foi preenchida pela PI durante a SD (Apêndice 13). Para esta grelha foram definidos os critérios de avaliação que constam na Tabela 8.

Critérios	Níveis de desempenho
Participação	Muito frequente
	Frequente
	Pouco frequente
Colaboração	Muito colaborativo
	Colaborativo
	Pouco colaborativo
Autonomia	Muito autónomo
	Autónomo
	Pouco autónomo
Comportamento	Muito adequado
	Adequado
	Pouco adequado

Tabela 8. Critérios de observação utilizados ao longo da SD.

As notas de campo complementam este registo, permitindo recolher detalhes relevantes, que estão compiladas no diário da PI. Os diários produzidos ao longo da implementação da SD estão disponíveis no Apêndice 14.

Adicionalmente, foi construída uma rubrica de avaliação da apresentação oral dos alunos, com critérios e níveis de desempenho previamente definidos (Tabela 9). Este instrumento permitiu avaliar, de forma objetiva, as competências evidenciadas pelos alunos durante a apresentação dos conhecimentos desenvolvidos ao longo da SD.

Critérios	Níveis de desempenho	
Rigor Científico e Domínio do Conteúdo	Muito Bom (17-20)	Informação cientificamente correta e completa. Explicação dos principais constituintes celulares e das suas funções.
	Bom (14-16)	Informação maioritariamente correta. Identificação dos principais organelos e das suas funções essenciais.
	Suficiente (10-13)	Informação com algumas imprecisões científicas. Explicação superficial ou incompleta.
	Insuficiente (0-9)	Informação incorreta ou muito incompleta e fraco domínio do conteúdo.
Organização e clareza da apresentação	Muito Bom (17-20)	Apresentação bem estruturada. Organização das ideias de forma lógica e coerente.
	Bom (14-16)	Apresentação com uma estrutura adequada, com pequenas falhas na organização.
	Suficiente (10-13)	Apresentação pouco clara e sequência de ideias pouco lógica.
	Insuficiente (0-9)	Apresentação desorganizada e difícil de acompanhar.
Comunicação Oral e Postura	Muito Bom (17-20)	Fala audível e segura. Boa postura e contacto visual. Não lê integralmente os apontamentos. Demonstra confiança e domínio do tema.
	Bom (14-16)	Voz adequada. Lê pontualmente, mas demonstra compreensão do tema.
	Suficiente (10-13)	Leitura frequente. Demonstra alguma hesitação ou insegurança.
	Insuficiente (0-9)	Leitura integral. Voz inaudível ou discurso muito hesitante. Demonstra pouco domínio do tema.

Tabela 9. Critérios e níveis de desempenho utilizados na avaliação da apresentação oral dos alunos.

4.3. Técnica de análise de conteúdo

A análise de conteúdo constitui uma técnica central na investigação educacional e social, permitindo descrever e interpretar, de forma sistemática, diferentes tipos de mensagens. Para Bardin (1977), trata-se de um conjunto de procedimentos objetivos e inferenciais que transforma o conteúdo bruto das comunicações em dados organizados.

Nesta linha, Vala (1986) entende a análise de conteúdo como uma técnica que permite formular inferências baseadas numa lógica explícita, a partir de mensagens previamente identificadas e sistematizadas. Envolve uma dimensão descritiva, que pode recorrer à quantificação ou não, e uma dimensão interpretativa orientada para a compreensão dos significados. Assim, articula o rigor descritivo com a profundidade analítica.

Segundo Bardin (1977), a análise de conteúdo desenvolve-se em três etapas fundamentais. A pré-análise corresponde à preparação do trabalho: leitura inicial dos documentos, definição de objetivos, delimitação do corpus e seleção de hipóteses e

indicadores. Esta fase visa organizar o material e clarificar o percurso metodológico, garantindo a pertinência e a representatividade do corpus.

Na fase seguinte, a exploração do material, consiste nas operações de codificação e categorização. Esta etapa constitui o núcleo operativo da técnica, permitindo transformar materiais brutos num sistema organizado de informação, identificar padrões e evidenciar significados relevantes para o estudo (Bardin, 1977).

A última fase corresponde ao tratamento, à inferência e à interpretação dos resultados, em que os dados categorizados são submetidos a métodos analíticos para clarificar significados e articular os resultados com o quadro teórico. Trata-se da etapa interpretativa, que produz uma leitura sustentada do fenómeno estudado (Bardin, 1977).

Assim, a análise de conteúdo conceptualizada por Bardin, aprofundada por Vala e operacionalizada por Amado, constitui uma técnica metodológica robusta que alia rigor, sistematicidade e sensibilidade interpretativa (Amado, 2000; Bardin, 1977; Vala, 1986).

4.4. Normas éticas

A investigação em contextos educativos requer o cumprimento de princípios éticos que assegurem a proteção dos participantes, especialmente dos menores. A participação deve ser voluntária e informada, através do Consentimento Informado dos encarregados de educação e do Assentimento Informado dos alunos (Cohen *et al.*, 2017; Rodrigues, 2021; Shields *et al.*, 2024). Devem ainda ser garantidos a confidencialidade, o anonimato e o direito de desistência sem prejuízo para os participantes (Dockett & Perry, 2011).

A integridade do processo investigativo também é garantida pela atuação de comités de ética, responsáveis por avaliar a conformidade dos projetos com as normas legais e deontológicas (Caetano, 2019; Cohen *et al.*, 2017).

Para a realização deste estudo, foi submetido um pedido de parecer à Comissão de Ética da FCUP, contemplando o projeto de investigação a desenvolver, bem como os documentos de Consentimento Informado e Assentimento Informado (Apêndice 15). Após a emissão de parecer favorável, com a referência CE2025/p643097, procedeu-se à recolha dos consentimentos junto dos encarregados de educação e dos assentimentos junto dos alunos, respetivamente.

5. Resultados e discussão

Neste capítulo apresentam-se e discutem-se os principais resultados obtidos ao longo da implementação da SD. Inicialmente, procede-se à análise dos resultados do TD e do TAC, seguida da análise dos desenhos da célula realizados pelos alunos, com o objetivo de identificar CA e dificuldades evidenciadas ao longo do processo de aprendizagem. Por fim, realiza-se a análise da avaliação das apresentações orais e da grelha de observação aplicada durante as atividades.

5.1. Resultados do teste de diagnóstico e do teste de avaliação de conhecimentos

Nesta secção, procede-se, numa primeira fase, à análise global dos resultados obtidos no TD e no TAC, aplicados respetivamente antes e após a implementação da SD, com o objetivo de avaliar a evolução das aprendizagens dos participantes. Posteriormente, será realizada uma análise mais detalhada, grupo a grupo e por dimensão, tendo em conta as respetivas questões. A discussão incidirá sobre o progresso evidenciado ao longo do processo de ensino e aprendizagem, tendo como referência a AE (DGE, 2018, p. 8). As respostas foram analisadas e classificadas com base em critérios previamente definidos pela PI e pela sua orientadora, recorrendo a uma escala de 0 a 20.

Para avaliar o impacto da intervenção pedagógica, procedeu-se à comparação dos resultados obtidos no TD e no TAC (Tabela 10).

	TD (n=17)	TAC (n=17)
Média	4,45	13,54
Desvio Padrão	2,44	4,54
Erro Padrão	0,59	1,10
Nota Mínima	1	3
Nota Máxima	8,6	19
Classificações positivas (≥ 10)	0	14
Classificações negativas (<10)	17	3

Tabela 10. Análise comparativa dos resultados obtidos no TD e no TAC.

De modo geral, os dados evidenciam uma evolução no desempenho dos participantes. Verifica-se um aumento expressivo da média das classificações, que passou de 4,45 no TD para 13,54 no TAC, o que corresponde a uma diferença de 9,09.

Relativamente à dispersão dos resultados, observa-se um aumento do desvio padrão, que passou de 2,44 no TD para 4,54 no TAC, indicando maior variabilidade dos resultados no momento final da avaliação. No entanto, importa referir que esta maior dispersão ocorre em simultâneo com um aumento acentuado da média, o que sugere uma melhoria global do desempenho apesar da heterogeneidade dos resultados finais.

O erro-padrão aumentou de 0,59 para 1,10, o que acompanha o aumento do desvio-padrão. Este aumento é esperado, dado que o erro-padrão depende diretamente do desvio-padrão e do tamanho amostral, mantendo-se constante este último.

A análise dos valores extremos evidencia igualmente uma evolução positiva dos resultados. A classificação mínima aumentou de 1 para 3 valores, enquanto a classificação máxima evoluiu de 8,6 para 19 valores, o que demonstra que a melhoria ocorreu tanto entre os participantes com menor desempenho quanto entre aqueles que já apresentavam melhores resultados. Este padrão é corroborado pela distribuição das classificações, verificando-se uma transição de um cenário inicial em que todas as classificações eram negativas, para um contexto final em que se registaram 14 classificações positivas e apenas 3 classificações negativas.

5.1.1. Interpretação de resultados por grupo

Complementarmente, procedeu-se à avaliação da evolução individual de cada estudante, organizada em grupos de trabalho, cujos resultados encontram-se sistematizados na Figura 5.



Figura 5. Evolução das classificações individuais dos alunos, por grupos.

Nos grupos 1 e 2, ambos os alunos registaram progressos, traduzidos por aumentos expressivos nas classificações obtidas. O Grupo 3 apresenta igualmente uma tendência global de melhoria, embora se verifique um aluno que manteve a classificação. Relativamente ao Grupo 4, todos os alunos melhoraram o seu desempenho,

observando-se aumentos particularmente expressivos em dois dos três elementos do grupo. De igual modo, nos Grupos 5 e 6, verificou-se uma evolução positiva generalizada entre todos os participantes, ainda que com amplitudes diferentes.

De forma global, a maioria dos participantes (94,1%), correspondente a 16 alunos, melhorou o seu desempenho entre o TD e o TAC, verificando-se, em alguns casos, aumentos superiores a 10 pontos. Registou-se apenas uma situação de manutenção da classificação, não tendo sido identificados casos de regressão ou diminuição da nota no momento final de avaliação. Importa, contudo, salientar que, apesar da evolução positiva observada, três alunos mantiveram classificações inferiores a 10 no TAC.

5.1.2. Interpretação dos Resultados por Domínio de Conteúdo

Para a análise dos resultados obtidos no TD e no TAC, recorreu-se à taxa de sucesso (TS), permitindo uniformizar a comparação entre itens de natureza distinta (questões de escolha múltipla e questões de resposta parcialmente estruturada).

O cálculo da TS foi adaptado ao tipo de cotação de cada item:

- Itens de Cotação Total: Nas questões de escolha múltipla (Q2.1 a Q2.7), a TS corresponde à percentagem de alunos que selecionaram a opção correta em relação ao total da amostra.
- Itens de Cotação Parcial: Nas questões de legenda, associação ou correspondência (Q1, Q3 e Q4), foi utilizado o Índice de Aproveitamento Médio, calculado pelo quociente entre a soma das pontuações obtidas pelos alunos e a pontuação máxima possível para a turma. Esta abordagem permitiu captar níveis intermédios de desempenho, o que reflete progressos parciais na aquisição de conhecimentos.

A evolução apresentada corresponde à variação em pontos percentuais (p.p.) entre o TD e o TAC, permitindo identificar os ganhos de aprendizagem em cada domínio de conteúdo (Tabela 11).

	Cotação	Taxa de sucesso no TD	Taxa de sucesso no TAC	Evolução (p.p.)
Identificação dos constituintes celulares				
Q1	Parcial	17,7%	73,5%	55,8
Q2.1	Total	58,8%	70,6%	11,8
Célula eucariótica animal e vegetal				
Q2.2	Total	23,5%	64,7%	41,2
Q2.6	Total	17,6%	64,7%	47,1

Q4	Parcial	40%	80%	40
Célula procariótica				
Q2.3	Total	23,5%	64,7%	41,2
Q2.5	Total	5,9%	88,2%	82,3
Q2.7	Total	11,7%	70,6%	58,9
Função dos constituintes celulares				
Q2.4	Total	29,4%	52,9%	23,5
Q3	Parcial	17,6%	55,3%	37,7

Tabela 11. Taxa de sucesso e evolução do desempenho por item e domínio de conteúdo, entre o TD e o TAC.

5.1.2.1. Identificação dos constituintes celulares

Este domínio incidu sobre o reconhecimento e a identificação dos constituintes celulares. A análise dos resultados evidencia uma grande evolução na questão 1 (Q1), com um aumento de 55,8 p.p. entre o TD e o TAC. Relativamente à questão 2.1 (Q2.1), verificou-se uma evolução mais moderada, correspondente a um aumento de 11,8 p.p., sendo que a TS no TD já apresentava um valor relativamente elevado (Figura 6).

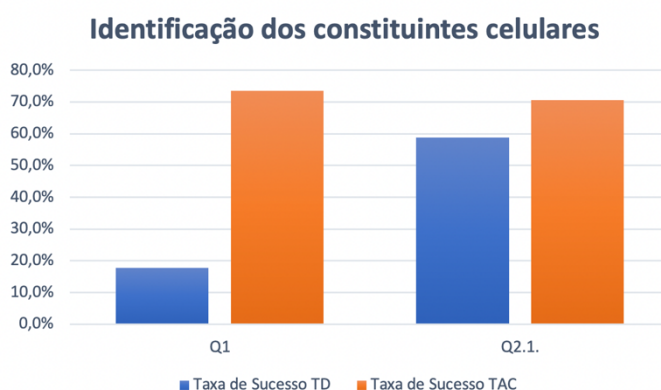


Figura 6. Taxa de sucesso entre o TD e o TAC no domínio da identificação dos constituintes celulares.

Os resultados obtidos sugerem que os alunos já possuíam conhecimentos prévios relativamente aos constituintes celulares, particularmente no que respeita aos conteúdos avaliados na Q2.1. Contudo, a evolução observada na Q1 indica uma melhoria na capacidade de identificar organelos em representações esquemáticas, evidenciando maior familiarização com as estruturas celulares.

