



Design de Biomimética para Competências de Sustentabilidade em Formação Profissional

Biomimicry Design for Sustainability Skills in VET

KA220-VET-00620D4B

KA220-VET - Parcerias de Cooperação em Educação e Formação Profissional

D2.1 Design de Processos de Biomimética para Competências de Sustentabilidade em Formação Profissional

Financiado pela União Europeia. As opiniões e pontos de vista expressos são, no entanto, apenas dos autores e não refletem necessariamente os da União Europeia ou da Agência Executiva Europeia para a Educação e Cultura (EACEA). Nem a União Europeia nem a EACEA podem ser responsabilizadas por elas.

Informação do Documento	
Referência do projeto	2023-1-EL01-KA220-VET-000158477
Entrega	D2.1 Design de Processos de Biomimética para Competências de Sustentabilidade em Formação Profissional
Nível de disseminação	Público
Data	14/8/2024
Versão do documento	1
Estado	Final
Partilha	CC-BY-NC-ND
Autores	Stella Regoli, Etudes Et Chantiers Corsica Laura Trevisan, Infodef Hariklia Tsalapatas, University of Thessaly
Críticos	Ioana Steffan, ATS Ahu Sismek, Yakacik Mesleki Ve Teknik Anadolu Lisesi

Financiado pela União Europeia. As opiniões e pontos de vista expressos são, no entanto, apenas dos autores e não refletem necessariamente os da União Europeia ou da Agência Executiva Europeia para a Educação e Cultura (EACEA). Nem a União Europeia nem a EACEA podem ser responsabilizadas por elas.

ÍNDICE

RESUMO EXECUTIVO	7
PARTE A – MATRIZ DE RESULTADOS DE APRENDIZAGEM PARA COMPETÊNCIAS DE SUSTENTABILIDADE EM FORMAÇÃO PROFISSIONAL	10
1. INTRODUÇÃO À ANÁLISE DE NECESSIDADES	11
2. ANÁLISE PRELIMINAR	12
2.1 OBJETIVO DA ANÁLISE PRELIMINAR	12
2.2 METODOLOGIA DA ANÁLISE PRELIMINAR.....	12
3. ANÁLISE DE PRÁTICAS SOBRE SUSTENTABILIDADE DE EDIFÍCIOS, BIOMIMÉTICA E COMPETÊNCIAS DE PBL	20
3.1 PRÁTICAS ATUAIS NO DESENVOLVIMENTO DE COMPETÊNCIAS DE SUSTENTABILIDADE	20
3.1.1 Na Grécia	20
3.1.2 Na Roménia.....	25
3.1.3 Na Turquia	28
3.1.4 Em França	30
3.1.5 Em Espanha.....	33
3.1.6 Em Portugal	34
3.2 PRÁTICAS ATUAIS NO DESENVOLVIMENTO DE COMPETÊNCIAS DE BIOMIMÉTICA	36
3.2.1 Na Grécia	36
3.2.2 Na Roménia.....	40
3.2.3 Na Turquia	42
3.2.4 Em França	44
3.2.5 Em Espanha.....	47
3.2.6 Em Portugal	49
3.3 PRÁTICAS ATUAIS PARA A UTILIZAÇÃO DA PBL	51
3.3.1 Na Grécia	51
3.3.2 Na Roménia.....	53
3.3.3 Na Turquia	54

Financiado pela União Europeia. As opiniões e pontos de vista expressos são, no entanto, apenas dos autores e não refletem necessariamente os da União Europeia ou da Agência Executiva Europeia para a Educação e Cultura (EACEA). Nem a União Europeia nem a EACEA podem ser responsabilizadas por elas.

3.3.4	<i>Em França</i>	55
3.3.5	<i>Em Espanha</i>	57
3.3.6	<i>Em Portugal</i>	58
3.4	DESAFIOS E OPORTUNIDADES	59
3.4.1	<i>Na Grécia</i>	59
3.4.2	<i>Na Roménia</i>	62
3.4.3	<i>Na Turquia</i>	64
3.4.4	<i>Em França</i>	66
3.4.5	<i>Em Espanha</i>	67
3.4.6	<i>Em Portugal</i>	68
4.	QUESTIONÁRIOS	71
4.1	QUESTIONÁRIO PARA ESTUDANTES DE EFP	71
	<i>Parte 1: Informação de contexto</i>	71
	<i>Parte 2: Compreensão da biomimética</i>	72
	<i>Parte 3: Avaliação de competências</i>	75
	<i>Parte 4: Interesse e motivação</i>	79
	<i>Parte 5: Aplicação Prática</i>	81
	<i>Parte 6: Feedback</i>	82
4.2	QUESTIONÁRIO PARA PROFESSORES DE EFP.....	83
	<i>Parte 1: Informação de contexto</i>	83
	<i>Parte 2: Compreensão e aplicação da biomimética e da PBL</i>	86
	<i>Parte 3: Competências de ensino e integração curricular</i>	89
	<i>Parte 4: Desenvolvimento profissional e recursos</i>	94
	<i>Parte 5: Feedback e Sugestões</i>	96
5.	MATRIZ DE RESULTADOS DE APRENDIZAGEM PARA COMPETÊNCIAS DE SUSTENTABILIDADE EM FORMANDOS DE VET	1
6.	CONCLUSÃO	1
	PARTE B – ESTRUTURA DE APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS ATRAVÉS DO DESIGN DE PROCESSOS DE BIOMIMÉTICA	4

Financiado pela União Europeia. As opiniões e pontos de vista expressos são, no entanto, apenas dos autores e não refletem necessariamente os da União Europeia ou da Agência Executiva Europeia para a Educação e Cultura (EACEA). Nem a União Europeia nem a EACEA podem ser responsabilizadas por elas.

7. INTRODUÇÃO AO DESENHO METODOLÓGICO DA APRENDIZAGEM	5
8. A NECESSIDADE DE AÇÃO CLIMÁTICA E DESENVOLVIMENTO DE COMPETÊNCIAS VERDES.....	6
9. VISÃO GERAL DA APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS	10
9.1 DEFINIÇÃO DE APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS.....	10
9.2 VANTAGENS DE APRENDIZAGEM DA APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS	11
9.3 ETAPAS E IMPLEMENTAÇÃO DA APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS	12
9.4 DESAFIOS E CONSIDERAÇÕES	12
10. BIOMIMETISMO E A SUA IMPORTÂNCIA NO DESIGN	14
10.1 DEFINIÇÃO E PRINCIPAIS ASPETOS DA BIOMIMÉTICA	14
10.2 EXEMPLOS DE BIOMIMÉTICA	15
10.3 ETAPAS E IMPLEMENTAÇÃO DA BIOMIMÉTICA	16
10.4 VANTAGENS DA BIOMIMÉTICA NO DESIGN	17
10.5 DESAFIOS E CONSIDERAÇÕES.....	18
11. QUADRO LET'S MIMIC PARA INTEGRAR O DESIGN DE BIOMIMÉTICA NA APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS.....	19
11.1 A MATRIX VAMOS IMITAR.....	21
11.2 EXEMPLOS QUE ILUSTRAM COMO CADA ETAPA DO PROCESSO DE BIOMIMÉTICA PODE SER INTEGRADA NA PBL ..1	
12. RESULTADOS DE APRENDIZAGEM	5
13. ESTRATÉGIAS DE AVALIAÇÃO	7
13.1 AVALIAÇÃO FORMATIVA	7
13.2 AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO.....	12
14. RESUMO DO QUADRO MIMIC DO LET	14
14.1 IMPACTO ESPERADO	14
14.2 DIREÇÕES FUTURAS.....	14
REFERÊNCIAS.....	16

Financiado pela União Europeia. As opiniões e pontos de vista expressos são, no entanto, apenas dos autores e não refletem necessariamente os da União Europeia ou da Agência Executiva Europeia para a Educação e Cultura (EACEA). Nem a União Europeia nem a EACEA podem ser responsabilizadas por elas.

Financiado pela União Europeia. As opiniões e pontos de vista expressos são, no entanto, apenas dos autores e não refletem necessariamente os da União Europeia ou da Agência Executiva Europeia para a Educação e Cultura (EACEA). Nem a União Europeia nem a EACEA podem ser responsabilizadas por elas.

Resumo executivo

A biomimética, ou "inovação inspirada na natureza", baseia-se na ideia de que a natureza já resolveu os problemas que os humanos enfrentam hoje, como energia, transportes, produção alimentar, gestão de resíduos e cooperação (Benyus, 2014). Segue os princípios fundamentais da natureza, como a fabricação de fontes de energia renovável, a utilização eficiente da energia, a reciclagem e a produção de materiais ecológicos. Imitar os princípios e desenhos da natureza é fundamental para criar um mundo sustentável para o futuro do nosso planeta. Além disso, o desenho do século XXI de um futuro sustentável combina diferentes disciplinas através de métodos de colaboração e cooperação.

A biomimética está também alinhada com os objetivos da educação STEM, criando oportunidades para os professores ensinarem disciplinas STEM e ciências ambientais e desenvolverem competências do século XXI. Assim, a biomimética oferece um método para aprender com o património natural mundial para resolver problemas humanos e visa educar amantes da natureza e estudantes ambientalmente conscientes (Biomimicry Institute, 2017, p.3). À medida que a comunidade global enfrenta desafios ambientais e sociais complexos, designers e engenheiros procuram inspiração no mundo natural para criar soluções eficientes, sustentáveis e resilientes. Integrar a biomimética nos currículos educativos fomenta a criatividade e as capacidades de resolução de problemas, além de incutir um profundo respeito pela natureza e pelos seus processos.

Há um grande número de licenciados em VET a trabalhar em várias áreas económicas. Muitos setores de emprego são regulados por normas que abrangem as suas operações, e muitos empregos têm padrões de competências definidos. Os indivíduos normalmente realizam EFP para obter o nível de competências ou qualificações necessárias para ocupações ou empregos regulados para os quais são estabelecidos os níveis de competência exigidos. Infelizmente, muitos regulamentos e normas existentes datam de uma época anterior à plena compreensão da necessidade de sustentabilidade e ainda não foram atualizados em profundidade para cumprir os requisitos para uma transição para uma economia verde. Podem até ajudar a manter um modo de operação, processos de trabalho e métodos de "negócio como sempre"

Financiado pela União Europeia. As opiniões e pontos de vista expressos são, no entanto, apenas dos autores e não refletem necessariamente os da União Europeia ou da Agência Executiva Europeia para a Educação e Cultura (EACEA). Nem a União Europeia nem a EACEA podem ser responsabilizadas por elas.

quando estes não são sustentáveis, utilizando matérias-primas e criando resíduos e emissões a um grau que causa danos ambientais desnecessários.

A implementação da educação para o desenvolvimento sustentável (ESD) na EFP pode servir como facilitador da transformação nas instituições (T)VET, ao aumentar o âmbito da sustentabilidade de uma visão institucional e aumentar as oportunidades para fortalecer as capacidades da comunidade e dos intervenientes nela envolvidos. Na prática, a EDS na EFP fornece uma ferramenta reforçada para dotar jovens e adultos das competências necessárias no mundo do trabalho em mudança, incluindo os requisitos de conhecimento e competências para a transição para economias e sociedades verdes.

Neste contexto, a fusão do Design de Processos de Biomimética com a Aprendizagem Baseada em Projetos (PBL) surge como uma estratégia pedagógica eficaz que se alinha perfeitamente com os princípios da biomimética. O PBL envolve os alunos em projetos do mundo real que exigem pensamento crítico, colaboração e aprendizagem prática. Ao trabalhar em projetos que abordam desafios reais, os estudantes desenvolvem uma compreensão mais profunda do tema e adquirem competências práticas diretamente aplicáveis às suas futuras carreiras.

Os sistemas de Educação e Formação Profissional (VET) preparam indivíduos com os conhecimentos, competências e competências necessários para participar na economia verde e adotar ativamente práticas sustentáveis. Isto inclui tanto conhecimentos fundamentais ou relacionados com a área como competências transversais ou interpessoais que ajudam um indivíduo a destacar-se independentemente da área de estudo. Entre essas competências estão as competências verdes, que são de importância cada vez maior face aos 21.ºs desafios da indústria e da sociedade relacionados com as alterações climáticas e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas (ONU 2024). O PNUMA (2011) afirma que uma economia verde procura melhorar o bem-estar humano e promover a equidade social, minimizando ao mesmo tempo os riscos ambientais e as escassez ecológicas. Alcançar tal sociedade é crucial para a transição para um futuro sustentável.

Alinhando-se com as necessidades emergentes, o projeto LET'S MIMIC visa desenvolver competências verdes, especificamente de biomimética, entre os estudantes de VET, para preparar jovens profissionais capacitados com os conhecimentos e competências necessários

Financiado pela União Europeia. As opiniões e pontos de vista expressos são, no entanto, apenas dos autores e não refletem necessariamente os da União Europeia ou da Agência Executiva Europeia para a Educação e Cultura (EACEA). Nem a União Europeia nem a EACEA podem ser responsabilizadas por elas.

no mundo profissional. A biomimética é uma abordagem inovadora de design que visa introduzir soluções para desafios do mundo real, inspirada em processos naturais e respeitando o equilíbrio dos ecossistemas.

Este relatório apresenta os resultados da análise de necessidades e práticas atuais sobre a construção de competências em biomimética na Formação Profissional (VET). Este trabalho foi realizado na Grécia, Roménia, Turquia, França, Espanha e Portugal para garantir a relevância europeia do desenho das atividades do projeto. O trabalho continua com a apresentação do desenho metodológico de aprendizagem LET'S MIMIC, através do qual os estudantes desenvolvem competências de inovação inspiradas em modelos e processos naturais.

Financiado pela União Europeia. As opiniões e pontos de vista expressos são, no entanto, apenas dos autores e não refletem necessariamente os da União Europeia ou da Agência Executiva Europeia para a Educação e Cultura (EACEA). Nem a União Europeia nem a EACEA podem ser responsabilizadas por elas.

PARTE A – Matriz de Resultados de Aprendizagem para Competências de Sustentabilidade em Formação Profissional

Financiado pela União Europeia. As opiniões e pontos de vista expressos são, no entanto, apenas dos autores e não refletem necessariamente os da União Europeia ou da Agência Executiva Europeia para a Educação e Cultura (EACEA). Nem a União Europeia nem a EACEA podem ser responsabilizadas por elas.

1. Introdução à análise de necessidades

Esta secção apresenta uma análise de necessidades sobre o desenvolvimento de competências de biomimética e resolução de problemas através de aprendizagem inovadora baseada em projetos. O estudo baseia-se numa investigação administrativa sobre práticas atuais de desenvolvimento de sustentabilidade geral e competências mais específicas de biomimética em países representados no consórcio através de parceiros do projeto, nomeadamente Grécia, Roménia, Turquia, França, Espanha e Portugal. Além disso, analisa resultados de pesquisas baseadas em questionários realizadas por todos os parceiros do projeto sobre as necessidades e expectativas dos alunos relacionadas com a mesma disciplina. Os resultados da análise de necessidades são resumidos numa Matriz de Resultados de Aprendizagem para Competências de Sustentabilidade em Formandos de Formação. Esta matriz visa integrar competências focadas na sustentabilidade nas iniciativas de VET, promovendo uma geração preparada para contribuir para o desenvolvimento sustentável.

Financiado pela União Europeia. As opiniões e pontos de vista expressos são, no entanto, apenas dos autores e não refletem necessariamente os da União Europeia ou da Agência Executiva Europeia para a Educação e Cultura (EACEA). Nem a União Europeia nem a EACEA podem ser responsabilizadas por elas.

2. Análise preliminar

2.1 Objetivo da análise preliminar

A análise preliminar incluiu pesquisa de secretária e dois questionários online (um para alunos de VET e outro para professores de EFP).

A investigação secretária teve como objetivo analisar a situação atual na EFP na Grécia, Roménia, Turquia, França, Espanha e Portugal no que diz respeito às **competências de sustentabilidade**, como as competências de sustentabilidade estão a ser desenvolvidas e integradas nos currículos, que instrumentos estão a ser utilizados, que estratégias nacionais associadas existem e qual o **nível de conhecimento e a sua utilização em biomimética**, bem como a **utilização da Aprendizagem Baseada em Projetos (PBL)**.

O questionário alargado para alunos de EFP teve como objetivo identificar os seus conhecimentos sobre **sustentabilidade, ambiente e biomimética, bem como o seu interesse nestes** temas.

O questionário alargado para professores de EFP teve como objetivo determinar o lugar dado às **competências de sustentabilidade nos currículos atuais**, as **metodologias que aplicam para treinar competências de sustentabilidade**, as ferramentas e recursos que utilizam, o seu **conhecimento e implementação da abordagem de biomimética**, e se e como aplicam a **metodologia PBL**.

2.2 Metodologia da análise preliminar

Todos os parceiros realizaram pesquisas preliminares de secretária sobre práticas atuais relacionadas com a sustentabilidade dos edifícios e, mais especificamente, competências de biomimética. O estudo focou-se ainda na forma como o PBL é atualmente implementado no VET. Como referido acima, foi realizado na Grécia, Roménia, Turquia, França, Espanha e Portugal. Focava-se nos seguintes temas:

Financiado pela União Europeia. As opiniões e pontos de vista expressos são, no entanto, apenas dos autores e não refletem necessariamente os da União Europeia ou da Agência Executiva Europeia para a Educação e Cultura (EACEA). Nem a União Europeia nem a EACEA podem ser responsabilizadas por elas.

Competências de sustentabilidade	Como estão a ser desenvolvidas as competências em sustentabilidade e como estão a ser integradas nos currículos de VET em cada país? Que instrumentos são usados?
	Qual é a estratégia nacional para o desenvolvimento de competências de sustentabilidade na EFP?
Biomimetismo	<p>A biomimética é aplicada em Veterinária? Especificamente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Como é que a biomimética é integrada nos currículos de VET? • Quais são exemplos de cursos de formação que incluem biomimética?
PBL	O PBL é aplicado na aprendizagem de VET? Quais são alguns exemplos concretos de como o PBL é implementado nos cursos de VET?

Tabela 1. Perguntas de pesquisa de secretária.

Após concluir a análise de secretária, os parceiros do projeto administraram dois questionários online a **201 alunos de VET** e **126 professores de VET**.

O questionário para os alunos incluiu as perguntas detalhadas na tabela seguinte:

Selecione o seu país	Grécia/Roménia/Turquia/França/Espanha/Portugal
Informação de Contexto	Em que programa educativo estás inscrito?
	Já estudou anteriormente sustentabilidade ambiental, biomimética ou temas relacionados, como soluções amigas

Financiado pela União Europeia. As opiniões e pontos de vista expressos são, no entanto, apenas dos autores e não refletem necessariamente os da União Europeia ou da Agência Executiva Europeia para a Educação e Cultura (EACEA). Nem a União Europeia nem a EACEA podem ser responsabilizadas por elas.

	<p>do ambiente, design sustentável de produtos, engenharia sustentável, edifícios sustentáveis, agricultura sustentável, etc.?</p>
	<p>Se a resposta à pergunta acima for "sim", por favor forneça uma breve descrição.</p>
<p>Compreensão da Biomimética</p>	<p>Já teve contacto com o conceito de biomimética antes?</p>
	<p>Se a resposta à pergunta acima for "sim", por favor forneça uma breve descrição.</p>
	<p>Pode dar um exemplo de uma solução ambiental baseada na biomimética? Por exemplo, as asas dos aviões são inspiradas em pássaros; uma economia cíclica é inspirada pelo ciclo da vida na natureza; o tecido dos fatos de banho dos atletas olímpicos é inspirado na pele de tubarão; mexilhões inspiram adesivo subaquático; As solas antiderrapantes dos sapatos são inspiradas na pele de cobra; Os montículos de térmitas inspiram edifícios auto-arrefecidos; e as florestas inspiram sistemas de filtração de água sem químicos.</p>
	<p>Como acha que a biomimética pode contribuir para o design sustentável?</p>
<p>Avaliação de Competências</p>	<p>Avalia o teu nível de habilidade nas seguintes áreas numa escala de 1 (sem experiência) a 5 (especialista):</p>

Financiado pela União Europeia. As opiniões e pontos de vista expressos são, no entanto, apenas dos autores e não refletem necessariamente os da União Europeia ou da Agência Executiva Europeia para a Educação e Cultura (EACEA). Nem a União Europeia nem a EACEA podem ser responsabilizadas por elas.

	<ul style="list-style-type: none"> • Criatividade e inovação. • Resolução de problemas. • Desenho técnico (manual ou CAD). • Investigação científica. • Colaboração em equipa.
<p>Interesse e Motivação</p>	<p>Já trabalhou em algum projeto onde aplicou princípios de biomimética? Se sim, por favor descreva brevemente o projeto.</p>
	<p>Porque é que se interessa por biomimética ou design ambiental?</p> <p>Que áreas da biomimética ou design ambiental lhe interessa mais explorar?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Arquitetura. • Design de produto. • Ciência dos materiais. • Robótica. • Edifícios sustentáveis. • Cidades sustentáveis. • Água limpa. • Medicina. • Preservação ambiental. • Proteção contra desastres naturais. • Outros.

Financiado pela União Europeia. As opiniões e pontos de vista expressos são, no entanto, apenas dos autores e não refletem necessariamente os da União Europeia ou da Agência Executiva Europeia para a Educação e Cultura (EACEA). Nem a União Europeia nem a EACEA podem ser responsabilizadas por elas.

Aplicação prática	Imagine que tem a tarefa de desenhar um novo produto para recolher água em áreas secas. Quais são os primeiros passos para a sua solução?
Feedback	Acha que aprender sobre biomimética pode melhorar as suas competências profissionais?
	Que recursos ou ferramentas te ajudariam a compreender e aplicar melhor a biomimética nos teus projetos?

Tabela 2. Questionário para estudantes de VET.

O questionário para os professores incluía as perguntas detalhadas na tabela seguinte:

Selecione o seu país	Grécia/Roménia/Turquia/França/Espanha/Portugal
Informação de Contexto	Que disciplinas leciona?
	Quantos anos de experiência tem a ensinar?
	Já lecionou ou utilizou conceitos relacionados com sustentabilidade ambiental ou biomimética nos seus cursos? Se a resposta à pergunta acima for "sim", por favor descreva brevemente como.
	Define biomimética com as tuas próprias palavras.

Financiado pela União Europeia. As opiniões e pontos de vista expressos são, no entanto, apenas dos autores e não refletem necessariamente os da União Europeia ou da Agência Executiva Europeia para a Educação e Cultura (EACEA). Nem a União Europeia nem a EACEA podem ser responsabilizadas por elas.

<p>Compreensão e Aplicação da Biomimética e PBL</p>	<p>Por favor, mencione quaisquer exemplos de sustentabilidade ambiental ou biomimética que tenha discutido com os seus alunos.</p>
	<p>Que papel acredita que a biomimética desempenha no design moderno e na educação ambiental?</p>
	<p>Aplicas o PBL como método de ensino? Se a sua resposta for "Sim", por favor indique alguns exemplos e a frequência de utilização deste método.</p>
<p>Competências de Ensino e Integração Curricular</p>	<p>Avalie o seu nível de confiança ao ensinar os seguintes aspetos da biomimética numa escala de 1 (não confiante) a 5 (muito confiante):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Compreender princípios ecológicos. • Aplicar a biomimética em projetos práticos de design. • Integrar a biomimética com outras disciplinas (por exemplo, matemática, ciências). • Incentivar o pensamento inovador através da biomimética. • A candidatar-se ao PBL.
	<p>Enfrentou desafios na integração da sustentabilidade ambiental ou biomimética no seu currículo? Se a resposta à pergunta acima for "sim", por favor comente brevemente.</p>

Financiado pela União Europeia. As opiniões e pontos de vista expressos são, no entanto, apenas dos autores e não refletem necessariamente os da União Europeia ou da Agência Executiva Europeia para a Educação e Cultura (EACEA). Nem a União Europeia nem a EACEA podem ser responsabilizadas por elas.

Desenvolvimento Profissional e Recursos	<p>Que tipos de recursos o ajudariam a ensinar sustentabilidade ambiental ou biomimética de forma mais eficaz? (Selecione todos os que se aplicam):</p> <ul style="list-style-type: none">• Manuais escolares e artigos académicos.• Cursos ou workshops online.• Palestras convidadas de profissionais da indústria.• Materiais práticos para projetos.• Casos ou exemplos de soluções de sustentabilidade ambiental ou biomimética.• Ferramentas de software como apresentações digitais, jogos, simulações, etc.• Material audiovisual, como imagens, vídeos ou outros.• Intercâmbio de conhecimento com outros educadores.• Outro (Especificar).
	<p>Estaria interessado em frequentar um programa de desenvolvimento profissional focado em biomimética?</p>
	<p>Que tópicos em biomimética gostarias de aprender mais para fins de ensino?</p>
Feedback e Sugestões	<p>Como acha que a biomimética poderia ser integrada de forma mais eficaz na aprendizagem?</p>

Financiado pela União Europeia. As opiniões e pontos de vista expressos são, no entanto, apenas dos autores e não refletem necessariamente os da União Europeia ou da Agência Executiva Europeia para a Educação e Cultura (EACEA). Nem a União Europeia nem a EACEA podem ser responsabilizadas por elas.

	Tem comentários ou sugestões adicionais sobre o ensino da biomimética na educação profissional?
--	---

Tabela 3. Questionário para professores de VET.

Os dois questionários foram traduzidos e entregues em línguas nacionais. Todas as respostas foram recolhidas e traduzidas para inglês para elaborar os resultados. As principais conclusões da pesquisa de mesa e dos questionários são apresentadas no parágrafo seguinte.

Financiado pela União Europeia. As opiniões e pontos de vista expressos são, no entanto, apenas dos autores e não refletem necessariamente os da União Europeia ou da Agência Executiva Europeia para a Educação e Cultura (EACEA). Nem a União Europeia nem a EACEA podem ser responsabilizadas por elas.

3. Análise de práticas sobre sustentabilidade de edifícios, biomimética e competências de PBL

Os resultados apresentados abaixo estão relacionados com pesquisa documental e questionários online, que foram enviados para os seguintes países: Grécia, Roménia, Turquia, França, Espanha e Portugal.

3.1 Práticas atuais no desenvolvimento de competências de sustentabilidade

3.1.1 Na Grécia

Como estão a ser desenvolvidas as competências em sustentabilidade e como estão a ser integradas nos currículos de VET em cada país? Que instrumentos são usados?

Desenvolver e integrar competências em sustentabilidade nos currículos de educação e formação profissional (EFP) está a tornar-se cada vez mais importante na Grécia. Estão a ser utilizados vários instrumentos e estratégias para alcançar este objetivo.

Em primeiro lugar, a Grécia, tal como outros Estados-membros da União Europeia (UE), é orientada por políticas e quadros da UE que enfatizam a sustentabilidade educativa. Estas políticas fornecem o quadro geral para integrar competências de sustentabilidade nos currículos de VET. Por exemplo, o Pacto Verde Europeu (2024) enfatiza a importância do desenvolvimento sustentável em todos os setores, incluindo a educação.

Na Grécia, várias iniciativas estratégicas, quadros políticos e instrumentos práticos orientam o desenvolvimento das competências de sustentabilidade e a sua integração nos currículos de EFP. Estes esforços garantem que a força de trabalho tenha as competências necessárias para apoiar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas (2024) e a transição para uma economia verde.

Financiado pela União Europeia. As opiniões e pontos de vista expressos são, no entanto, apenas dos autores e não refletem necessariamente os da União Europeia ou da Agência Executiva Europeia para a Educação e Cultura (EACEA). Nem a União Europeia nem a EACEA podem ser responsabilizadas por elas.

Os quadros estratégicos incluem a Estratégia Nacional de Competências da Grécia. Anunciada no contexto do Ano Europeu das Competências 2023, a estratégia visa alinhar a EFP com as necessidades do mercado de trabalho, dando ênfase às competências de sustentabilidade. Esta estratégia envolve a integração de competências de sustentabilidade nos currículos de VET, através de atividades sistemáticas de antecipação de competências e de previsão. A estratégia é apoiada pela Lei 4763/2020, ao abrigo da qual a governação da VET, é reformada, promovendo métodos de ensino inovadores e estabelecendo escolas profissionais modelo e institutos de formação experimental que se focam na sustentabilidade e excelência na educação.

Os quadros de competências ajudam a orientar o desenvolvimento curricular e a requalificação para a sustentabilidade. Os programas de VET estão a ser atualizados para incluir quadros de competências que enfatizam a consciencialização ambiental, práticas sustentáveis e tecnologias verdes. Estes quadros orientam o desenvolvimento curricular que incorpora a sustentabilidade em vários níveis educativos.

Foram feitas várias atualizações aos currículos de especializações de EFP neste contexto. Incluem novos perfis ocupacionais orientados pelo Mecanismo para a Identificação das Necessidades do Mercado de Trabalho, são adaptados para responder às exigências da economia verde e incluem competências relacionadas com a sustentabilidade (CEDEFOP). Além disso, os currículos de VET estão a ser atualizados para incluir módulos de competências verdes, como tecnologias de energia renovável, agricultura sustentável, gestão de resíduos e conservação ambiental. Estes módulos garantem que os estudantes adquiram conhecimentos práticos e teóricos relevantes para o desenvolvimento sustentável. A inovação educativa inclui a utilização de plataformas digitais e aprendizagem online para melhorar a oferta de VET através de conteúdos digitais e recursos sobre vários aspetos de sustentabilidade e gestão ambiental.

As práticas de VET também são atualizadas através da colaboração com a indústria. Parcerias com empresas locais e intervenientes do setor são cruciais para integrar a sustentabilidade na VET. Estas colaborações proporcionam oportunidades de formação no mundo real, estágios e estágios focados em práticas e tecnologias sustentáveis.

Financiado pela União Europeia. As opiniões e pontos de vista expressos são, no entanto, apenas dos autores e não refletem necessariamente os da União Europeia ou da Agência Executiva Europeia para a Educação e Cultura (EACEA). Nem a União Europeia nem a EACEA podem ser responsabilizadas por elas.