5.1.2.2. Célula eucariótica animal e célula eucariótica vegetal

Neste domínio, observaram-se ganhos consistentes nas diferentes questões analisadas, evidenciando uma evolução conceptual na distinção entre células eucarióticas animais e células eucarióticas vegetais.

Relativamente à questão 2.2 (Q2.2), verificou-se um aumento da TS de 23,5% no TD para 64,7% no TAC, o que corresponde a uma evolução de 41,2 p.p. De igual modo, a questão 2.6 (Q2.6) apresentou evolução, registando-se um aumento de 17,6% para

64,7% na TS, o que corresponde a um ganho de 47,1 p.p. A questão 4 (Q4) destacou-se igualmente pelos resultados obtidos, atingindo uma TS de 80% no TAC, correspondente a um aumento de 40 p.p. relativamente ao TD (Figura 7).

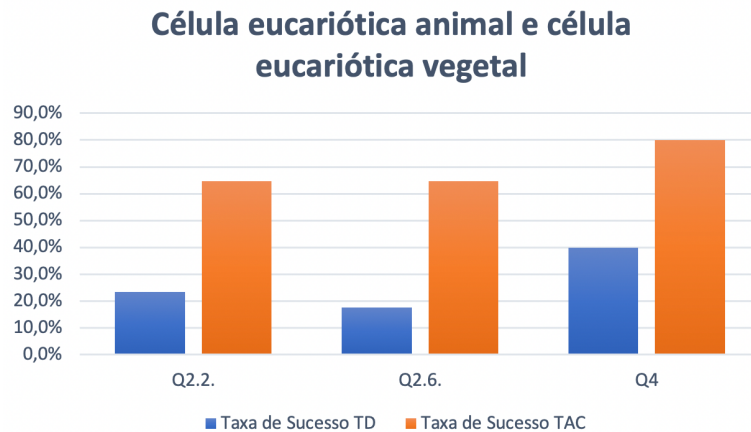


Figura 7. Taxa de sucesso entre o TD e o TAC no domínio da célula eucariótica animal e vegetal.

Os resultados obtidos sugerem que, no momento inicial da avaliação, os alunos evidenciaram dificuldades na identificação das características distintivas das células eucarióticas animais e vegetais, revelando uma compreensão ainda pouco estruturada das diferenças entre ambos os tipos celulares.

A evolução observada no TAC indica uma consolidação conceptual, particularmente no que diz respeito à identificação de estruturas específicas, como os cloroplastos e os centríolos, o que demonstra uma compreensão mais integrada e cientificamente adequada das características associadas a cada tipo de célula.

5.1.2.3. Célula procariótica

Este domínio evidenciou a evolução mais expressiva entre o TD e o TAC, refletindo uma grande melhoria nas aprendizagens relacionadas com a célula procariótica.

Relativamente à questão 2.3 (Q2.3), verificou-se um aumento da TS de 23,5% para 64,7%, o que corresponde a uma evolução de 41,2 p.p. A questão 2.5 (Q2.5) destacou-se de forma particularmente evidente, apresentando a maior variação em todo o instrumento de avaliação. A TS evoluiu de 5,9% no TD para 88,2% no TAC. Também a questão 2.7 (Q2.7) apresentou uma evolução bastante expressiva, com aumento da TS de 11,7% para 70,6%, o que corresponde a um ganho de 58,9 p.p. (Figura 8).

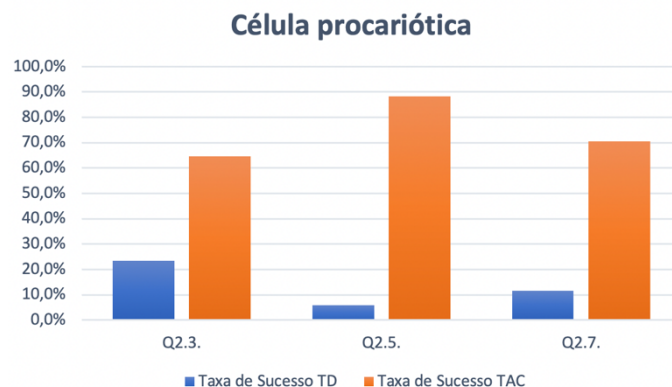


Figura 8. Taxa de sucesso entre o TD e o TAC no domínio da célula procariótica.

De forma global, os resultados deste domínio evidenciam uma clara consolidação conceptual relativamente às características e organização das células procarióticas, sugerindo que a intervenção pedagógica contribuiu significativamente para a desconstrução de CA e para o desenvolvimento de aprendizagens cientificamente mais adequadas.

5.1.2.4. Função dos constituintes celulares

Neste domínio, verificou-se uma evolução positiva em ambas as questões analisadas, embora as TS obtidas no TAC tenham se mantido moderadas quando comparadas às dos restantes domínios.

Na questão 2.4 (Q2.4), a TS aumentou de 29,4% no TD para 52,9% no TAC, o que corresponde a uma evolução de 23,5 p.p. Por sua vez, na questão 3 (Q3), registou-se um aumento de 17,6% para 55,3%, o que representa um ganho de 37,7 p.p. Apesar da melhoria evidente, ambas as questões apresentaram valores finais inferiores aos observados noutros domínios analisados (Figura 9).

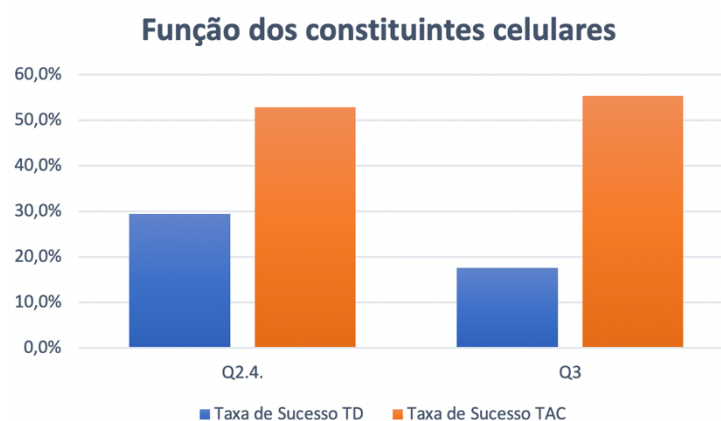


Figura 9. Taxa de sucesso entre o TD e o TAC no domínio da identificação da função dos constituintes celulares.

Os resultados obtidos indicam que as aprendizagens relacionadas com a função das estruturas celulares apresentaram níveis de desempenho inferiores aos observados nos restantes domínios avaliados. A compreensão deste conteúdo requer que os alunos estabeleçam relações entre a estrutura e a função dos constituintes celulares, mobilizando formas de pensamento mais complexas e uma visão integrada do funcionamento da célula. Apesar disso, registaram-se melhorias nas TS entre o TD e o TAC, sugerindo que a SD contribuiu positivamente para a compreensão destes conteúdos.

5.2. Desenhos da estrutura celular

A análise qualitativa dos desenhos realizados pelos alunos teve como base as CA apresentadas na Tabela 3 do capítulo de enquadramento teórico. Com base nessas categorias, procedeu-se à análise dos 17 desenhos recolhidos, identificando-se as representações que evidenciavam características associadas às diferentes CA descritas pelos autores.

A Tabela 12 sintetiza as principais CA identificadas nos desenhos analisados, indicando o número de alunos que evidenciaram características associadas a cada uma das categorias definidas.

Conceção alternativa	Nº de alunos
Dificuldade em compreender a organização da célula.	15
Representações celulares simplificadas.	11
Visão fragmentada da célula.	5
Confusão entre células procarióticas e eucarióticas.	2
Mistura de características de células eucarióticas animais e vegetais.	2

Tabela 12. Número de alunos que evidenciaram CA.

5.2.1. Dificuldade em compreender a organização da célula

Esta foi a CA mais frequente, identificada em 15 dos desenhos analisados. De modo geral, os alunos demonstraram dificuldades na compreensão da organização global da célula e na representação coerente dos diferentes organelos. Diversos desenhos apresentavam um carácter abstrato, sugerindo que os alunos reconheciam a existência de estruturas no interior da célula, mas sem evidenciar uma compreensão clara da sua identificação ou organização. Em muitos casos, os organelos eram representados por formas indefinidas, o que dificultava a sua interpretação.

Em alguns casos, os alunos representaram apenas o núcleo e a membrana celular, omitindo a maioria dos restantes organelos. Este padrão poderá indicar que estas estruturas são mais facilmente reconhecidas pelos alunos, enquanto outros constituintes celulares apresentam menor saliência conceptual ou uma compreensão menos consolidada. Verificaram-se também situações em que determinadas estruturas surgiam excessivamente destacadas, sobretudo o núcleo, representado com dimensões desproporcionais em relação aos restantes constituintes celulares (Figura 10).

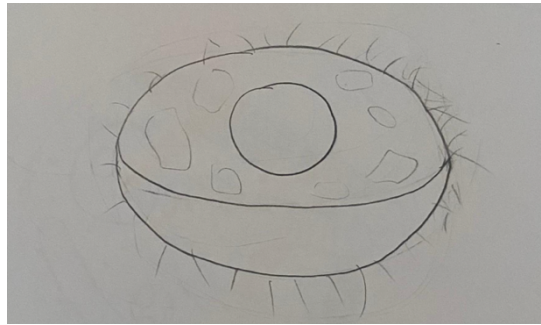


Figura 10. Exemplo de um desenho onde o núcleo da célula destaca-se relativamente aos restantes constituintes celulares.

Alguns desenhos evidenciaram ainda erros na disposição espacial dos organelos. Num dos casos analisados, o núcleo foi representado no interior do vacúolo, o que demonstra dificuldades na compreensão da organização interna da célula vegetal (Figura 11).

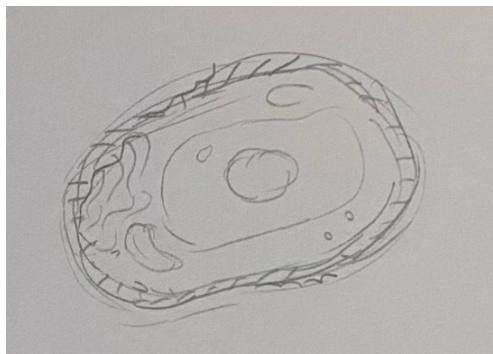


Figura 11. Desenho onde o núcleo se encontra representado no interior do vacúolo.

Esta dificuldade observada nos desenhos corresponde com os resultados obtidos no TD, particularmente na questão Q1, relativa à identificação dos constituintes celulares, cuja TS foi de apenas 17,7%. A representação desorganizada dos organelos e a omissão de estruturas relevantes sugerem que muitos alunos apresentavam dificuldades na identificação e localização dos constituintes celulares. Após a implementação da SD, a TS desta questão aumentou para 73,5%, apontando para uma melhoria das aprendizagens associadas a este domínio.

Estes resultados corroboram o descrito por Bouali *et al.* (2022), que referem que os alunos tendem a construir representações celulares desequilibradas, marcadas pela omissão ou pelo destaque excessivo de determinadas estruturas.

5.2.2. Representações celulares simplificadas

Esta CA foi identificada em 11 dos desenhos analisados. As representações produzidas pelos alunos caracterizaram-se frequentemente por uma simplificação excessiva da estrutura celular, traduzida na representação de um número reduzido de organelos.

Em diversos desenhos, os alunos limitaram-se a representar a membrana celular e o núcleo, sem incluir estruturas como o retículo endoplasmático, o complexo de Golgi, os ribossomas ou as mitocôndrias. Em alguns casos, apesar de existir uma tentativa de representar o interior celular, os organelos surgiam sem uma diferenciação clara. Verificaram-se também desenhos extremamente esquemáticos, constituídos apenas por formas circulares ou linhas simples, revelando uma compreensão pouco consolidada da complexidade estrutural da célula. Num dos desenhos analisados, foi representado apenas um conjunto de representações circulares sem qualquer organelo identificável (Figura 12).

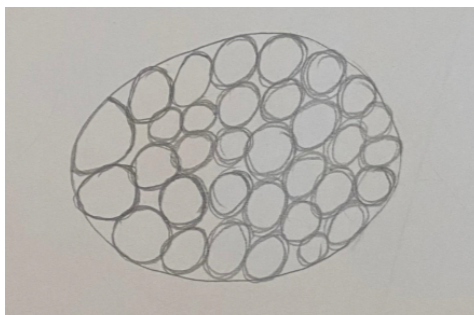


Figura 12. Desenho sem qualquer organelo identificável.

A simplificação excessiva observada nos desenhos sugere uma compreensão pouco desenvolvida da diversidade de constituintes celulares presentes nas células. Esta dificuldade é igualmente evidenciada pelos resultados do TD na questão Q1, verificando-se uma melhoria substancial no TAC, sugerindo que os alunos passaram a reconhecer um maior número de estruturas celulares e a compreender melhor a organização interna da célula.

Estes resultados estão em consonância com Silaban *et al.* (2024), que referem que os alunos tendem a produzir representações internas pouco estruturadas, frequentemente marcadas por simplificações excessivas ou pela omissão de elementos relevantes da organização celular.

5.2.3. Visão fragmentada da célula

Esta CA foi identificada em 5 dos desenhos analisados. Os alunos que evidenciaram esta dificuldade demonstraram alguma capacidade de representar diferentes organelos celulares, mas sem compreender a célula como um sistema integrado.

Em vários desenhos, os organelos apareciam dispersos no citoplasma como elementos independentes, sem qualquer organização funcional aparente. Alguns alunos representaram diversas estruturas celulares, mas estas apareciam isoladas, sem continuidade estrutural.

Num dos desenhos analisados, observou-se a inclusão de um grande número de organelos, alguns dos quais dificilmente identificáveis ou inexistentes, sugerindo que o aluno poderá reconhecer diferentes estruturas celulares, mas não compreende claramente as suas relações (Figura 13).

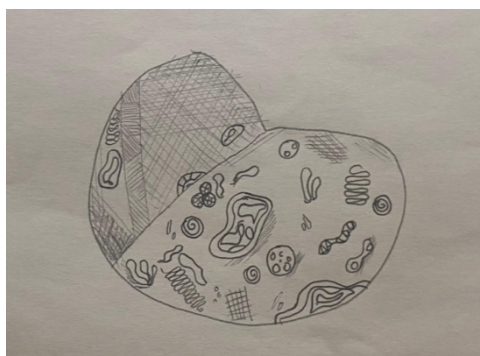


Figura 13. Representação celular com organelos isolados e ausência de interações funcionais entre estruturas.

A representação dos organelos como estruturas isoladas sugere dificuldades na compreensão da célula como um sistema integrado, constituído por estruturas que desempenham funções complementares. Esta dificuldade encontra paralelismo nos resultados do TD relativos à função dos constituintes celulares (Q2.4 e Q3), que apresentaram TS de 29,4% e 17,6%, respetivamente. No TAC verificou-se uma melhoria nestas questões, com TS de 52,9% e 55,3%. Estes resultados, analisados em conjunto com os dados provenientes dos desenhos, sugerem uma evolução na compreensão dos constituintes celulares e das suas funções.

Estes resultados corroboram os de Fuchs *et al.* (2021), que relatam que muitos alunos interpretam os organelos como entidades isoladas, sem compreender a célula como um sistema funcional integrado, reforçando a necessidade de utilizar estratégias de confronto conceptual e de aprendizagem ativa para promover uma compreensão da célula enquanto sistema integrado.

5.2.4. Confusão na distinção entre células procarióticas e eucarióticas

Esta CA foi observada em 2 dos desenhos analisados. Os alunos demonstraram dificuldades na distinção entre células procarióticas e eucarióticas, ao representar simultaneamente estruturas características de ambos os tipos celulares.

Num dos casos analisados, o aluno desenhou uma célula aparentemente procariótica, incluindo fímbrias e estruturas semelhantes ao nucleóide, mas representou um núcleo delimitado, o que evidencia uma compreensão pouco consolidada das diferenças entre células procarióticas e eucarióticas. Estas representações sugerem que os alunos reconhecem determinados constituintes celulares, mas apresentam dificuldades na correta associação dessas estruturas aos diferentes tipos celulares (Figura 14).

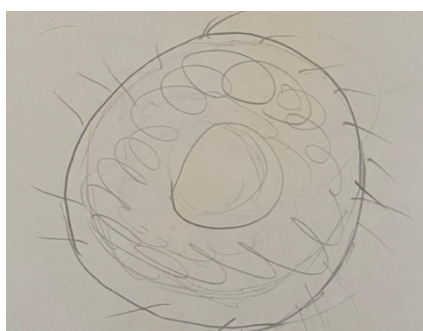


Figura 14. Representação celular que evidência confusão entre a célula procariótica e a célula eucariótica.

As dificuldades observadas nos desenhos são consistentes com os resultados obtidos no TD para as questões relacionadas com a célula procariótica (Q2.3, Q2.5 e Q2.7), cujas TS variaram entre 5,9% e 23,5%. Estes resultados sugerem que os alunos apresentavam uma compreensão pouco consolidada das diferenças estruturais entre células procarióticas e eucarióticas. No TAC verificou-se uma evolução muito expressiva, com TS entre 64,7% e 88,2%, sugerindo uma melhoria da compreensão das diferenças estruturais entre células procarióticas e eucarióticas.

Estes resultados corroboram os de Bouali *et al.* (2022), que identificam dificuldades na diferenciação entre células procarióticas e eucarióticas, salientando a importância da utilização de testes diagnósticos, de atividades de confronto conceptual, da comparação explícita entre tipos celulares através de tabelas e da promoção da aprendizagem ativa.

5.2.5. Mistura de características de células eucarióticas animais e vegetais

Esta CA foi identificada em 2 dos desenhos analisados. Os alunos evidenciaram dificuldades na distinção entre células eucarióticas animais e vegetais, ao combinarem

características estruturais típicas de ambos os tipos celulares numa mesma representação.

Num dos desenhos analisados, o aluno desenhou uma célula circular contendo cloroplastos, mas sem outros elementos distintivos de células vegetais (Figura 15).



Figura 15. Desenho da célula que evidencia uma mistura de características de células eucarióticas vegetais e animais.

A presença simultânea de características de células animais e vegetais na mesma representação encontra correspondência nos resultados do TD relativos à distinção entre estes dois tipos celulares. As questões Q2.2, Q2.6 e Q4 apresentaram TS de 23,5%, 17,6% e 40%, respetivamente, evidenciando dificuldades na identificação das estruturas características de cada tipo celular. No TAC observaram-se melhorias, com TS de 64,7% nas questões Q2.2 e Q2.6 e de 80% na questão Q4, sugerindo uma melhor compreensão das diferenças entre células eucarióticas animais e vegetais.

Estes resultados sugerem dificuldades na identificação das características específicas dos diferentes tipos de células eucarióticas, corroborando as conclusões de Silaban *et al.* (2024).

5.3. Resultados da apresentação oral

A avaliação das apresentações orais, centrada na partilha do “Passaporte da Célula”, permitiu analisar o desenvolvimento de competências associadas à comunicação, à organização do discurso e à mobilização de conhecimentos científicos. Para apoiar este processo, foi elaborada uma rubrica de avaliação das apresentações orais, permitindo uma avaliação mais estruturada e criteriosa do desempenho dos alunos (Tabela 9).

De forma global, os resultados evidenciam um desempenho positivo da turma nos três parâmetros avaliados, verificando-se médias superiores a 15 valores em todos os critérios (Figura 16).

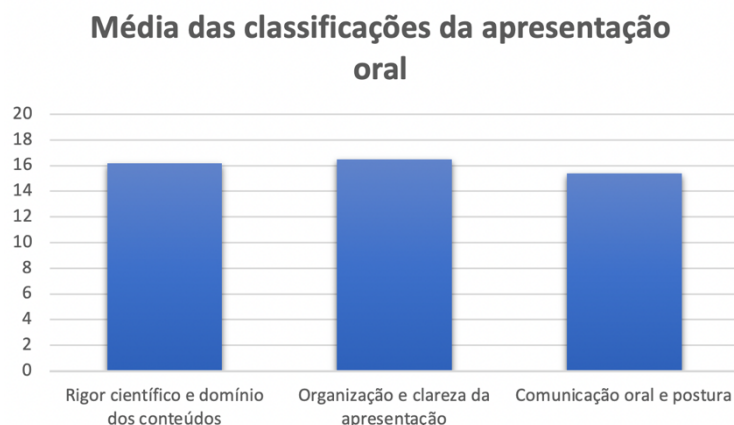


Figura 16. Médias das classificações obtidas nos diferentes parâmetros da apresentação oral.

No parâmetro relativo ao rigor científico e domínio dos conteúdos, a média obtida foi de 16,2 valores. Durante as apresentações, observou-se que os alunos utilizaram, de forma globalmente adequada, terminologia científica específica e demonstraram compreensão dos conteúdos abordados.

A utilização das analogias estudadas revelou-se particularmente relevante, ao facilitar a compreensão de conceitos abstratos através de elementos do quotidiano, como a associação do núcleo celular à Câmara Municipal, da parede celular às Muralhas Fernandinas e da mitocôndria a uma central elétrica, contribuindo para uma aprendizagem mais contextualizada. Estes resultados evidenciam o desenvolvimento da competência de saber científico, técnico e tecnológico prevista no PASEO, bem como a capacidade de aplicar conhecimentos em diferentes contextos.

Para complementar esta análise, procedeu-se igualmente à análise dos passaportes celulares elaborados pelos alunos ao longo da SD. Os registos produzidos evidenciaram, de forma geral, uma identificação correta dos constituintes celulares e das respetivas funções nos três tipos de células estudadas. Verificou-se igualmente que os alunos conseguiram reconhecer adequadamente estruturas comuns aos diferentes tipos celulares. Os passaportes evidenciaram ainda uma compreensão globalmente adequada das funções desempenhadas pelos diferentes organelos, refletindo a consolidação dos conteúdos explorados nas estações de aprendizagem. Importa salientar que todos os registos foram validados durante a atividade, assegurando que a informação presente nos passaportes era cientificamente correta (Figura 17).

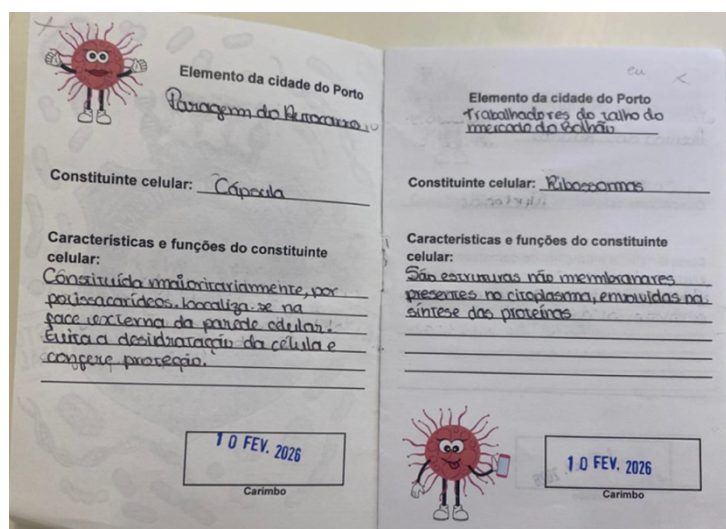


Figura 17. Exemplo de uma página do passaporte da célula procariótica do grupo 6.

Relativamente ao parâmetro organização e clareza, registou-se a média mais elevada dos três domínios avaliados, 16,5 valores (Figura 16). Os resultados demonstram que os alunos conseguiram estruturar as apresentações de forma lógica e coerente, organizando adequadamente a informação essencial.

A estrutura orientadora fornecida por meio do “Passaporte da Célula” parece ter desempenhado um papel importante neste processo, atuando como suporte à organização sequencial das ideias. De um modo geral, os alunos evidenciaram capacidade de comunicar a informação de forma clara e compreensível, o que reflete igualmente o desenvolvimento de competências associadas à organização do discurso.

No parâmetro de comunicação e postura, a média obtida foi de 15,4 valores (Figura 16). Durante as apresentações orais, observou-se diferenças em termos de expressividade, fluidez discursiva, projeção de voz e interação com o público. Alguns alunos demonstraram maior segurança e autonomia na comunicação oral, enquanto outros revelaram dependência excessiva de apontamentos escritos ou dificuldades associadas à exposição oral. Apesar destas diferenças, a maioria dos alunos conseguiu transmitir os conteúdos essenciais de forma adequada, demonstrando progressos nas competências de comunicação, autonomia e relacionamento interpessoal.

Para complementar a interpretação dos resultados obtidos nas apresentações orais, foram igualmente considerados os desenhos realizados pelos alunos na primeira aula. A análise destes registos revelou dificuldades iniciais na representação e identificação de estruturas celulares, contrastando com o domínio dos conteúdos evidenciado

posteriormente nas apresentações orais. Esta diferença sugere uma evolução das aprendizagens relacionadas com a temática da célula ao longo da SD.

Para além disso, os registos constantes do diário da PI corroboram igualmente esta evolução (Apêndice 14). Na primeira aula, verificou-se que muitos alunos apenas recordavam alguns termos associados à temática da célula, como núcleo, mitocôndria, cloroplasto ou citoplasma, mas revelavam dificuldades em explicar as respetivas funções ou em identificar corretamente os tipos celulares em que estes constituintes estavam presentes. Durante a segunda aula, observou-se uma progressiva apropriação dos conceitos científicos, facilitada pela exploração das estações de aprendizagem e pelas analogias estabelecidas com elementos da cidade do Porto. As notas de campo evidenciam que os alunos foram gradualmente compreendendo as funções dos diferentes organelos e mobilizando essa informação na construção dos passaportes celulares. Finalmente, na terceira aula, os alunos demonstraram maior segurança na utilização da terminologia científica e na explicação das características dos diferentes tipos celulares, aspeto igualmente refletido nas apresentações orais realizadas.

Desta forma, a triangulação entre os passaportes celulares, os desenhos produzidos pelos alunos e os registos do diário da professora investigadora sugere que a SD contribuiu para uma evolução progressiva das aprendizagens relacionadas com a temática da célula, corroborando os resultados observados nas apresentações orais.

Em termos globais, o desempenho evidenciado pelos alunos nas apresentações orais demonstra não só uma compreensão adequada dos conteúdos científicos abordados, mas também a capacidade de mobilizar esses conhecimentos em contextos de comunicação e partilha. Os resultados obtidos apontam igualmente para o desenvolvimento de competências previstas no PASEO, nomeadamente nos domínios da comunicação, do saber científico, técnico e tecnológico e do relacionamento interpessoal.

Embora se tenham verificado diferenças individuais no desempenho oral, particularmente ao nível da comunicação e da postura, o conjunto dos resultados evidencia um impacto globalmente positivo da SD, refletido na qualidade das apresentações realizadas, no envolvimento demonstrado pelos alunos ao longo da atividade e na consolidação das aprendizagens associadas à temática da célula.

5.4. Grelha de observação

A análise do envolvimento dos alunos ao longo da intervenção pedagógica baseou-se na observação sistemática de quatro critérios fundamentais: participação, colaboração, autonomia e comportamento, cujos resultados estão sintetizados na grelha de observação (Apêndice 13).

5.4.1. Participação

Verifica-se que a maioria dos alunos apresenta níveis elevados de participação, predominando o nível de desempenho “muito frequente”. A análise da Figura 18 evidencia que grande parte da turma participou de forma regular e ativa nas atividades propostas. Estes resultados sugerem um envolvimento globalmente positivo dos alunos ao longo da implementação da SD.