A formação de professores e o desenvolvimento profissional são essenciais para integrar eficazmente as competências de sustentabilidade nos currículos de VET. Os educadores precisam de workshops, seminários e cursos focados na educação para a sustentabilidade para os equipar com o conhecimento e as ferramentas necessárias para ensinar sustentabilidade de forma eficaz. As competências dos educadores são atualizadas através de programas contínuos de desenvolvimento profissional para professores e formadores de VET, incluindo formação em competências de sustentabilidade e métodos inovadores de ensino. Estes programas garantem que os educadores estão bem preparados para ensinar e integrar a sustentabilidade nos seus currículos. Além disso, o Ministério da Educação presta apoio técnico e pedagógico às instituições de VET, ajudando-as a implementar currículos e práticas de ensino focados na sustentabilidade de forma eficaz.

Além disso, as instituições de VET podem servir como modelos de sustentabilidade ao implementar práticas amigas do ambiente. Isto pode incluir medidas de eficiência energética, estratégias de redução de resíduos e promoção de opções de transporte sustentável. A colaboração com empresas, ONGs e outros intervenientes pode também enriquecer os currículos de VET com exemplos reais e experiências práticas relacionadas com sustentabilidade. Parcerias com a indústria, por exemplo, podem proporcionar aos estudantes oportunidades de estágios focados em práticas sustentáveis.

Incorporar metodologias de aprendizagem baseada em projetos e educação experiencial nos currículos de EFP permite que os alunos se envolvam diretamente com os desafios e soluções de sustentabilidade. Por exemplo, projetos práticos relacionados com energias renováveis, gestão de resíduos ou agricultura sustentável podem aprofundar a compreensão dos estudantes sobre os princípios da sustentabilidade. Por fim, ferramentas digitais e plataformas de e-learning podem ser utilizadas para fornecer conteúdos focados na sustentabilidade a estudantes de VET. Módulos online, simulações interativas e laboratórios virtuais podem melhorar as experiências de aprendizagem e alcançar um público mais vasto.

Em termos de instrumentos utilizados, o Mecanismo para a Identificação das Necessidades do Mercado de Trabalho fornece dados e perspetivas sobre tendências do mercado de trabalho e necessidades de competências, ajudando a alinhar os programas de EFP com competências

Financiado pela União Europeia. As opiniões e pontos de vista expressos são, no entanto, apenas dos autores e não refletem necessariamente os da União Europeia ou da Agência Executiva Europeia para a Educação e Cultura (EACEA). Nem a União Europeia nem a EACEA podem ser responsabilizadas por elas.

de sustentabilidade (CEDEFOP, 2023). Além disso, o Quadro Nacional de Qualificações (NQF) apoia a classificação e certificação das qualificações, garantindo que as competências em sustentabilidade sejam reconhecidas e padronizadas em todos os programas de VET.

Em resumo, a Grécia está a desenvolver e integrar ativamente competências de sustentabilidade nos currículos de EFP através de iniciativas políticas estratégicas, atualizações curriculares, ferramentas educativas e colaborações com a indústria. Estes esforços são apoiados por instrumentos e quadros robustos concebidos para preparar a força de trabalho para os desafios do desenvolvimento sustentável.

Qual é a estratégia nacional para o desenvolvimento de competências de sustentabilidade na EFP?

O Ministério da Educação, Investigação e Assuntos Religiosos da Grécia supervisiona as políticas e reformas educativas. Embora possa não existir uma estratégia nacional focada exclusivamente nas competências de sustentabilidade na VET, os princípios de sustentabilidade provavelmente serão integrados em iniciativas educativas mais amplas. Esta integração pode ocorrer através de revisões curriculares, programas de formação de professores, parcerias com partes interessadas e implementação de práticas sustentáveis nas instituições educativas.

Como muitos outros países, a Grécia alinha as suas estratégias educativas com políticas e quadros mais amplos da União Europeia (UE), enfatizando a sustentabilidade em todos os níveis educativos. A União Europeia tem várias iniciativas e estratégias relacionadas com a sustentabilidade na educação, que se espera que Estados-membros como a Grécia incorporem nas suas agendas nacionais. Uma dessas iniciativas é o Pacto Verde Europeu, um plano abrangente para sustentar a economia da UE. Abrange vários setores, incluindo a educação, focando-se na integração dos princípios de sustentabilidade em todos os aspetos da política e prática.

Outra iniciativa significativa é a Agenda Europeia de Competências, que visa garantir que as pessoas desenvolvam as competências necessárias para as transições verdes e digitais e para a recuperação da pandemia de COVID-19. Enfatiza o desenvolvimento e a requalificação,

Financiado pela União Europeia. As opiniões e pontos de vista expressos são, no entanto, apenas dos autores e não refletem necessariamente os da União Europeia ou da Agência Executiva Europeia para a Educação e Cultura (EACEA). Nem a União Europeia nem a EACEA podem ser responsabilizadas por elas.

incluindo a educação profissional, para responder às exigências de uma economia sustentável. Além disso, a UE está a trabalhar para criar um Espaço Europeu da Educação até 2025. Esta iniciativa inclui a promoção de valores partilhados, a promoção da educação inclusiva e o reforço das competências digitais e verdes entre os aprendentes. Estabelece um quadro dentro do qual os Estados-membros podem desenvolver as suas estratégias nacionais de educação.

A Grécia implementou uma estratégia nacional abrangente para desenvolver competências em sustentabilidade, alinhando-se com os objetivos europeus mais amplos e com os ODS. Esta estratégia faz parte da Estratégia Nacional de Competências, anunciada durante o Ano Europeu das Competências em 2023, que se foca em antecipar e responder às necessidades do mercado de trabalho através de programas de educação e formação melhorados. Os aspetos-chave desta estratégia incluem a antecipação e a previsão de competências, orientadas pelo Mecanismo para a Identificação das Necessidades do Mercado de Trabalho, ajudar a desenhar programas relevantes de educação e formação profissional (VET) e informar o desenvolvimento de novos currículos e perfis profissionais para corresponder às necessidades do mercado.

Além disso, a abordagem da Grécia ao desenvolvimento de competências está intimamente ligada ao seu compromisso com os ODS. O Relatório de Desenvolvimento Sustentável do país (2023) acompanha o progresso em vários indicadores, garantindo que as iniciativas educativas contribuam para o desenvolvimento sustentável, incluindo energia limpa, consumo responsável e ação climática.

Por outro lado, ao abrigo da Lei 4763/2020, as recentes reformas na governação da EFP enfatizam métodos inovadores de ensino e a criação de escolas profissionais modelo. Estas reformas visam aumentar a atratividade e a capacidade de resposta do EFP às exigências do mercado de trabalho, promovendo assim competências que apoiem a sustentabilidade e a transição para a economia verde.

A estratégia nacional na Grécia envolve o envolvimento das partes interessadas, nomeadamente a participação ativa dos parceiros sociais, incluindo empregadores, sindicatos e instituições educativas. Isto garante que as competências desenvolvidas são relevantes e

Financiado pela União Europeia. As opiniões e pontos de vista expressos são, no entanto, apenas dos autores e não refletem necessariamente os da União Europeia ou da Agência Executiva Europeia para a Educação e Cultura (EACEA). Nem a União Europeia nem a EACEA podem ser responsabilizadas por elas.

procuradas. Esta abordagem colaborativa ajuda a atualizar e melhorar continuamente os programas de EFP para responder às necessidades em evolução da economia.

Por fim, a aprendizagem ao longo da vida e o desenvolvimento contínuo de competências garantem que a força de trabalho se mantém adaptável e capaz de enfrentar novos desafios, especialmente a sustentabilidade e a transformação digital.

O acima demonstra que a estratégia nacional da Grécia para o desenvolvimento de competências em sustentabilidade é uma abordagem multifacetada que integra políticas, educação e colaboração entre partes interessadas para construir uma força de trabalho qualificada capaz de apoiar os objetivos de desenvolvimento sustentável (CEDEFOP, 2020) (Relatório de Desenvolvimento Sustentável 2023).

3.1.2 Na Roménia

Como estão a ser desenvolvidas as competências em sustentabilidade e como estão a ser integradas nos currículos de VET em cada país? Que instrumentos são usados?

Na Roménia, o VET abrange tanto o ensino secundário como o ensino pós-secundário e é parte integrante do sistema de ensino pré-universitário. É geralmente da responsabilidade do Ministério Nacional da Educação (NME) e do Centro Nacional para o Desenvolvimento da Educação Profissional e Técnica.

No entanto, a EFP encontra-se numa encruzilhada nas políticas educativas, sociais, económicas e laborais. Consequentemente, os intervenientes nestes setores estão ligados de diferentes formas ao processo de tomada de decisão e à criação dos currículos. O quadro institucional da EFP na Roménia é altamente fragmentado, e várias organizações desempenham funções essenciais. As funções vitais específicas do sistema VET são precisamente desempenhadas, para além do NME, por quatro organizações diferentes. Cinco unidades dentro do NME desempenham várias funções no sistema de educação geral, sendo a mais importante a área de VET. No geral, as múltiplas funções do sistema de VET são desempenhadas por colaboradores de nove organizações diferentes ao nível central.

Financiado pela União Europeia. As opiniões e pontos de vista expressos são, no entanto, apenas dos autores e não refletem necessariamente os da União Europeia ou da Agência Executiva Europeia para a Educação e Cultura (EACEA). Nem a União Europeia nem a EACEA podem ser responsabilizadas por elas.

No que diz respeito aos currículos, três perfis principais para a educação profissional e técnica (VET) são definidos dentro da Metodologia Nacional de Organização e Funcionamento da Educação Profissional (NMOFVE): técnicos, recursos naturais e proteção ambiental e serviços, com um total de 17 níveis básicos de qualificações, e o currículo correspondente às qualificações em VET é elaborado com base nos Padrões de Formação Profissional para as qualificações profissionais de nível 3 e 4 da Quadro Nacional de Qualificações (PTS) e a Estratégia Nacional para o Desenvolvimento Sustentável na Roménia, 2030, que se centram na Educação para o Desenvolvimento Sustentável (ESD), como parte integrante dos currículos escolares.

O VTS é o documento regulatório mais crítico no desenho dos currículos de educação profissional e técnica. Foi desenvolvido com base nos padrões profissionais em vigor. Estas normas constituem a base da avaliação da certificação e estão alinhadas com as oito áreas de competências críticas definidas pelo Quadro Europeu de Referência para Competências-Chave para a Aprendizagem ao Longo da Vida. Os padrões são formulados em termos de conhecimentos, competências e atitudes específicas, integrados nas unidades de competências técnicas gerais e especializadas, e formados/aprofundados em contextos de formação profissional.

Na Roménia, a Educação para o Desenvolvimento Sustentável (ESD) visa promover a consciencialização ambiental, mudar atitudes e mitigar o impacto das atividades humanas. Através de programas de EDD, os estudantes adquirem conhecimentos e competências essenciais para promover o desenvolvimento sustentável, focando-se em várias áreas-chave. Um aspeto importante é o desenvolvimento holístico, que enfatiza o crescimento equilibrado dos indivíduos através das dimensões cognitiva, emocional, física, espiritual e social. Esta abordagem prepara os alunos para navegar num mundo em constante evolução, garantindo que são completos e resilientes perante desafios. Além disso, a ESD promove uma abordagem equilibrada ao desenvolvimento de competências, ajudando os alunos a identificar as suas necessidades de aprendizagem e a estabelecer prioridades educativas que permitam percursos de aprendizagem flexíveis.

Financiado pela União Europeia. As opiniões e pontos de vista expressos são, no entanto, apenas dos autores e não refletem necessariamente os da União Europeia ou da Agência Executiva Europeia para a Educação e Cultura (EACEA). Nem a União Europeia nem a EACEA podem ser responsabilizadas por elas.

O espírito de reflexão é outro elemento crítico, pois incentiva os alunos a envolverem-se na autoavaliação e no pensamento crítico. Isto promove uma compreensão mais profunda de si próprios e do seu ambiente, que serve de base para o progresso pessoal. Além disso, a ESD incute uma mentalidade de superação da autolimitação, motivando os alunos a explorar diversas vias educativas, sociais e profissionais, tomando decisões informadas e ultrapassando os seus limites. A ESD também incorpora abordagens prospectivas que incentivam uma atitude proativa na antecipação de desafios futuros e no desenvolvimento de soluções inovadoras. Aliados à resiliência, que ensina os alunos a perseverar perante as dificuldades, estes aspetos capacitam os alunos a enfrentar obstáculos com autonomia e autodeterminação.

Em termos de dinâmicas sociais, a EDS enfatiza a inclusão e a colaboração. Foca-se numa comunicação respeitosa, na compreensão de diferentes origens e na garantia de que todos possam desenvolver-se e alcançar o seu potencial. O currículo também enfatiza a importância da sustentabilidade e do cuidado ambiental, ensinando aos alunos a gestão responsável dos recursos naturais e contribuindo para práticas sustentáveis. Além disso, a ESD promove a cidadania ativa, incentivando os estudantes a participar na tomada de decisões comunitárias e promovendo um espírito de solidariedade e cooperação para um futuro melhor. Por fim, enfatiza a ética e a responsabilização, promovendo a integridade e o comportamento responsável em todos os aspetos da vida. Estes componentes equipam os alunos com as competências e atitudes necessárias para uma vida sustentável e uma participação ativa na comunidade.

Temas como alterações climáticas, ambiente e desenvolvimento sustentável são abordados em todo o núcleo curricular, direcionando-se a perfis específicos de VET, como técnico ecológico e proteção da qualidade ambiental, técnico agro-montanho, hidrometeorologista, veterinário, etc., dentro de algumas disciplinas de estudo como energia e vida, química e vida, substâncias na natureza, saúde humana e ambiente, entre outros.

Por isso, a questão de interesse relativa à educação para o desenvolvimento sustentável e aquisição de competências verdes é abordada nos diferentes componentes do currículo escolar por disciplina: competências específicas, atividades de aprendizagem, conteúdos, etc.

Financiado pela União Europeia. As opiniões e pontos de vista expressos são, no entanto, apenas dos autores e não refletem necessariamente os da União Europeia ou da Agência Executiva Europeia para a Educação e Cultura (EACEA). Nem a União Europeia nem a EACEA podem ser responsabilizadas por elas.

Qual é a estratégia nacional para o desenvolvimento de competências de sustentabilidade na EFP?

É importante notar que a Roménia carece de uma estratégia nacional que vise explicitamente o desenvolvimento de competências no setor de VET. No entanto, existem referências relacionadas com a VET, incluídas na Lei Nacional de Educação Pré-Universitária (2023), no Plano Nacional de Recuperação e Resiliência, nos Padrões de Formação Profissional para qualificações de nível 3 e 4 do Quadro Nacional de Qualificações (PTS), e na Estratégia Nacional para o Desenvolvimento Sustentável na Roménia, 2030. Estas referências visam todas melhorar a qualidade e a equidade no ensino, alinhando-se com a ambiciosa visão delineada no relatório "Roménia Educada".

Relativamente às competências verdes especificamente identificadas para a VET, não existe legislação rigorosa que se aplica apenas à VET. As iniciativas estão relacionadas com todo o sistema educativo. A Educação para o Desenvolvimento Sustentável (ESD) é uma parte integrante do currículo na Roménia. O objetivo é desenvolver competências que ajudem os alunos a refletir sobre as suas ações, considerando os seus impactos no presente e no futuro, as suas implicações sociais, o impacto cultural, económico e ambiental. As disciplinas relativas à ESD, incluindo a EFP, são integradas, começando pelo ensino pré-escolar e pós-secundário e ao nível universitário.

3.1.3 Na Turquia

Como estão a ser desenvolvidas as competências em sustentabilidade e como estão a ser integradas nos currículos de VET em cada país? Que instrumentos são usados?

Na Turquia, várias iniciativas estratégicas e atualizações curriculares apoiam a integração das competências de sustentabilidade nos currículos de Educação e Formação Profissional (EFP), visando aumentar a consciencialização ambiental e as competências entre os alunos.

Uma das estratégias-chave é a modernização curricular, que tem visto atualizações significativas para incorporar competências de sustentabilidade em programas existentes. Esta modernização inclui a integração de competências verdes nos currículos e o desenvolvimento de novas ofertas educativas que abordem desafios ambientais e de

Financiado pela União Europeia. As opiniões e pontos de vista expressos são, no entanto, apenas dos autores e não refletem necessariamente os da União Europeia ou da Agência Executiva Europeia para a Educação e Cultura (EACEA). Nem a União Europeia nem a EACEA podem ser responsabilizadas por elas.

sustentabilidade. Além disso, a ênfase na educação baseada em competências assegura que os resultados de aprendizagem sejam claramente definidos, permitindo aos alunos adquirir competências essenciais relevantes para a sustentabilidade, promovendo assim o seu desenvolvimento profissional e pessoal. A integração da sustentabilidade nos currículos de EFP é também facilitada por projetos como a iniciativa "Competências Verdes na Educação Profissional". Este projeto visa melhorar a qualidade e a consciencialização da educação em competências verdes, particularmente em setores como a construção civil e a eletricidade, identificando as melhores práticas e incorporando-as nos quadros educativos. Além disso, o Fundo Social Europeu (FSE) desempenha um papel vital no apoio a estas iniciativas, ajudando a criar estruturas de qualificação e padrões profissionais que incorporam a sustentabilidade como um componente central dos programas de VET.

Para garantir um ensino eficaz das competências de sustentabilidade, a Turquia investe no desenvolvimento profissional contínuo dos professores e formadores de VET através de programas de formação direcionados e workshops. Estes programas focam-se na integração de competências verdes no processo de ensino, equipando assim os educadores com as ferramentas necessárias para promover a consciencialização sobre sustentabilidade entre os alunos. São utilizados vários instrumentos para enriquecer a experiência educativa. Os programas de educação modular são concebidos para serem flexíveis, permitindo a integração responsiva de temas de sustentabilidade de acordo com as exigências evolutivas do mercado de trabalho. Adicionalmente, são desenvolvidos programas de formação específicos para potenciar competências digitais e verdes com os intervenientes do setor, para garantir relevância e relevância.

Por fim, são estabelecidos mecanismos para validar a aprendizagem prévia para reconhecer e certificar competências existentes relacionadas com a sustentabilidade. Esta abordagem promove a inclusão dentro do sistema de VET e apoia a aprendizagem ao longo da vida, alinhando, em última análise, a educação de VET da Turquia com as necessidades de uma economia sustentável e verde. Estes esforços conjuntos ilustram o compromisso da Turquia em integrar competências em sustentabilidade no seu quadro de educação profissional.

Financiado pela União Europeia. As opiniões e pontos de vista expressos são, no entanto, apenas dos autores e não refletem necessariamente os da União Europeia ou da Agência Executiva Europeia para a Educação e Cultura (EACEA). Nem a União Europeia nem a EACEA podem ser responsabilizadas por elas.

Qual é a estratégia nacional para o desenvolvimento de competências de sustentabilidade na EFP?

A estratégia nacional da Turquia para o desenvolvimento de competências de sustentabilidade na educação e formação profissional (EFP) centra-se na integração de competências verdes no currículo, impulsionada por iniciativas como o projeto "Competências Verdes na Educação Profissional". Este projeto visa aumentar a consciencialização dos formadores de VET, decisores políticos e estudantes sobre competências verdes e melhorar a qualidade do ensino de VET nesta área. A iniciativa procura também expandir as oportunidades de emprego verde, contribuindo para uma economia mais verde e para melhores perspetivas de emprego para os licenciados em VET (CEIPES ETS) (CEDEFOP).

Além disso, a Turquia está a alinhar o seu currículo de EFP com a Estratégia mais ampla da UE 2020, que enfatiza a proteção ambiental e o desenvolvimento sustentável. A estratégia inclui a realização de entrevistas e questionários com formadores de VET e decisores políticos para identificar as melhores práticas e incorporá-las nos currículos de ofícios específicos, como eletricitas e construtores de construção. O objetivo é garantir que os diplomados estejam bem preparados para as exigências de uma economia verde (CEDEFOP).

Estes esforços fazem parte de uma agenda nacional mais ampla para modernizar a EFP em linha com as necessidades da economia e da sociedade, promovendo uma ligação entre educação, mercado de trabalho e objetivos de sustentabilidade (CEDEFOP).

3.1.4 Em França

Como estão a ser desenvolvidas as competências em sustentabilidade e como estão a ser integradas nos currículos de VET em cada país? Que instrumentos são usados?

Em França, a integração das competências de sustentabilidade nos currículos de Educação e Formação Profissional (VET) é implementada através de uma abordagem abrangente e multifacetada. Uma estratégia principal é a integração curricular, onde os conceitos de sustentabilidade estão integrados em várias disciplinas dentro dos programas de VET. Módulos específicos focados em educação ambiental, desenvolvimento sustentável e práticas

Financiado pela União Europeia. As opiniões e pontos de vista expressos são, no entanto, apenas dos autores e não refletem necessariamente os da União Europeia ou da Agência Executiva Europeia para a Educação e Cultura (EACEA). Nem a União Europeia nem a EACEA podem ser responsabilizadas por elas.

ecológicas garantem que os alunos recebam uma educação completa em sustentabilidade, promovendo uma compreensão holística da disciplina.

O Ministério da Educação Nacional também desenvolveu quadros de competências que definem competências e conhecimentos específicos relacionados com sustentabilidade. Estes quadros orientam os educadores na conceção e ministração de cursos alinhados com os objetivos nacionais de sustentabilidade, conforme detalhado no relatório da Eurydice "Aprendizagem para a Sustentabilidade na Europa", que analisa a inclusão de competências em sustentabilidade nos currículos europeus baseados no quadro europeu GreenComp. As certificações profissionais são cruciais para dotar os estudantes de competências especializadas para carreiras em indústrias sustentáveis. Os programas de VET oferecem certificações em práticas de construção sustentável, tecnologias de energia renovável e agricultura sustentável, garantindo que os diplomados tenham a experiência necessária para prosperar nestas áreas.

A PBL é outro método eficaz para ensinar competências de sustentabilidade. Os alunos desenvolvem o pensamento crítico e as competências práticas necessárias para enfrentar desafios ambientais, envolvendo-se em projetos reais que exijam práticas sustentáveis.

A colaboração com indústrias, organizações não-governamentais (ONG) e comunidades locais enriquece a experiência prática dos estudantes. Estas parcerias ajudam a colmatar a lacuna entre o conhecimento teórico e a sua aplicação em cenários do mundo real. A nível europeu, iniciativas como o GRETA (Greening Responses to Excellence through Thematic Actions) apoiam ainda mais a ecovalorização da VET, identificando competências específicas necessárias para a transição verde, atualizando os currículos e promovendo a consciencialização ambiental entre os aprendentes. Os esforços estratégicos de França na EFP visam dotar os estudantes dos conhecimentos, competências e mentalidades essenciais para contribuir para um futuro ambientalmente sustentável.

Financiado pela União Europeia. As opiniões e pontos de vista expressos são, no entanto, apenas dos autores e não refletem necessariamente os da União Europeia ou da Agência Executiva Europeia para a Educação e Cultura (EACEA). Nem a União Europeia nem a EACEA podem ser responsabilizadas por elas.

Qual é a estratégia nacional para o desenvolvimento de competências de sustentabilidade na EFP?

Em França, a estratégia nacional para o desenvolvimento de competências de sustentabilidade na Educação e Formação Profissional (VET) é moldada por várias políticas e iniciativas chave, nomeadamente a Estratégia Nacional para a Transição Ecológica rumo ao Desenvolvimento Sustentável (SNTEDD). Lançada pelo governo francês, esta estratégia abrange de 2015 a 2020 e estabelece um quadro para ações coordenadas entre vários setores para facilitar a transição ecológica. Um objetivo central do SNTEDD é integrar princípios ecológicos em todos os níveis educativos, incluindo a VET, enfatizando o papel da educação na promoção de uma cultura de sustentabilidade ambiental.

A Lei sobre a Transição Energética para o Crescimento Verde (2015) apoia ainda mais a integração de competências em sustentabilidade, incentivando as instituições educativas a incorporar conceitos relacionados com o crescimento verde e a transição energética nos seus programas. Esta lei alinha os esforços educativos com os objetivos nacionais de redução das emissões de carbono e promoção das energias renováveis. Adicionalmente, o quadro de políticas de Educação para o Desenvolvimento Sustentável (ESD) define objetivos específicos para integrar princípios de desenvolvimento sustentável na educação, incluindo diretrizes claras para as instituições de VET, para garantir que a sustentabilidade é um aspeto fundamental da formação profissional.

As recentes reformas curriculares nacionais também reforçaram o foco na sustentabilidade, atualizando o conteúdo dos cursos, introduzindo novas disciplinas relacionadas com a sustentabilidade e promovendo métodos de ensino interdisciplinares. O governo francês fornece recursos e formação para professores de VET para capacitar os educadores, facilitando programas de desenvolvimento profissional e workshops que aprofundam a sua compreensão das práticas de sustentabilidade e estratégias pedagógicas.

A estratégia nacional de França visa cultivar uma força de trabalho bem informada em sustentabilidade, possibilitando contribuições para a transição ecológica do país e para os objetivos de desenvolvimento sustentável. Isto é conseguido através da integração

Financiado pela União Europeia. As opiniões e pontos de vista expressos são, no entanto, apenas dos autores e não refletem necessariamente os da União Europeia ou da Agência Executiva Europeia para a Educação e Cultura (EACEA). Nem a União Europeia nem a EACEA podem ser responsabilizadas por elas.

abrangente do currículo, políticas de apoio e envolvimento colaborativo com partes interessadas de vários setores.

3.1.5 Em Espanha

Como estão a ser desenvolvidas as competências em sustentabilidade e como estão a ser integradas nos currículos de VET em cada país? Que instrumentos são usados?

Espanha implementou várias políticas e quadros legislativos para integrar a sustentabilidade como um aspeto fundamental dos currículos de VET. Estes esforços estão alinhados com as metas de sustentabilidade da União Europeia e com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) das Nações Unidas. Uma das peças legislativas fundamentais é a Lei Orgânica para a Melhoria da Qualidade Educacional (LOMCE), que enfatiza a importância da educação ambiental e do desenvolvimento sustentável nos currículos escolares, estendendo a sua influência nos programas de VET. A complementar isto está a Estratégia Espanhola para o Desenvolvimento Sustentável (EEDS), que articula o compromisso nacional com a sustentabilidade e integra estes princípios nas políticas educativas.

A integração da sustentabilidade nos currículos de EFP reflete-se no desenho de programas educativos, que estão cada vez mais focados na aprendizagem baseada em competências. Esta abordagem enfatiza competências relacionadas com a sustentabilidade, como a consciencialização ambiental, a gestão de recursos e as práticas sustentáveis. Além disso, a sustentabilidade é frequentemente tratada como um tema transversal, garantindo que todos os cursos de VET incorporem desenvolvimento sustentável, independentemente do seu foco específico. Muitos programas de VET oferecem cursos ou módulos dedicados à sustentabilidade, abrangendo temas como ciências ambientais, tecnologias de energias renováveis e agricultura sustentável. Além disso, a formação em competências verdes, incluindo eficiência energética, gestão de resíduos e práticas de construção sustentável, é frequentemente incluída nos currículos de VET.

Integrar competências em sustentabilidade nos currículos de VET em Espanha é abrangente, envolvendo apoio político, desenho curricular, formação de professores, parcerias, formação prática e avaliação rigorosa. Esta abordagem holística garante que os estudantes de EFP

Financiado pela União Europeia. As opiniões e pontos de vista expressos são, no entanto, apenas dos autores e não refletem necessariamente os da União Europeia ou da Agência Executiva Europeia para a Educação e Cultura (EACEA). Nem a União Europeia nem a EACEA podem ser responsabilizadas por elas.

adquiram os conhecimentos e competências necessários para contribuir eficazmente para o desenvolvimento sustentável nas suas futuras carreiras.

Qual é a estratégia nacional para o desenvolvimento de competências de sustentabilidade na EFP?

A estratégia nacional de Espanha para o desenvolvimento de competências de sustentabilidade na Educação e Formação Profissional (EFP) foi concebida para se alinhar com objetivos de sustentabilidade europeus e globais mais amplos, como os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas e o Pacto Verde Europeu. Esta estratégia multifacetada abrange vários elementos, incluindo iniciativas políticas, integração curricular, parcerias e avaliação contínua.

A Estratégia Espanhola para o Desenvolvimento Sustentável (EEDS) é central nesta estratégia, que delinea o compromisso de Espanha com a sustentabilidade em múltiplos setores, incluindo a educação. Esta estratégia fornece um quadro abrangente para integrar práticas sustentáveis nos programas de VET. O Plano Nacional de Formação Profissional inclui também disposições específicas para incorporar competências verdes e de sustentabilidade no sistema de VET.

Além disso, a Lei Orgânica para a Melhoria da Qualidade Educativa (LOMCE) desempenha um papel crucial ao impor a inclusão da educação ambiental e do desenvolvimento sustentável nos currículos educativos, impactando assim significativamente os programas de VET. Estas iniciativas criam uma abordagem coesa para reforçar a educação em sustentabilidade no panorama da formação profissional em Espanha.

3.1.6 Em Portugal

Como estão a ser desenvolvidas as competências em sustentabilidade e como estão a ser integradas nos currículos de VET em cada país? Que instrumentos são usados?

O Quadro Nacional de Qualificações (NQF) em Portugal delimita oito níveis de qualificação baseados nos domínios de "conhecimento, competências e atitudes", alinhando-se com o Quadro Europeu de Qualificações (EQF) para facilitar a comparação das qualificações

Financiado pela União Europeia. As opiniões e pontos de vista expressos são, no entanto, apenas dos autores e não refletem necessariamente os da União Europeia ou da Agência Executiva Europeia para a Educação e Cultura (EACEA). Nem a União Europeia nem a EACEA podem ser responsabilizadas por elas.

nacionais entre os Estados-membros da UE. Embora o EQF não categorize explicitamente as competências verdes, sublinha a importância das competências e conhecimentos relacionados com sustentabilidade em vários contextos educativos. Cada nível é caracterizado por descritores que descrevem os resultados de aprendizagem esperados, incluindo consciência ambiental e compreensão ou conhecimento abrangente sobre questões ecológicas, a dinâmica dos sistemas ecológicos e as implicações das atividades humanas no ambiente.