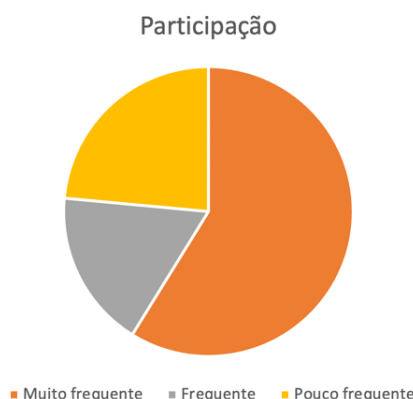


Figura 18. Desempenho dos alunos no critério "Participação", ao longo da SD.

As evidências recolhidas a partir das observações corroboram esta tendência (Apêndice 14). Alguns alunos destacaram-se pelo elevado envolvimento demonstrado nas diferentes tarefas desenvolvidas. Por outro lado, os casos de participação menos frequente surgem associados a momentos de desatenção ou menor envolvimento nas atividades, o que evidencia alguma heterogeneidade na participação da turma.

Em geral, os resultados indicam que a SD promoveu um contexto favorável à participação ativa dos alunos, contribuindo para um maior envolvimento nas atividades e no processo de ensino e aprendizagem.

5.4.2. Colaboração

Relativamente à colaboração, os dados evidenciam um padrão globalmente positivo, verificando-se uma predominância das categorias “muito colaborativo” e “colaborativo” (Figura 19). Esta distribuição sugere que o trabalho colaborativo foi, de modo geral, bem integrado à dinâmica da turma e favoreceu a realização das atividades propostas.

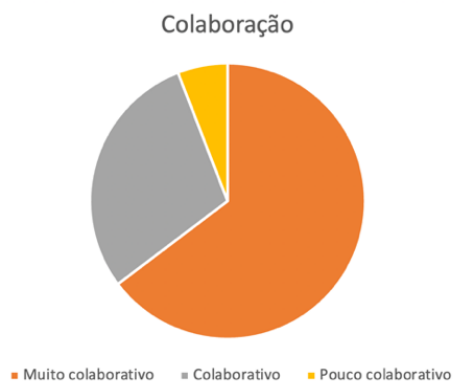


Figura 19. Desempenho dos alunos no critério "Colaboração", ao longo da SD.

As observações realizadas durante a implementação da SD pela PI (Apêndice 14) corroboram estes resultados, evidenciando que a maioria dos alunos cooperou ativamente nos grupos de trabalho. Em diversos casos, a colaboração manifestou-se através da partilha de ideias e da entreaajuda na execução das tarefas, particularmente entre os alunos que demonstraram níveis mais elevados de motivação e empenho.

Apesar da tendência globalmente positiva, observaram-se alguns casos de menor colaboração, associados a situações de desatenção ou desinteresse. Estes resultados evidenciam a existência de diferenças individuais que influenciam a dinâmica dos grupos de trabalho.

5.4.3. Autonomia

A autonomia apresenta uma distribuição relativamente equilibrada entre as categorias "muito autónomo" e "autónomo" (Figura 20). Estes dados sugerem que a maioria da turma demonstra capacidade para realizar tarefas com algum grau de independência, ainda que essa autonomia não se manifeste de forma plenamente consistente em todos os alunos.

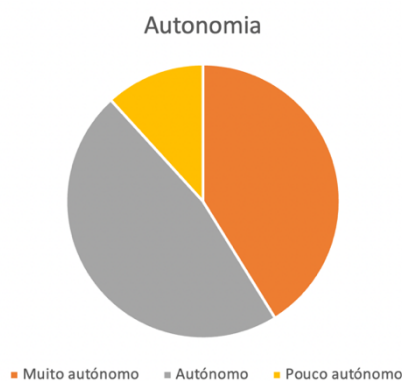


Figura 20. Desempenho dos alunos no critério "Autonomia", ao longo da SD.

Nas diferentes observações realizadas, são frequentemente referidos alunos que evidenciam empenho e motivação, mas que revelam alguma dependência do professor ou dos colegas para o desenvolvimento das tarefas, sendo por isso classificados como “pouco autónomos”, o que indica que a autonomia constitui uma competência ainda em fase de consolidação.

Por outro lado, os alunos classificados como “muito autónomos” demonstram capacidade de iniciativa, organização e tomada de decisão, mostrando uma progressiva apropriação das responsabilidades associadas ao processo de aprendizagem.

5.4.4. Comportamento

No que se refere ao comportamento, os dados evidenciam uma predominância da categoria “muito adequado” (Figura 21). Esta distribuição sugere a existência de um clima de sala de aula globalmente positivo e propício à aprendizagem.

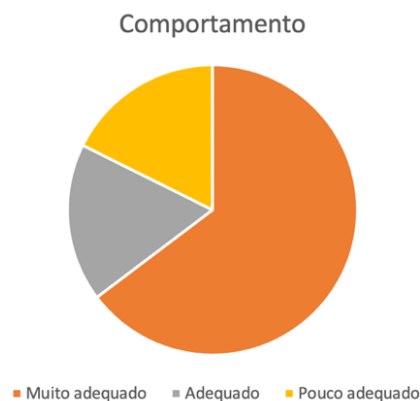


Figura 21. Desempenho dos alunos no critério "Comportamento", ao longo da SD.

A análise confirma esta tendência, sendo frequentemente registadas evidências de empenho, interesse e atitudes adequadas ao contexto escolar. Ainda assim, os casos pontuais de comportamento pouco adequado assumem relevância na análise, uma vez que se associam sobretudo a episódios de desatenção ou perturbação da dinâmica de grupo.

Não obstante, estes comportamentos não comprometeram o funcionamento global da turma, refletindo situações esporádicas ou associadas a alunos específicos.

6. Conclusão

Neste capítulo apresentam-se as principais conclusões do estudo realizado, destacando-se os resultados obtidos com a implementação da SD e o seu contributo para a aprendizagem dos alunos. São igualmente abordadas as principais limitações identificadas ao longo da investigação, bem como algumas sugestões para futuras investigações nesta área.

6.1. Síntese conclusiva

A presente investigação teve como principal finalidade avaliar o impacto da SD “Da célula à cidade do Porto”. Procurou-se, deste modo, responder à seguinte questão de investigação: *“De que modo a metodologia de ensino orientada para a aprendizagem por investigação, articulada com o uso de analogias, contribui para a compreensão do funcionamento da célula pelos alunos do 10.º ano de escolaridade?”*.

A implementação da SD permitiu verificar que o recurso a metodologias ativas, centradas no aluno, favoreceu uma participação mais dinâmica e envolvida ao longo das atividades propostas. A utilização de analogias, particularmente associadas à cidade do Porto, revelou-se uma estratégia facilitadora da compreensão de conteúdos celulares. Paralelamente, o uso da BD contribuiu para tornar o processo de aprendizagem mais motivador, contextualizado e visualmente apelativo, potenciando a construção de relações entre os conceitos científicos e o quotidiano dos alunos.

Os resultados obtidos por meio da comparação entre o TD e o TAC evidenciaram uma evolução das aprendizagens dos participantes, com aumento expressivo da média das classificações e melhoria geral na compreensão dos conteúdos científicos abordados. Os dados sugerem, assim, que a articulação entre EOAI, analogias e recursos visuais constituiu uma abordagem pedagógica eficaz para promover a aprendizagem da estrutura celular.

Para além das aprendizagens científicas, a intervenção contribuiu igualmente para o desenvolvimento de competências transversais previstas nas AE e no PASEO. A metodologia adotada favoreceu, ainda, uma postura mais investigativa por parte dos alunos, incentivando a formulação de hipóteses, a pesquisa de informações e a construção ativa do conhecimento.

Do ponto de vista profissional, este projeto permitiu à PI desenvolver competências na planificação, na implementação e na reflexão crítica sobre práticas pedagógicas inovadoras. A experiência proporcionou também um aprofundamento das competências de investigação em Educação em Ciências, reforçando a importância do plano de IA enquanto instrumento de melhoria contínua da prática docente.

Em síntese, considera-se que os objetivos delineados para este estudo foram globalmente alcançados, verificando-se que a utilização de analogias integradas numa metodologia de EOAI apresenta potencialidades relevantes no ensino da biologia, particularmente no ensino da célula, ao promover aprendizagens mais contextualizadas e motivadoras.

6.2. Limitações do estudo

Apesar dos resultados obtidos serem globalmente positivos, importa reconhecer algumas limitações associadas ao presente estudo.

Em primeiro lugar, destacam-se a reduzida dimensão da amostra e o facto de se tratar de uma amostra composta apenas por uma turma do 10.º ano de escolaridade. Esta característica limita a possibilidade de generalizar os resultados a outros contextos educativos ou níveis de ensino.

Outra limitação prende-se à curta duração da intervenção pedagógica. A SD foi implementada num número reduzido de aulas, o que dificultou a análise do impacto da metodologia a longo prazo, nomeadamente no que respeita à consolidação das aprendizagens e à manutenção das competências desenvolvidas ao longo do tempo.

Adicionalmente, o facto de a PI assumir simultaneamente os papéis de docente e investigadora poderá introduzir algum grau de subjetividade na recolha e interpretação dos dados, particularmente nos registos de observação participante e na análise qualitativa efetuada.

Importa igualmente referir que alguns fatores contextuais, como os diferentes ritmos de aprendizagem dos alunos e os níveis distintos de motivação poderão ter influenciado os resultados obtidos ao longo da implementação do projeto.

Por fim, apesar de terem sido utilizados diferentes instrumentos de recolha de dados, a investigação centrou-se essencialmente na análise das aprendizagens imediatas dos

alunos, o que não permitiu avaliar, de forma aprofundada, os efeitos desta metodologia no desenvolvimento contínuo de competências científicas e investigativas.

6.3. Sugestões para investigações futuras

Considerando as potencialidades evidenciadas ao longo deste estudo, seria pertinente que futuras investigações aprofundassem o uso de analogias articuladas a metodologias de EOAI em diferentes temáticas da Biologia e da Geologia, de forma a compreender melhor o impacto destas estratégias em diversos contextos educativos.

Seria igualmente relevante desenvolver estudos com amostras mais alargadas e diversificadas, envolvendo diferentes escolas, anos de escolaridade e contextos socioculturais, o que permitiria comparar resultados e aumentar a robustez das conclusões.

Outra sugestão para investigações futuras passa pela realização de estudos que possibilitem analisar os efeitos desta abordagem pedagógica a médio e longo prazo, nomeadamente na retenção dos conhecimentos científicos e no desenvolvimento sustentado de competências transversais.

Adicionalmente, poderia ser interessante explorar o impacto isolado de cada estratégia utilizada neste projeto, comparando, por exemplo, o uso de analogias, BD e metodologias investigativas, de forma independente, de modo a compreender quais são os elementos que mais contribuem para a aprendizagem dos alunos.

Por último, sugere-se também a exploração de recursos digitais interativos, jogos educativos ou ferramenta multimédia associada ao uso de analogias no ensino da biologia, potenciando ambientes de aprendizagem ainda mais dinâmicos, inclusivos e motivadores para os alunos.

Referências Bibliográficas

- Amado, J. S. (2000). A técnica de análise de conteúdo. *Revista Referência*, (5), 51–63.
- Ameyaw, Y., & Kyere, I. (2018). Analogy-based instructional approach: A panacea to students' performance in studying deoxyribonucleic acid (DNA) concepts. *International Journal of Sciences*, 7(5), 8–13. <https://doi.org/10.18483/ijSci.1644>
- Bardin, L. (1977). *Análise de conteúdo*. Edições 70.
- Bogdan, R. C., & Biklen, S. K. (1994). Investigação qualitativa em educação: Uma introdução à teoria e aos métodos. *Porto Editora*, 48–52. Disponível em <https://ria.ufrn.br/123456789/1119>
- Bolt-Lee, C. E. (2021). Developments in research-based instructional strategies: Learning-centered approaches for accounting education. *e-Journal of Business Education & Scholarship of Teaching*, 15(2), 1- 14. <http://www.ejbest.org>
- Bouali, R., Moncef, Z., Boujemaa, A., Benjelloun, N., Alami, A., & Maskour, L. (2022). University students' knowledge and misconceptions about cell structure and functions. *European Journal of Education Studies*, 9(10). <https://doi.org/10.46827/ejes.v9i10.4494>
- Cachapuz, A., Praia, J., Jorge, M. (2002). *Ciência, educação científica e ensino de ciências*. Ministério da Educação.
- Caetano, A. (2019). Ética na investigação-ação—alguns apontamentos de reflexão. *Estreia Diálogos*, 4(1), 53–73. <http://hdl.handle.net/10451/43855>
- Carmo, H., & Ferreira, M. M. (2008). *Metodologia da Investigação - Guia para Auto-Aprendizagem* (2.ª Edição). Universidade Aberta.
- Casumpang, P. F., & Enteria, O. C. (2019). Effectiveness of developed comic strips as instructional material in teaching specific science concepts. *International Journal for Innovation Education and Research*, 7(10), 876–882. <https://doi.org/10.31686/ijer.Vol7.Iss10.1835>
- Cheesman, K. (2006). Using comics in the science classroom. *Journal of College Science Teaching*, 35(4), 48–51.
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2017). Research methods in education (8th ed.). *Routledge*. <https://doi.org/https://doi.org/10.4324/9781315456539>
- Coll, R. K., France, B., & Taylor, I. (2005). The role of models and analogies in science education: Implications from research. *International Journal of Science Education*, 27(2), 183-198. <https://doi.org/10.1080/0950069042000276712>

- Cotton, K. (1988). *Classroom questioning*. School Improvement Research Series. Northwest Regional Educational Laboratory. <https://www.journalissues.org/IJEPRR/>
- Coutinho, C. P. (2011). *Metodologia de Investigação em Ciências Sociais e Humanas: teoria e prática* (2.ª edição). Edições Almedina, S.A.
- Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2018). Designing and conducting mixed methods research (3rd ed.). *SAGE Publications*.
- DGE – Direção-Geral da Educação (2018). Aprendizagens essenciais. Articulação com o perfil dos alunos. 10.º ano. Ensino Secundário. Biologia e Geologia. Direção-Geral da Educação. https://www.dge.mec.pt/sites/default/files/Curriculo/Aprendizagens_Essenciais/10_biologia_e_geologia.pdf
- DGE- Direção Geral de Educação (2017). Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória. Direção-Geral da Educação. <https://www.dge.mec.pt/perfil-dos-alunos>
- Dockett, S., & Perry, B. (2011). Researching with young children: Seeking assent. *Child Indicators Research*, 4(2), 231–247. <https://doi.org/10.1007/s12187-010-9084-0>
- Dorji, K., & Zam, T. (2024). Overcoming student misconceptions in cell division: Impact of audio-visual tools on conceptual clarity. *International Journal of Multidisciplinary Innovative Research*, 4(4), 41–50. https://ijmir.org/doc/Vol-4-No-4-2024/6_IJMIR_Vol%204%20No%204_Oct%202024.pdf
- Duarte, M. da C. (2016). Analogias na educação em ciências contributos e desafios. *Investigações Em Ensino De Ciências*, 10(1), 7-29. <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/520>
- Ernst, D. C., Hodge, A., & Yoshinobu, S. (2017). What is inquiry-based learning? *Notices of the American Mathematical Society*, 64(6), 570–574. <https://doi.org/10.1090/noti1536>
- Faria, C., Valente, B., & Torres, J. (2024). Potentialities of science comics for science communication: lessons from the classroom. *JCOM*, 23(08), 1-15. <https://doi.org/10.22323/2.23080802>
- Fauzi, A., & Mitalistiani, M. (2018). High school biology topics that perceived difficult by undergraduate students. *Didaktika Biologi: Jurnal Penelitian Pendidikan Biologi*, 2(2), 73–84. <https://doi.org/10.32502/dikbio.v2i2.1242>
- Frederick-Jonah, T. M., & Tobi, T. (2022). Areas and causes of students' difficulties in learning the concept of cell in secondary school biology curriculum. *International Journal of Advanced Academic Research*, 8(3), 16–27.