Adicionalmente, as competências de gestão de recursos centram-se na utilização eficiente dos recursos naturais, gestão de resíduos, conservação de energia e práticas de consumo sustentável. O quadro enfatiza também o desenvolvimento sustentável, que abrange a compreensão das suas dimensões económicas, sociais e ambientais e a aplicação destes princípios em cenários de tomada de decisão e resolução de problemas. Além disso, as tecnologias e práticas verdes integram conhecimentos relacionados com tecnologias amigas do ambiente, sistemas de energia renovável, processos eco-eficientes e práticas de construção sustentável. No geral, o NQF serve como o principal instrumento para definir competências na educação, garantindo que os princípios de sustentabilidade sejam efetivamente incorporados no quadro educativo de Portugal.

Qual é a estratégia nacional para o desenvolvimento de competências de sustentabilidade na EFP?

Embora Portugal não tenha uma estratégia nacional especificamente focada no desenvolvimento de competências para o setor de VET, possui uma Estratégia Nacional para a Educação para o Desenvolvimento, que esteve em vigor entre 2018 e 2022 e que visa todos os níveis de ensino. O documento está alinhado com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas para reforçar a integração da educação para o desenvolvimento e a formação de atores educativos nos vários níveis de educação, ensino e formação, desde o pré-escolar até ao ensino superior (Caeiro, 2022).

Ao mesmo tempo, a Estratégia Nacional para a Educação para a Cidadania (ENEC) decorre desde 2017 no país para escolas públicas e privadas que fazem parte do "Projeto para a Autonomia e Flexibilidade Curricular", com o objetivo de contribuir para a formação dos

Financiado pela União Europeia. As opiniões e pontos de vista expressos são, no entanto, apenas dos autores e não refletem necessariamente os da União Europeia ou da Agência Executiva Europeia para a Educação e Cultura (EACEA). Nem a União Europeia nem a EACEA podem ser responsabilizadas por elas.

indivíduos como cidadãos participativos, iniciando o percurso do exercício da cidadania ao longo das suas vidas. A estratégia também define o "perfil dos alunos que abandonam a educação obrigatória" e um documento com "competências essenciais", que lista os conhecimentos, competências e atitudes a desenvolver por todos os alunos, conduzindo ao desenvolvimento de competências como parte de um processo de promoção da autonomia e da flexibilidade curricular. As áreas de competências apresentadas não correspondem a áreas curriculares específicas, mas implicam antes o desenvolvimento de múltiplas literacias, que são a base da aprendizagem. As competências apresentadas incluem bem-estar, saúde e ambiente, sensibilidade estética e artística, crescimento pessoal e autonomia, relações interpessoais, conhecimento científico, técnico e tecnológico, raciocínio e resolução de problemas.

3.2 Práticas atuais no desenvolvimento de competências de biomimética

3.2.1 Na Grécia

A biomimética é aplicada em Veterinária? Como é que a biomimética é integrada nos currículos de VET? Quais são alguns exemplos de treino que inclui biomimética?

O conceito de biomimética ganhou atenção mundial como fonte de inovação e soluções sustentáveis em várias disciplinas. A biomimética é aplicada na EFP na Grécia, embora a sua integração ainda esteja a emergir e não seja alargada. O sistema VET grego, regulado pelo Ministério da Educação, sofreu reformas significativas com a introdução da Lei 4763/2020, que visa modernizar a VET e alinhá-la com as necessidades do mercado de trabalho, promovendo métodos de ensino inovadores e excelência através de escolas profissionais modelo (EPAL) e institutos experimentais de formação profissional (IEK). Os princípios da biomimética começaram a influenciar vários programas educativos, incluindo a VET. A integração dos princípios da biomimética na aprendizagem foca-se em melhorar a educação STEM e a resolução criativa de problemas através de soluções inspiradas na natureza. Os esforços fazem parte de um esforço mais amplo para revolucionar a educação, aplicando

Financiado pela União Europeia. As opiniões e pontos de vista expressos são, no entanto, apenas dos autores e não refletem necessariamente os da União Europeia ou da Agência Executiva Europeia para a Educação e Cultura (EACEA). Nem a União Europeia nem a EACEA podem ser responsabilizadas por elas.

princípios de biomimética para promover o pensamento sustentável e a inovação entre os estudantes.

Incorporar a biomimética nos currículos de EFP na Grécia pode envolver várias abordagens. Uma abordagem é a integração de módulos interdisciplinares. Os princípios da biomimética poderiam ser incorporados nos cursos de VET existentes nas disciplinas de engenharia, design, arquitetura e sustentabilidade. Por exemplo, aulas sobre como animais e plantas inspiram o design de engenharia ou processos de fabrico sustentáveis podem ser incluídas em cursos relevantes.

Outra abordagem é oferecer cursos de formação especializados. As instituições de VET poderiam oferecer cursos ou workshops especializados focados especificamente em biomimética. Estes cursos podem abranger temas como design biomimético, inovação inspirada na biologia e tecnologias sustentáveis inspiradas na natureza.

Além disso, a aprendizagem baseada em projetos pode ser um método chave para incorporar a biomimética nos currículos de VET. Os alunos podem participar em experiências de aprendizagem práticas, aplicando princípios de biomimética para resolver problemas do mundo real. Por exemplo, estudantes das áreas da construção poderiam explorar como as estruturas de termitas inspiram designs de edifícios energeticamente eficientes, enquanto os da agricultura poderiam estudar ecossistemas naturais para práticas agrícolas sustentáveis.

A biomimética é aplicada na indústria? Quais são exemplos, casos ou boas práticas?

Embora possam não existir dados abrangentes que detalhem a extensão das aplicações da biomimética nas indústrias gregas, os princípios da biomimética são cada vez mais reconhecidos e utilizados em vários setores, incluindo agricultura, design de produtos e tecnologia, tal como acontece em muitas partes do mundo.

O Centro de Investigação Biomimética da Grécia (2024) é uma organização que visa imitar modelos e sistemas da natureza. O centro procura imitar modelos e sistemas naturais para resolver problemas humanos complexos através de soluções inovadoras inspiradas na natureza. Os seus projetos abrangem múltiplas áreas, incluindo saúde, arquitetura e design sustentável. Biomimicry for Humanity (2024), uma organização irmã, foca-se em inspirar

Financiado pela União Europeia. As opiniões e pontos de vista expressos são, no entanto, apenas dos autores e não refletem necessariamente os da União Europeia ou da Agência Executiva Europeia para a Educação e Cultura (EACEA). Nem a União Europeia nem a EACEA podem ser responsabilizadas por elas.

líderes a integrar as estratégias da natureza no design humano para um mundo mais sustentável. A organização enfatiza a geopolítica ética e práticas de design responsáveis, alinhando-se com os objetivos globais de sustentabilidade. Estas organizações estão a trabalhar para incorporar princípios de biomimética na indústria grega, promovendo a inovação que esteja alinhada com a sustentabilidade ambiental e a eficiência.

Com os seus ecossistemas diversos e rica biodiversidade, a agricultura grega oferece oportunidades significativas para aplicar os princípios da biomimética. Por exemplo, os agricultores poderiam inspirar-se em sistemas naturais como florestas e zonas húmidas para desenhar práticas agrícolas agroecológicas que melhorem a fertilidade do solo, a conservação da água e a conservação da biodiversidade.

Imitar a estrutura e função das raízes das plantas ou dos comportamentos animais poderia conduzir a sistemas agrícolas mais resilientes e sustentáveis. As indústrias gregas envolvidas no design e fabrico de produtos poderiam aproveitar a biomimética para desenvolver produtos inovadores e sustentáveis. Por exemplo, as empresas poderiam estudar a microestrutura das folhas de lótus para criar superfícies autolimpantes ou explorar a aerodinâmica das penas das aves para projetar turbinas eólicas mais eficientes. Ao emular as estratégias da natureza para eficiência, durabilidade e otimização de recursos, as indústrias gregas podem desenvolver produtos com impacto ambiental mínimo e desempenho melhorado.

A biomimética pode também inspirar inovações tecnológicas em vários setores na Grécia. No campo das energias renováveis, por exemplo, os investigadores poderiam recorrer a sistemas naturais como a fotossíntese ou os padrões de voo das aves para melhorar a eficiência dos painéis solares ou dos sistemas de energia eólica. Na indústria da construção, abordagens biomiméticas ao design de edifícios podem conduzir a estruturas mais eficientes em termos energéticos, resilientes a tensões ambientais e adaptáveis às condições climáticas em mudança.

Quais são algumas políticas ou iniciativas governamentais relacionadas com a biomimética?

Financiado pela União Europeia. As opiniões e pontos de vista expressos são, no entanto, apenas dos autores e não refletem necessariamente os da União Europeia ou da Agência Executiva Europeia para a Educação e Cultura (EACEA). Nem a União Europeia nem a EACEA podem ser responsabilizadas por elas.

O governo grego tomou várias medidas para promover a biomimética através de várias políticas e iniciativas, refletindo um compromisso com a sustentabilidade e práticas inovadoras.

Uma área relevante onde a biomimética pode cruzar-se com políticas governamentais é o financiamento da investigação e inovação. O governo grego poderá oferecer oportunidades de financiamento para projetos de investigação e inovação que explorem aplicações de biomimética. Subsídios, subsídios ou incentivos poderão estar disponíveis para empresas, instituições de investigação e startups envolvidas em investigação e desenvolvimento biomimético. Políticas de proteção ambiental e conservação da biodiversidade podem também incentivar a adoção de princípios de biomimética em indústrias como a agricultura, arquitetura e manufatura. Ao promover práticas sustentáveis que imitam os ecossistemas naturais, o governo pode apoiar esforços para mitigar a degradação ambiental e preservar a biodiversidade.

Especificamente, a Estratégia Nacional para a Investigação e Inovação (NSRI, 2024) enfatiza o desenvolvimento sustentável e as tecnologias verdes. A biomimética é destacada como uma área estratégica, promovendo o uso de soluções inspiradas na natureza para enfrentar desafios ambientais e impulsionar o crescimento económico. Além disso, o Plano Nacional de Energia e Clima (NECP, 2024) estabelece metas ambiciosas para reduzir as emissões de gases com efeito de estufa, aumentar o uso de energias renováveis e melhorar a eficiência energética. Incentiva a adoção de tecnologias inovadoras, incluindo a biomimética, para alcançar estes objetivos. O plano apoia a investigação e desenvolvimento (I&D) em práticas sustentáveis e soluções baseadas na natureza.

Por outro lado, as iniciativas governamentais em educação e desenvolvimento de competências podem incluir a incorporação de conceitos de biomimética nos currículos educativos a vários níveis. Ao integrar a biomimética nos programas escolares e universitários, o governo promove uma cultura de inovação e sustentabilidade entre as futuras gerações de profissionais. Isto inclui a integração de conceitos de biomimética nos currículos STEM, o apoio a projetos de investigação e o fomento de parcerias entre instituições de ensino e indústrias.

Financiado pela União Europeia. As opiniões e pontos de vista expressos são, no entanto, apenas dos autores e não refletem necessariamente os da União Europeia ou da Agência Executiva Europeia para a Educação e Cultura (EACEA). Nem a União Europeia nem a EACEA podem ser responsabilizadas por elas.

Além disso, o governo facilita a colaboração entre partes interessadas da indústria, instituições de investigação e academia para promover a investigação em biomimética, a troca de conhecimento e a transferência de tecnologia. Parcerias público-privadas ou clusters de inovação focados na inovação sustentável poderiam apoiar o desenvolvimento e comercialização de tecnologias e produtos biomiméticos.

3.2.2 Na Roménia

A biomimética é aplicada em Veterinária? Como é que a biomimética é integrada nos currículos de VET? Quais são alguns exemplos de treino que inclui biomimética?

Na Roménia, o conceito de biomimética ainda não faz parte de nenhum currículo, nem sequer para a VET. No entanto, disciplinas que refletem a importância da natureza, como os alunos podem aprender com ela e conceitos relevantes para a biomimética são aplicadas no currículo.

Além disso, na Roménia, foi criado um programa nacional chamado "Semana Verde" para o ano letivo 2022-2023, que se foca em temas que aplicam noções associadas ao conceito de biomimética, como biodiversidade, energia verde, florestas e vida terrestre, água e vida submersa, etc. O programa é organizado com base nas disposições do relatório "Educação sobre as alterações climáticas e o ambiente em escolas sustentáveis", desenvolvido pelo grupo de trabalho ao nível da Administração Presidencial da Estratégia Nacional para a Educação para o Ambiente e Alterações Climáticas 2023-2030 e da Estratégia Nacional para o Desenvolvimento Sustentável da Roménia 2030.

O programa "Semana Verde" dura cinco dias úteis consecutivos durante o ano letivo. É realizada com base num plano, por decisão de cada unidade educativa, de acordo com as disposições da ordem do Ministro da Educação relativas à estrutura do ano letivo, válido no respetivo ano letivo.

A biomimética é aplicada na indústria? Quais são alguns exemplos, casos ou boas práticas?

As empresas romenas não exploraram nem desenvolveram a biomimética como um conceito autónomo, e não existem relatos conhecidos da sua utilização.

Financiado pela União Europeia. As opiniões e pontos de vista expressos são, no entanto, apenas dos autores e não refletem necessariamente os da União Europeia ou da Agência Executiva Europeia para a Educação e Cultura (EACEA). Nem a União Europeia nem a EACEA podem ser responsabilizadas por elas.

No entanto, temas como eficiência energética e materiais sustentáveis, estufas, casas inteligentes, construções bioinspiradas e biodiversidade urbana, Arquitetura Biônica Experimental e mobiliário inspirado na natureza são cada vez mais analisados e aplicados pelo ambiente empresarial que visa a construção.

Na Romênia, vários projetos inovadores focados na sustentabilidade e eficiência energética destacam o compromisso do país em reduzir o impacto ambiental, inspirando-se nas soluções engenhosas da natureza. Um projeto notável é a Estufa em Timișoara, que utiliza sistemas avançados para captar e armazenar energia solar, iluminação natural e ventilação, adaptando-se perfeitamente ao seu ambiente. De forma semelhante, o Edifício Inteligente em Bucareste inspira-se nas estruturas orgânicas das plantas, integrando-se harmoniosamente no panorama urbano enquanto otimiza a eficiência energética e o uso de recursos.

Outro desenvolvimento significativo é o complexo Sol Residence, reconhecido como a primeira rua de prosumidores na Romênia e na Europa Central e de Leste, que também introduziu o Módulo de Energia Zero em 2022, concebido para cumprir os padrões de sustentabilidade até 2050. Além disso, a Ubikubi, uma empresa romena de design, cria mobiliário e decoração inspirados na natureza, incluindo a lâmpada "Slash" que simula formas orgânicas encontradas em rochas e madeira. Por fim, a marca de luxo Malvensky produz joalheria inspirada em elementos naturais, apresentando designs que refletem as formas de flores, folhas e outras formas orgânicas. Estes projetos representam uma tendência crescente para integrar a sustentabilidade no design e na arquitetura na Romênia.

Quais são as políticas ou iniciativas governamentais relacionadas com a biomimética?

Até à data, não existem iniciativas ou medidas nacionais especificamente focadas na biomimética.

No entanto, a Estratégia Nacional para a Investigação, Inovação e Especialização Inteligente, 2022 – 2027, também visa os setores da bioeconomia e da biodiversidade, focando-se em medidas que incentivem a produção sustentável, uma bioeconomia circular, o aumento da contribuição da agricultura para a neutralidade e resiliência climáticas, e modelos inovadores de governação que incentivem a sustentabilidade e a resiliência.

Financiado pela União Europeia. As opiniões e pontos de vista expressos são, no entanto, apenas dos autores e não refletem necessariamente os da União Europeia ou da Agência Executiva Europeia para a Educação e Cultura (EACEA). Nem a União Europeia nem a EACEA podem ser responsabilizadas por elas.

3.2.3 Na Turquia

A biomimética é aplicada em Veterinária? Como é que a biomimética é integrada nos currículos de VET? Quais são alguns exemplos de treino que inclui biomimética?

A biomimética está a ser aplicada em instituições de EFP na Turquia. Está integrado nos currículos de VET principalmente através de iniciativas de educação STEM (Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática), focando-se na interseção entre as ciências naturais e as práticas de engenharia. A biomimética é incorporada nos currículos de VET como parte de atividades educativas STEM mais amplas. Estas atividades enfatizam frequentemente a relação entre estrutura e função nos organismos naturais e como estes princípios podem inspirar soluções de engenharia e design. Por exemplo, os alunos participam em projetos que imitam estruturas biológicas para resolver problemas humanos, ajudando-os a compreender e aplicar princípios de biomimética em contextos práticos (Home) (MDPI).

Os cursos de formação que incorporam biomimética enriquecem os currículos de educação e formação profissional (VET) ao proporcionar experiências práticas e práticas que ligam a teoria a aplicações no mundo real. Um exemplo notável é um curso opcional de Educação Ambiental para alunos do 8.º ano, onde desenham veículos ecológicos inspirados no movimento e anatomia de insetos como gafanhotos e escaravelhos. Este curso envolve os alunos ao longo de vários períodos de aula, utilizando o processo de design de engenharia para enfrentar desafios ambientais como a poluição do ar através da biomimética. Adicionalmente, workshops interdisciplinares de STEM realizados em escolas secundárias e universidades envolvem os estudantes em atividades práticas que exploram abordagens tanto de cima como de baixo para cima à biomimética. Estes workshops ajudam os alunos a desenvolver vocabulário técnico e a melhorar a sua compreensão interdisciplinar e competências de design. Estas iniciativas promovem a criatividade, a inovação e uma maior consciência sobre a sustentabilidade entre os estudantes, integrando eficazmente a biomimética nas suas experiências educativas.

Estes exemplos destacam como a biomimética enriquece o currículo de VE, proporcionando aos alunos experiências práticas e práticas que ligam o conhecimento teórico às aplicações no

Financiado pela União Europeia. As opiniões e pontos de vista expressos são, no entanto, apenas dos autores e não refletem necessariamente os da União Europeia ou da Agência Executiva Europeia para a Educação e Cultura (EACEA). Nem a União Europeia nem a EACEA podem ser responsabilizadas por elas.

mundo real. A incorporação da biomimética não só promove a criatividade e a inovação, como também promove a sustentabilidade e a consciência ambiental entre os estudantes.

A biomimética é aplicada na indústria? Quais são exemplos, casos ou boas práticas?

A biomimética está a tornar-se cada vez mais proeminente em várias indústrias na Turquia, particularmente na arquitetura, engenharia e design. Na arquitetura, as formas e processos naturais influenciam o design de sistemas energeticamente eficientes. Por exemplo, o Aeroporto de Istambul incorpora sistemas de ventilação e iluminação inspirados no fluxo natural de ar e na luz solar, aumentando a eficiência energética. Na ciência dos materiais, as empresas estão a investigar inovações inspiradas na biologia, como superfícies autolimpantes modeladas a partir das folhas de lótus, que estão a ser consideradas para uso na construção civil e têxteis.

No setor da energia, a Universidade Kadir Has tem explorado sistemas energeticamente eficientes inspirados em ecossistemas naturais, incluindo turbinas eólicas que imitam as estruturas das asas das aves para melhorar a eficiência e reduzir o ruído. Os projetos de gestão da água de Istambul também aplicam a biomimética, imitando sistemas naturais de filtração como zonas húmidas, para promover a sustentabilidade. Na agricultura, os agricultores turcos estão a adotar técnicas de permacultura, que se baseiam em ecossistemas naturais para aumentar a biodiversidade e a sustentabilidade. Além disso, a biomimética influencia o design do produto, com ferramentas ergonómicas e embalagens que minimizam resíduos a serem desenvolvidas para refletir a eficiência da natureza. Estas iniciativas evidenciam o crescente foco da Turquia em práticas sustentáveis e inovadoras através da biomimética.

Quais são as políticas ou iniciativas governamentais relacionadas com a biomimética?

O governo turco reconhece cada vez mais o potencial da biomimética para promover a sustentabilidade e a inovação, embora políticas explicitamente rotuladas como "biomimética" ainda não sejam generalizadas. As iniciativas no âmbito da Política Nacional de Ciência e Tecnologia, apoiadas pelo Ministério da Indústria e Tecnologia, incentivam a investigação e desenvolvimento em tecnologias sustentáveis alinhadas com os princípios biomiméticos. Estes programas oferecem financiamento para inovações inspiradas na natureza em materiais

Financiado pela União Europeia. As opiniões e pontos de vista expressos são, no entanto, apenas dos autores e não refletem necessariamente os da União Europeia ou da Agência Executiva Europeia para a Educação e Cultura (EACEA). Nem a União Europeia nem a EACEA podem ser responsabilizadas por elas.

e processos. As iniciativas de sustentabilidade e economia verde apoiadas pelo governo também incorporam estratégias biomiméticas para melhorar a eficiência energética e a gestão de recursos. Universidades como a Kadir Has e a Middle East Technical University desempenham um papel crucial no avanço da investigação biomimética, frequentemente colaborando com organismos governamentais para promover a educação e a inovação nesta área.

O apoio a startups e PME reflete também o compromisso do governo em promover soluções ecológicas e biomiméticas, oferecendo subsídios e assistência a empresas focadas na sustentabilidade. Além disso, a participação da Turquia em iniciativas ambientais da UE ajuda a integrar práticas biomiméticas nas políticas nacionais. As campanhas de sensibilização pública acrescentam outra camada de apoio ao promover o valor de soluções inspiradas na natureza, incentivando as indústrias a explorar a biomimética como ferramenta para o crescimento sustentável. Em conjunto, estes esforços demonstram o crescente interesse do governo turco na biomimética como força motriz para a inovação e sustentabilidade em vários setores.

3.2.4 Em França

A biomimética é aplicada em Veterinária? Como é que a biomimética é integrada nos currículos de VET? Quais são alguns exemplos de treino que inclui biomimética?

A biomimética está a tornar-se cada vez mais um componente vital dos currículos de VET em França, especialmente em programas centrados em ciências ambientais, engenharia e design. Esta integração assume várias formas, começando pela inclusão de módulos específicos dedicados à biomimética. Estes módulos introduzem os estudantes aos conceitos, princípios e aplicações fundamentais da biomimética em diferentes áreas. Além disso, os projetos interdisciplinares frequentemente apresentam a biomimética como tema central, permitindo que estudantes de diversas especializações colaborem na resolução de problemas do mundo real usando soluções inspiradas na natureza. Esta abordagem colaborativa aprofunda a compreensão de como a biomimética pode ser aplicada de forma prática.

Financiado pela União Europeia. As opiniões e pontos de vista expressos são, no entanto, apenas dos autores e não refletem necessariamente os da União Europeia ou da Agência Executiva Europeia para a Educação e Cultura (EACEA). Nem a União Europeia nem a EACEA podem ser responsabilizadas por elas.

Para além dos cursos e projetos, as instituições de VET organizam regularmente workshops e seminários focados na biomimética, convidando especialistas do setor a partilharem as suas perspetivas e experiências. Estes eventos proporcionam oportunidades de aprendizagem prática e enriquecem a compreensão dos alunos sobre a biomimética em ação. Exemplos de cursos de formação que incorporam biomimetismo incluem cursos de design sustentável em design industrial e arquitetura, onde os estudantes aprendem a criar designs eficientes e ecológicos inspirados em processos naturais. De forma semelhante, nos programas de engenharia ambiental, os estudantes exploram soluções inovadoras para desafios ambientais, como a utilização de sistemas naturais de filtragem para o tratamento de águas baseados em zonas húmidas. Os estudos agrícolas também utilizam princípios de biomimética para melhorar os rendimentos das culturas e desenvolver métodos de controlo de pragas, emulando processos naturais. Através destas abordagens educativas diversas, os estudantes adquirem competências valiosas e conhecimentos sobre práticas sustentáveis que podem ter um impacto significativo nas suas futuras carreiras.

A biomimética é aplicada na indústria? Quais são exemplos, casos ou boas práticas?

Em França, a incorporação da biomimética em várias indústrias impulsiona o desenvolvimento de produtos e práticas mais eficientes e sustentáveis. No design de produto, as empresas recorrem cada vez mais aos princípios biomiméticos para melhorar as suas ofertas. Um exemplo notável é a empresa Festo, que utiliza biomimetismo para desenhar sistemas robóticos que replicam o movimento dos animais. Esta abordagem conduz a máquinas mais eficientes e torna-as mais versáteis em várias aplicações.

O setor agrícola também adota a biomimética, aplicando os seus princípios para cultivar práticas agrícolas sustentáveis. Por exemplo, algumas explorações implementam técnicas de rotação de culturas e policultura que se inspiram em ecossistemas naturais. Estes métodos melhoram a saúde do solo e promovem a biodiversidade, resultando em sistemas agrícolas mais resilientes.

Na arquitetura e no planeamento urbano, a biomimética é aproveitada para criar edifícios energeticamente eficientes que utilizam sistemas naturais de ventilação e arrefecimento. Um exemplo destacado é a Cité du Vin em Bordéus, concebida com princípios biomiméticos para

Financiado pela União Europeia. As opiniões e pontos de vista expressos são, no entanto, apenas dos autores e não refletem necessariamente os da União Europeia ou da Agência Executiva Europeia para a Educação e Cultura (EACEA). Nem a União Europeia nem a EACEA podem ser responsabilizadas por elas.

otimizar a luz natural e o controlo da temperatura. Esta abordagem inovadora reforça a sustentabilidade do edifício e cria um ambiente mais confortável para os seus ocupantes. Através destas aplicações diversas, a biomimética é uma ferramenta valiosa para promover a sustentabilidade em múltiplos setores em França.

Quais são as políticas ou iniciativas governamentais relacionadas com a biomimética?

Os programas nacionais de investigação, iniciativas de sustentabilidade e políticas educativas da Var apoiam o avanço da biomimética. O governo francês financia ativamente programas de investigação focados na biomimética, principalmente através de agências como o Centro Nacional de Investigação Científica (CNRS) e a Agência Francesa de Gestão do Ambiente e da Energia (ADEME). Estas iniciativas foram concebidas para apoiar projetos que exploram as potenciais aplicações da biomimética em diversos setores, incentivando a inovação e práticas sustentáveis.

Além disso, a biomimética é destacada como um componente crítico de iniciativas de sustentabilidade mais amplas, incluindo a Estratégia Nacional para a Transição Ecológica. Esta estratégia promove a adoção de tecnologias inovadoras inspiradas na natureza, visando impulsionar o progresso ecológico e promover o desenvolvimento sustentável no país.

No plano educativo, o Ministério da Educação Nacional desempenha um papel fundamental na integração da biomimética nos currículos. Fornece diretrizes e financiamento para programas-piloto que incorporam conceitos biomiméticos e formação para professores melhorarem a sua capacidade de ensinar estes princípios. Através destes esforços concertados, França está a posicionar a biomimética como um aspeto fundamental do seu compromisso com a sustentabilidade e a inovação, promovendo uma cultura que valoriza soluções inspiradas na natureza em múltiplos setores.

Financiado pela União Europeia. As opiniões e pontos de vista expressos são, no entanto, apenas dos autores e não refletem necessariamente os da União Europeia ou da Agência Executiva Europeia para a Educação e Cultura (EACEA). Nem a União Europeia nem a EACEA podem ser responsabilizadas por elas.

3.2.5 Em Espanha

A biomimética é aplicada em Veterinária? Como é que a biomimética é integrada nos currículos de VET? Quais são alguns exemplos de treino que inclui biomimética?

Os princípios da biomimética estão cada vez mais integrados nos currículos de VET, enriquecendo a experiência educativa e promovendo uma compreensão mais profunda do design sustentável. Uma abordagem crítica é integrar a biomimética nos módulos existentes de ciência e tecnologia. Nestes cursos, os estudantes exploram sistemas naturais e as suas funcionalidades, aprendendo como estes princípios podem ser aplicados para desenvolver soluções inovadoras e sustentáveis para vários desafios.

Além disso, alguns programas de VET oferecem módulos especializados que se focam inteiramente na biomimética. Estes cursos aprofundam os conceitos, aplicações e metodologias associados ao design biomimético, permitindo aos estudantes explorar o tema em profundidade. Ao proporcionar um espaço dedicado à biomimética, as instituições educativas equipam os alunos com as competências e conhecimentos necessários para pensar de forma crítica e criativa sobre como a natureza pode inspirar soluções nas suas respetivas áreas.

Uma abordagem interdisciplinar é frequentemente utilizada no ensino da biomimética, onde os estudantes participam em projetos interdisciplinares que recorrem a conhecimentos de biologia, engenharia, design e ciências ambientais. Este ambiente colaborativo incentiva estudantes de diferentes origens profissionais a trabalharem em conjunto, promovendo o trabalho de equipa e alargando as suas perspetivas sobre a resolução de problemas.

Além disso, os currículos de VET incluem frequentemente estudos de caso de aplicações bem-sucedidas de biomimética, mostrando exemplos reais como o design do Velcro, inspirado nos ganchos das rebarbas, ou projetos de edifícios energeticamente eficientes que imitam sistemas de ventilação natural. Ao estudar estes estudos de caso, os estudantes obtêm conhecimentos valiosos sobre como a biomimética pode conduzir a produtos e soluções inovadoras, reforçando a relevância e aplicabilidade dos seus princípios de aprendizagem. Através destas abordagens variadas, integrar a biomimética na educação de VET aumenta o

Financiado pela União Europeia. As opiniões e pontos de vista expressos são, no entanto, apenas dos autores e não refletem necessariamente os da União Europeia ou da Agência Executiva Europeia para a Educação e Cultura (EACEA). Nem a União Europeia nem a EACEA podem ser responsabilizadas por elas.

envolvimento dos estudantes e prepara-os para contribuir para a inovação sustentável nas suas futuras carreiras.

A biomimética é aplicada na indústria? Quais são exemplos, casos ou boas práticas?

A biomimética está a ser aplicada em várias indústrias em Espanha, particularmente na arquitetura, gestão da água e energias renováveis. Os arquitetos espanhóis estão a integrar designs inspirados na natureza em edifícios sustentáveis. Um exemplo notável é o Guarda-sol Metropol em Sevilha, que se inspira em formas naturais como árvores e cogumelos para criar uma estrutura de madeira que proporciona sombra e ventilação natural, ajudando a reduzir o consumo de energia em espaços públicos. Na gestão da água, o Centro Tecnológico del Agua (CETAQUA) de Espanha utiliza princípios de biomimética para desenvolver sistemas sustentáveis de filtração e reciclagem de água que imitam processos naturais.