- Fuchs, T. T., Bonney, K. M., & Arsenault, M. (2021). *Leveraging student misconceptions to improve teaching of biochemistry & cell biology. The American Biology Teacher*, 83(1), 5–11. <https://doi.org/10.1525/abt.2021.83.1.5>
- Glynn, S. M., & Takahashi, T. (1998). Learning from analogy-enhanced science text. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 35(10), 1129–1149. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2736\(199812\)35:10<1129::AID-TEA5>3.0.CO;2-2](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2736(199812)35:10<1129::AID-TEA5>3.0.CO;2-2)
- Gonçalves, A. S. L. (2021). *A Aprendizagem Baseada em Investigação na disciplina de Biologia e Geologia: um estudo realizado com alunos do 10o ano de escolaridade, na subunidade "Obtenção de matéria pelos seres autotróficos"* [Relatório de estágio de mestrado, Universidade do Minho]. RepositóriUM. <https://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/78651>
- González-Trujillo, R., & Priego, E. (2021). Searching for a common ancestry: Linguistic and biological analogies in comic art. *The Comics Grid: Journal of Comics Scholarship*, 11(1), 1–9. <https://doi.org/10.16995/cg.4351>
- Gray, M. E., & Holyoak, K. J. (2021). Teaching by analogy: From theory to practice. *Mind, Brain, and Education*, 15(3), 250–263. <https://doi.org/10.1111/mbe.12288>
- Guba, E. G., & Lincoln, Y. S. (1994). Competing paradigms in qualitative research. In N. K. Denzin & Y. S. Lincoln (Eds.), *Handbook of qualitative research* (pp. 105–117). SAGE Publications Inc.
- Harrison, A. G., & Treagust, D. F. (1993). Teaching with analogies: A case study in grade-10 optics. *Journal of research in science teaching*, 30(10), 1291–1307. <https://doi.org/10.1002/tea.3660301010>
- Hernández, P. N., & Espitia, E. (2021). Use of analogies in science education: A systematic mapping study. *Computer Science & Information Technology (CS & IT) – CSCP*, 11(10), 87–100. <https://doi.org/10.5121/csit.2021.111008>
- Kemmis, S., & McTaggart, R. (2005). Participatory action research: communicative action and the public sphere. In Denzin, N. & Lincoln, Y. (2008). *Strategies of Qualitative Inquiry*. 271–330. Sage Publications. https://www.sagepub.com/sites/default/files/upm-binaries/21157_Chapter_10.pdf
- Keri, Z., & Elbatarny, H. S. (2021). The power of analogy-based learning in science. *HAPS Educator: Journal of the Human Anatomy and Physiology Society*, 25(1), 13–20. Obtido de <https://eric.ed.gov/?id=EJ1295062>

- Koutníková, M. (2017). The application of comics in science education. *Acta Educationis Generalis*, 7(3), 88–98. <https://doi.org/10.1515/atd-2017-0026>
- Lewin, K. (1946). Action research and minority problems. *Journal of Social Issues*, 2(4), 34–46. <https://doi.org/10.1111/j.1540-4560.1946.tb02295.x>
- Luthfyanti, J., Lutfi, A., Sari, I. J., & Aberilla, O. (2024). *High school students' interests, difficulties, and conceptual understanding of cell concepts. Biodidaktika: Jurnal Biologi dan Pembelajarannya*, 19(1), 29–36. <https://doi.org/10.30870/biodidaktika.v19i1.24180>
- Manuel, A. C. (2021). Análise estrutural de analogias presentes nos manuais escolares de Biologia do ensino secundário geral no tema “a célula”. *Revista Científica do ISCED-Huíla*, 2(1), 55–71. Obtido de <https://portalsensador.com/index.php/RCIH/article/view/522>
- Marek, M. C. (2021). *Scientific analogy-ing: A collaborative and critical approach to (re)generating analogical models in biology* (Master's thesis, Texas Christian University). Texas Christian University ProQuest Dissertations & Theses.
- Mohin, M., Kunzwa, L., & Patel, S. (2022). *Using mentimeter to enhance learning and teaching in a large class*. *International Journal of Educational Policy Research and Review*, 9(2), 48- 57. <https://doi.org/10.15739/IJEPRR.22.005>
- Moreira, A., Sá, P., & Costa, A. P. (Coords.). (2021). *Reflexões em torno de metodologias de investigação: métodos* (Vol. 1). UA Editora. <https://doi.org/10.34624/hmtj-qg49>
- Mota, M., Sá, C. M., & Guerra, C. (2021). A banda desenhada na comunicação e educação em ciência: uma revisão sistemática da literatura. *Revista Lusófona de Educação*, 51(51).
- Mozzer, N. B., & Justi, R. (2015). “Nem tudo que reluz é ouro”: Uma discussão sobre analogias e outras similaridades e recursos utilizados no ensino de Ciências. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 15(1), 1–24.
- Oliveira, T. M. A., & Mozzer, N. B. (2023). Os conhecimentos de futuras professoras de Química sobre o uso de analogias no ensino: Influências de um processo formativo. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 22(1), 26–50.
- Pardal, L., & Lopes, E. (2011). *Métodos e Técnicas de Investigação Social*. Areal Editores.
- Paul, A., Lim, A., Salleh, S. M. & Shahrill, M. (2019). Enhanced Learning through Analogy in the Teaching of the Cardiovascular System. *Journal of Turkish Science Education*, 16(2), 176–186. <https://doi.org/10.12973/tused.10273a>

- Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., de Jong, T., van Riesen, S. A. N., Kamp, E. T., Manoli, C. C., Zacharia, Z. C., & Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational Research Review*, 14, 47–61. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2015.02.003>
- Price, P., Jhangiani, R., Chiang, I-C., Leighton, D., & Cuttler, C. (2017). Research methods in psychology (3rd ed.). <https://opentext.wsu.edu/carriecuttler/>
- Rodrigues, A. L. (2021). Investigação-ação e análise de conteúdo: um caso na formação de professores. *Revista Práxis Educacional*, 17(48), 17–39. <https://doi.org/10.22481/praxisedu.v17i48.8796>
- Sá, P., Costa, A. P., & Moreira, A. (Coords.). (2021). *Reflexões em torno de metodologias de investigação: Recolha de dados* (Vol. 2). UA Editora. <https://doi.org/10.34624/ka02-fq42>
- Samosa, R. C. (2021). COSIM (Comics cum SIM): An innovative material in teaching biology. *European Journal of Research Development and Sustainability*, 2(4), 19–28. Disponível em <https://www.scholarzest.com>
- Seiffert Santos, S. C. (2020). Uma reflexão sobre o uso de analogias no ensino de ciências e sobre o desdobramento multimodal da realidade: o exemplo de tópicos da teoria da evolução biológica. *Investigações Em Ensino De Ciências*, 25(2), 80–97. <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2020v25n2p80>
- Shana, Z. A., & El Shareef, M. A. (2022). Science teachers' use of analogies: Findings from classroom practices. *European Journal of Educational Research*, 11(2), 1023–1036. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.11.2.1023>
- Shields, S., Schartner, A., Curtis, W., & Murphy, M. (2024). Research and Education: An Introduction to Methods, Approaches and Processes. *Taylor & Francis*. <https://doi.org/10.4324/9781003569428>
- Silaban, O. R., Purwianingsih, W., Kusnadi, K., & Pranoto, H. (2024). Exploring common misconceptions on the cell concept. The Eurasia Proceedings of Educational and Social Sciences. (39th ed.). EPESS. <https://doi.org/10.55549/epess.871>
- Silaban, O. R., Purwianingsih, W., Kusnadi, K., & Pranoto, H. (2024). Exploring common misconceptions on the cell concept. *The Eurasia Proceedings of Educational and Social Sciences*, 39. <https://doi.org/10.55549/epess.871>
- Suryanda, A., Azrai, E. P., Nuramadhan, M., & Ichsan, I. Z. (2020). Analogy and critical thinking skills: Implementing a learning strategy in the biodiversity and environment topic. *Universal Journal of Educational Research*, 8(4A), 45–50. <https://doi.org/10.13189/ujer.2020.081807>

- Tambo, E. M. Z., Mukaro, J. P., & Mahaso, H. (2003). Some misconceptions on cell structure and function held by A-level biology students: Implications for curriculum development. *Zimbabwe Journal of Educational Research*, 15(2).
- Toma, R. B. (2022). Perceived difficulty of school science and cost appraisals: A valuable relationship for the STEM pipeline? *Research in Science Education*, 52, 553–565. <https://doi.org/10.1007/s11165-020-09963-5>
- Tomlinson, C. A. (2014). *The differentiated classroom: Responding to the needs of all learners*. Ascd.
- Tsai, M.-N., Liao, Y.-F., Chang, Y.-L., & Chen, H.-C. (2020). A brainstorming flipped classroom approach for improving students' learning performance, motivation, teacher-student interaction and creativity in a civics education class. *Thinking Skills and Creativity*, 38, 100747. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2020.100747>
- Tsang, A. (2011). *In-class reflective group discussion as a strategy for the development of students as evolving professionals*. International Journal for the Scholarship of Teaching and Learning, 5(1), Article 7. <https://doi.org/10.20429/ijsoitl.2011.050107>
- United Nations (2015). *Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development* (A/RES/70/1). <https://bit.ly/4795yxP>
- Vala, J. (1986). A análise de conteúdo. In A. S. Silva & M. Pinto (Eds.), *Metodologia das ciências sociais* (pp. 101–126). Edições Afrontamento.
- Vasconcelos, C., Praia, J. F., Almeida, L. S. (2003). Teorias de aprendizagem e o ensino/aprendizagem das ciências: da instrução à aprendizagem. *Psicologia Escolar e Educacional*, 7(1), 11–19.
- Wijaya, E. A., Suwastini, N. K. A., Adnyani, N. L. P. S., & Adnyani, K. E. K. (2021). Comic strips for language teaching: The benefits and challenges according to recent research. *Journal of Literature and Language Teaching*, 7(1), 230–248.
- Wijaya, E. A., Suwastini, N. K. A., Adnyani, N. L. P. S., & Adnyani, K. E. K. (2021). Comic strips for language teaching: The benefits and challenges according to recent research. *Lingua Scientia*, 7(1), 230–248. <https://doi.org/10.32528/ellite.v3i2.1912>

Apêndices

Apêndice 1: Diário da PI

Unidade didática “Sismologia”	
Data: 06/01/2026	Duração: 150 minutos
Sumário: Atividade laboratorial sobre a liquefação dos solos. Análise e interpretação dos resultados obtidos e sua relação com os efeitos dos sismos.	Local: Laboratório da escola
Observações/Reflexões	
Durante a realização da atividade laboratorial sobre a liquefação dos solos foi possível observar de forma bastante clara a heterogeneidade existente na turma. Enquanto alguns alunos demonstraram facilidade na compreensão dos conceitos teóricos associados ao comportamento dos materiais durante um sismo, outros revelaram maior interesse e desempenho na componente prática da atividade. Esta diversidade de perfis traduziu-se também em diferentes formas de participação. Alguns alunos contribuíram frequentemente para a discussão coletiva dos resultados, formulando hipóteses e estabelecendo relações entre as observações realizadas e os conteúdos previamente abordados. Outros participaram de forma mais discreta, mas mostraram um elevado envolvimento na execução do protocolo experimental e na organização do trabalho do grupo. O trabalho colaborativo revelou-se particularmente importante ao longo desta aula. A constituição dos grupos permitiu que alunos com diferentes ritmos de aprendizagem e diferentes competências se apoiassem mutuamente na realização das tarefas propostas. Foi possível observar momentos de entreajuda na interpretação dos resultados experimentais, na elaboração de conclusões e no esclarecimento de dúvidas, contribuindo para uma maior consolidação das aprendizagens. Considero que esta atividade permitiu criar oportunidades para que diferentes perfis de alunos demonstrassem as suas capacidades. Os alunos que habitualmente se destacam na compreensão teórica continuaram a evidenciar um bom domínio conceptual, enquanto outros, que nem sempre participam oralmente com frequência, assumiram um papel mais ativo na componente prática e colaborativa. Esta experiência reforçou a importância de diversificar as estratégias pedagógicas e de proporcionar atividades que valorizem diferentes formas de aprender e participar, promovendo um ambiente de aprendizagem mais inclusivo e significativo para todos os alunos.	

Apêndice 2: Planificação das aulas do PII

Sequência Didática

Disciplina	Biologia e Geologia
Ano, turma	10.º ano, turma A

Número de aulas	6
Minutos	450 min.

Professora: Juliana Rodrigues

Data: 05/02/2026 a 19/02/2026

Contextualização curricular Domínio: A célula e os seus constituintes		
Aprendizagens Essenciais Transversais	Aprendizagens Essenciais Específicas	
- Pesquisar e sistematizar informações, integrando saberes prévios, para construir novos conhecimentos; - Formular e comunicar opiniões críticas, cientificamente fundamentadas e relacionadas com Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA).	Distinguir tipos de células com base em aspetos de ultraestrutura e dimensão, nomeadamente células procarióticas e eucarióticas (membrana plasmática, citoplasma, organelos membranares, núcleo), bem como células animais e vegetais (parede celulósica, vacúolo hídrico, cloroplasto).	
Áreas de Competências	Descritores	
☐ Linguagens e Textos ☒ Informação e Comunicação ☐ Raciocínio e Resolução de Problemas ☐ Pensamento Crítico e Pensamento Criativo ☒ Relacionamento Interpessoal	☐ Desenvolvimento Pessoal e Autonomia ☐ Bem-Estar, Saúde e Ambiente ☐ Sensibilidade Estética e Artística ☒ Saber Científico, Técnico e Tecnológico ☐ Consciência e Domínio do Corpo	☐ A ☒ B ☒ C ☐ D ☒ E ☐ F ☐ G ☐ H ☒ I ☐ J
Competências Específicas		
- Distinguir células procarióticas e eucarióticas; - Diferenciar células animais e vegetais; - Identificar e caracterizar os constituintes celulares; - Estabelecer comparações entre diferentes tipos celulares; - Pesquisar, selecionar e sistematizar informação científica; - Comunicar oralmente conhecimentos científicos de forma estruturada e fundamentada; - Aplicar raciocínio científico na análise e organização da informação.		

Campo conceptual	Célula; teoria celular; constituintes celulares; organelos membranares; célula procariótica; célula eucariótica animal; célula eucariótica vegetal.
Abordagem	STEAM.
Metodologia de Ensino	Ensino Orientado para a Aprendizagem por Investigação.
Finalidade(s)	- Compreender a célula como unidade estrutural e funcional dos seres vivos; - Promover a consolidação de conhecimentos sobre a diversidade celular; - Desenvolver literacia científica; - Fomentar a aprendizagem ativa e colaborativa; - Desenvolver autonomia e pensamento estruturado.

Aula 1 (100 min.) – Turma completa	
Sumário	Desenho da estrutura celular. Preenchimento de um mentimeter. Ficha de diagnóstico (pré-teste). Exploração de uma apresentação multimédia juntamente com uma banda desenhada introdutória.

Desenvolvimento da aula				
Professor(a)		Alunos(as)		
Procedimento	Estratégia(s) de ensino	Recursos/materiais educativos	Objetivos da Aprendizagem	Trabalho/tarefas do aluno
1. Desenho da estrutura celular.	Trabalho prático.	Ficha de Trabalho.	Perceber quais são as concepções alternativas.	Desenho da estrutura celular na ficha de trabalho.
2. Preenchimento de um mentimeter.	Questionamento.	Mentimeter.	Perceber quais são as concepções alternativas.	Preencher o mentimeter através do telemóvel.
3. Realização de uma ficha de diagnóstico (pré-teste).	- Trabalho prático. - Questionamento.	Ficha de diagnóstico.	Perceber quais são as concepções alternativas.	Preencher a ficha de diagnóstico.
4. Exploração da apresentação multimédia introdutória sobre a célula.	Exposição.	Apresentação multimédia.	Perceber os conteúdos introdutórios sobre a célula.	Registo no caderno diário dos apontamentos da aula.
5. Exploração da banda desenhada introdutória.	Exposição.	Banda desenhada.	Motivar os alunos para a investigação da próxima aula.	Responder às questões feitas pela professora.
6. Formação de grupos de trabalho.				Organizar-se nos grupos de trabalho que servirão para a próxima aula.

Aula 2 (150 min.) – Turma dividida em turnos	
Sumário	Exploração dos constituintes celulares correspondentes a cada tipo de célula fazendo uma analogia entre a célula e a cidade do Porto através de banda desenhada e do preenchimento de um passaporte da célula.

Desenvolvimento da aula				
Professor(a)		Alunos(as)		
Procedimento	Estratégia(s) de ensino	Recursos/materiais educativos	Objetivos da Aprendizagem	Trabalho/tarefas do aluno
1. Formação de grupos de trabalho.				• Organizar-se nos grupos definidos.
2. Exploração das diferentes estações de aprendizagem, correspondentes à célula procariótica, distribuídas pela sala de aula;	• Trabalho prático. • Trabalho colaborativo.	• Banda desenhada.	• Compreender quais os constituintes celulares da célula procariótica e as suas funções.	• Percorrer a sala parando em cada banda desenhada e analisando o seu conteúdo.
3. Preenchimento do passaporte da célula procariótica;	• Trabalho prático. • Trabalho colaborativo.	• Passaporte da célula procariótica.	• Compreender quais os constituintes celulares da célula procariótica e as suas funções.	• Pesquisar, de acordo com a informação fornecida pela banda desenhada, quais os organelos da célula e suas funções.
4. Exploração das diferentes estações de aprendizagem, correspondentes à célula eucariótica animal, distribuídas pela sala de aula;	• Trabalho prático. • Trabalho colaborativo.	• Banda desenhada.	• Compreender quais os constituintes celulares da célula eucariótica animal e as suas funções.	• Percorrer a sala parando em cada banda desenhada e analisando o seu conteúdo.
5. Preenchimento do passaporte da célula eucariótica animal;	• Trabalho prático. • Trabalho colaborativo.	• Passaporte da célula eucariótica animal.	• Compreender quais os constituintes celulares da célula eucariótica animal e as suas funções.	• Pesquisar, de acordo com a informação fornecida pela banda desenhada, quais os organelos da célula e suas funções.
6. Exploração das diferentes estações de aprendizagem, correspondentes à célula eucariótica vegetal, distribuídas pela sala de aula;	• Trabalho prático. • Trabalho colaborativo.	• Banda desenhada.	• Compreender quais os constituintes celulares da célula eucariótica vegetal e as suas funções.	• Percorrer a sala parando em cada banda desenhada e analisando o seu conteúdo.
7. Preenchimento do passaporte da célula eucariótica vegetal;	• Trabalho prático. • Trabalho colaborativo.	• Passaporte da célula eucariótica vegetal.	• Compreender quais os constituintes celulares da célula eucariótica vegetal e as suas funções.	• Pesquisar, de acordo com a informação fornecida pela banda desenhada, quais os organelos da célula e suas funções.
8. Sintetizar os organelos dos diferentes tipos de células numa tabela.	• Trabalho prático.	• Quadro.	• Consolidar os conhecimentos sobre os diferentes tipos celulares e seus constituintes.	• Registo no caderno diário dos apontamentos da aula.

Aula 3 (50 min.) – Turma completa	
Sumário	Apresentação oral dos passaportes dos diferentes tipos de células. Ficha de avaliação de conhecimentos (pós-teste).

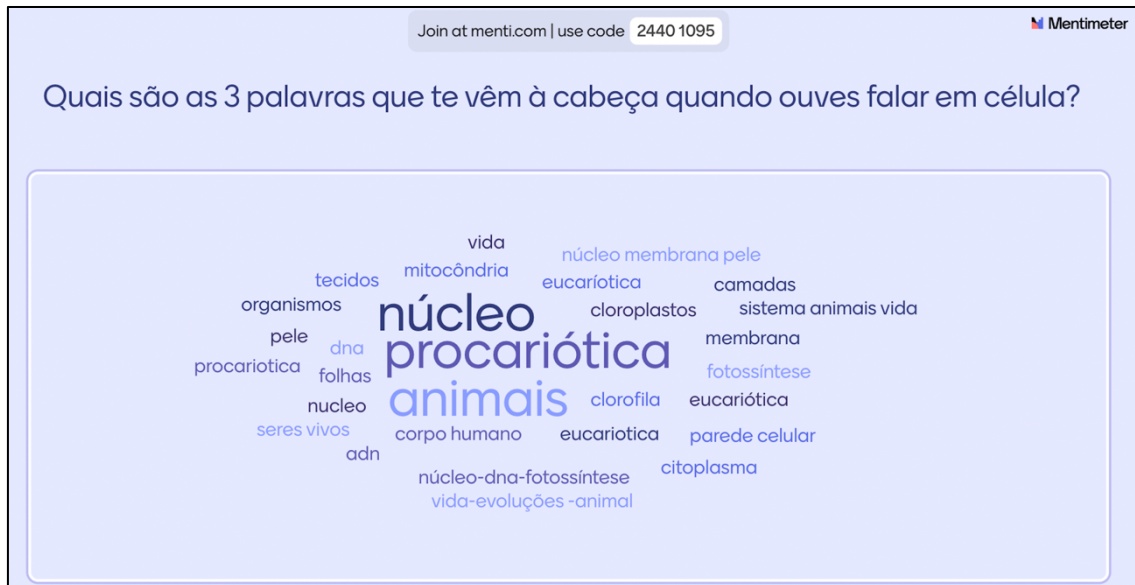
Desenvolvimento da aula				
Professor(a)		Alunos(as)		
Procedimento	Estratégia(s) de ensino	Recursos/materiais educativos	Objetivos da Aprendizagem	Trabalho/tarefas do aluno
1. Apresentação do passaporte, em grupo, correspondente aos diferentes tipos de células.	• Apresentação oral. • Trabalho colaborativo.		• Consolidar os conhecimentos sobre os diferentes tipos celulares e seus constituintes.	• Apresentar a célula e os seus constituintes.
2. Realização do teste de avaliação de conhecimentos (pós-teste).	• Trabalho prático. • Questionamento.	• Ficha de Avaliação.	• Aplicar e consolidar os conhecimentos sobre os diferentes tipos celulares e seus constituintes.	• Realizar a ficha de avaliação de conhecimentos.

Apêndice 3: Ficha de desenho

Desenha aquilo que consideras ser uma célula:



Apêndice 4: *Mentimeter*



Apêndice 5: Teste de diagnóstico e teste de avaliação de conhecimentos, disponível em: <https://heyzine.com/flip-book/3df6ec2696.html>

Duração: 20 minutos

Data: ____/____/____

Nome: _____

Nº: _____ Turma: _____ Classificação: _____

1. Completa a legenda das três figuras seguintes.

The image contains three diagrams of biological structures, each with numbered boxes for labeling:

- Top Left: Bacterium**
 - 1: Flagellum
 - 2: Pili
 - 3: Capsule
 - 4: Cell wall
 - 5: Plasma membrane
 - 6: Cytoplasm
 - 7: Ribosomes
 - 8: Nucleoid
- Top Right: Animal Cell**
 - 9: Nucleus
 - 10: Mitochondrion
 - 11: Golgi apparatus
 - 12: Lysosome
 - 13: Centrioles
 - 14: Rough endoplasmic reticulum
 - 15: Smooth endoplasmic reticulum
 - 16: Vacuole
 - 17: Cell membrane
- Bottom: Plant Cell**
 - 4: Cell wall
 - 5: Plasma membrane
 - 7: Nucleus
 - 9: Chloroplast
 - 10: Mitochondrion
 - 12: Golgi apparatus
 - 13 e 14: Centrioles
 - 16: Large central vacuole
 - 17: Cell membrane

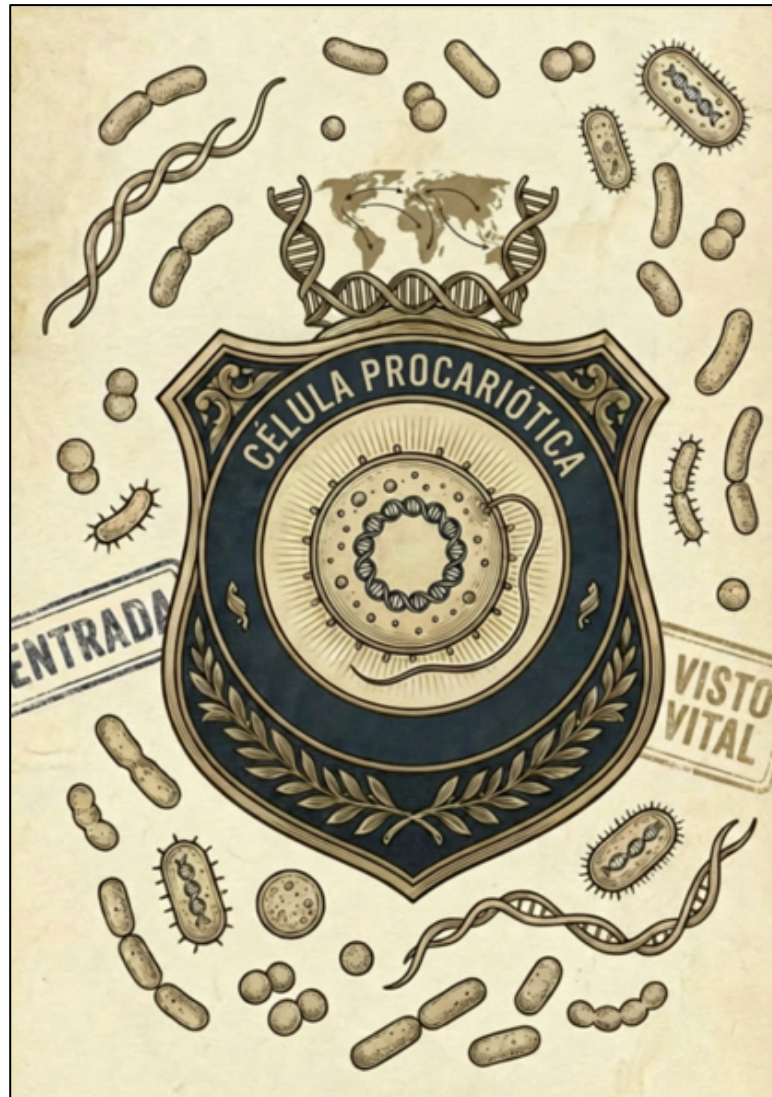
Apêndice 6: Apresentação multimédia, disponível em:
<https://heyzine.com/flip-book/49373b4005.html>