Espanha também está a utilizar estratégias biomiméticas em energias renováveis. Investigadores da Tecnia, um dos principais centros de investigação e desenvolvimento em Espanha, estão a estudar designs de turbinas eólicas inspiradas nas estruturas das asas das aves, para melhorar a eficiência energética e reduzir o ruído. Além disso, várias startups espanholas aplicam biomimetismo no design de produtos, especialmente no desenvolvimento de embalagens ecológicas e soluções de redução de resíduos. Estes exemplos demonstram como a biomimética está a tornar-se parte integrante da inovação sustentável nos setores industriais de Espanha.

Quais são as políticas ou iniciativas governamentais relacionadas com a biomimética?

A Espanha está a explorar ativamente a biomimética para promover a sustentabilidade em vários setores, com o governo, instituições de ensino e organizações privadas a desempenharem papéis significativos. Embora nenhuma política seja explicitamente rotulada como "biomimética", os quadros de sustentabilidade e inovação alinham-se com os seus princípios. Instituições espanholas como a Biomimética Ibérica dedicam-se a promover a inovação biomimética através da investigação, educação e colaboração com redes internacionais. Isto inclui projetos em áreas como arquitetura, engenharia e design, focando-se em soluções inspiradas na natureza para desafios ambientais.

Financiado pela União Europeia. As opiniões e pontos de vista expressos são, no entanto, apenas dos autores e não refletem necessariamente os da União Europeia ou da Agência Executiva Europeia para a Educação e Cultura (EACEA). Nem a União Europeia nem a EACEA podem ser responsabilizadas por elas.

Além disso, várias universidades espanholas estão a integrar a biomimética nos seus programas de investigação e académicos, promovendo colaborações com o governo para apoiar a inovação inspirada pela natureza. Isto inclui investigação em design sustentável e programas de divulgação educativa que envolvem estudantes e profissionais. Startups e empresas também beneficiam do apoio governamental ao incorporar soluções ecológicas e biomiméticas nas suas ofertas, especialmente como parte de iniciativas mais amplas de economia verde alinhadas com a UE. de bi

3.2.6 Em Portugal

A biomimética é aplicada em Veterinária? Como é que a biomimética é integrada nos currículos de VET? Quais são alguns exemplos de treino que inclui biomimética?

Em Portugal, a biomimética ainda não faz parte do currículo de VET. No entanto, a disciplina está a tornar-se mais comum no sistema escolar, com palestras organizadas e programas de formação. Em 2019, foi organizado um curso de curta duração pelo Centro de Formação "Ciência Viva", destinado a professores do ensino básico e secundário. O seu principal objetivo era realizar atividades experimentais aplicáveis a diferentes níveis de ensino, focando-se no estudo das estruturas biológicas e das suas funções para construir cidades mais sustentáveis do futuro. No mesmo ano, a apresentação "Biónica e Biomimética: Natureza como Ferramenta para a Inovação Tecnológica" foi também apresentada no ensino superior, como parte do programa de Mestrado em Design Industrial e de Produto da Universidade do Porto.

No ensino superior, por outro lado, a biomimética está a tornar-se cada vez mais comum em diferentes áreas da educação. A Universidade de Évora tem um curso de "Design, Sustentabilidade e Biomimética" no seu Mestrado em Design. Na Universidade de Beira Interior, por outro lado, o programa de Design de Moda inclui um curso sobre "Design de Moda Biomimético Sustentável". O "Instituto Superior Técnico" é a Escola de Engenharia e Tecnologia da Universidade de Lisboa e tem um curso de "Biomimética" no seu mestrado em Engenharia Biomédica. Finalmente, na área da saúde, existe um curso de pós-graduação em medicina dentária chamado "Reabilitação Oral Biomimética Avançada" no CESPU.

Financiado pela União Europeia. As opiniões e pontos de vista expressos são, no entanto, apenas dos autores e não refletem necessariamente os da União Europeia ou da Agência Executiva Europeia para a Educação e Cultura (EACEA). Nem a União Europeia nem a EACEA podem ser responsabilizadas por elas.

A biomimética é aplicada na indústria? Quais são exemplos, casos ou boas práticas?

Até agora, a biomimética não foi explorada nem desenvolvida por empresas portuguesas, e não existem relatos conhecidos da sua utilização. Apenas foram apresentados estudos de investigação sobre o uso da biomimética. Na Universidade de Aveiro, o CICECO, um grupo de investigação que visa promover o conhecimento e desenvolvimento de materiais, produtos e tecnologias eficientes relacionadas com a saúde, foca-se na produção e aplicação de materiais biomiméticos, biológicos e vivos para melhorar a saúde humana. A Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa criou, em 2018, o "Grupo de Investigação em Bioadesão e Biomimética", que reforça o potencial científico e económico da investigação orientada pela biomimética, contribuindo para o desenvolvimento de novos produtos inspirados na natureza para aplicações biomédicas e biotecnológicas.

Em 2013, estudantes de Design Industrial do IPCA, do Instituto Politécnico de Cávado e Ave, participaram numa experiência de biomimética intitulada "Egg Drop." O projeto visava promover o desenvolvimento de conceitos inovadores para proteger fisicamente um objeto delicado de queda. Os alunos tiveram de desenhar esta estrutura e criar os seus protótipos usando apenas materiais simples de uso diário.

Além disso, e a nível de investigação, existem algumas dissertações de mestrado que apresentam exemplos reais de produtos que poderiam ser desenvolvidos no país usando biomimética, como "Biomimética como conceito para um barco na Ria de Aveiro", que propõe a criação de um barco biomimético inovador para zonas de banho no delta de Aveiro (Fernandes, 2011); ou a dissertação "Biomimética e Ecodesign: Desenvolvimento de uma ferramenta criativa para apoiar o design de produtos sustentáveis", que propõe o desenvolvimento de um website intitulado "BIODESIGNER" que visa ajudar os designers a enfrentar as crescentes exigências de aquisição de conhecimento na área ambiental, aplicando a biomimética (Soares, 2008).

Quais são as políticas ou iniciativas governamentais relacionadas com a biomimética?

Até à data, não existem iniciativas ou medidas nacionais especificamente focadas na biomimética. No entanto, o Plano de Ação para a Bioeconomia Sustentável - Horizonte 2025,

Financiado pela União Europeia. As opiniões e pontos de vista expressos são, no entanto, apenas dos autores e não refletem necessariamente os da União Europeia ou da Agência Executiva Europeia para a Educação e Cultura (EACEA). Nem a União Europeia nem a EACEA podem ser responsabilizadas por elas.

aprovado em 2021 pelo Conselho de Ministros, inclui medidas para incentivar a produção sustentável e o uso inteligente de recursos biológicos baseados na região, promover a investigação e a inovação, aumentar a consciencialização para a importância desta transição e produzir conhecimento e reconhecimento nesta área. Embora não sejam descritas medidas focadas na biomimética, o seu conceito é apresentado.

3.3 Práticas atuais para a utilização da PBL

3.3.1 Na Grécia

O PBL é aplicado na VET, e como?

A PBL é uma abordagem educativa amplamente reconhecida e utilizada em todo o mundo, incluindo em contextos de educação profissional. Na Grécia, as instituições de VET incorporam o PBL nos seus cursos para proporcionar aos estudantes experiências de aprendizagem prática e desenvolvimento de competências práticas. Os currículos de VET são concebidos para incluir problemas do mundo real que os alunos têm de resolver. Estes problemas são tipicamente complexos, interdisciplinares e relevantes para contextos profissionais. Frequentemente, a PBL é apoiada por ambientes de aprendizagem online, enquanto a colaboração entre pares é incentivada, oferecendo benefícios de aprendizagem. O PBL oferece benefícios significativos de aprendizagem, ajudando na transferibilidade do conhecimento para o mundo real. Melhora o pensamento crítico, a resolução de problemas e as competências de colaboração, tornando os alunos melhor preparados para o mercado de trabalho. Oferece ainda ligações à indústria, pois ao trabalharem em problemas do mundo real, os estudantes adquirem experiência prática e perspetivas diretamente aplicáveis às suas futuras carreiras. No entanto, pode ser intensivo em recursos, exigindo educadores formados, parcerias com a indústria e acesso a problemas do mundo real. Os professores precisam de formação especializada para facilitar eficazmente a PBL, o que pode ser um obstáculo à adoção generalizada.

Alguns exemplos concretos da utilização do PBL em cursos incluem:

Em áreas técnicas como a reparação automóvel, os estudantes podem participar em atividades de PBL onde trabalham em projetos do mundo real, como diagnosticar e reparar

Financiado pela União Europeia. As opiniões e pontos de vista expressos são, no entanto, apenas dos autores e não refletem necessariamente os da União Europeia ou da Agência Executiva Europeia para a Educação e Cultura (EACEA). Nem a União Europeia nem a EACEA podem ser responsabilizadas por elas.

veículos. Esta abordagem prática permite aos alunos aplicar conhecimentos teóricos a problemas práticos, melhorando as suas competências técnicas e capacidades de resolução de problemas.

Nos cursos de VET relacionados com negócios, os estudantes podem realizar projetos de PBL focados no empreendedorismo e desenvolvimento empresarial. Estes projetos podem envolver a criação de planos de negócios, o desenvolvimento de estratégias de marketing ou a gestão de operações de pequenas empresas, proporcionando aos estudantes uma experiência valiosa no mundo empresarial.

A PBL pode envolver o design e construção de edifícios sustentáveis ou projetos de infraestruturas em programas de profissões da construção. Esta abordagem equipa os alunos com competências de construção e promove a compreensão dos princípios do design sustentável e da responsabilidade ambiental.

Nos programas de hotelaria e artes culinárias, os estudantes podem envolver-se em projetos PBL que envolvem planear e executar eventos, desenvolver menus e gerir operações de hotelaria. Estes projetos oferecem experiência prática nas indústrias culinária e hoteleira, preparando os estudantes para desafios do mundo real.

O PBL poderia focar-se em práticas agrícolas sustentáveis, conservação da biodiversidade e restauração de ecossistemas em cursos de ciências agrícolas e ambientais. Ao trabalhar em projetos relacionados com a preservação ambiental, os estudantes podem desenvolver competências na gestão de recursos naturais e na promoção da sustentabilidade.

Em programas de tecnologia da informação ou engenharia, os projetos PBL podem envolver o desenho e prototipagem de tecnologias inovadoras ou aplicações de software. Estes projetos permitem aos estudantes explorar novas soluções tecnológicas e ganhar experiência em tecnologia e inovação, preparando-os para carreiras em indústrias em rápida evolução.

Financiado pela União Europeia. As opiniões e pontos de vista expressos são, no entanto, apenas dos autores e não refletem necessariamente os da União Europeia ou da Agência Executiva Europeia para a Educação e Cultura (EACEA). Nem a União Europeia nem a EACEA podem ser responsabilizadas por elas.

3.3.2 Na Roménia

O PBL é aplicado na VET, e como?

A metodologia PBL é utilizada nas instituições de EFP da Roménia. A Formação Profissional é uma parte integrada do ensino secundário com uma forte ligação ao ambiente empresarial. Atividades práticas, que são parte integrante do currículo de EFP e estágios estabelecidos através de parcerias entre escolas e o ambiente empresarial, conduzem frequentemente ao desenho de projetos que permitem aos estudantes desenvolver não só competências técnicas, mas também competências e competências necessárias para ter sucesso no local de trabalho e na sociedade do século XXI: criatividade e inovação, pensamento crítico, resolução de problemas; comunicação, colaboração e trabalho em equipa, literacia em informação e TIC; adaptabilidade, iniciativa, autodireção, competências sociais e interculturais, liderança e responsabilidade.

A metodologia na Roménia é principalmente aplicável no final de um período de estudo, de acordo com um dado algoritmo estabelecido pela instituição de ensino, no qual se segue uma avaliação interdisciplinar com múltiplos valores formativos. Na Roménia, o PBL é implementado como o método de 6 passos. O método está orientado nas questões-chave do currículo que ligam os padrões de desempenho, as capacidades cognitivas de nível superior dos alunos e contextos da vida real. As unidades educativas que utilizam este método incluem frequentemente estratégias instrucionais variadas, concebidas para envolver os alunos, independentemente do seu estilo de aprendizagem. Além disso, os estudantes colaboram com especialistas externos ou membros da comunidade para alcançar uma melhor compreensão do conteúdo. Outro aspeto importante é a tecnologia utilizada para apoiar o aluno ao longo da atividade. A concretização de um projeto dentro das unidades que implementam este método didático envolve navegar por seis etapas específicas. A primeira fase, Informação, exige a identificação de um problema, tema ou tema e envolve a recolha, organização, processamento e avaliação de informação relacionada com o tema escolhido, que esteja alinhada com o currículo. Após isto, a fase de Planeamento foca-se no desenvolvimento de possíveis soluções para o problema ou tema identificado. Segue-se a fase de Decisão, onde as várias soluções são avaliadas e a melhor opção é selecionada. Na fase de

Financiado pela União Europeia. As opiniões e pontos de vista expressos são, no entanto, apenas dos autores e não refletem necessariamente os da União Europeia ou da Agência Executiva Europeia para a Educação e Cultura (EACEA). Nem a União Europeia nem a EACEA podem ser responsabilizadas por elas.

Execução, os estudantes exploram a aplicação da solução escolhida desenvolvendo um plano de implementação que delinea tarefas, recursos e responsabilidades. A quinta etapa, Controlo, diz respeito aos meios de monitorizar e avaliar os resultados obtidos, culminando num plano concreto documentado por escrito. Finalmente, na fase de Avaliação, os resultados do trabalho, juntamente com os formulários de avaliação, são discutidos tanto pelo profissional como pelo avaliador. Esta discussão visa solidificar as experiências adquiridas durante o projeto e minimizar a probabilidade de erros futuros.

Toda a atividade decorre ao longo de vários dias ou até semanas, dependendo da complexidade do projeto.

3.3.3 Na Turquia

O PBL é aplicado na VET, e como?

O PBL é ativamente implementado em instituições de EFP na Turquia, onde envolve os estudantes em projetos reais que combinam aprendizagem académica com experiência prática. A implementação do PBL nos cursos de VET envolve vários elementos vitais. Em primeiro lugar, a Colaboração com a Indústria é crucial; As instituições de VET trabalham em estreita colaboração com as indústrias locais para criar projetos que abordam problemas reais, garantindo que os estudantes adquiram experiência prática relevante para as suas áreas. Por exemplo, estudantes de disciplinas técnicas como engenharia automóvel podem colaborar com fabricantes automóveis locais para desenhar e construir modelos protótipos.

Adicionalmente, a PBL promove projetos multidisciplinares, incentivando estudantes de diferentes programas a trabalharem em conjunto. Por exemplo, estudantes de um programa de informática em saúde podem colaborar para desenvolver um sistema de informação em saúde para clínicas locais, integrando os seus conhecimentos em saúde e tecnologias de informação. Esta abordagem melhora as suas competências técnicas e promove o trabalho em equipa entre disciplinas.

Outro aspeto significativo da PBL é a resolução de problemas no mundo real, onde os alunos enfrentam desafios dentro das suas comunidades. Nos estudos ambientais, por exemplo, os estudantes podem trabalhar no desenho de um sistema sustentável de gestão de resíduos,

Financiado pela União Europeia. As opiniões e pontos de vista expressos são, no entanto, apenas dos autores e não refletem necessariamente os da União Europeia ou da Agência Executiva Europeia para a Educação e Cultura (EACEA). Nem a União Europeia nem a EACEA podem ser responsabilizadas por elas.

que aumente a sua consciência sobre questões ambientais enquanto aprimora as suas competências técnicas. Além disso, a tecnologia desempenha um papel fundamental nestes projetos. Os estudantes utilizam frequentemente várias ferramentas de software para concepção e simulação em engenharia ou desenvolvem aplicações móveis em cursos de TI. Um exemplo pode incluir a criação de uma aplicação móvel que ajude os agricultores a otimizar os rendimentos agrícolas através da análise dos dados do solo.

Exemplos concretos de PBL nos programas de EFP turcos incluem Projetos Agrícolas, onde os estudantes desenvolvem técnicas agrícolas inovadoras ou práticas sustentáveis através de trabalho de campo e colaboração com explorações locais. Nos Projetos de Engenharia, os estudantes podem construir sistemas de energia renovável para comunidades locais, como painéis solares ou turbinas eólicas, adquirindo experiência prática valiosa. De forma semelhante, os Projetos de Saúde envolvem os estudantes no desenvolvimento de iniciativas de saúde comunitária ou soluções de saúde para populações desfavorecidas, frequentemente exigindo colaboração interdisciplinar com prestadores de cuidados de saúde.

No geral, o PBL nas instituições de EFP da Turquia visa melhorar as competências práticas dos estudantes e prepará-los para o mercado de trabalho, envolvendo-os em projetos significativos e reais que fazem a ponte eficaz entre a aprendizagem académica e a aplicação prática.

3.3.4 Em França

O PBL é aplicado na VET, e como?

O PBL está ativamente empregado nas instituições de EFP em França. É reconhecido pela sua eficácia no desenvolvimento de competências práticas e no fomento do pensamento crítico — qualidades essenciais na educação profissional. A PBL está integrada no currículo como uma metodologia central de ensino, com cursos concebidos para abranger múltiplos projetos que os estudantes devem completar durante a sua formação. Muitos programas de VET incluem projetos finais no último ano, onde os estudantes enfrentam problemas reais relevantes para a sua área de estudo, permitindo-lhes demonstrar as suas competências e conhecimentos num contexto prático.

Financiado pela União Europeia. As opiniões e pontos de vista expressos são, no entanto, apenas dos autores e não refletem necessariamente os da União Europeia ou da Agência Executiva Europeia para a Educação e Cultura (EACEA). Nem a União Europeia nem a EACEA podem ser responsabilizadas por elas.

A implementação da PBL varia consoante as disciplinas. Nos Programas Técnicos e de Engenharia, por exemplo, os estudantes de engenharia mecânica envolvem-se em projetos que exigem o desenho e construção de peças funcionais de máquinas ou protótipos de sistemas. Estes projetos exigem a aplicação de princípios da mecânica, ciência dos materiais e design assistido por computador (CAD). Os estudantes trabalham em equipas, atribuem projetos alinhados com as necessidades atuais da indústria, realizam investigação, desenham componentes e fabricam-nos usando ferramentas e maquinaria de oficina, muitas vezes sob a orientação de especialistas do setor que fornecem feedback valioso.

Nos programas de tecnologia da informação (TI), os estudantes podem desenvolver aplicações de software ou websites para empresas locais ou organizações comunitárias. Seguem um processo estruturado de gestão de projetos, incluindo planeamento, design, programação, testes e implementação. Colaboram utilizando metodologias ágeis e apresentam os seus produtos finais às partes interessadas para avaliação.

Nos programas de saúde e enfermagem, os estudantes de enfermagem participam em ambientes clínicos simulados onde avaliam e tratam pacientes com base em estudos de caso baseados em cenários da vida real. Estes projetos envolvem jogos de papéis com atores ou manequins avançados em ambientes hospitalares simulados, onde os estudantes devem demonstrar a sua capacidade de diagnosticar, planear cuidados e realizar procedimentos médicos sob a supervisão de profissionais experientes.

Os programas de ciências ambientais e agricultura podem atribuir aos alunos o desenho e implementação de sistemas agrícolas sustentáveis, como jardins de permacultura ou instalações hidropónicas. Este trabalho envolve avaliação do local, planeamento, plantação e manutenção do sistema, considerando os impactos ambientais, a gestão de recursos e as práticas de sustentabilidade. Estes projetos ocorrem frequentemente em colaboração com quintas locais ou hortas comunitárias.

Nos programas de hospitalidade e artes culinárias, os alunos podem organizar e executar eventos temáticos de refeições que envolvem planeamento de menus, culinária e serviço. Os estudantes trabalham em equipas para gerir vários aspetos do evento, desde a obtenção de

Financiado pela União Europeia. As opiniões e pontos de vista expressos são, no entanto, apenas dos autores e não refletem necessariamente os da União Europeia ou da Agência Executiva Europeia para a Educação e Cultura (EACEA). Nem a União Europeia nem a EACEA podem ser responsabilizadas por elas.

ingredientes até à gestão da cozinha e ao serviço dos convidados, permitindo-lhes aplicar as suas competências culinárias e conhecimentos em gestão de eventos e serviço ao cliente.

A colaboração com a indústria é outro componente crítico do PBL nas instituições francesas de EFP. As escolas colaboram frequentemente com empresas e indústrias locais para realizar projetos reais, garantindo que estas iniciativas estejam alinhadas com as necessidades e padrões atuais do setor. Muitos programas de VET também incorporam estágios ou estágios como parte da abordagem PBL, onde os estudantes adquirem experiência prática dentro de uma empresa, o que é inestimável para aplicar conhecimentos teóricos em contextos práticos.

O processo de avaliação e feedback no PBL é robusto, com avaliação contínua através de marcos do projeto, apresentações e relatórios finais. Os alunos recebem feedback em cada etapa, permitindo melhorias iterativas no seu trabalho. Além disso, a autoavaliação entre pares e a autoavaliação promovem competências críticas de avaliação e contribuem para um ambiente de aprendizagem colaborativa.

No geral, o PBL nas instituições de EFC francesas equipa os estudantes com experiência prática e prática que os prepara para o mercado de trabalho. Enfatiza a colaboração, a resolução de problemas e a aplicação do conhecimento teórico a desafios do mundo real, tornando a PBL um componente vital da educação e formação profissional em França.

3.3.5 Em Espanha

O PBL é aplicado na VET, e como?

A PBL é implementada de forma eficaz nas instituições de VET por toda Espanha. Reconhecida pelo seu impacto educativo, a PBL melhora competências práticas, pensamento crítico e capacidade de resolução de problemas, essenciais para carreiras profissionais e técnicas. Como componente central do currículo de VET, o PBL envolve frequentemente cursos concebidos em torno de projetos que abordam desafios reais relevantes para áreas vocacionais específicas. Estes projetos frequentemente integram várias disciplinas e competências, garantindo uma experiência de aprendizagem holística.

Financiado pela União Europeia. As opiniões e pontos de vista expressos são, no entanto, apenas dos autores e não refletem necessariamente os da União Europeia ou da Agência Executiva Europeia para a Educação e Cultura (EACEA). Nem a União Europeia nem a EACEA podem ser responsabilizadas por elas.

Projetos práticos dentro deste quadro enfatizam a resolução de problemas do mundo real. Os estudantes colaboram com empresas e indústrias locais para desenvolver soluções práticas. Esta abordagem aprofunda a sua compreensão da relevância e aplicação das suas competências e fortalece as ligações na indústria. Por exemplo, os projetos podem incluir o design, prototipagem e testes de soluções, permitindo aos alunos adquirir competências técnicas práticas essenciais.

Na engenharia e tecnologia, os projetos podem envolver o design e construção de sistemas mecânicos, o desenvolvimento de aplicações de software ou a criação de soluções energéticas sustentáveis. Estes projetos exigem que os estudantes apliquem conhecimentos teóricos em contextos práticos, reforçando a sua competência técnica e inovação.

Na saúde e nos serviços, os programas de EFP podem envolver projetos que incluem o desenvolvimento de planos de cuidados ao paciente, a realização de campanhas de educação para a saúde ou a gestão de emergências médicas simuladas. Estes projetos permitem que os estudantes adquiram experiência prática e preparem-nos para desafios reais na área da saúde.

Os estudantes podem envolver-se em projetos que organizam eventos, desenvolvem estratégias de marketing turístico ou criem serviços inovadores de hotelaria e turismo. Estes projetos incentivam a criatividade e a aplicação prática, dotando os alunos das competências necessárias para terem sucesso em ambientes de trabalho dinâmicos.

A abordagem PBL nas instituições de VET espanholas enriquece a experiência educativa e prepara os estudantes para o mercado de trabalho, ligando a aprendizagem académica a aplicações reais. Isto promove o desenvolvimento de profissionais completos, preparados para as suas carreiras escolhidas.

3.3.6 Em Portugal

O PBL é aplicado na VET, e como?

As instituições de EFP em Portugal utilizam a metodologia PBL. Os cursos de VET são um tipo de ensino secundário cujos percursos se caracterizam por uma forte ligação com o mundo

Financiado pela União Europeia. As opiniões e pontos de vista expressos são, no entanto, apenas dos autores e não refletem necessariamente os da União Europeia ou da Agência Executiva Europeia para a Educação e Cultura (EACEA). Nem a União Europeia nem a EACEA podem ser responsabilizadas por elas.

profissional. A aprendizagem realizada nestes cursos enfatiza o desenvolvimento de competências para uma carreira em colaboração com empresas. Desta forma, a formação baseada no trabalho é uma parte integrante do currículo destes cursos. Para além do estágio, os centros de EFV desenvolvem frequentemente projetos que permitem aos estudantes desenvolver competências técnicas e competências interpessoais críticas, como trabalho em equipa, resolução de problemas e comunicação.

Um exemplo da aplicação da PBL ocorreu na Escola Secundária D. Dinis, numa aula do curso de Técnico em Gestão e Programação de Sistemas Informáticos. A intervenção envolveu Programação de Sistemas de Informação. Foi adotada a metodologia de aprendizagem baseada em projetos para o ensino de estruturas de dados compostas, de modo a superar dificuldades e tornar o processo de ensino-aprendizagem mais eficaz. A análise dos dados recolhidos mostrou que o uso da PBL teve um impacto positivo na disciplina, de acordo com a avaliação final do aluno (Alves et al., 2019).

3.4 Desafios e oportunidades

3.4.1 Na Grécia

Quais são os desafios de adotar a biomimética?

Um dos principais desafios é a falta de consciência e compreensão generalizada dos princípios da biomimética entre decisores políticos, empresas e o público em geral na Grécia. Para resolver esta situação, poderá ser necessária campanhas educativas e programas de formação para promover a consciencialização e fortalecer a capacidade para a inovação biomimética. Outro desafio significativo são os obstáculos regulatórios. Os atuais quadros regulatórios e normas podem não abordar explicitamente ou incentivar abordagens biomiméticas, tornando difícil para as empresas integrarem a biomimética nas suas práticas. Simplificar as regulamentações e oferecer incentivos para a inovação sustentável pode ajudar a ultrapassar esta barreira.

Outro obstáculo é o acesso limitado a financiamento e recursos para investigação e desenvolvimento em biomimética. Esta limitação pode dificultar a adoção de tecnologias e

Financiado pela União Europeia. As opiniões e pontos de vista expressos são, no entanto, apenas dos autores e não refletem necessariamente os da União Europeia ou da Agência Executiva Europeia para a Educação e Cultura (EACEA). Nem a União Europeia nem a EACEA podem ser responsabilizadas por elas.

práticas biomiméticas na Grécia. Para enfrentar este desafio, pode ser necessário apoio governamental, investimento privado e colaboração com agências internacionais de financiamento. A biomimetização requer colaboração entre diversas disciplinas, incluindo biologia, engenharia, design e negócios. Construir redes interdisciplinares e fomentar a colaboração entre especialistas de diferentes áreas pode ser desafiante, mas é essencial para a inovação biomimética bem-sucedida.

Os diversos ecossistemas da Grécia e a rica biodiversidade proporcionam uma fonte de inspiração para a inovação biomimética. Recorrendo aos desenhos e estratégias da natureza, as empresas e investigadores gregos podem desenvolver soluções inovadoras adaptadas às condições e desafios ambientais locais. O setor do turismo na Grécia também apresenta oportunidades para aplicar princípios de biomimética para aumentar a sustentabilidade e a resiliência. Desde o design de infraestruturas ecológicas até experiências turísticas inspiradas na natureza, existe potencial para a inovação biomimética contribuir significativamente para o desenvolvimento sustentável do turismo.

Com a indústria, o conceito de biomimética ainda está a emergir, e as indústrias podem não estar plenamente conscientes das suas potenciais aplicações e benefícios, tornando mais difícil estabelecer ligações entre a indústria e a educação. A agricultura é um setor significativo na Grécia, e a biomimética oferece inúmeras oportunidades para práticas agrícolas sustentáveis. Ao imitar ecossistemas naturais e processos biológicos, os agricultores podem melhorar a saúde do solo, conservar a água e aumentar a resiliência das culturas perante as alterações climáticas. Além disso, a Grécia tem-se focado cada vez mais em iniciativas de energia renovável e tecnologia verde. A biomimética pode ser crucial no desenvolvimento de soluções inovadoras de energia limpa, designs eficientes de edifícios e tecnologias amigas do ambiente que contribuam para a transição da Grécia para uma economia de baixo carbono.

Em contextos educativos, desenvolver e integrar módulos focados em biomimética nos programas de VET existentes exige esforço e experiência significativos. Isto envolve criar novos materiais de ensino, formar educadores e garantir o alinhamento com os padrões nacionais de ensino. A biomimética abrange múltiplas disciplinas, incluindo biologia, engenharia e design. Criar um currículo coeso que integre eficazmente estas áreas diversas

Financiado pela União Europeia. As opiniões e pontos de vista expressos são, no entanto, apenas dos autores e não refletem necessariamente os da União Europeia ou da Agência Executiva Europeia para a Educação e Cultura (EACEA). Nem a União Europeia nem a EACEA podem ser responsabilizadas por elas.

pode ser um desafio. A implementação da biomimética na EFP pode exigir financiamento adicional para novos materiais, programas de formação e instalações laboratoriais. Garantir esses recursos pode ser difícil, especialmente sob restrições orçamentais. Além disso, há necessidade de educadores e formadores com conhecimentos especializados em biomimética. Recrutar e formar este tipo de pessoal pode ser demorado e dispendioso. A integração da biomimética na EFP pode ter de começar com programas piloto, que podem ser intensivos em recursos e requerem uma monitorização e avaliação cuidadosas. Escalar programas piloto bem-sucedidos a nível nacional envolve desafios logísticos e administrativos, incluindo controlo consistente de qualidade e atualizações contínuas do currículo.

Quais são as áreas potenciais de crescimento na aplicação da biomimética?

Ao mesmo tempo, surgem oportunidades significativas da biomimética, destacando os benefícios de investir no esforço extra necessário para integrar o método na EFP e além. A integração da biomimética na EFP está alinhada com o compromisso da Grécia com os ODS, particularmente aqueles relacionados com a educação de qualidade (ODS 4), cidades e comunidades sustentáveis (ODS 11) e ação climática (ODS 13). A ênfase na biomimética na educação apoia a transição da Grécia para uma economia verde, preparando os estudantes para mercados de trabalho emergentes focados na sustentabilidade. Na educação, a biomimética oferece formas inovadoras e envolventes de ensinar conceitos complexos, tornando a aprendizagem mais interativa e inspirando a criatividade entre os alunos. Aplicações reais da biomimética podem ser integradas na formação prática, melhorando as competências práticas e a empregabilidade dos alunos. A colaboração com a indústria pode proporcionar oportunidades de formação prática, estágios e projetos reais, ajudando os estudantes a adquirir experiência valiosa e conhecimentos do setor. Ao adotar a biomimética, as indústrias podem impulsionar a inovação e melhorar a competitividade, criando uma procura por trabalhadores qualificados formados nestes métodos. Por fim, integrar a biomimética na EFP pode impulsionar iniciativas de investigação, incentivando parcerias entre instituições de ensino e organizações de investigação para explorar novas soluções biomiméticas.

Financiado pela União Europeia. As opiniões e pontos de vista expressos são, no entanto, apenas dos autores e não refletem necessariamente os da União Europeia ou da Agência Executiva Europeia para a Educação e Cultura (EACEA). Nem a União Europeia nem a EACEA podem ser responsabilizadas por elas.

Em resumo, embora existam desafios a ultrapassar, a Grécia tem oportunidades significativas para aproveitar a biomimética como motor de inovação, sustentabilidade e crescimento económico. Ao ultrapassar barreiras e capitalizar os seus ativos naturais, a Grécia pode posicionar-se como líder em inovação biomimética na região mediterrânica e além.

3.4.2 Na Roménia

Quais são os desafios de adotar a biomimética?

As inovações tecnológicas transformaram significativamente os processos de ensino e aprendizagem das instituições educativas nos últimos anos. O uso generalizado de dispositivos móveis, aplicações e plataformas online permitiu que alunos e professores acessem a informação e recursos educativos a qualquer hora e em qualquer lugar. Este avanço tecnológico também facilitou o desenvolvimento de métodos de aprendizagem interativos e personalizados, adaptados para responder às necessidades individuais dos alunos, melhorando a sua capacidade de assimilar informação. No entanto, integrar conceitos inovadores como a biomimética no currículo continua a ser um desafio.

Um grande obstáculo é a falta de consciência sobre a biomimética na Roménia, onde o conceito não é amplamente reconhecido e é implementado numa escala muito reduzida. Esta limitação é atribuída a esforços nacionais de coordenação insuficientes, à ausência de quadros políticos adequados e à falta de promoção de mercado que evidencie o impacto e os processos da biomimética. Além disso, há uma falta de conhecimento específico em biomimética, pois a sua complexidade dificulta a compreensão e integração em várias disciplinas ou atividades práticas. Os educadores enfrentam desafios para navegar pelas diferentes fases da biomimética, o que complica a sua aplicação para a inovação e a educação.

A colaboração multidisciplinar e o apoio das partes interessadas são essenciais para incorporar eficazmente a biomimética. Recomenda-se que a biomimética seja incluída nos programas do ensino superior e que sejam organizados workshops e eventos para facilitar a transferência do conhecimento em biomimética entre disciplinas. Além disso, existe uma falta de formação e educação em biomimética dentro do sistema educativo romeno. Embora alguns programas universitários se concentrem em biotecnologia e bioengenharia, não aplicam explicitamente

Financiado pela União Europeia. As opiniões e pontos de vista expressos são, no entanto, apenas dos autores e não refletem necessariamente os da União Europeia ou da Agência Executiva Europeia para a Educação e Cultura (EACEA). Nem a União Europeia nem a EACEA podem ser responsabilizadas por elas.

os princípios da biomimética. Esta lacuna advém do facto de a biomimética não fazer parte de nenhum currículo ou programa educativo, nem de haver colaboração entre os setores da educação e da indústria. Assim, é necessário treino específico em biomimética.

Além disso, a falta de colaboração multidisciplinar representa um desafio. Integrar várias disciplinas, como design, engenharia, biologia, ecologia, química, negócios e ciências sociais, pode ser benéfico para implementar a biomimética. No entanto, criar equipas colaborativas deste tipo pode ser difícil, pois os indivíduos muitas vezes preferem trabalhar com outros na sua área. Além disso, encontrar as pessoas certas com o conhecimento necessário para abordar todos os aspetos da biomimética pode ser uma barreira. Por fim, a falta de financiamento apresenta outro desafio significativo, pois os elevados custos associados às operações laboratoriais e à investigação dificultam a implementação da biomimética em contextos educativos.

Quais são as áreas potenciais de crescimento na aplicação da biomimética?

Na arquitetura e no planeamento urbano, a biomimética pode criar designs sustentáveis, energeticamente eficientes, resilientes e inovadores. A natureza e o seu ecossistema são excelentes exemplos e inspirações para o uso circular de recursos, inteligência, características autossustentáveis e poupadoras de energia. Os arquitetos podem inspirar-se nos processos, táticas e sistemas da natureza para desenhar edifícios duráveis e sustentáveis para além da estética.

Na medicina e biotecnologia, ao imitar a eficiência e funcionalidade dos sistemas naturais, cientistas e investigadores podem desenvolver tratamentos e biomateriais inovadores que respondam a sinais biológicos e podem ser usados em medicina regenerativa, diagnóstico e administração de fármacos.

A biomimetização pode ser amplamente utilizada na manufatura, especialmente na manufatura aditiva, um processo de fabrico promissor focado em estruturas complexas em várias configurações imitadas de materiais biológicos. Muitas indústrias, como a automóvel, aeroespacial, defesa e transportes, estão procuradas por materiais com elevada resistência

Financiado pela União Europeia. As opiniões e pontos de vista expressos são, no entanto, apenas dos autores e não refletem necessariamente os da União Europeia ou da Agência Executiva Europeia para a Educação e Cultura (EACEA). Nem a União Europeia nem a EACEA podem ser responsabilizadas por elas.

ao impacto e capacidade de absorção de energia, e a biomimética pode ser uma solução para criar esses materiais.

Na agricultura, a biomimética pode ser usada para combater as alterações climáticas e desenvolver um sistema de produção alimentar estável e seguro. Por exemplo, estudar diferentes insetos conhecidos pela sua capacidade de recolher neveiro, aves como pelicanos ou até plantas, onde o seu comportamento pode ser transposto na tecnologia de estufa para a recolha de água necessária na irrigação das culturas. Outros problemas que o setor agrícola enfrenta cada vez mais frequentemente, como inundações, erosão e degradação do solo, e a falta de insetos polinizadores, podem ser abordados por biomimética para abordar as questões ambientais na agricultura.

A biomimética pode melhorar significativamente a eficiência e a economia das energias renováveis. Ao estudar a natureza, os cientistas podem conceber dispositivos de energia eólica, marinha e solar que aumentem a eficiência e reduzam o impacto ambiental. Mesmo que as novas tecnologias inspiradas pela natureza sejam mais complexas de implementar e avaliar sem locais de teste designados e financiamento dedicado do governo e da indústria, a biomimética pode conduzir a vários avanços tecnológicos no setor energético rumo a um futuro sustentável.

Na indústria da moda, a biomimética pode ser usada para criar têxteis e materiais sustentáveis. Isto pode ajudar a reduzir a utilizabilidade de tratamentos químicos nocivos na produção de vestuário ou a diminuir o consumo de água. Têxteis e materiais adaptativos, resistentes à temperatura, superhidrofóbicos ou auto-curativos também podem ser criados, criando designs estéticos únicos e significativos inspirados na natureza.

3.4.3 Na Turquia

Quais são os desafios de adotar a biomimética?

Adotar a biomimética na Turquia enfrenta vários desafios, especialmente na sensibilização e expansão das oportunidades educativas. Muitas indústrias e o público em geral têm conhecimentos limitados dos princípios biomiméticos, e os programas educativos ainda estão a ser desenvolvidos. Esta falta de compreensão dificulta a aplicação generalizada de soluções

Financiado pela União Europeia. As opiniões e pontos de vista expressos são, no entanto, apenas dos autores e não refletem necessariamente os da União Europeia ou da Agência Executiva Europeia para a Educação e Cultura (EACEA). Nem a União Europeia nem a EACEA podem ser responsabilizadas por elas.

inspiradas na natureza. Além disso, embora exista financiamento para investigação e desenvolvimento, há necessidade de investimentos mais direcionados especificamente para projetos biomiméticos, que frequentemente competem com outros avanços tecnológicos urgentes. A natureza interdisciplinar da biomimética também apresenta desafios, pois a colaboração eficaz entre áreas como biologia, engenharia e design é complexa dentro dos quadros académicos e industriais tradicionais.

Outros desafios incluem barreiras regulatórias e relacionadas com o mercado. As regulamentações existentes podem não acomodar facilmente soluções biomiméticas inovadoras, exigindo adaptações políticas lentas e complexas. As indústrias podem hesitar em adotar estas soluções devido a preocupações com a aceitação no mercado, riscos financeiros e preferência por tecnologias já estabelecidas. Além disso, a resistência cultural à mudança, os problemas de escalabilidade e a escassez de conhecimentos técnicos em biomimética contribuem para as dificuldades em expandir a sua utilização na Turquia. Superar estes obstáculos exigirá esforços coordenados do governo, da indústria e das instituições de ensino para construir uma cultura de inovação e sustentabilidade.

Quais são as áreas potenciais de crescimento na aplicação da biomimética?

A Turquia tem várias áreas promissoras de crescimento na aplicação da biomimética em vários setores. Abordagens biomiméticas em arquitetura e design urbano podem conduzir a soluções de construção mais sustentáveis, otimizando o consumo de energia, a gestão da água e os materiais. Conceitos como telhados verdes e sistemas naturais de ventilação, inspirados nos ecossistemas, são preciosos em ambientes urbanos. A gestão da água é outra área crítica, especialmente tendo em conta os desafios da escassez de água na Turquia. Técnicas biomiméticas, como sistemas de filtração de água inspirados em zonas húmidas, oferecem soluções inovadoras para melhorar a conservação da água e as práticas agrícolas. Além disso, nas energias renováveis, designs baseados em estruturas naturais, como turbinas eólicas que imitam asas de pássaros ou painéis solares inspirados em folhas, podem melhorar significativamente a eficiência energética e reduzir o impacto ambiental.

Outras áreas de crescimento incluem a agricultura, onde métodos biomiméticos como permacultura e agroecologia podem melhorar a biodiversidade e a resiliência das culturas,

Financiado pela União Europeia. As opiniões e pontos de vista expressos são, no entanto, apenas dos autores e não refletem necessariamente os da União Europeia ou da Agência Executiva Europeia para a Educação e Cultura (EACEA). Nem a União Europeia nem a EACEA podem ser responsabilizadas por elas.

promovendo práticas agrícolas sustentáveis. A ciência dos materiais também está prestes a avançar, com inovações em plásticos auto-regenerantes e materiais biodegradáveis que poderão transformar embalagens e têxteis. Nos transportes, designs inspirados na locomoção animal poderiam melhorar a eficiência energética. Ao mesmo tempo, soluções biomiméticas na saúde poderão conduzir a novas tecnologias médicas, como adesivos inspirados em pés de gecko ou sistemas avançados de administração de medicamentos. A expansão dos programas educativos sobre biomimética irá fomentar ainda mais a inovação, impulsionando a sustentabilidade e o crescimento económico em vários setores na Turquia.

3.4.4 Em França

Quais são os desafios de adotar a biomimética?

A adoção generalizada da biomimética enfrenta vários desafios principais. Um dos principais problemas é a falta de consciencialização entre educadores e profissionais do setor, o que dificulta a integração da biomimética nas práticas educativas e industriais. Muitos desconhecem o conceito e as suas potenciais aplicações, tornando o aumento da consciencialização através da educação e da divulgação crucial para a sua aceitação mais ampla.

As limitações de recursos são outra barreira significativa. Desenvolver e implementar soluções biomiméticas requer frequentemente investimentos substanciais em investigação e desenvolvimento, o que pode ser um impedimento para instituições e indústrias que operam com orçamentos apertados ou com financiamento limitado.

Por fim, integrar a biomimética nos sistemas existentes — seja em currículos educativos ou processos industriais — pode ser desafiante. As partes interessadas mais confortáveis com abordagens tradicionais podem resistir a adaptar-se a novos métodos, tornando difícil reformular práticas já estabelecidas há muito tempo. Ultrapassar estes obstáculos exigirá uma abordagem estratégica, combinando educação, investimento e esforços colaborativos para promover a biomimética como uma ferramenta valiosa para a inovação e sustentabilidade.

Quais são as áreas potenciais de crescimento na aplicação da biomimética?

Financiado pela União Europeia. As opiniões e pontos de vista expressos são, no entanto, apenas dos autores e não refletem necessariamente os da União Europeia ou da Agência Executiva Europeia para a Educação e Cultura (EACEA). Nem a União Europeia nem a EACEA podem ser responsabilizadas por elas.

A biomimética oferece um potencial significativo para o avanço de vários setores. Nas energias renováveis, a biomimética pode conduzir a sistemas mais eficientes, como turbinas eólicas inspiradas na aerodinâmica das asas de pássaros ou painéis solares que imitam a eficiência da fotossíntese. Sistemas naturais de filtração e técnicas sustentáveis de captação de água podem ser desenvolvidos na gestão da água, imitando plantas e animais.

O planeamento urbano beneficia também da biomimética ao projetar cidades sustentáveis com edifícios e infraestruturas que replicam sistemas naturais, melhorando a eficiência energética e reduzindo os impactos ambientais. Nos cuidados de saúde, a biomimética pode inspirar novas tecnologias e tratamentos médicos, utilizando as propriedades auto-curativas da natureza e as estruturas eficientes para soluções inovadoras.

Ao superar os desafios existentes e maximizar estas oportunidades, a França pode reforçar o papel da biomimética na educação e na indústria, promovendo práticas mais sustentáveis e impulsionando a inovação em vários setores.

3.4.5 Em Espanha

Quais são os desafios de adotar a biomimética?

Adotar a biomimética em Espanha enfrenta vários obstáculos, tal como noutros países. Um dos principais desafios é a sensibilização e a educação. O público em geral e os profissionais da indústria têm uma compreensão limitada dos princípios da biomimética. Embora haja um interesse crescente na sustentabilidade, a biomimética continua a ser um conceito relativamente de nicho no panorama educativo e industrial espanhol. Além disso, o financiamento para investigação e desenvolvimento (I&D) específico para projetos biomiméticos é frequentemente escasso, pois as prioridades de I&D em Espanha são mais frequentemente direcionadas para tecnologias convencionais, dificultando que soluções inspiradas na natureza recebam investimento suficiente.

A colaboração interdisciplinar também apresenta desafios. A biomimética requer cooperação entre biólogos, engenheiros, designers e decisores políticos, mas a cooperação intersectorial em Espanha pode ser difícil devido à tradicional divisão entre os campos académicos e as indústrias. Além disso, a prontidão para o mercado é uma barreira significativa, pois as

Financiado pela União Europeia. As opiniões e pontos de vista expressos são, no entanto, apenas dos autores e não refletem necessariamente os da União Europeia ou da Agência Executiva Europeia para a Educação e Cultura (EACEA). Nem a União Europeia nem a EACEA podem ser responsabilizadas por elas.

indústrias podem ser cautelosas em adotar novas tecnologias biomiméticas não comprovadas, principalmente quando há custos iniciais ou questões de escalabilidade. Os quadros regulatórios em Espanha poderão também necessitar de ajustes para acomodar inovações inspiradas na natureza, especialmente em setores como a construção e a agricultura, onde a biomimética pode desempenhar um papel transformador.

Quais são as áreas potenciais de crescimento na aplicação da biomimética?

Espanha apresenta inúmeras oportunidades de crescimento na aplicação da biomimética, especialmente em setores como a arquitetura e o design urbano. Dado o foco do país na construção sustentável, existe potencial para que princípios de design biomimético, como sistemas de ventilação natural e edifícios energeticamente eficientes, se integrem mais nos projetos de desenvolvimento urbano. A gestão da água é outra área com potencial significativo, já que Espanha enfrenta problemas de escassez de água em muitas regiões. Soluções biomiméticas que imitam sistemas naturais de filtração poderão melhorar significativamente a conservação e reciclagem da água.

Além disso, a ênfase de Espanha nas energias renováveis cria oportunidades para a biomimética para melhorar a eficiência dos painéis solares e turbinas eólicas, inspirando-se em formas e processos naturais. A agricultura também apresenta um campo promissor para práticas biomiméticas como a permacultura, que poderá ajudar os agricultores a desenvolver métodos mais sustentáveis perante as alterações climáticas. Por fim, o design de produto e a ciência dos materiais poderiam beneficiar de inovações inspiradas na biologia, especialmente na criação de materiais mais eficientes e biodegradáveis para embalagens e têxteis.

3.4.6 Em Portugal

Quais são os desafios de adotar a biomimética?

Apesar dos seus benefícios, existem vários desafios ao aplicar esta abordagem de design. Um dos principais obstáculos à sua adoção diz respeito à sua complexidade, dificultando a sua compreensão adequada e subsequente integração nos processos de design. As limitações existentes são um dos desafios, dado que nem todos os sistemas naturais se aplicam aos problemas humanos. A propriedade intelectual pode ser outro problema, uma vez que a

Financiado pela União Europeia. As opiniões e pontos de vista expressos são, no entanto, apenas dos autores e não refletem necessariamente os da União Europeia ou da Agência Executiva Europeia para a Educação e Cultura (EACEA). Nem a União Europeia nem a EACEA podem ser responsabilizadas por elas.

biomimética envolve estudar e reproduzir sistemas naturais. Assim, os problemas de propriedade intelectual podem estar ligados à utilização destes sistemas na fase de conceção. Além disso, o processo de design usando biomimetismo pode ser bastante complexo nas suas diferentes fases. Na primeira fase da prospeção, os designers geralmente seguem um processo de design que os incentiva a olhar fora da caixa quando encontram um problema a resolver. Ainda assim, nem sempre se focam em olhar para a natureza nem a veem como uma solução.

Além disso, para aplicar a biomimética a um problema, os projetistas devem ser capazes de decompor esse mesmo problema em partes para procurar analogias na natureza. Outro desafio pode ser a acessibilidade à informação. Para criar designs inspirados na natureza, os designers devem compreender certos princípios biológicos que os incentivarão a encontrar a solução. Por fim, podem surgir desafios na fase de implementação, pois nem sempre é fácil ter fundos para produzir protótipos.

Por fim, o design inspirado em Bio enfrenta os mesmos obstáculos que o design de produtos regular. Ainda assim, é especialmente complicado devido aos elevados riscos envolvidos, tecnologia de fabrico limitada e modelos de negócio incertos para produtos biomiméticos.

Quais são as áreas potenciais de crescimento na aplicação da biomimética?

A biomimética oferece inúmeras soluções inovadoras em vários campos, refletindo o seu potencial para inspirar práticas e designs sustentáveis. Na eficiência energética, estudar como organismos e ecossistemas otimizam o uso de energia pode conduzir ao desenvolvimento de sistemas mais eficientes, abrangendo desde métodos de transporte simplificados até edifícios energeticamente eficientes que reduzem o consumo global.

Na ciência dos materiais, a biomimética permite a criação de materiais sustentáveis ao imitar materiais naturais e os seus processos de produção. Esta abordagem promove inovações que minimizam o impacto ambiental ao mesmo tempo que melhoram a funcionalidade. A agricultura sustentável também beneficia dos princípios biomiméticos, pois procura emular as relações diversas e interligadas dos ecossistemas. Isto conduz à criação de sistemas

Financiado pela União Europeia. As opiniões e pontos de vista expressos são, no entanto, apenas dos autores e não refletem necessariamente os da União Europeia ou da Agência Executiva Europeia para a Educação e Cultura (EACEA). Nem a União Europeia nem a EACEA podem ser responsabilizadas por elas.

alimentares que reduzem o desperdício, conservam recursos e melhoram a saúde do solo, promovendo uma abordagem mais sustentável à produção alimentar.

A arquitetura está cada vez mais a adotar a biomimética para desenhar estruturas de edifícios sustentáveis. Os arquitetos inspiram-se nas soluções engenhosas da natureza, como as capacidades de regulação da temperatura dos montículos de térmitas, que orientam o design de fachadas inovadoras. Além disso, imitar os ecossistemas naturais no planeamento urbano permite uma gestão eficaz da água, resultando em edifícios resilientes e energeticamente eficientes, contribuindo em última análise para o desenvolvimento sustentável.

Na tecnologia da informação, a biomimética inspira a criação de algoritmos mais eficientes, sistemas de armazenamento de dados e arquiteturas computacionais modeladas a partir de sistemas biológicos que processam e transmitem informação. A medicina e os cuidados de saúde também beneficiam de abordagens biomiméticas, levando a dispositivos médicos inovadores, sistemas avançados de administração de medicamentos e biomateriais adequados para implantes.

Os produtos de consumo são outra área onde a biomimética se destaca, à medida que as empresas desenvolvem soluções de embalagem mais sustentáveis inspiradas em materiais naturais. Além disso, nos têxteis e na ciência dos materiais, as propriedades das fibras naturais, como a resistência da seda de aranha ou a natureza repelente à água das folhas de lótus — estão a ser imitadas para produzir materiais mais robustos, leves e com características únicas. Através destas aplicações diversas, a biomimética demonstra o seu potencial significativo para fomentar a inovação sustentável em múltiplos setores.

4. Questionários

Os resultados apresentados abaixo representam uma análise global das respostas recebidas nos países sujeitos a este estudo, nomeadamente Grécia, Roménia, Turquia, França, Espanha e Portugal. 201 estudantes de VET e 126 professores de VET participaram no inquérito, respondendo aos questionários. Para as perguntas detalhadas, consulte as Tabelas 2 e 3: Questionário para alunos e professores de Formação Profissional acima.

4.1 Questionário para estudantes de EFP

Parte 1: Informação de contexto

Pergunta 1.1 Em que programa educativo está inscrito?

Os estudantes que responderam ao questionário estavam inscritos em vários programas educativos, incluindo Agronomia, Artes Aplicadas, Arquitetura, Administração de Empresas, Comunicação e Ciência da Computação. Muitos estão a seguir carreiras em Ciências Ambientais, Ciências da Saúde e Marketing. Vários alunos também participam em programas de Educação e Formação Profissional (VET). Outras áreas incluem Economia, Engenharia Eletrotécnica, Trabalho de Paisagismo, Medicina e Multimédia. Os programas refletem a vasta gama de interesses e aspirações profissionais dos alunos.

Pergunta 1.2 Já estudou sustentabilidade, biomimética ou tópicos semelhantes, como soluções ecológicas, design de produtos sustentáveis, engenharia sustentável, edifícios sustentáveis, agricultura sustentável, etc.?

As respostas indicam experiências diversas e exposição a temas relacionados com a sustentabilidade entre os alunos. Muitos estudaram áreas como responsabilidade ambiental, inovação ambiental e vida sustentável e soluções. Temas como design de produtos sustentáveis, engenharia sustentável, edifícios sustentáveis e agricultura sustentável também são predominantes. Vários estudantes exploraram conceitos especializados como biomimética, economia circular, arquitetura bioclimática e gestão de recursos hídricos. Alguns

Financiado pela União Europeia. As opiniões e pontos de vista expressos são, no entanto, apenas dos autores e não refletem necessariamente os da União Europeia ou da Agência Executiva Europeia para a Educação e Cultura (EACEA). Nem a União Europeia nem a EACEA podem ser responsabilizadas por elas.

focaram-se em soluções sustentáveis no estilo de vida, energia e design. No entanto, alguns inquiridos não receberam qualquer educação formal sobre sustentabilidade, embora muitos demonstrem interesse em aprender sobre estas áreas no futuro. Alguns mencionam a ausência de exposição ou falta de consciência sobre estes temas.

Pergunta 1.2.1 Se a resposta à pergunta acima for "sim", por favor forneça uma breve descrição.

Os alunos descreveram as suas experiências com sustentabilidade, biomimética e temas relacionados. Alguns estudantes mencionaram ter recebido educação formal através de apresentações, palestras ou seminários sobre responsabilidade ambiental, agricultura sustentável, design de produtos e energias renováveis. Vários destacaram experiências práticas, como plantio de árvores, formação em hidroponia ou trabalho com materiais sustentáveis como tijolos ecológicos e turbinas eólicas verticais. Outros partilharam perceções sobre esforços de proteção ambiental, reciclagem e escolhas pessoais para minimizar resíduos e reduzir o impacto ambiental. Alguns estudantes aprofundaram temas avançados como gestão de recursos hídricos, biomimética e engenharia sustentável, onde aprenderam sobre a aplicação de soluções inspiradas na natureza ao design e infraestruturas. Apesar de alguns não terem tido exposição direta, muitos manifestaram interesse na importância destes temas, demonstrando uma consciência coletiva da necessidade de soluções sustentáveis para um futuro melhor.

Parte 2: Compreensão da biomimética

Pergunta 2.1 Já teve contacto com o conceito de biomimética antes?

A maioria dos inquiridos, nomeadamente 83,6%, nunca foi exposta a biomimética antes.

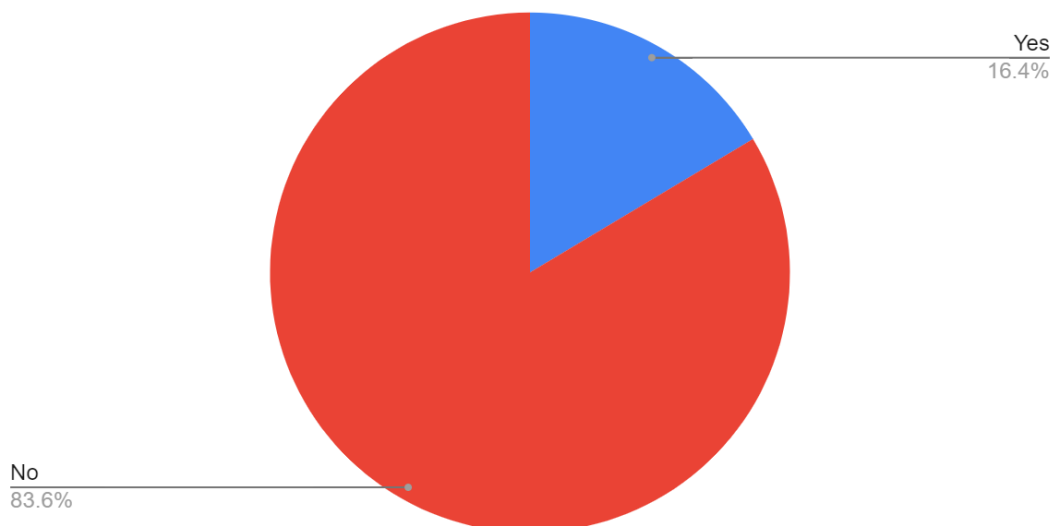


Figura 1. Já teve contacto com o conceito de biomimética antes?

Pergunta 2.1.1 Se a resposta à pergunta acima for "sim", por favor forneça uma breve descrição.

Os estudantes que responderam "sim" ao estudo da biomimética deram várias perspetivas sobre as suas experiências. Muitos descreveram a biomimetismo como uma abordagem inovadora que imita padrões, sistemas e elementos da natureza para resolver problemas humanos complexos, particularmente no design, engenharia, arquitetura e medicina. Alguns alunos destacaram exemplos específicos, como o estudo de estruturas em favo de mel para materiais sólidos e leves ou a utilização de padrões de crescimento fúngico para desenhar redes metropolitanas. Outros discutiram a sua exposição através de cursos académicos, aulas de design ou autoestudo, aprendendo como a biomimética pode conduzir a soluções sustentáveis e eficientes, inspiradas em ecossistemas naturais. Vários também mencionaram aplicações em áreas como sistemas de apoio à decisão, economia circular e sistemas biológicos, enfatizando a relevância da biomimética na criação de tecnologias e práticas amigas do ambiente.

Pergunta 2.2 Pode dar um exemplo de uma solução ambiental baseada na biomimética? Por exemplo, as asas dos aviões são inspiradas em aves; a economia cíclica é inspirada pelo ciclo da vida na natureza; o tecido dos fatos de banho dos atletas olímpicos é inspirado na pele de tubarão; os mexilhões inspiram o adesivo subaquático; As solas antiderrapantes dos

Financiado pela União Europeia. As opiniões e pontos de vista expressos são, no entanto, apenas dos autores e não refletem necessariamente os da União Europeia ou da Agência Executiva Europeia para a Educação e Cultura (EACEA). Nem a União Europeia nem a EACEA podem ser responsabilizadas por elas.

sapatos são inspiradas na pele de serpente; Os montículos de térmitas inspiram edifícios auto-arrefecidos; As florestas inspiram sistemas de filtração de água sem químicos.

No questionário, os estudantes forneceram respostas detalhadas sobre os benefícios da biomimética na criação de soluções sustentáveis através da imitação da natureza. Explicaram que as asas dos aviões são desenhadas com base em aves para melhorar a aerodinâmica e a eficiência do combustível. Ao mesmo tempo, os comboios-bala de alta velocidade são modelados segundo o bico do martim-pescador, permitindo uma viagem mais rápida e silenciosa ao reduzir o ruído. Mencionaram também edifícios inovadores de auto-arrefecimento, como o Eastgate Centre no Zimbabué, inspirados nos montes de térmitas para regular as temperaturas internas sem energia externa, reduzindo o uso de ar condicionado. Na gestão da água, os estudantes destacaram sistemas de filtração sem químicos que replicam processos naturais encontrados em florestas e telhados verdes que imitam a retenção de água das plantas do deserto, ajudando a reduzir o escoamento e a arrefecer edifícios urbanos. Também referiram o design de materiais, como velcro, inspirado nas sementes de bardana, e fatos de banho olímpicos que imitam pele de tubarão para reduzir o arrasto.