Apêndice 7: Banda desenhada da célula procariótica, disponível em:
<https://heyzine.com/flip-book/ee1297f0d8.html>



Apêndice 8: Passaporte da célula procariótica, disponível em:
<https://heyzine.com/flip-book/5e8dd5588f.html>



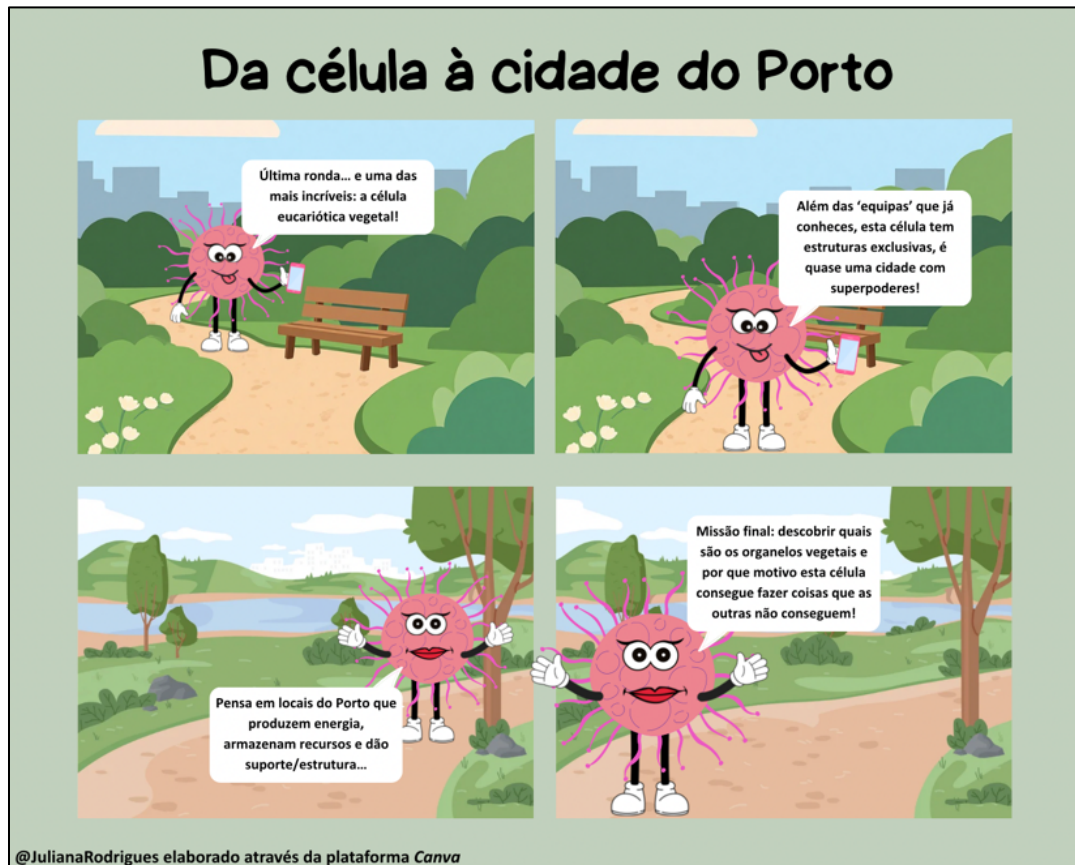
Apêndice 9: Banda desenhada da célula eucariótica animal, disponível em: <https://heyzine.com/flip-book/84a135bcd8.html>



Apêndice 10: Passaporte da célula eucariótica animal, disponível em:
<https://heyzine.com/flip-book/311d81cb9d.html>



Apêndice 11: Banda desenhada da célula eucariótica vegetal, disponível em: <https://heyzine.com/flip-book/37720e2a40.html>



Apêndice 12: Passaporte da célula eucariótica vegetal, disponível em: <https://heyzine.com/flip-book/b2edafe6dc.html>



Apêndice 13: Grelha de observação da SD

	Participação			Colaboração			Autonomia			Comportamento			Observações
	Muito frequente	Frequente	Pouco frequente	Muito colaborativo	Colaborativo	Pouco colaborativo	Muito autônomo	Autônomo	Pouco autônomo	Muito adequado	Adequado	Pouco adequado	
Grupo 1													
Aluno 12	X			X			X			X			Empenhado e motivado na realização das tarefas. Esteve muito desatento.
Aluno 16			X		X		X					X	
Grupo 2													
Aluno 11	X			X			X			X			Empenhado e motivado na realização das tarefas. Esteve muito desatento, perturbando o restante grupo. Empenhado e motivado na realização das tarefas.
Aluno 15			X		X		X					X	
Aluno17		X		X			X			X			
Grupo 3													
Aluno 6	X			X			X			X			Interessado e atento na realização das tarefas. Muito atenta e empenhada na realização de todas as tarefas. Interessada e empenhada, mas no início esteve desinteressada.
Aluno 10	X			X				X			X		
Aluno13		X			X			X			X		
Grupo 4													
Aluno 2	X			X			X			X			Empenhado e motivado na realização das tarefas. Empenhado e motivado na realização das tarefas, mas pouco autônomo. Esteve muito desatento, perturbando o restante grupo.
Aluno 5	X			X					X	X			
Aluno 14			X			X		X				X	
Grupo 5													
Aluno 3	X			X				X		X			Empenhado e motivado na realização das tarefas. Empenhado e motivado na realização das tarefas. Demonstrou desinteresse, participando e colaborando pouco.
Aluno 7	X			X				X		X			
Aluno 9			X		X				X		X		
Grupo 6													
Aluno 1	X			X				X		X			Empenhado e motivado na realização das tarefas, mas pouco autônomo. Empenhado e motivado na realização das tarefas, mas pouco autônomo. Empenhado e motivado na realização das tarefas, mas pouco autônomo.
Aluno 4	X			X				X		X			
Aluno 8		X			X			X		X			

Apêndice 14: Diário da SD da PI

Aula 1: Problematização	Na primeira aula, os alunos demonstraram interesse desde o início, realizando o desenho da célula com entusiasmo, uma vez que este tipo de atividade não é frequente nas aulas. Enquanto os alunos desenhavam, fui circulando pela sala e observei diferentes níveis de representação dos conteúdos: alguns alunos realizaram desenhos mais abstratos e com poucos organelos representados, referindo que já não se recordavam da estrutura da célula, enquanto outros revelaram maior detalhe e rigor, desenhando organelos que ainda conseguiam identificar. Posteriormente, os alunos participaram ativamente na questão colocada através do <i>Mentimeter</i>, “<i>Quais são as três palavras que te vêm à cabeça quando ouves falar em célula?</i>”. As respostas surgiram rapidamente, destacando-se palavras como “núcleo”, “procariótica” e “animais”. Foi também mencionada a palavra “eucariótica”, o que permitiu explorar oralmente a diferença entre células procarióticas e eucarióticas. A maioria dos alunos respondeu que a célula procariótica era “mais simples”, mas não conseguiu explicar concretamente em que consistia essa diferença. Ao longo da discussão, vários alunos começaram também a associar determinados constituintes às células, mencionando conceitos como “cloroplastos”, “mitocôndria”, “citoplasma”, “parede celular” e “membrana”. Quando questionados sobre a que tipos celulares pertenciam estes constituintes e se estavam presentes em células procarióticas e eucarióticas, a maioria respondeu que não, embora não conseguisse especificar corretamente em que células se encontravam, afirmando não se recordar. Para além destes conceitos, os alunos associaram ainda a célula a termos como “seres vivos”, “DNA”, “vida”, “organismos”, “corpo humano”, “evolução” e “fotossíntese”. A partir das palavras “fotossíntese” e “cloroplasto”, procurei explorar a relação entre ambos os conceitos, verificando que a maioria dos alunos reconhecia existir uma associação, mas revelava insegurança ao explicá-la. Posteriormente, os alunos realizaram o TD. Durante esta atividade, vários referiram recordar-se de terem abordado o tema da célula e dos seus constituintes no ensino básico, enquanto outros, coincidentemente os mesmos que realizaram desenhos mais abstratos, afirmavam não se lembrar de praticamente nada, questionando até a sua capacidade para responder às questões propostas. Relativamente aos alunos que demonstravam recordar alguns conteúdos, verificou-se que essas aprendizagens se encontravam pouco consolidadas, sendo sobretudo
---	---

	mencionadas palavras-chave, sem uma compreensão conceptual aprofundada. Durante a introdução formal do tema, observou-se que os alunos foram progressivamente reativando conhecimentos prévios e reconstruindo conceitos fundamentais relacionados com a célula. Neste momento, foi também apresentada a organização das aulas deste domínio, bem como a atividade prevista para a sessão seguinte. A proposta foi recebida de forma muito positiva pela turma, destacando-se o entusiasmo demonstrado, inclusive por alunos habitualmente menos participativos ou desinteressados. Ainda nesta aula, foram apresentados os grupos de trabalho definidos previamente para a aula seguinte, preparando os alunos para uma dinâmica de trabalho colaborativo e discussão de ideias. Esta organização foi, de modo geral, bem aceite pela turma, embora alguns alunos tenham manifestado vontade de escolher os próprios grupos.
--	--

Aula 2: Desenvolvimento das metodologias de trabalho	A segunda aula, realizada em turnos, teve a duração total de 150 minutos, estando dividida em três blocos de 50 minutos, com intervalos entre eles. Esta organização permitiu explorar, em cada bloco, um tipo celular distinto: célula procariótica, célula eucariótica animal e célula eucariótica vegetal. Esta divisão revelou-se vantajosa, uma vez que possibilitou aos alunos focarem-se progressivamente nas características específicas de cada tipo celular, sem sobrecarga excessiva de informação. Desde o início da atividade, observou-se um elevado entusiasmo por parte dos alunos, que começaram rapidamente a relembrar alguns conceitos já abordados anteriormente, como membrana celular, parede celular, mitocôndria, cloroplasto e citoplasma. No entanto, verificaram-se maiores dificuldades relativamente a constituintes celulares menos familiares para a turma, nomeadamente lisossomas, centríolos, vacúolo hídrico, complexo de Golgi e retículo endoplasmático liso e rugoso. Apesar disso, à medida que exploravam as diferentes estações de aprendizagem e analisavam as analogias presentes nas bandas desenhadas, os alunos foram conseguindo compreender gradualmente a função de cada organelo, verificando-se que a associação destes constituintes a elementos da cidade do Porto facilitou a compreensão dos conceitos abordados. Ao longo da atividade, fui circulando pela sala de aula, auxiliando os grupos na pesquisa de informação, tanto através do manual escolar
--	---

como da internet, garantindo sempre a utilização de fontes fidedignas e cientificamente corretas. Paralelamente, procedi à validação da informação registada nos passaportes celulares, assegurando que todos os grupos possuíam informação cientificamente correta e equivalente relativamente aos diferentes constituintes celulares. Apenas após essa verificação era atribuído o respetivo carimbo, garantindo a qualidade dos registos efetuados pelos alunos e funcionando simultaneamente como um elemento motivador ao longo da atividade.

Comparando os dois turnos, verificaram-se diferenças ao nível da dinâmica de trabalho, do envolvimento e da autonomia dos alunos. Embora o primeiro turno integrasse, de forma geral, alunos com melhor desempenho académico, os alunos do turno da tarde (grupos 4, 5 e 6) revelaram maior rapidez na investigação e na conclusão das tarefas. Este facto parece ter sido favorecido por um clima de competição saudável entre os grupos, que procuravam completar os passaportes em primeiro lugar, contribuindo para elevados níveis de participação, entusiasmo e empenho. Por outro lado, os alunos do turno da manhã (grupos 1, 2 e 3) demonstraram maior resistência à realização da atividade investigativa, necessitando de mais tempo para pesquisar, selecionar e validar a informação recolhida. Além disso, evidenciaram menor autonomia, recorrendo com maior frequência ao apoio da professora investigadora para orientar o trabalho desenvolvido. Ainda assim, ambos os turnos participaram ativamente na atividade e conseguiram atingir os objetivos previstos.

Destaca-se ainda que o turno da tarde, habitualmente mais propenso à distração e ao desinteresse em atividades expositivas, respondeu de forma particularmente positiva a esta abordagem prática, investigativa e centrada na autonomia dos alunos, evidenciando elevados níveis de envolvimento ao longo de toda a aula.