Os estudantes notaram ainda como as pás das turbinas eólicas se tornaram mais eficientes ao imitarem as barbatanas da jubarte, os painéis solares captam a luz solar das folhas, e as agulhas inspiradas em mosquitos oferecem injeções indolores na área médica. Enfatizaram que a natureza continua a inspirar avanços em adesivos e outros materiais.

Pergunta 2.3 Como acha que a biomimética pode contribuir para o design sustentável?

Os estudantes manifestaram forte apoio à biomimética como forma de melhorar a eficiência energética, reduzir desperdícios e fomentar a inovação. Enfatizaram que os sistemas naturais, refinados ao longo da evolução, são inerentemente eficientes em termos energéticos, destacando exemplos como edifícios inspirados em montes de térmitas que regulam a temperatura naturalmente, reduzindo a necessidade de aquecimento e arrefecimento. O Teatro Esplanade em Singapura, inspirado no fruto do durião, foi citado como mais um exemplo de design de poupança energética através de luz natural otimizada, reduzindo o consumo energético em 30%. A redução de resíduos e a eficiência dos recursos também foram temas-chave. Os alunos notaram que a natureza opera em sistemas de circuito fechado, onde

Financiado pela União Europeia. As opiniões e pontos de vista expressos são, no entanto, apenas dos autores e não refletem necessariamente os da União Europeia ou da Agência Executiva Europeia para a Educação e Cultura (EACEA). Nem a União Europeia nem a EACEA podem ser responsabilizadas por elas.

o lixo é reciclado em recursos. Designs biomiméticos, como sistemas de filtração de água sem químicos baseados em ecossistemas florestais, refletem estes princípios, conduzindo a produtos biodegradáveis, duráveis e eficientes em termos de recursos, alinhados com a abordagem natural de lixo mínimo.

Os alunos também destacaram a adaptabilidade e resiliência dos designs inspirados na natureza, sugerindo que imitar organismos naturais pode ajudar a criar sistemas capazes de resistir às mudanças ambientais, especialmente as alterações climáticas. As soluções biomiméticas, argumentaram, são mais sustentáveis porque se baseiam nas estratégias comprovadas da natureza. Por fim, os estudantes viam a biomimética como um motor crítico da inovação. Apontaram exemplos como a força da seda de aranha e a forma aerodinâmica das asas de pássaro, mostrando como a natureza oferece uma riqueza de inspiração para resolver problemas complexos de design de forma sustentável.

Parte 3: Avaliação de competências

Pergunta 3.1: Avalie o seu nível de competência nas seguintes áreas numa escala de 1 (sem experiência) a 5 (especialista).

Os alunos foram questionados sobre o nível das suas competências relativas a:

- Criatividade e inovação.
- Resolução de problemas.
- Desenho técnico (manual ou CAD).
- Investigação científica.
- Colaboração em equipa.

Financiado pela União Europeia. As opiniões e pontos de vista expressos são, no entanto, apenas dos autores e não refletem necessariamente os da União Europeia ou da Agência Executiva Europeia para a Educação e Cultura (EACEA). Nem a União Europeia nem a EACEA podem ser responsabilizadas por elas.

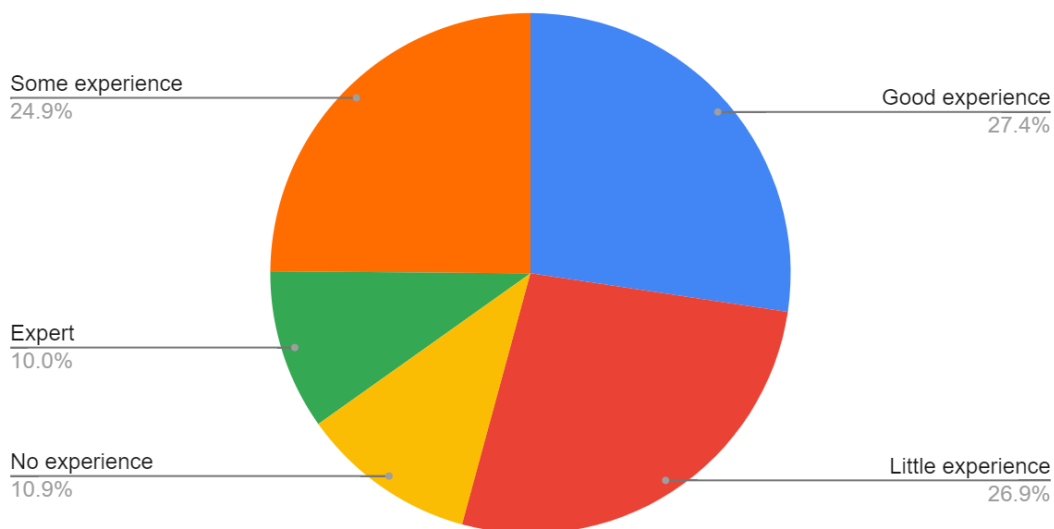


Figura 2. Criatividade e inovação.

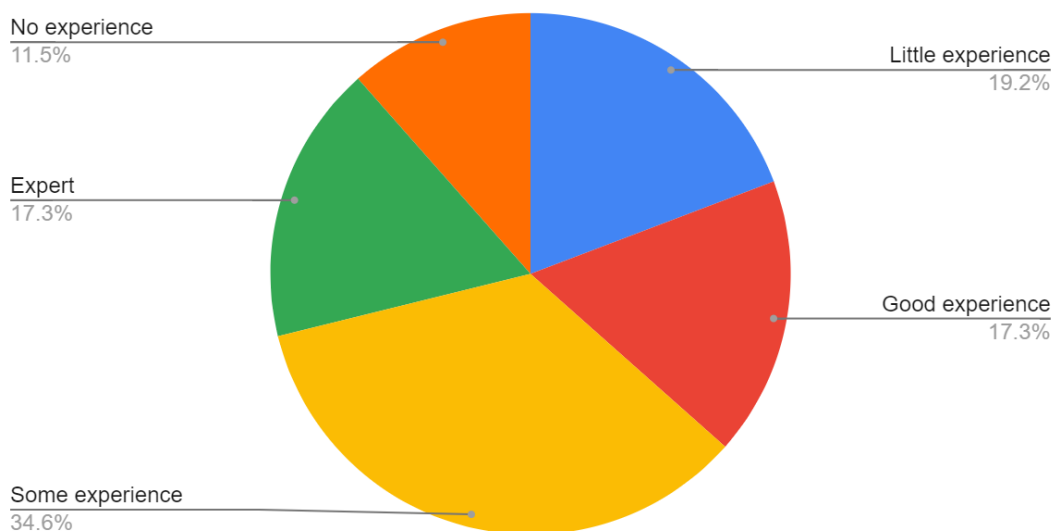


Figura 3. Resolução de problemas.

Financiado pela União Europeia. As opiniões e pontos de vista expressos são, no entanto, apenas dos autores e não refletem necessariamente os da União Europeia ou da Agência Executiva Europeia para a Educação e Cultura (EACEA). Nem a União Europeia nem a EACEA podem ser responsabilizadas por elas.

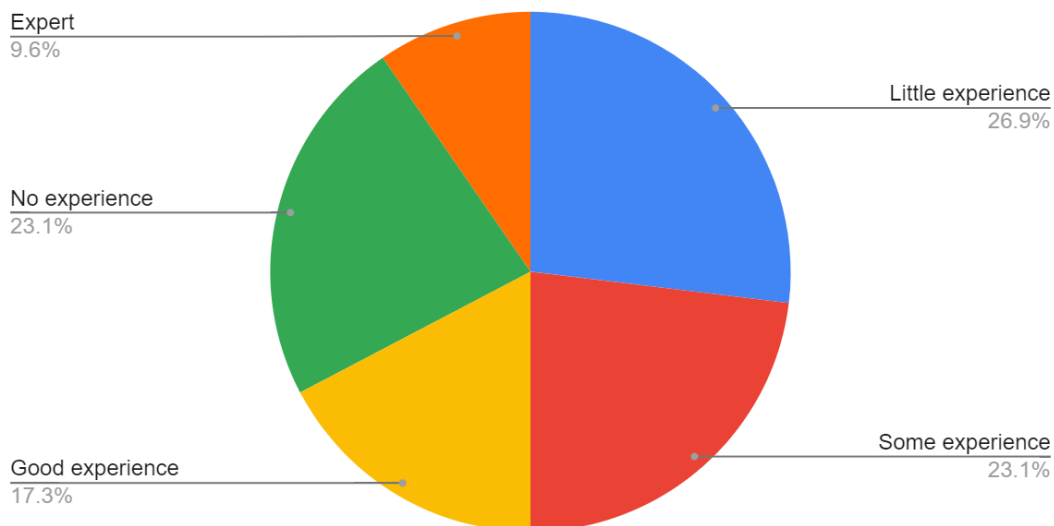


Figura 4. Desenho técnico (manual ou CAD).

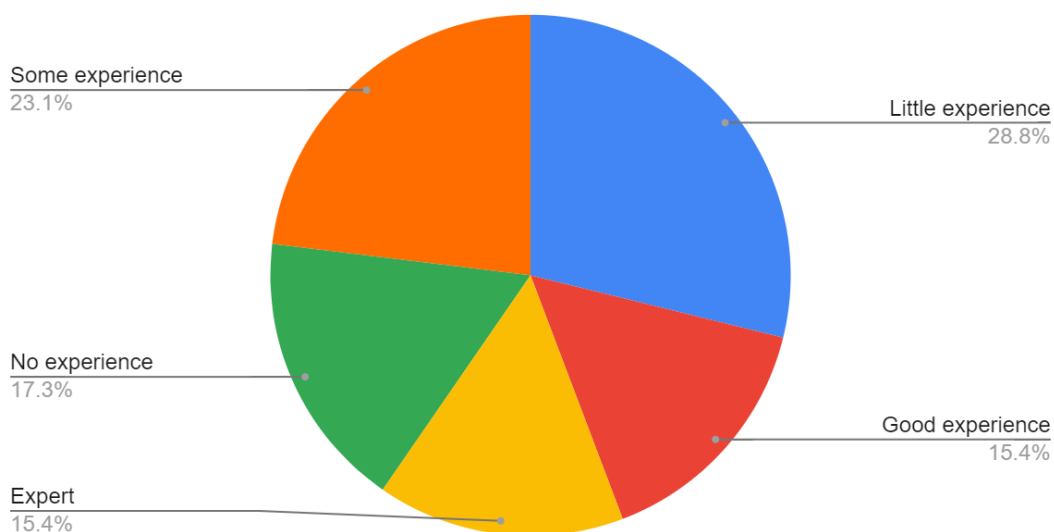


Figura 5. Investigação científica.

Financiado pela União Europeia. As opiniões e pontos de vista expressos são, no entanto, apenas dos autores e não refletem necessariamente os da União Europeia ou da Agência Executiva Europeia para a Educação e Cultura (EACEA). Nem a União Europeia nem a EACEA podem ser responsabilizadas por elas.

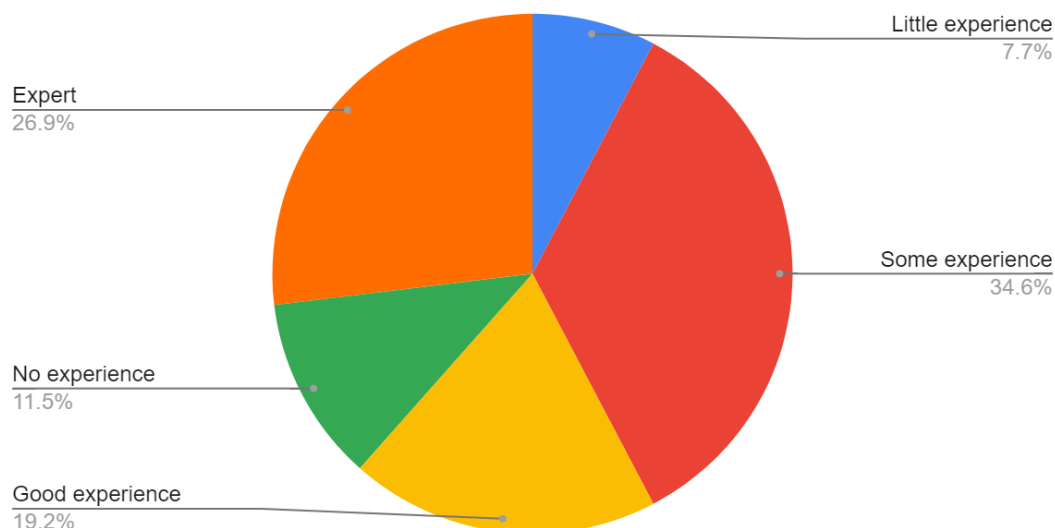


Figura 6. Colaboração em equipa.

Os gráficos acima mostram que, em média, 60% dos alunos não têm ou têm alguma experiência em criatividade e inovação, resolução de problemas e competências técnicas de desenho; 74% não têm experiência em investigação científica, enquanto quase 60% se sentem muito bons ou especialistas em colaboração em equipa.

Pergunta 3.2 Já trabalhou em algum projeto onde aplicou princípios de biomimética? Se sim, por favor descreva brevemente o projeto.

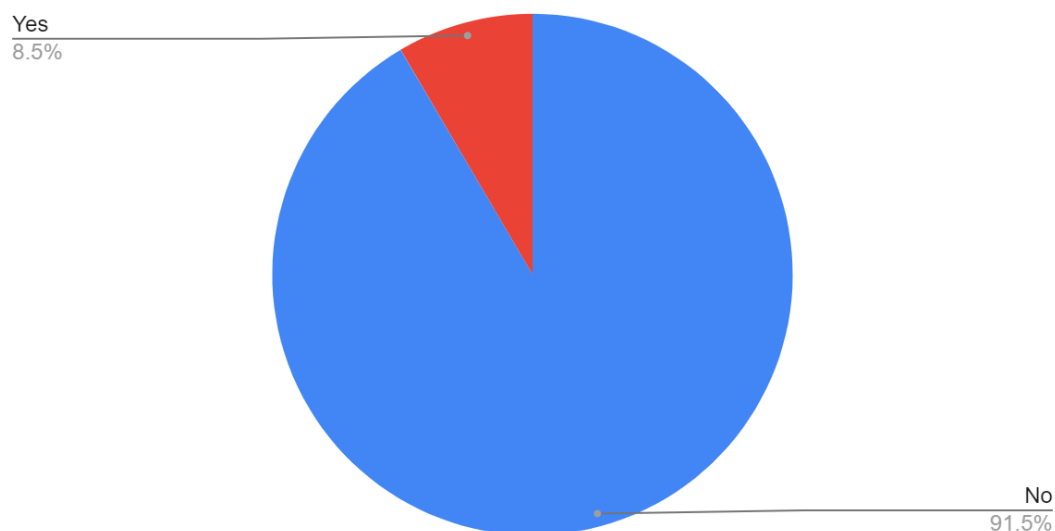


Figura 7. Já trabalhou em algum projeto onde aplicou princípios de biomimética?

Financiado pela União Europeia. As opiniões e pontos de vista expressos são, no entanto, apenas dos autores e não refletem necessariamente os da União Europeia ou da Agência Executiva Europeia para a Educação e Cultura (EACEA). Nem a União Europeia nem a EACEA podem ser responsabilizadas por elas.

Dos 201 alunos, menos de 15 participaram em projetos onde aplicaram princípios de biomimética.

Pergunta 3.2.1 Se a resposta à pergunta acima for "sim", por favor descreva brevemente o projeto em que trabalhou.

Vários estudantes descreveram projetos que incorporam princípios de biomimética, refletindo o seu compromisso com a sustentabilidade ambiental. Um aluno trabalhou num design de submarino inspirado nas poderosas pinças do camarão pistola, mostrando como os mecanismos da natureza podem impulsionar a inovação em engenharia. Outro estudante de um grupo de biologia do ensino secundário explorou a polinização manual, destacando o interesse em processos naturais que possam apoiar práticas sustentáveis. Em termos de design, um aluno criou um fundo flutuante modelado a partir de um nenúfar, com paredes articuladas que se abrem como pétalas para otimizar a entrada de luz. Outro projeto centrou-se na utilização de painéis solares como solução energética ecológica, enfatizando a importância das energias renováveis.

Os estudantes também se envolveram em questões ambientais através de vários projetos. Um grupo estudou a subida do nível do mar na Grécia usando altimetria por satélite, abordando as alterações climáticas. Outro projeto examinou estruturas em forma de colmeia para inspirar materiais de construção leves e duradouros, demonstrando como os designs naturais podem potenciar a construção. Além disso, um design de mobiliário urbano inspirado nos ninhos de pássaros visava melhorar a durabilidade e a estética dos bancos públicos. Finalmente, um estudante manifestou interesse em aplicar a biomimética para criar embalagens mais sustentáveis, refletindo uma aplicação ampla destes princípios em diferentes áreas.

Parte 4: Interesse e motivação

Pergunta 4.1 Porque está interessado em biomimética ou design ambiental?

Os estudantes partilhavam motivações diversas para o seu interesse pela biomimética e pelo design ambiental, apontando frequentemente para a sabedoria inerente à natureza. Enfatizaram que os animais e os ecossistemas, tendo evoluído ao longo de milhões de anos,

Financiado pela União Europeia. As opiniões e pontos de vista expressos são, no entanto, apenas dos autores e não refletem necessariamente os da União Europeia ou da Agência Executiva Europeia para a Educação e Cultura (EACEA). Nem a União Europeia nem a EACEA podem ser responsabilizadas por elas.

oferecem soluções notáveis para os desafios humanos. Ao aprender com estes sistemas naturais, os alunos acreditam que os humanos podem melhorar a sua qualidade de vida e cultivar uma relação mais sustentável com o ambiente. Muitos destacaram a importância de alcançar o equilíbrio com a natureza e de educar os outros sobre a consciencialização ambiental. A beleza e fascínio da biomimética também se destacaram, com os alunos a apreciarem como a natureza pode inspirar e renovar o espírito humano. Elas veem grande potencial para futuras aplicações da biomimética, especialmente na abordagem a desafios ambientais e na gestão eficiente dos recursos.

Vários alunos destacaram o valor educativo da biomimética, notando como estimula o pensamento criativo e oferece insights práticos de design sem confusão. Reconheceram a natureza como uma fonte crítica de inspiração, oferecendo soluções para problemas modernos como o esgotamento dos recursos e a degradação ambiental. Foram mencionados exemplos como submarinos aerodinâmicos inspirados em peixes pela sua eficiência e durabilidade. Os estudantes também sublinharam a importância do planeamento ambiental no desenvolvimento sustentável, expressando um forte compromisso em contribuir para um mundo mais limpo e reduzir a pegada de carbono através da inovação responsável.

Pergunta 4.2 Que áreas da biomimética ou design ambiental lhe interessa mais explorar?

A arquitetura emergiu como o principal campo de interesse dos estudantes, refletindo um forte desejo de integrar práticas sustentáveis no design de edifícios e no planeamento urbano. Muitos estudantes manifestaram interesse em edifícios sustentáveis, indicando um compromisso com métodos de construção ambientalmente responsáveis. Estão ansiosos por explorar como a arquitetura pode incorporar princípios naturais para melhorar a eficiência energética e minimizar o impacto ambiental. Além disso, os alunos demonstraram grande interesse em iniciativas de água limpa, enfatizando a importância de enfrentar a escassez e a poluição de água. Esta preocupação está alinhada com os seus interesses na preservação ambiental e proteção contra desastres naturais, demonstrando uma abordagem holística à sustentabilidade que inclui infraestruturas resilientes. A área do design de produto era frequentemente mencionada, com estudantes interessados em criar soluções inovadoras que promovam a sustentabilidade e enfrentem desafios ambientais. Focam-se na integração da

Financiado pela União Europeia. As opiniões e pontos de vista expressos são, no entanto, apenas dos autores e não refletem necessariamente os da União Europeia ou da Agência Executiva Europeia para a Educação e Cultura (EACEA). Nem a União Europeia nem a EACEA podem ser responsabilizadas por elas.

ciência dos materiais no desenvolvimento de produtos, com o objetivo de utilizar materiais ecológicos que reduzam resíduos e danos ambientais.

A robótica também captou a atenção dos alunos, pois perceberam o potencial da tecnologia para ajudar na conservação ambiental e melhorar os sistemas de gestão da água. A interseção entre robótica e design ambiental sugere uma abordagem visionária para enfrentar questões ecológicas através de tecnologia avançada. Muitos estudantes manifestaram interesse pela medicina e pelos cuidados de saúde, reconhecendo o papel da biomimética no desenvolvimento de soluções para desafios médicos e na promoção da saúde pública em geral. Elas veem oportunidades para se inspirar na natureza e criar tecnologias e práticas médicas mais eficazes. Por fim, há uma ênfase notável nas cidades sustentáveis como uma área crítica de exploração. Os estudantes interessam-se em compreender como os ambientes urbanos podem ser desenhados ou modificados para serem mais sustentáveis, integrando elementos como o acesso a água potável e a preservação ambiental no planejamento urbano.

Parte 5: Aplicação Prática

Pergunta 5.1 Imagine que tem a tarefa de desenhar um novo produto para recolher água em áreas secas. Quais são os primeiros passos na sua solução?

No questionário, os estudantes descreveram a sua abordagem para desenhar um produto para recolha de água em áreas secas, enfatizando a importância de uma investigação aprofundada. Destacaram a necessidade de analisar o clima, a geografia, os padrões de precipitação e os desafios locais, ao mesmo tempo que estudam organismos como cactos e plantas do deserto que se adaptaram à escassez de água. Esperavam desenvolver mecanismos inovadores e eficientes de recolha de água, aprendendo com estes organismos. Os estudantes enfatizaram o valor de envolver-se com as comunidades locais através de entrevistas, inquéritos e workshops para compreender as suas necessidades e garantir que o produto é funcional, culturalmente adequado e acessível. Este feedback orientaria o processo de design, promovendo um sentido de pertença entre os utilizadores.

Recorrendo à biomimética, fizeram brainstorming de ideias inspiradas na natureza, como imitar a condensação da humidade das plantas para criar superfícies de recolha de orvalho ou

Financiado pela União Europeia. As opiniões e pontos de vista expressos são, no entanto, apenas dos autores e não refletem necessariamente os da União Europeia ou da Agência Executiva Europeia para a Educação e Cultura (EACEA). Nem a União Europeia nem a EACEA podem ser responsabilizadas por elas.

água da chuva. Prototipar e testar estes designs em ambientes controlados e condições reais foi essencial para avaliar a eficiência, durabilidade e facilidade de utilização da recolha de água. O feedback da comunidade ajudaria a refinar o design. Os alunos também se focaram na otimização da capacidade de recolha de água, resistência dos materiais e sustentabilidade, utilizando materiais eco-amigáveis e garantindo a acessibilidade à produção em massa. Enfatizaram a importância de formar as comunidades locais sobre o uso e manutenção do produto para garantir o sucesso a longo prazo e monitorização contínua para avaliar a eficácia e adaptabilidade do produto em condições reais.

Parte 6: Feedback

Pergunta 6.1 Acha que aprender sobre biomimética pode melhorar as suas competências profissionais?

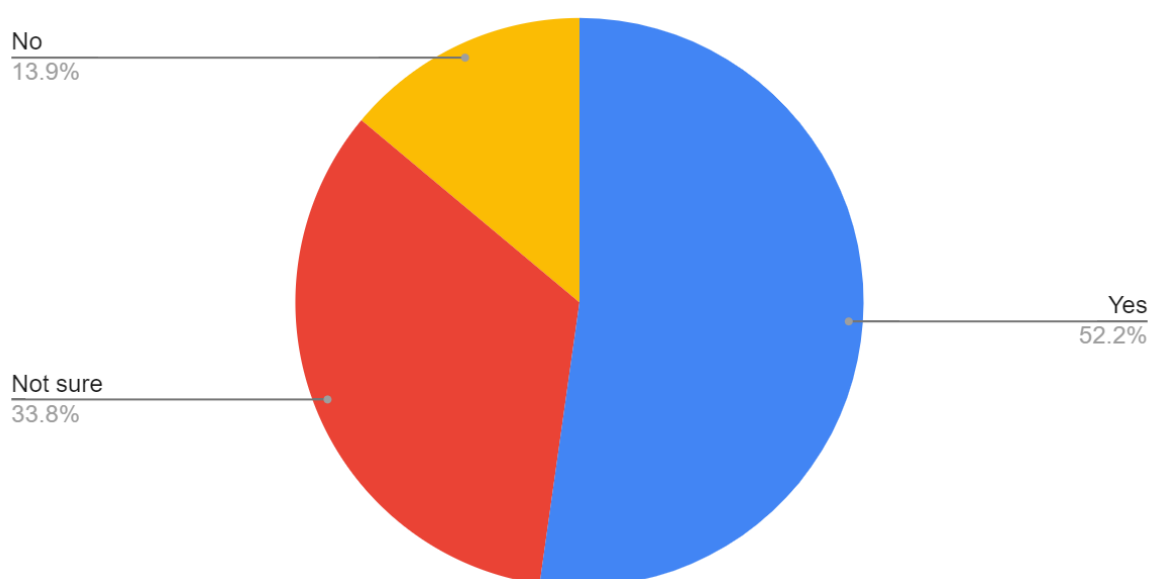


Figura 8. Acha que aprender sobre biomimética pode melhorar as suas competências profissionais?

A maioria dos inquiridos respondeu positivamente (52%), alguns estudantes não tinham a certeza (37%) e apenas alguns responderam não (11%).

Pergunta 6.2 Que recursos ou ferramentas o ajudariam a compreender melhor e aplicar a biomimética nos seus designs?

Financiado pela União Europeia. As opiniões e pontos de vista expressos são, no entanto, apenas dos autores e não refletem necessariamente os da União Europeia ou da Agência Executiva Europeia para a Educação e Cultura (EACEA). Nem a União Europeia nem a EACEA podem ser responsabilizadas por elas.

Os alunos identificaram vários recursos e ferramentas vitais que poderiam melhorar a sua compreensão da biomimética no design. Enfatizaram a importância da literatura educativa, especialmente livros fundamentais como *Biomimicry: Innovation Inspired by Nature* e artigos académicos que fornecem estudos de caso reais. Os cursos e workshops online foram destacados como valiosos para aprendizagem estruturada e implementação prática. A colaboração com biólogos, ecologistas e engenheiros foi considerada essencial para obter conhecimentos sobre sistemas naturais. Ao mesmo tempo, o acesso a ferramentas de simulação e modelação como CAD e ANSYS ajudaria a testar e refinar os projetos. Os estudantes também expressaram o desejo de experiência prática através de laboratórios e instalações de investigação, bem como oportunidades para participar em workshops e conferências para criar redes de contacto com profissionais da área. Envolver-se em atividades práticas e passar tempo na natureza foram vitais para inspirar designs inovadores e compreender os princípios da biomimética. No geral, os alunos destacaram uma combinação de recursos educativos, esforços colaborativos, experiências práticas e observação da natureza como cruciais para aplicar eficazmente a biomimética nos seus projetos.

4.2 Questionário para professores de EFP

Parte 1: Informação de contexto

Pergunta 1.1 Que disciplinas leciona?

Os professores que participam no questionário representam várias disciplinas em diferentes áreas educativas. Muitos educadores estão envolvidos em matemática, ensinando disciplinas como matemática geral e a sua aplicação nas ciências. As ciências ambientais são também um foco de destaque, com vários professores a enfatizarem a importância da consciência ambiental e da sustentabilidade nos seus currículos. Isto reflete um reconhecimento crescente das questões ecológicas e a necessidade de educação que incorpore a responsabilidade ambiental. Para além das disciplinas principais como matemática e ciências ambientais, os professores trazem conhecimentos em humanidades e ciências sociais, incluindo história, filosofia e educação intercultural. Esta combinação de disciplinas permite uma abordagem educativa abrangente, promovendo o pensamento crítico e as considerações

Financiado pela União Europeia. As opiniões e pontos de vista expressos são, no entanto, apenas dos autores e não refletem necessariamente os da União Europeia ou da Agência Executiva Europeia para a Educação e Cultura (EACEA). Nem a União Europeia nem a EACEA podem ser responsabilizadas por elas.

éticas nos alunos. A educação artística, especificamente nas artes plásticas e aplicadas, destaca os aspetos de criatividade e expressão do currículo, enriquecendo ainda mais a experiência educativa.

Além disso, disciplinas especializadas como ciência da computação, informática e tecnologias de informação destacam a importância da literacia digital no panorama educativo atual. Estas disciplinas preparam os alunos para um mundo orientado pela tecnologia, integrando as competências necessárias para futuras carreiras. Outras disciplinas, como saúde e nutrição, psicologia do desporto e enfermagem, demonstram as ligações interdisciplinares entre educação e bem-estar, abordando a saúde física e mental. Os professores também abrangem áreas práticas como turismo, empreendedorismo e gestão empresarial, focando-se em aplicações reais e preparando os alunos para ambientes profissionais. Esta orientação pragmática é ainda complementada por disciplinas como mecânica, engenharia e integração técnica, que dotam os estudantes de competências práticas e conhecimentos vitais para várias indústrias.

Pergunta 1.2 Quantos anos de experiência de ensino tem?

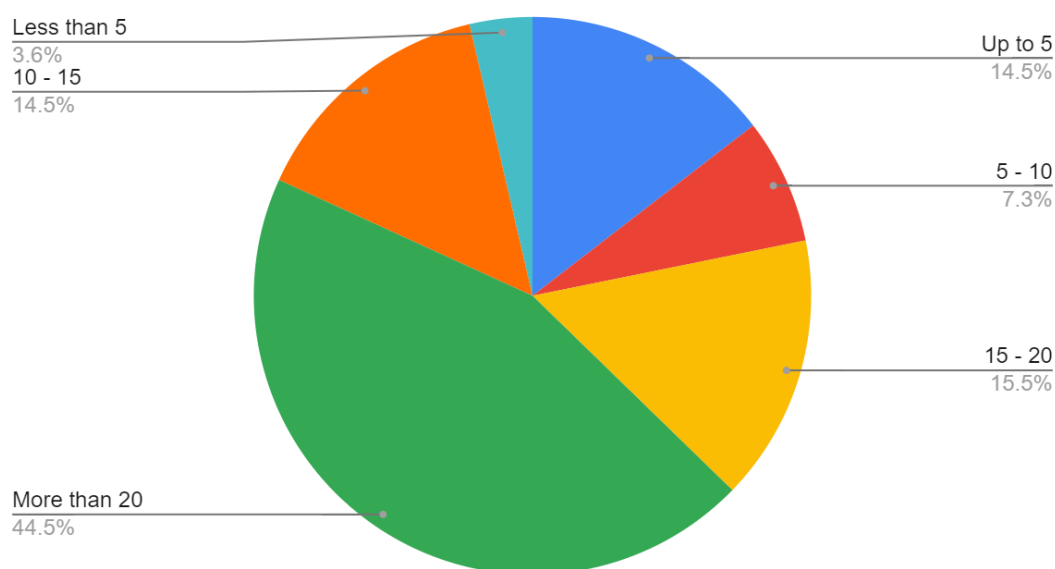


Figura 9. Quantos anos de experiência tem a ensinar?

A maioria (nomeadamente 44,5%) dos professores que participaram no questionário respondeu que tem mais de 20 anos de experiência em ensino, 15,5% respondeu que tem 15-

Financiado pela União Europeia. As opiniões e pontos de vista expressos são, no entanto, apenas dos autores e não refletem necessariamente os da União Europeia ou da Agência Executiva Europeia para a Educação e Cultura (EACEA). Nem a União Europeia nem a EACEA podem ser responsabilizadas por elas.

20 anos de experiência em ensino, 14,5% respondeu que tem 10 a 15 anos de experiência em ensino, 14,5% respondeu que tem até 5 anos de experiência em ensino, 7,3% responderam que têm entre 5 a 10 anos de experiência em ensino. Apenas 3,6% responderam que têm menos de 5 anos de experiência em ensino.

Pergunta 1.3 Já ensinou ou utilizou anteriormente conceitos relacionados com sustentabilidade ambiental ou biomimética nos seus cursos?

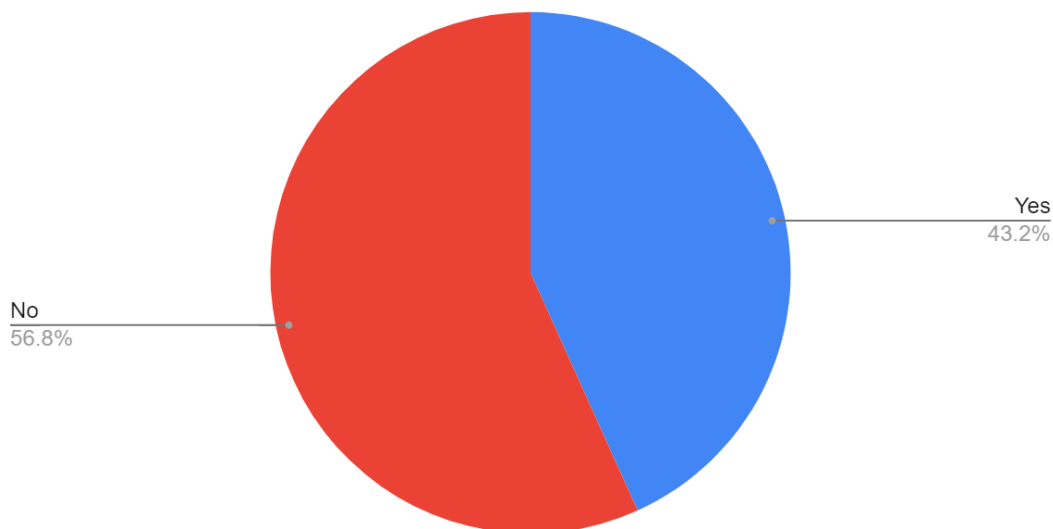


Figura 10. Já lecionou ou utilizou conceitos relacionados com sustentabilidade ambiental ou biomimética nos seus cursos?

Considerando que apenas 9,5% deles ensinam disciplinas diretamente relacionadas com o ambiente/sustentabilidade, é interessante notar que 42% confirmaram que ensinam (ou ensinaram) conceitos relacionados com sustentabilidade ambiental ou biomimética nos seus cursos.

Pergunta 1.3.1 Se a resposta à pergunta acima for "sim", por favor descreva brevemente como.

Os professores relataram várias formas de integrar conceitos de biomimética e sustentabilidade ambiental nas suas aulas. Muitos enfatizaram a importância de experiências práticas e de aprendizagem ao ar livre, como dar aulas em parques para observar diretamente os ecossistemas, projetos de jardinagem e atividades de compostagem para ensinar ciclos de

Financiado pela União Europeia. As opiniões e pontos de vista expressos são, no entanto, apenas dos autores e não refletem necessariamente os da União Europeia ou da Agência Executiva Europeia para a Educação e Cultura (EACEA). Nem a União Europeia nem a EACEA podem ser responsabilizadas por elas.

nutrientes e redução de resíduos. Vários educadores destacaram a utilização de materiais reciclados em projetos artísticos para promover a sustentabilidade e envolver os alunos na aplicação criativa destes conceitos. Também discutiram a incorporação de estudos de caso relevantes, exemplos práticos e discussões sobre aplicações reais da biomimética e sustentabilidade ambiental nos seus currículos.

Os professores mencionaram a utilização de vários métodos de ensino, incluindo vídeos, documentários e atividades interativas, para aumentar a consciencialização sobre questões ambientais. Enfatizaram a relevância de temas como a pegada ecológica, fontes de energia renovável e proteção do consumidor, promovendo discussões sobre sustentabilidade ambiental em diferentes áreas temáticas. Além disso, alguns educadores notaram a importância de abordagens interdisciplinares, ligando as aulas a temas de biologia, economia e química. Destacaram projetos colaborativos que envolvem os estudantes na análise dos impactos ambientais e no desenvolvimento de estratégias para a sustentabilidade.

Parte 2: Compreensão e aplicação da biomimética e da PBL

Pergunta 2.1 Defina biomimetismo com as suas próprias palavras.

Os professores apresentaram interpretações variadas da biomimética, descrevendo-a como uma abordagem científica que se inspira na natureza para resolver desafios humanos. Enfatizaram como a biomimética envolve imitar formas biológicas, processos e ecossistemas para desenvolver soluções sustentáveis e inovadoras. Os professores destacaram as suas aplicações na tecnologia, arquitetura e conservação ambiental, mostrando como os designs inspirados na natureza podem melhorar a vida quotidiana.

Vários educadores destacaram a importância de usar estratégias naturais para abordar problemas humanos complexos, promovendo a criatividade e a consciência ambiental. Também viam a biomimética como uma ferramenta educativa, incentivando os alunos a envolverem-se ativamente com a natureza, a aprender com as suas eficiências e a aplicar estes conhecimentos de forma prática. No geral, as respostas refletiram o potencial da biomimética

Financiado pela União Europeia. As opiniões e pontos de vista expressos são, no entanto, apenas dos autores e não refletem necessariamente os da União Europeia ou da Agência Executiva Europeia para a Educação e Cultura (EACEA). Nem a União Europeia nem a EACEA podem ser responsabilizadas por elas.

para ligar o conhecimento científico às soluções do mundo real, promovendo ao mesmo tempo um sentido de responsabilidade ambiental.

Pergunta 2.2 Por favor, cite exemplos de sustentabilidade ambiental ou biomimética que discutiu com os seus alunos.

Os professores partilharam vários exemplos de como incorporar a sustentabilidade ambiental e a biomimética nas suas aulas. Muitos focaram-se em questões ambientais contemporâneas como o aquecimento global, a poluição e a reciclagem, destacando a necessidade de proteger os ecossistemas, preservar a biodiversidade e promover a conservação. Discutiram a biomimética mostrando como a natureza inspira o design e a tecnologia, usando exemplos como aviões modelados a partir de aves, edifícios inspirados em térmitas para arrefecimento natural e materiais bioinspirados para eficiência energética. Alguns professores também exploraram padrões naturais na arte e arquitetura, como a sequência de Fibonacci. As práticas de sustentabilidade foram um foco central, com os professores a darem ênfase à compostagem, à utilização de fontes de energia renovável como solar e eólica, e à promoção dos princípios da economia circular através da reciclagem e reutilização de materiais. Incentivaram a redução de resíduos e o consumo responsável, desencorajando particularmente produtos de uso único e promovendo a recolha seletiva de resíduos.

Foram discutidas aplicações reais da biomimética, incluindo telhados verdes para isolamento térmico e biodiversidade urbana. Os professores também usaram exemplos do comportamento animal, como a eficiência dos recursos das formigas, para ensinar cooperação e responsabilidade ecológica. Vários professores mencionaram a incorporação dos objetivos da Agenda 2030 no seu currículo, promovendo discussões sobre alterações climáticas, conservação e tecnologia sustentável para cultivar a consciencialização e responsabilidade ambiental nos seus alunos.

Pergunta 2.3 Que papel desempenha a biomimética no design moderno e na educação ambiental?

Financiado pela União Europeia. As opiniões e pontos de vista expressos são, no entanto, apenas dos autores e não refletem necessariamente os da União Europeia ou da Agência Executiva Europeia para a Educação e Cultura (EACEA). Nem a União Europeia nem a EACEA podem ser responsabilizadas por elas.

Os professores reconheceram amplamente a importância da biomimética no design moderno e na educação ambiental. Destacaram o seu potencial para inspirar soluções sustentáveis para o desenvolvimento energético, poluição e degradação ambiental. Muitos enfatizaram o valor de usar a biomimética para promover materiais sustentáveis e princípios de design baseados na natureza para reduzir o impacto ecológico. Os professores veem a biomimética como uma ferramenta educativa essencial que promove a consciência dos ecossistemas naturais e incentiva os alunos a observar e aprender com a natureza, aprofundando a sua compreensão da biodiversidade e da interligação dos sistemas vivos.

Vários educadores mencionaram aplicações específicas da biomimética em indústrias como aviação, arquitetura e medicina, citando exemplos como designs de aviões inspirados em aves e sistemas energeticamente eficientes baseados em processos naturais. Embora reconheçam os benefícios práticos da biomimética, alguns manifestaram preocupação com a sua cobertura limitada nos currículos atuais, defendendo a sua inclusão mais significativa na educação ambiental para melhor preparar os alunos para enfrentar desafios ambientais.

Pergunta 2.4 Aplicas o PBL como método de ensino?

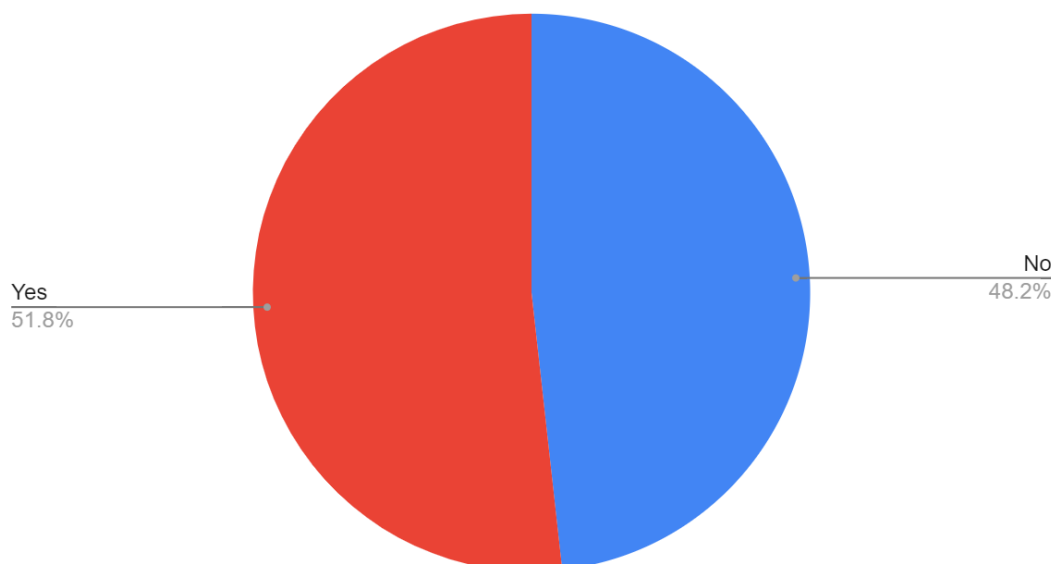


Figura 11. Aplicas a Aprendizagem Baseada em Projetos como método de ensino?

Financiado pela União Europeia. As opiniões e pontos de vista expressos são, no entanto, apenas dos autores e não refletem necessariamente os da União Europeia ou da Agência Executiva Europeia para a Educação e Cultura (EACEA). Nem a União Europeia nem a EACEA podem ser responsabilizadas por elas.

51,8% dos professores que participaram no questionário confirmaram o uso do PBL como método de ensino.

Pergunta 2.5 Se a sua resposta for "sim", por favor dê alguns exemplos e com que frequência utiliza este método.

Os professores enfatizaram o valor da aprendizagem baseada em projetos (PBL) para ajudar os alunos a aplicar conceitos teóricos de forma prática. Muitos relataram integrar regularmente a PBL nos seus currículos, desde módulos individuais a projetos com duração anual. Exemplos incluíam desenhar planos de negócios, explorar práticas sustentáveis e realizar estudos ecológicos, muitas vezes ligados a disciplinas como economia, biologia e tecnologia. Temas ambientais foram um foco principal nestes projetos, com professores a envolver os alunos em atividades como o design de embalagens biodegradáveis, a criação de jardins ecológicos e o desenvolvimento de soluções de energia renovável inspiradas na natureza. Estes projetos aprofundaram a compreensão dos estudantes sobre questões ambientais, ao mesmo tempo que os incentivavam a propor soluções inovadoras baseadas na natureza.

A colaboração e a aprendizagem interdisciplinar foram também estratégias cruciais, com os alunos a trabalharem em conjunto em disciplinas como história, ciências e arte para enfrentar problemas complexos. Os professores destacaram o uso de tecnologia e plataformas como eTwinning e Erasmus+ para facilitar projetos colaborativos, incluindo parcerias internacionais, enriquecendo a experiência de aprendizagem. No entanto, alguns educadores expressaram preocupações quanto ao envolvimento dos alunos, salientando que, enquanto muitos alunos prosperam em projetos práticos, outros relutam em participar plenamente. Apesar deste desafio, os professores mantêm-se empenhados em motivar os alunos e melhorar a sua aprendizagem através da PBL.

Parte 3: Competências de ensino e integração curricular

Pergunta 3.1: Avalie o seu nível de confiança ao ensinar os seguintes aspetos da biomimética numa escala de 1 (não confiante) a 5 (muito confiante).

Financiado pela União Europeia. As opiniões e pontos de vista expressos são, no entanto, apenas dos autores e não refletem necessariamente os da União Europeia ou da Agência Executiva Europeia para a Educação e Cultura (EACEA). Nem a União Europeia nem a EACEA podem ser responsabilizadas por elas.

Os professores foram questionados sobre o nível de confiança relativo a:

- Ensino dos princípios da ecologia.
- Aplicar a biomimética em projetos práticos de design.
- Integrar a biomimética noutras disciplinas.
- Incentivar o pensamento inovador através da biomimética.
- Aplicar o método de aprendizagem baseada em projetos.

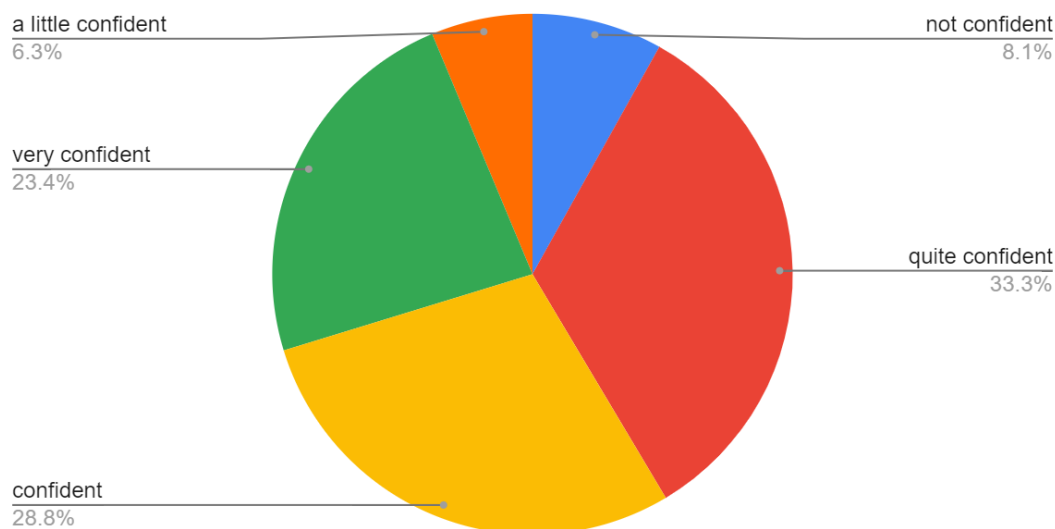


Figura 12. Compreender princípios ecológicos.

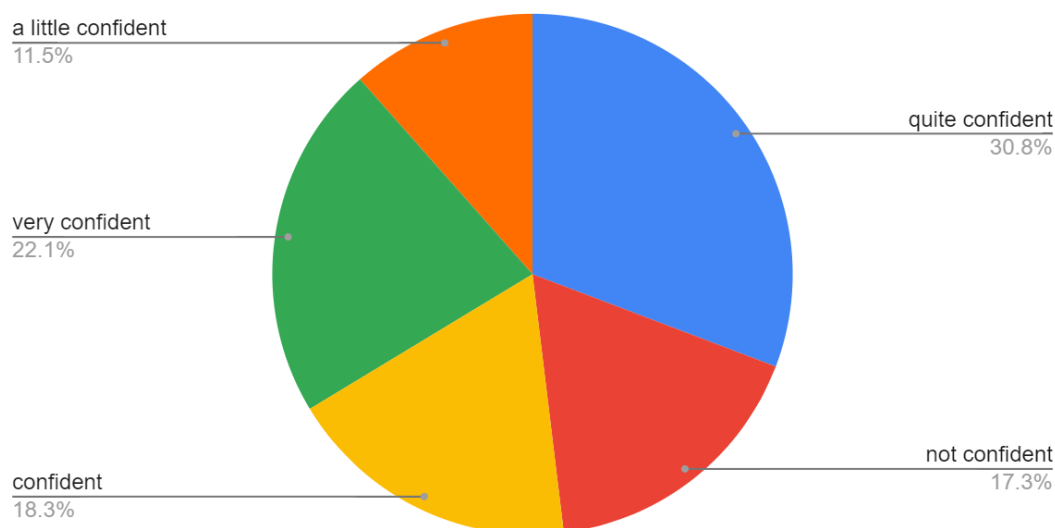


Figura 13. Aplicar a biomimética em projetos práticos de design.

Financiado pela União Europeia. As opiniões e pontos de vista expressos são, no entanto, apenas dos autores e não refletem necessariamente os da União Europeia ou da Agência Executiva Europeia para a Educação e Cultura (EACEA). Nem a União Europeia nem a EACEA podem ser responsabilizadas por elas.

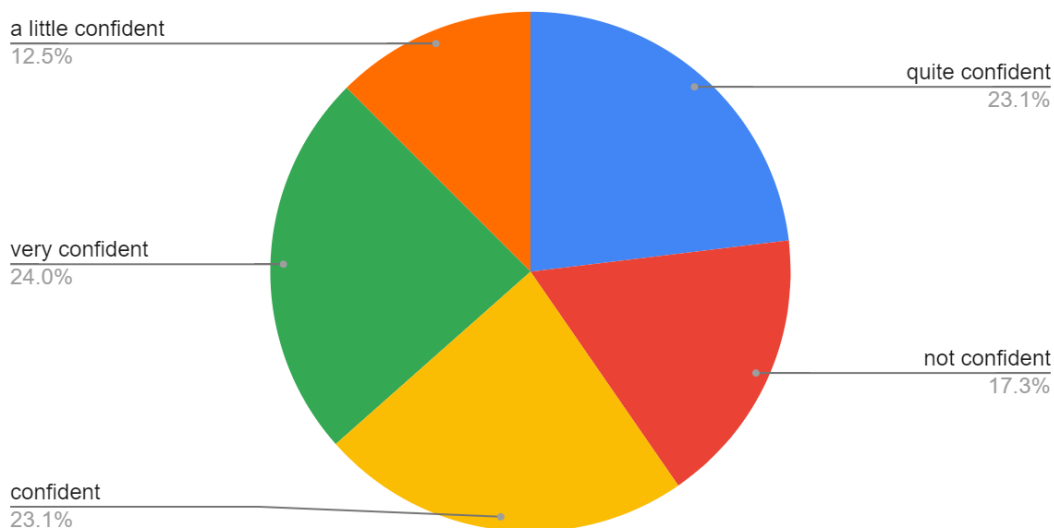


Figura 14. Integrar a biomimética com outras disciplinas (por exemplo, matemática, ciências).

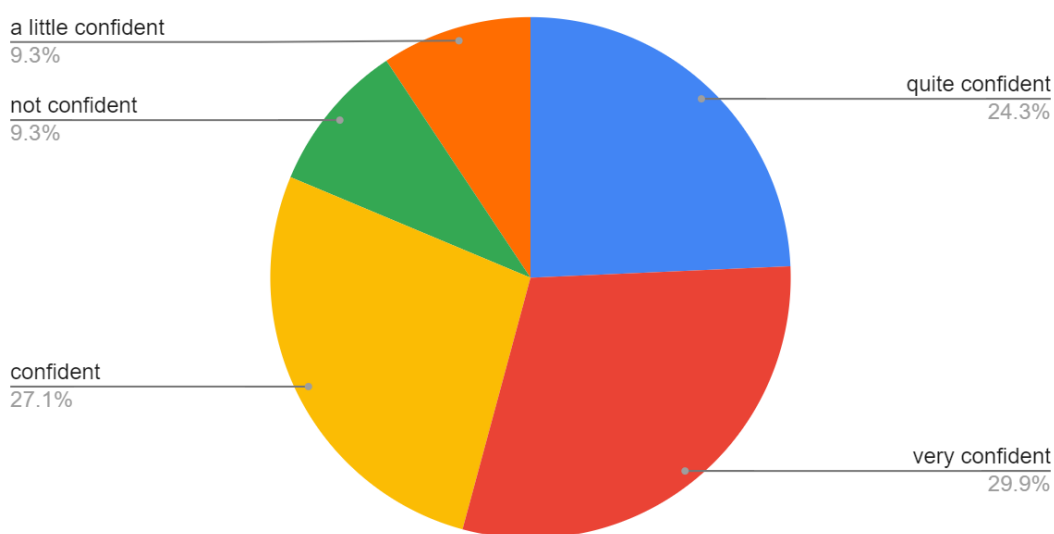


Figura 15. Incentivar o pensamento inovador através da biomimética.

Financiado pela União Europeia. As opiniões e pontos de vista expressos são, no entanto, apenas dos autores e não refletem necessariamente os da União Europeia ou da Agência Executiva Europeia para a Educação e Cultura (EACEA). Nem a União Europeia nem a EACEA podem ser responsabilizadas por elas.

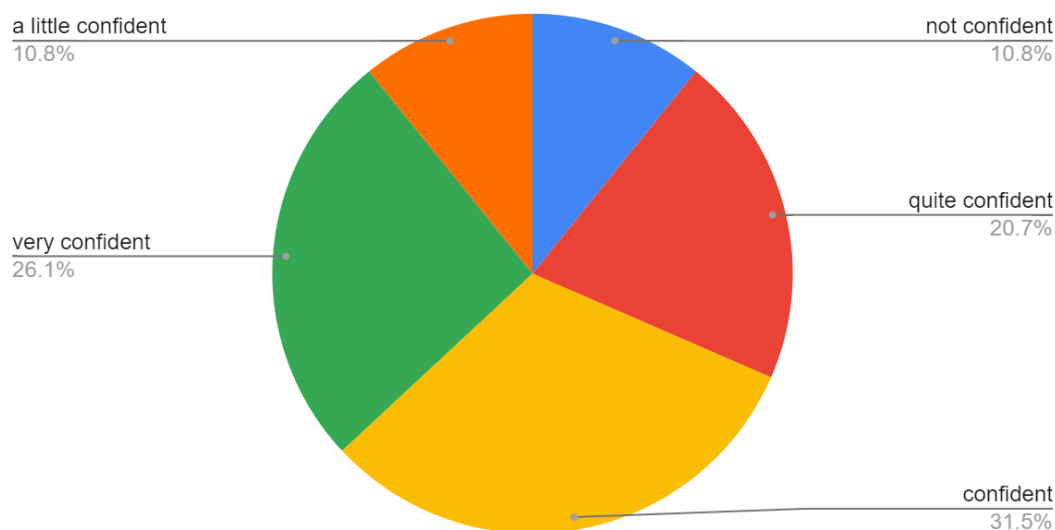


Figura 16. A aplicar o método PBL.

O nível geral de autoconfiança relativamente aos temas mencionados acima é positivo. A maioria dos professores sente-se confiante/muito confiante ao ensinar os princípios da ecologia, aplicar a biomimética em projetos práticos de design, integrar a biomimética noutras disciplinas, incentivar o pensamento inovador através da biomimética e aplicar o método de aprendizagem baseada em projetos.

Pergunta 3.2 Enfrentou desafios para integrar a sustentabilidade ambiental ou a biomimética no seu currículo?

O gráfico abaixo mostra que integrar a sustentabilidade ambiental ou biomimética no currículo representa um desafio concreto para 74%.

Financiado pela União Europeia. As opiniões e pontos de vista expressos são, no entanto, apenas dos autores e não refletem necessariamente os da União Europeia ou da Agência Executiva Europeia para a Educação e Cultura (EACEA). Nem a União Europeia nem a EACEA podem ser responsabilizadas por elas.

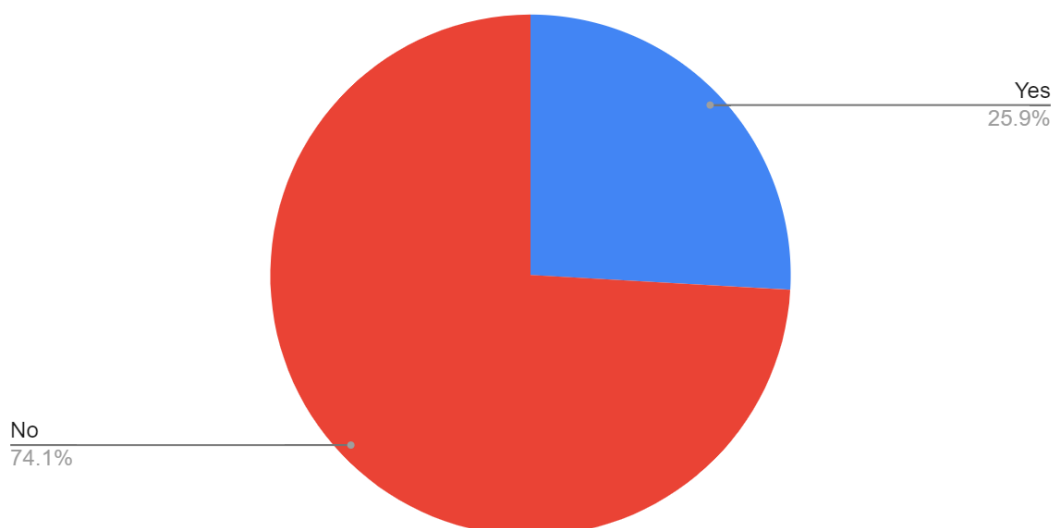


Figura 17. Enfrentou desafios na integração da sustentabilidade ambiental ou biomimética no seu currículo?

Pergunta 3.2.1 Se a resposta à pergunta acima for "sim", por favor comente brevemente.

Os professores geralmente consideram a integração da sustentabilidade ambiental e da biomimética nos seus currículos como benéfica, mas desafiante. Muitos educadores expressaram que, embora reconheçam a importância destes temas, a estrutura rígida dos currículos existentes torna frequentemente difícil a sua integração eficaz. A natureza esmagadora do conteúdo prescrito deixa pouco espaço para explorar temas sustentáveis, resultando numa necessidade de planeamento cuidadoso e criatividade na forma como estes conceitos podem ser integrados. Vários inquiridos notaram a falta de recursos e materiais educativos adequados que estejam alinhados com temas de sustentabilidade, o que dificulta a sua capacidade de ensinar estes conceitos de forma abrangente. Além disso, alguns professores relataram necessitar de formação adicional para se sentirem confiantes em ministrar aulas sobre biomimética e sustentabilidade ambiental, destacando uma lacuna nas oportunidades de desenvolvimento profissional relacionadas com estas áreas.

As limitações de tempo impostas pelas exigências curriculares também eram uma preocupação significativa. Muitos professores sentem-se pressionados a abordar conteúdos extensos dentro do tempo limitado das aulas, o que pode impedir uma exploração mais profunda de conceitos complexos de sustentabilidade. Esta falta de tempo pode levar a um

Financiado pela União Europeia. As opiniões e pontos de vista expressos são, no entanto, apenas dos autores e não refletem necessariamente os da União Europeia ou da Agência Executiva Europeia para a Educação e Cultura (EACEA). Nem a União Europeia nem a EACEA podem ser responsabilizadas por elas.

tratamento superficial da matéria, diminuindo a compreensão e o envolvimento dos alunos. Além disso, os educadores apontaram desafios na motivação e interesse dos alunos. Alguns relataram que os alunos frequentemente respondem "de forma descuidada" às lições sobre sustentabilidade e biomimética, possivelmente devido à falta de exemplos positivos ou modelos a seguir no seu ambiente. Os professores enfatizaram a importância de fornecer conteúdos relacionáveis e envolventes para fomentar um interesse genuíno nestes temas.

Parte 4: Desenvolvimento profissional e recursos

Pergunta 4.1 Que tipos de recursos o ajudariam a ensinar sustentabilidade ambiental ou biomimética de forma mais eficaz? (Selecione tudo o que se aplique)

Os participantes identificaram vários recursos que potencializariam eficazmente a sua capacidade de ensinar sustentabilidade ambiental ou biomimética. Estes recursos incluem manuais escolares e artigos académicos, cursos ou workshops online, e palestras convidadas por profissionais do setor. Adicionalmente, materiais práticos do projeto e casos ou exemplos de soluções de sustentabilidade ambiental ou biomimética foram considerados essenciais. Ferramentas de software, como apresentações digitais, jogos, simulações e materiais audiovisuais como imagens e vídeos, também foram destacadas. Por fim, a troca de conhecimentos com outros educadores foi reconhecida como um recurso valioso para melhorar as práticas de ensino.