Ainda nesta aula, foi realizada uma síntese dos conteúdos explorados, recorrendo ao quadro e a uma tabela organizada com os diferentes constituintes celulares e os três tipos de células estudados. A partir desta tabela, os alunos foram desafiados a identificar em que tipos celulares cada constituinte estava presente e a explicar a respetiva função, permitindo consolidar e sistematizar as aprendizagens desenvolvidas ao longo da atividade. Posteriormente, realizou-se o sorteio de um tipo celular para cada grupo de trabalho, com o objetivo de permitir aos alunos preparar a apresentação a realizar na aula

	seguinte, organizando e revendo a informação recolhida durante a exploração das estações de aprendizagem.
--	---

Aula 3: Avaliação terminal da aprendizagem	Nesta aula, os alunos começaram por apresentar os seus “passaportes celulares”. De forma geral, foi evidente que os grupos se prepararam previamente para a apresentação, embora muitos alunos tenham recorrido a apontamentos de apoio durante a exposição oral. Verificaram-se diferentes níveis de desempenho: alguns alunos apresentaram os conteúdos de forma bastante segura, sem necessidade de leitura, demonstrando rigor científico e domínio dos conceitos abordados; outros, apesar de realizarem a apresentação oralmente sem recorrer constantemente aos apontamentos, revelaram algumas imprecisões científicas; por fim, alguns alunos mantiveram uma leitura mais dependente dos registos escritos e, ainda assim, cometeram várias incorreções ao nível dos conteúdos. Para além disso, observou-se que alguns alunos demonstravam dificuldades ao nível da postura e da comunicação oral, utilizando por vezes linguagem pouco adequada ao contexto da apresentação. Posteriormente, os alunos realizaram o TAC. Durante este momento, foi notória uma maior segurança e confiança relativamente ao TD realizado na primeira aula. Enquanto inicialmente eram frequentes comentários relacionados com o desconhecimento do tema e a dificuldade em responder às questões, nesta fase observou-se uma atitude mais confiante, com os alunos a realizarem o teste de forma mais autónoma e motivada. Em síntese, considero que a atividade desenvolvida foi bastante relevante, uma vez que promoveu a articulação entre os conteúdos científicos e elementos do quotidiano dos alunos, nomeadamente a cidade onde vivem. Esta contextualização contribuiu para tornar a aprendizagem mais próxima da realidade dos alunos e promotora de maior envolvimento e participação ao longo da sequência didática.
---	---

Apêndice 15: Declaração de Consentimento e Assentimento Informado

Declaração de Consentimento Informado
(para alunos menores)

Título do projeto: "Da célula à cidade do Porto: o uso de analogia na aprendizagem por investigação no 10.º ano de escolaridade."

Nome do investigador principal: Juliana Rodrigues
Orientador/coorientador científico: Cecília Guerra
Contactos do investigador principal: up202307895@up.pt

Eu, _____ (nome completo do encarregado de educação), encarregado de educação abaixo assinado, declaro que:

1. Autorizo a participação do meu educando _____ (nome completo do educando) no projeto acima referido.
2. Compreendi as informações contidas neste documento, bem como as eventuais informações verbais que me foram transmitidas pelo investigador acima referido, sobre o projeto supracitado.
3. Compreendi que a participação do meu educando no projeto mencionado incluirá a aplicação de um pré-teste e de um pós-teste e o desenvolvimento de atividades práticas de aprendizagem por investigação, recorrendo à analogia "Da célula à cidade do Porto", conduzidos pelo investigador principal.
4. Compreendi que a participação do meu educando é voluntária e que este poderá desistir a qualquer momento da sua participação neste projeto, sem indicar o motivo.
5. Percebi que os dados recolhidos serão tratados pelos investigadores, sendo garantido o anonimato para o exterior.
6. Entendi que os investigadores irão armazenar, numa conta institucional da Universidade do Porto, todas as informações e dados recolhidos de forma segura e confidencial, respeitando o Regulamento Geral de Proteção de Dados, e que os dados serão utilizados exclusivamente para fins do projeto em causa.

O encarregado de educação:

Data: __/__/__

O investigador principal:

Data: __/__/__

Declaração de Assentimento Informado
(de alunos menores)

Título do projeto: "Da célula à cidade do Porto: o uso de analogia na aprendizagem por investigação no 10.º ano de escolaridade."

Nome do investigador principal: Juliana Rodrigues
Orientador/coorientadores científicos: Cecília Guerra
Contactos do investigador principal: up202307895@up.pt

Eu, _____ (nome completo do aluno) abaixo-assinado, aceito participar neste projeto, sabendo que é garantido o anonimato para o exterior, a confidencialidade no tratamento dos dados assim como a proteção e segurança dos dados dos intervenientes. Compreendo que a minha participação é voluntária e anónima. Sei que posso desistir a qualquer momento da participação neste projeto, sem indicar o motivo.

O aluno:

Data: __/__/__

O investigador principal:

Data: __/__/__

Anexos

Anexo 1: Instruções fornecidas pela coordenadora de Português Língua Não Materna (PLNM) do agrupamento

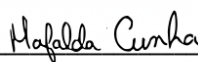
As alunas de PLNM do 10.º A estão posicionadas no nível A2 de proficiência linguística na língua portuguesa. Ambas compreendem a língua portuguesa, embora possam ainda ter dificuldade nas disciplinas cujo vocabulário possa ser mais técnico.

Usufruem de medidas universais e adaptações ao processo de avaliação, podendo usar o dicionário de português-língua materna das aluas e vice-versa, tal como é permitido em contexto de avaliação externa, e de tempo suplementar ou testes mais curtos.

Paralelamente e, dependendo da disciplina e das dificuldades evidenciadas, podem ser usadas as seguintes estratégias:

- uso do telemóvel para traduzir;
- em situação de avaliação formal, recurso ao manual da disciplina ou a apontamentos;
- realização de alguns testes mais simples, de resposta de seleção, por exemplo, que não exijam muito desenvolvimento;
- acompanhamento mais próximo, para ultrapassar algumas barreiras no relacionamento interpessoal;
- trabalho de pares.

A coordenadora de PLNM


Mafalda Cunha

Anexo 2: Plano de Ação TEIP do agrupamento



Problemas / Áreas de Intervenção Prioritárias (AIP)

Problemas / Áreas de Intervenção Prioritárias a que o Plano de Ação pretende dar resposta	AIP 14
AIP01 - Sucesso escolar	
AIP02 - Qualidade do sucesso escolar	
AIP03 - Práticas pedagógicas promotoras do desenvolvimento de competências	
AIP04 - Práticas de avaliação promotoras da melhoria das aprendizagens	
AIP05 - Articulação interdisciplinar	
AIP06 - Articulação vertical entre ciclos/níveis de ensino	
AIP07 - Práticas inclusivas	
AIP08 - Incidência de fluxos migratórios	
AIP09 - Absentismo escolar	
AIP10 - Abandono escolar	
AIP11 - Indisciplina	
AIP12 - Envolvimento dos alunos nos processos de avaliação e/ou de decisão	
AIP13 - Envolvimento da comunidade	







4



Objetivos gerais (OG)

Objetivos Gerais definidos para este plano de ação	OG7
OG1 - Garantir a inclusão de todos os alunos	
OG2 - Garantir o sucesso educativo de todos os alunos	
OG3 - Garantir a melhoria da qualidade do ensino e da aprendizagem	
OG4 - Prevenir o abandono escolar, absentismo e indisciplina	
OG5 - Promover o desenvolvimento das áreas de competência previstas no Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória	
OG6 - Promover o exercício de uma cidadania ativa e informada	



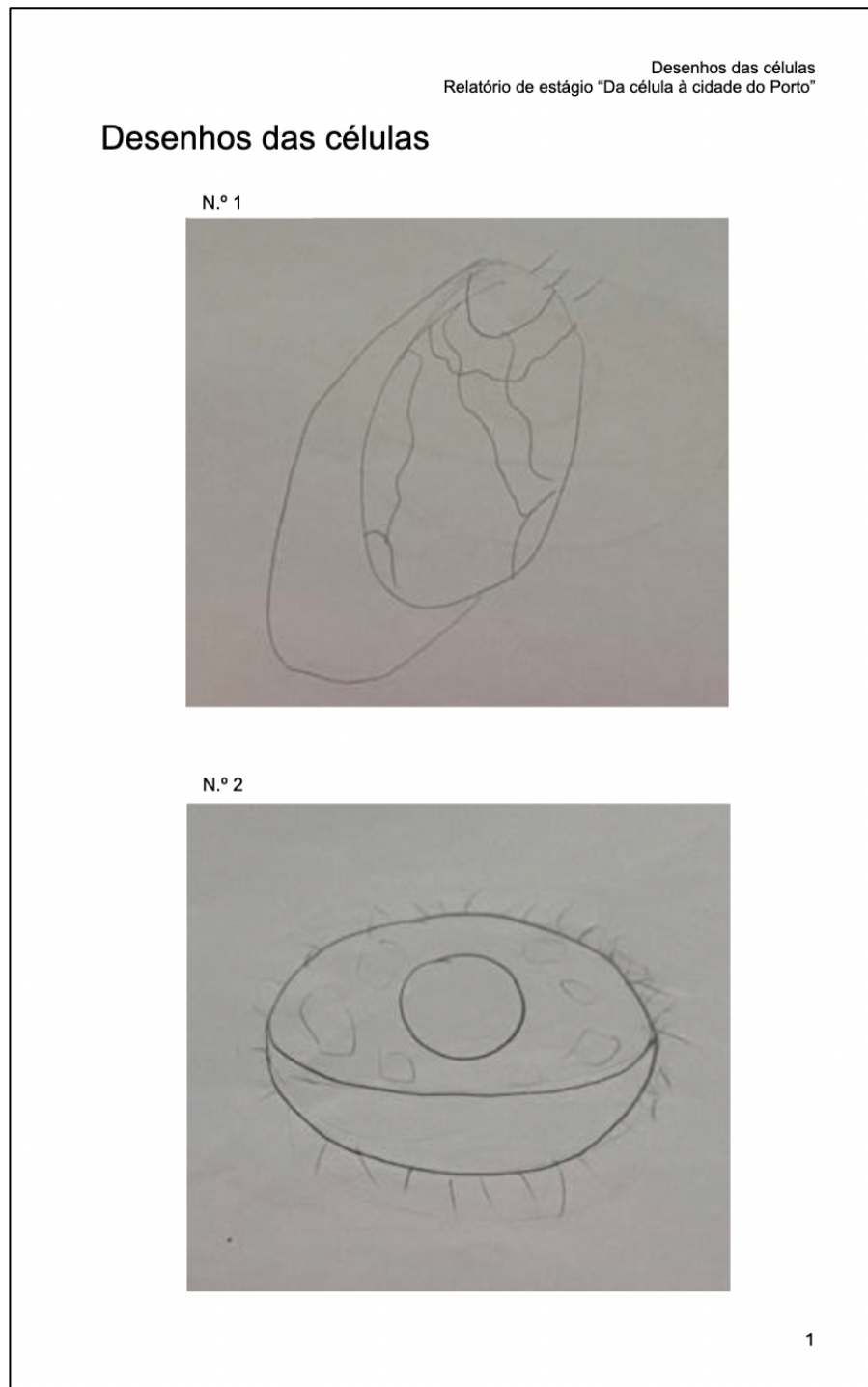






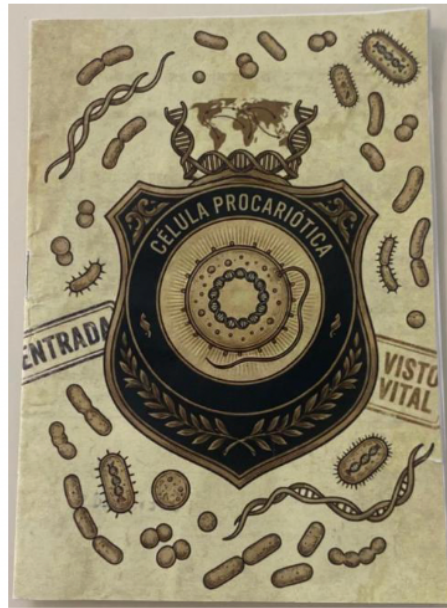
5

Anexo 3: Desenhos das células, disponível em:
<https://heyzine.com/flip-book/e72e3cadf0.html>



Anexo 4: Passaportes preenchidos, disponível em:
<https://heyzine.com/flip-book/168f1988f1.html>

Passaporte do grupo 1



Anexo 5: Respostas dos alunos ao teste de diagnóstico e ao teste de avaliação de conhecimentos, disponível em: <https://heyzine.com/flip-book/e959ed57cd.html>

Respostas dos alunos ao teste de diagnóstico

	1.	2.1.	2.2.	2.3.	2.4.	2.5.	2.6.	2.7.	3.	4.	Total
Nº	6	1	1	1	1	1	1	1	5	2	20
1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1,2	2,2
2	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1,6	6,6
3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
4	0	1	0	1	1	0	0	0	4	1,6	8,6
5	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0,8	2,8
6	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	4
7	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1,2	7,2
8	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	4
9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1,6	2,6
10	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3
11	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0,8	2,8
12	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
13	2	1	0	0	1	0	0	0	2	1,2	7,2
14	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1,2	4,2
15	2	1	1	0	0	0	0	0	1	0,4	5,4
16	2	0	0	0	1	0	0	0	1	0,4	4,4
17	0	1	0	1	1	0	0	0	4	1,6	8,6

Tabela 1. Resultados do teste de diagnóstico.

Respostas dos alunos ao teste de avaliação de conhecimentos

	1.	2.1.	2.2.	2.3.	2.4.	2.5.	2.6.	2.7.	3.	4.	Total
Nº	6	1	1	1	1	1	1	1	5	2	20
1	2	0	0	1	1	1	1	1	2	1,6	10,6
2	6	1	1	1	1	1	1	1	4	2	19
3	6	1	1	1	1	1	1	1	2	1,6	16,6
4	4	1	1	1	1	0	1	1	4	2	16
5	4	0	1	0	0	1	0	0	1	0	7
6	5	1	1	0	0	1	0	1	2	2	13
7	5	1	0	1	0	1	0	1	2	2	13
8	5	0	1	0	0	1	0	0	2	2	11
9	1	1	1	0	0	1	0	0	2	1,2	7,2
10	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	3
11	4	0	1	0	0	1	1	1	4	1,6	13,6
12	6	1	0	1	1	1	1	0	3	1,6	15,6
13	5	1	1	1	0	1	1	1	1	2	14
14	5	1	0	1	1	1	1	1	5	2	18
15	5	1	1	1	1	1	1	1	3	2	17
16	6	1	0	1	1	1	1	0	4	1,6	16,6
17	5	1	1	1	1	1	1	1	5	2	19

Tabela 2. Resultados do teste de avaliação de conhecimentos.