Pergunta 4.2 Gostaria de frequentar um programa de desenvolvimento profissional focado em biomimética?

78% dos professores que participaram no inquérito afirmaram estar interessados num programa de desenvolvimento profissional focado na biomimética.

Pergunta 4.3 Que temas específicos de biomimética gostaria de aprender mais para fins de ensino?

Os professores manifestaram um forte interesse em vários aspetos da biomimética, indicando o desejo de aprofundar a sua compreensão para fins educativos. Muitos inquiridos manifestaram vontade de aprender sobre aplicações práticas da biomimética,

Financiado pela União Europeia. As opiniões e pontos de vista expressos são, no entanto, apenas dos autores e não refletem necessariamente os da União Europeia ou da Agência Executiva Europeia para a Educação e Cultura (EACEA). Nem a União Europeia nem a EACEA podem ser responsabilizadas por elas.

particularmente no design sustentável de produtos, ciência dos materiais e arquitetura. Enfatizaram a integração da biomimética em múltiplas disciplinas e identificaram aplicações específicas como conversão e armazenamento de energia renovável, sistemas inovadores de produção alimentar e desenvolvimento de fitotermedicinas.

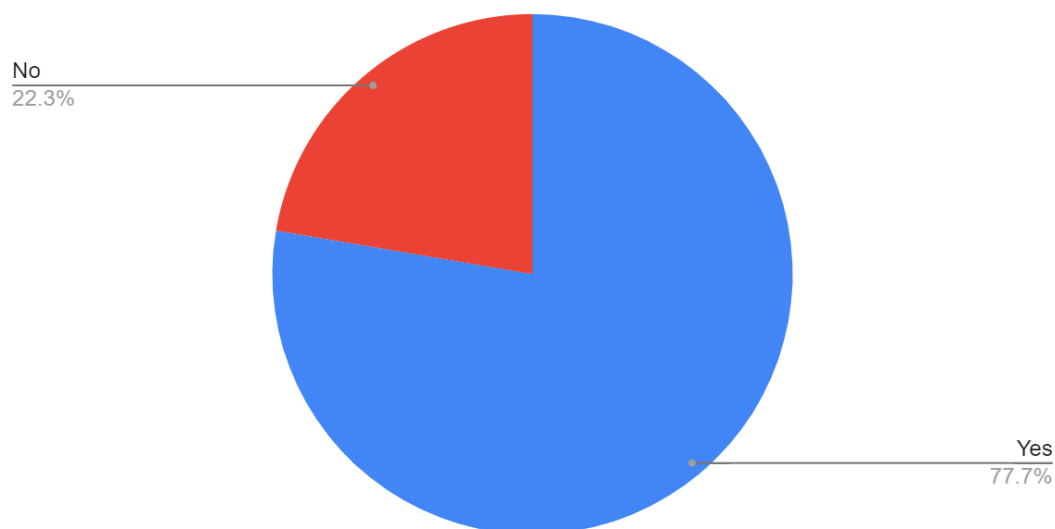


Figura 18. Estaria interessado em frequentar um programa de desenvolvimento profissional focado em biomimética?

Adicionalmente, os educadores demonstraram interesse em utilizar a biomimética para enfrentar desafios ambientais como a poluição marítima e o reforço da sustentabilidade em indústrias como a canalização e a produção em massa. Destacaram a necessidade de recursos que cubram os fundamentos da biomimética, incluindo metodologias para integrar estes conceitos na educação ambiental. Os professores solicitaram exemplos concretos e estudos de caso que apresentassem aplicações bem-sucedidas da biomimética e temas como química verde, reciclagem de nutrientes e planeamento urbano. Além disso, os educadores enfatizaram a importância de estratégias de ensino eficazes e projetos práticos que envolvam os alunos na aprendizagem sobre biomimética. Muitos notaram a necessidade de workshops, cursos online e recursos de planeamento para facilitar a incorporação bem-sucedida da biomimética em ambientes de sala de aula.

Financiado pela União Europeia. As opiniões e pontos de vista expressos são, no entanto, apenas dos autores e não refletem necessariamente os da União Europeia ou da Agência Executiva Europeia para a Educação e Cultura (EACEA). Nem a União Europeia nem a EACEA podem ser responsabilizadas por elas.

Parte 5: Feedback e Sugestões

Pergunta 5.1 Como poderia a biomimética ser integrada na aprendizagem de forma mais eficaz?

Os professores ofereceram várias sugestões para integrar eficazmente a biomimética nos currículos educativos. Um tema central foi a necessidade de uma abordagem multidisciplinar, defendendo o ensino da biomimética como uma disciplina transversal em vários módulos. Os educadores sugeriram o desenvolvimento de currículos interdisciplinares que combinassem teoria e aplicações práticas, permitindo aos alunos explorar fenómenos naturais em contextos relevantes para a matemática e a ciência. Muitos professores enfatizaram a importância de aplicações práticas e projetos práticos, recomendando aulas práticas em ambientes naturais, excursões, workshops e sessões de formação com especialistas em biomimética. Estas experiências forneceriam aos alunos exemplos concretos de como os princípios da biomimética se aplicam na vida real, fomentando a curiosidade e o pensamento crítico sobre as suas implicações em várias áreas.

Além disso, os professores destacaram a necessidade de recursos educativos e formação para educadores. Apelaram a novos materiais que facilitassem a integração da biomimética nos currículos existentes e propuseram sessões de formação para aprofundar a compreensão dos professores sobre as suas aplicações práticas. Alguns sugeriram criar uma disciplina independente ou atividades extracurriculares focadas na biomimética e cursos opcionais que explorassem as suas complexidades. Além disso, o aumento da consciencialização e comunicação sobre a biomimética foi considerado essencial. Os professores recomendaram convidar especialistas para falar sobre a sua relevância, o que poderia melhorar a compreensão e despertar o interesse dos alunos. Também sugeriram o uso de recursos visuais e multimédia nas aulas para envolver os alunos e ilustrar a importância da biomimética na abordagem dos desafios ambientais contemporâneos.

Pergunta 5.2 Algum outro comentário ou sugestão sobre o ensino de biomimética na educação profissional?

Financiado pela União Europeia. As opiniões e pontos de vista expressos são, no entanto, apenas dos autores e não refletem necessariamente os da União Europeia ou da Agência Executiva Europeia para a Educação e Cultura (EACEA). Nem a União Europeia nem a EACEA podem ser responsabilizadas por elas.

Os professores manifestaram um forte interesse em melhorar o ensino da biomimética na educação profissional, destacando a necessidade de um desenvolvimento profissional abrangente e de recursos adicionais. Sublinharam a importância de programas de formação contínua para educadores em várias áreas, incluindo agricultura e saúde, para os dotar dos conhecimentos necessários em biomimética e suas aplicações. Muitos educadores sugeriram estabelecer parcerias com indústrias e organizações ambientais para facilitar oportunidades de aprendizagem experiencial, como estágios e programas de mentoria. Além disso, foi proposta a organização de concursos de design centrados na biomimética para estimular a criatividade e proporcionar aos estudantes experiência prática.

Os professores também enfatizaram a importância de incorporar exemplos práticos e estudos de caso no currículo para aprofundar a compreensão dos alunos sobre conceitos de biomimética. Recomendaram projetos práticos relevantes para as profissões dos estudantes e a realização de workshops liderados por especialistas na área. Alguns educadores sugeriram oferecer biomimética como disciplina opcional, permitindo aos alunos explorar o tema mais profundamente. Reconhecendo a ligação de longa data entre a inovação humana e a natureza, destacaram a necessidade de aumentar a consciencialização sobre a biomimética como conceito formal na educação. No geral, as respostas enfatizaram a importância de uma base teórica sólida e de demonstrações práticas para demonstrar a eficácia da biomimética na resposta a desafios contemporâneos.

Financiado pela União Europeia. As opiniões e pontos de vista expressos são, no entanto, apenas dos autores e não refletem necessariamente os da União Europeia ou da Agência Executiva Europeia para a Educação e Cultura (EACEA). Nem a União Europeia nem a EACEA podem ser responsabilizadas por elas.

5. Matriz de Resultados de Aprendizagem para competências de sustentabilidade em formandos de VET

A investigação e o estudo descritos nos parágrafos anteriores serviram de base para determinar os conhecimentos que os estudantes devem adquirir para construir hábitos sustentáveis, sensibilidade cívica e as competências e competências exigidas pelo mercado de trabalho.

Isto permitiu-nos desenvolver uma Matriz de Resultados de Aprendizagem para Competências de Sustentabilidade em Formandos de Formação, baseada em objetivos de sustentabilidade.

Financiado pela União Europeia. As opiniões e pontos de vista expressos são, no entanto, apenas dos autores e não refletem necessariamente os da União Europeia ou da Agência Executiva Europeia para a Educação e Cultura (EACEA). Nem a União Europeia nem a EACEA podem ser responsabilizadas por elas.

MATRIZ DE RESULTADOS DE APRENDIZAGEM PARA COMPETÊNCIAS DE SUSTENTABILIDADE EM FORMANDOS DE FORMAÇÃO PROFISSIONAL

Área	Conhecimento	Competências	Responsabilidade e autonomia
COMPETÊNCIAS INTERPESSOAIS Criatividade e inovação, resolução de problemas, colaboração em equipa	Reconhecer a importância da criatividade e inovação na vida pessoal e profissional.	Explore estratégias criativas e inovadoras para encontrar soluções a nível pessoal e profissional.	Gere ideias e soluções originais pensando fora da caixa e aplicando abordagens imaginativas aos desafios.
	Defina os princípios da resolução de problemas para encontrar alternativas à solução.	Adquira uma mentalidade de resolução de problemas para identificar, priorizar e seleccionar alternativas para uma solução.	Desenvolva soluções práticas para situações complexas, dividindo os problemas em partes geríveis, identificando causas profundas e aplicando raciocínio lógico para encontrar soluções práticas.
	Reconhecer a importância da colaboração em equipa para	Utilize a colaboração em equipa para alcançar objetivos comuns.	Desenvolver estratégias de colaboração com os membros da

Financiado pela União Europeia. As opiniões e pontos de vista expressos são, no entanto, apenas dos autores e não refletem necessariamente os da União Europeia ou da Agência Executiva Europeia para a Educação e Cultura (EACEA). Nem a União Europeia nem a EACEA podem ser responsabilizadas por elas.

	alcançar melhores resultados do que individualmente.		equipa para alcançar objetivos específicos e partilhados.
COMPETÊNCIAS TÉCNICAS Investigação científica, desenho técnico	Cite os princípios e metodologias fundamentais que sustentam a investigação científica.	Ilustre os princípios fundamentais que orientam a investigação científica.	Desenvolver métodos de investigação científica para explicar fenómenos naturais ou sociais.
	Descreva os fundamentos do desenho técnico.	Explique os princípios principais do desenho técnico.	Crie desenhos técnicos precisos aplicando os seus princípios fundamentais para comunicar como algo funciona ou é construído visualmente.
SUSTENTABILIDADE (hábitos/comportamentos sustentáveis)	Defina sustentabilidade e os seus principais aspetos.	Compare as atividades sustentáveis potenciais consoante as circunstâncias específicas.	Desenvolva ações específicas para melhorar a sustentabilidade num contexto específico.

Financiado pela União Europeia. As opiniões e pontos de vista expressos são, no entanto, apenas dos autores e não refletem necessariamente os da União Europeia ou da Agência Executiva Europeia para a Educação e Cultura (EACEA). Nem a União Europeia nem a EACEA podem ser responsabilizadas por elas.

	Reconhecer a aplicação intersectorial da sustentabilidade.	Aplicar princípios de sustentabilidade em múltiplos setores.	Desenvolver uma abordagem interdisciplinar à sustentabilidade.
	Selecione as ferramentas e técnicas de comunicação mais eficazes para promover a sustentabilidade.	Analise os métodos de divulgação mais eficazes para promover a sustentabilidade com base no contexto e nos grupos-alvo.	Desenvolver estratégias para incentivar escolhas sustentáveis através da educação, sensibilização e comunicação.
SENSIBILIDADE CÍVICA	Explique os direitos e responsabilidades dos cidadãos numa sociedade democrática.	Defina os princípios da democracia e das responsabilidades dos cidadãos.	Aplicar os princípios da democracia e das responsabilidades dos cidadãos no dia a dia.
	Indicar questões sociais, políticas e ambientais atuais que afetam a comunidade.	Analisar as questões sociais, políticas e ambientais atuais que afetam a comunidade	Avalie questões e políticas cívicas, considerando múltiplas perspetivas

Financiado pela União Europeia. As opiniões e pontos de vista expressos são, no entanto, apenas dos autores e não refletem necessariamente os da União Europeia ou da Agência Executiva Europeia para a Educação e Cultura (EACEA). Nem a União Europeia nem a EACEA podem ser responsabilizadas por elas.

			e o impacto potencial em diferentes grupos.
	Reconhecer as diversas perspetivas e culturas dentro da sua comunidade e além.	Demonstrar raciocínio ético e responsabilidade social.	Cultivar a inclusão e a participação na vida cívica.
	Identificar técnicas eficazes de comunicação para expressar opiniões e influenciar o discurso público no envolvimento cívico.	Aplique técnicas eficazes de comunicação para expressar opiniões e influenciar o discurso público no envolvimento cívico.	Desenvolver argumentos bem fundamentados sobre questões cívicas e defender soluções através de várias formas de comunicação.
BIOMIMICISMO (fundamentos, princípios, aplicações)	Compreender os principais sistemas e processos biológicos que servem de modelo na biomimética.	Explique os princípios fundamentais da biomimética, incluindo como os processos e organismos naturais inspiram soluções	Aplicar princípios de biomimética para resolver problemas do mundo real.

Financiado pela União Europeia. As opiniões e pontos de vista expressos são, no entanto, apenas dos autores e não refletem necessariamente os da União Europeia ou da Agência Executiva Europeia para a Educação e Cultura (EACEA). Nem a União Europeia nem a EACEA podem ser responsabilizadas por elas.

		inovadoras para os desafios humanos.	
	Indique as aplicações da biomimética através de exemplos concretos.	Analisar aplicações reais da biomimética através de exemplos concretos	Avalie criticamente os desenhos e processos existentes de biomimética, identificando pontos fortes, fracos e oportunidades de melhoria.
	Defina considerações éticas e princípios de sustentabilidade nas soluções de biomimética.	Investigar a ética e sustentabilidade das soluções de biomimética.	Avaliar as implicações éticas e a sustentabilidade das soluções de biomimética.

Tabela 4. Matriz de Resultados de Aprendizagem para competências de sustentabilidade em Veterinária.

6. Conclusão

A gestão proativa de riscos é uma pedra angular para garantir o sucesso da plataforma digital LET'S MIMIC para práticas de biomimética. Ao identificar, avaliar e mitigar sistematicamente potenciais riscos, a equipa do projeto pode navegar eficazmente pelos desafios que possam surgir durante o desenvolvimento e a implementação. Integrar a gestão de risco em cada fase do projeto salvaguarda os recursos e aumenta as hipóteses da plataforma atingir os seus objetivos dentro do prazo e dentro do orçamento.

A gestão de riscos será um processo contínuo ao longo de todo o ciclo de vida do projeto. A avaliação contínua e as estratégias de mitigação adaptativa garantirão que os riscos emergentes sejam tratados prontamente enquanto os riscos estabelecidos são controlados. Ao manter a vigilância, a equipa do projeto protegerá a integridade da plataforma, garantirá a adoção pelos utilizadores e garantirá o cumprimento das normas legais e regulamentares. Em última análise, uma abordagem estruturada à gestão de risco ajudará a fornecer uma plataforma digital robusta, escalável e sustentável que apoie práticas de biomimética no design, investigação e inovação.

A investigação de mesa realizada em seis países europeus diferentes (Grécia, Roménia, Turquia, França, Espanha e Portugal) e o inquérito realizado a 201 alunos de VET e 126 professores de VET permitiram-nos definir o nível de compreensão e implementação de competências de sustentabilidade, biomimética e PBL, bem como o nível de interesse e motivação para melhorar o conhecimento e a competência sobre estes conceitos.

Os resultados do inquérito revelam que a maioria dos estudantes tem conhecimentos prévios limitados sobre biomimética, sendo apenas os inscritos em programas diretamente relacionados com o conceito familiares. Isto indica uma falta de exposição à biomimética em contextos educativos mais amplos. Quanto às competências, cerca de 60% dos estudantes relataram ter pouca ou nenhuma experiência com criatividade,

inovação, resolução de problemas e desenho técnico. Além disso, 74% dos estudantes indicaram não ter experiência em investigação científica, embora a maioria se sentisse confiante na sua capacidade de colaborar eficazmente em equipas. Isto sugere uma diferença entre competências de investigação e capacidades de trabalho em equipa.

As motivações dos estudantes para explorar a biomimética variaram muito, desde a curiosidade até ao desejo de ajudar a preservar o planeta. Muitos estudantes também acreditam que aprender biomimética pode melhorar as suas perspetivas profissionais, destacando a sua perceção de relevância nas suas futuras carreiras. Quando questionados sobre os recursos que os ajudariam a compreender e aplicar melhor a biomimética, os estudantes manifestaram interesse em cursos online, workshops, colaborações com especialistas e acesso a recursos fiáveis como livros, artigos e estudos de caso. Também valorizaram visitas de estudo a instituições de biomimética e o acesso a bases de dados de exemplos práticos.

Os resultados do inquérito destacam que, apesar de apenas 9,5% dos professores lecionarem disciplinas diretamente relacionadas com o ambiente ou sustentabilidade, 42% incorporaram conceitos relacionados com sustentabilidade ambiental ou biomimética nas suas disciplinas. Isto demonstra um interesse mais amplo em integrar a sustentabilidade em várias disciplinas. A maioria dos professores vê a biomimética como um componente crítico ou essencial do design moderno e da educação ambiental, com 55% a confirmarem que utilizam a PBL como método de ensino. Muitos professores sentem-se confiantes para ensinar princípios ecológicos e aplicar a PBL, embora 74% reconheçam o desafio de integrar a sustentabilidade ambiental ou a biomimética nos seus currículos.

O interesse em programas de desenvolvimento profissional focados na biomimética é elevado, com 78% dos professores a expressarem desejo por tais oportunidades. Os professores estão particularmente interessados em aprender os fundamentos da



biomimética e em explorar como integrá-la em áreas diversas como línguas,

TI, gestão alimentar e artes. Vários professores também ofereceram sugestões para integrar a biomimética na educação, como o desenvolvimento de currículos interdisciplinares que enfatizem aplicações práticas e estudos de caso do mundo real, a organização da formação de professores, a promoção de colaborações entre educadores e a realização de workshops e atividades ao ar livre lideradas por especialistas.

Por fim, o relatório definiu os conhecimentos, competências, responsabilidades e autonomia que os estudantes de EFP devem possuir para construir hábitos sustentáveis, sensibilidade cívica e competências específicas exigidas pelo mercado de trabalho, elaborando uma Matriz de Resultados de Aprendizagem para competências de sustentabilidade nos formandos de VET.





Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



PARTE B – Estrutura de Aprendizagem

Baseada em Projetos através do Design de
Processos de Biomimética



Co-funded by
the European Union

Financiado pela União Europeia. As opiniões e pontos de vista expressos são, no entanto, apenas dos autores e não refletem necessariamente os da União Europeia ou da Agência Executiva Europeia para a Educação e Cultura (EACEA). Nem a União Europeia nem a EACEA podem ser responsabilizadas por elas.



7. Introdução ao desenho metodológico da aprendizagem

Esta secção elabora um quadro construtivo para incorporar a biomimética num ambiente PBL, de modo a desenvolver competências verdes e de resolução de problemas que são procuradas pela indústria e pela sociedade. O quadro LET'S MIMIC define os resultados de aprendizagem desejados, incluindo os conhecimentos, competências e competências que se espera que os alunos adquiram. Descreve também atividades específicas de aprendizagem e estratégias de avaliação, garantindo uma abordagem abrangente e coerente ao ensino e à aprendizagem.

Este documento fornece um plano detalhado para professores e desenvolvedores curriculares facilitarem a implementação eficaz da PBL em projetos de design de biomimética através do quadro LET'S MIMIC. O objetivo final é aumentar o envolvimento dos alunos e os resultados de aprendizagem, ao mesmo tempo que promove a inovação e a sustentabilidade no design.



8. A necessidade de ação climática e desenvolvimento de competências verdes

As alterações climáticas, uma questão premente do século XXI, exigem ações imediatas e sustentadas para mitigar os seus impactos. A frequência e gravidade crescentes dos desastres naturais, o aumento das temperaturas globais e a deterioração dos ecossistemas sublinham a urgência de enfrentar as alterações climáticas (IPCC, 2021). Existe uma necessidade crítica de ação climática e do desenvolvimento de competências verdes como componentes essenciais no combate às alterações climáticas e na promoção do desenvolvimento sustentável.

O consenso científico sobre as alterações climáticas é inequívoco: somos nós, as atividades humanas, particularmente a queima de combustíveis fósseis e o desmatamento, que estamos a impulsionar mudanças sem precedentes no clima da Terra. Estas mudanças representam riscos profundos para os sistemas naturais e humanos, incluindo:

- **Degradação ambiental:** A perda de biodiversidade, a acidificação dos oceanos e o desmatamento estão diretamente ligados às alterações climáticas, resultando em ecossistemas perturbados e diminuição dos recursos naturais.
- **Impactos económicos:** As alterações climáticas afetam a estabilidade económica através do aumento dos custos associados à resposta a desastres, cuidados de saúde e danos em infraestruturas, podendo reduzir significativamente o PIB global.
- **Riscos sociais e para a saúde:** Populações vulneráveis, especialmente em regiões em desenvolvimento, enfrentam riscos acrescidos de escassez de alimentos e água, problemas de saúde e deslocamento devido a desastres induzidos pelo clima.

É necessária uma ação climática urgente para limitar o aquecimento global bem abaixo dos 2°C acima dos níveis pré-industriais, conforme estipulado no Acordo de Paris (UNFCCC, 2015). Alcançar este objetivo exige uma abordagem multifacetada que



envolva mudanças políticas, inovação tecnológica e um amplo envolvimento

social. A transição para uma economia verde é imperativa para mitigar os efeitos adversos das alterações climáticas e promover o desenvolvimento sustentável. Esta transição envolve mudanças significativas na produção de energia, processos industriais, gestão de resíduos e escolhas de estilo de vida. As competências ecológicas são necessárias por várias razões:

- **Transformação económica:** À medida que as indústrias avançam para práticas mais verdes, há uma procura crescente por uma força de trabalho qualificada em tecnologias e processos sustentáveis.
- **Proteção ambiental:** As competências ecológicas permitem a indivíduos e organizações reduzir a sua pegada ambiental, conservar recursos e proteger os ecossistemas.
- **Equidade social:** Dotar todos os grupos sociais de competências verdes garante uma participação inclusiva na economia verde, promove a equidade social e reduz as disparidades.

Desenvolver competências verdes constitui uma resposta estratégica e necessária às alterações climáticas (UNESCO, 2017). As competências verdes abrangem o conhecimento, capacidades, valores e atitudes necessários para viver, desenvolver e apoiar uma sociedade sustentável e eficiente em termos de recursos (OIT, 2019). A transição para uma economia verde requer uma força de trabalho equipada com estas competências para implementar e manter práticas sustentáveis em vários setores (OCDE, 2020).

As competências verdes podem contribuir para todos os aspetos do crescimento social e económico sustentável e da qualidade de vida, introduzindo soluções amigas do ambiente em diversos setores, tais como:

- **Energia renovável:** A biomimética pode inspirar tecnologias de energia renovável mais eficientes. Por exemplo, as pás de turbinas eólicas desenhadas com base na forma das nadadeiras das baleias ou na estrutura das asas das aves podem captar o vento de forma mais eficaz, aumentando a produção de energia.





- **Gestão da água:** Soluções de recolha e purificação de água inspiradas na natureza podem aumentar a segurança hídrica. Técnicas como a imitação dos métodos de recolha de água dos escaravelhos do deserto ou os sistemas de filtração das árvores de mangal podem conduzir a práticas de gestão da água mais sustentáveis.
- **Arquitetura sustentável:** A biomimética pode informar o design de edifícios energeticamente eficientes. Estruturas que imitam os sistemas naturais de ventilação dos montes de térmitas ou os mecanismos de arrefecimento dos cactos podem reduzir a necessidade de aquecimento e arrefecimento artificiais, diminuindo o consumo de energia.
- **Agricultura e segurança alimentar:** Adotar práticas agrícolas inspiradas em ecossistemas naturais, como policulturas que imitam a diversidade e resiliência das comunidades vegetais naturais, pode melhorar a saúde do solo, aumentar os rendimentos e reduzir a dependência de insumos químicos.
- **Gestão de resíduos:** A biomimética oferece soluções para a redução e reciclagem de resíduos. Por exemplo, modelos de economia circular inspirados em sistemas de circuito fechado nos ecossistemas podem minimizar o desperdício e aumentar a eficiência dos recursos.

Os sistemas educativos e os programas de formação desempenham um papel fundamental no desenvolvimento de competências verdes. Integrar a sustentabilidade nos currículos a todos os níveis, desde o ensino primário ao ensino superior e formação profissional, garante que as gerações futuras estejam preparadas para enfrentar os desafios climáticos. Além disso, são necessárias oportunidades contínuas de desenvolvimento profissional e requalificação para a força de trabalho atual para se adaptarem às exigências em evolução de uma economia verde.

Dado o impacto profundo e potencialmente catastrófico das alterações climáticas, a urgência da ação climática não pode ser subestimada. Desenvolver competências verdes é um imperativo estratégico que apoia a transição para um futuro sustentável e de baixo carbono. Ao investir em educação e formação, as sociedades podem capacitar os indivíduos a contribuir para soluções climáticas, impulsionar o crescimento económico





Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



através de empregos verdes e garantir um mundo resiliente e equitativo para as gerações futuras. Esforços concertados locais, nacionais e globais são essenciais para alcançar estes objetivos e garantir um futuro sustentável para todos.



Co-funded by
the European Union

Financiado pela União Europeia. As opiniões e pontos de vista expressos são, no entanto, apenas dos autores e não refletem necessariamente os da União Europeia ou da Agência Executiva Europeia para a Educação e Cultura (EACEA). Nem a União Europeia nem a EACEA podem ser responsabilizadas por elas.



9. Visão Geral da Aprendizagem Baseada em Projetos

9.1 Definição de Aprendizagem Baseada em Projetos

A Aprendizagem Baseada em Projetos (PBL) é uma metodologia instrucional que incentiva os alunos a aprender e aplicar conhecimentos e competências através de uma experiência envolvente centrada em projetos complexos, reais e significativos (Thomas, 2000). Ao contrário dos métodos instrucionais tradicionais, que dependem da memorização mecânica e da aprendizagem passiva, a PBL coloca os alunos no centro do processo de aprendizagem, permitindo-lhes explorar e resolver problemas significativos e enfatizando a aprendizagem ativa, o pensamento crítico, a colaboração e a aplicação do conhecimento a situações do mundo real. A PBL promove a aprendizagem profunda ao permitir que os alunos explorem e respondam a questões, problemas ou desafios complexos.

As principais características da PBL incluem (Larmer & Mergendoller, 2010):

- **Aprendizagem centrada no aluno:** Os alunos assumem a responsabilidade pela sua aprendizagem, trabalhando de forma independente ou em grupo para explorar e abordar a questão ou desafio central do projeto.
- **Abordagem interdisciplinar:** Os projetos PBL frequentemente integram múltiplas áreas temáticas, ajudando os estudantes a estabelecer ligações entre diferentes áreas de conhecimento.
- **Investigação e investigação aprofundada:** Os alunos envolvem-se em aprendizagem baseada na investigação, pesquisando e recolhendo informações para orientar os seus projetos.





- **Colaboração:** Os alunos colaboram com colegas, educadores e, por vezes, especialistas externos, promovendo o trabalho em equipa e as competências de comunicação.
- **Avaliação autêntica:** A avaliação no PBL baseia-se no desempenho, focando-se no processo e no produto final em vez dos testes e exames tradicionais. A avaliação autêntica avalia as competências dos alunos de forma a simular a sua utilização real no mundo real. Valida que os alunos podem usar as competências e transferi-las do ambiente académico para o quotidiano.
- **Voz e escolha do aluno:** Os alunos têm voz na direção do seu projeto, incluindo decisões sobre o processo e o resultado.
- **Reflexão:** A reflexão contínua sobre experiências de aprendizagem, processos e resultados é parte integrante da PBL.
- **Crítica e revisão:** Os alunos dão, recebem e usam feedback para melhorar o seu trabalho e compreensão.
- **Beneficiar as comunidades:** Os resultados dos projetos são frequentemente partilhados com um público para além da sala de aula.

9.2 Vantagens de aprendizagem da aprendizagem baseada em projetos

A PBL oferece inúmeras vantagens que melhoram os resultados educacionais e preparam os alunos para desafios futuros (Blumenfeld et al, 1991):

- **Aprendizagem mais profunda:** Ao envolver-se com problemas do mundo real, os alunos desenvolvem uma compreensão mais profunda do tema e das suas aplicações.
- **Pensamento crítico e resolução de problemas:** A PBL promove competências de pensamento de ordem superior, à medida que os alunos analisam, sintetizam e avaliam informação.





- **Colaboração e comunicação:** Trabalhando em equipa, os alunos melhoram a sua capacidade de colaborar, comunicar eficazmente e gerir conflitos.
- **Envolvimento e motivação:** A autenticidade e relevância dos projetos aumentam o envolvimento dos estudantes e a motivação intrínseca.
- **Desenvolvimento de competências interpessoais:** O PBL ajuda os alunos a adquirir competências essenciais como investigação, gestão de projetos e aprendizagem autodirigida.
- **Preparação para o futuro:** A PBL prepara os alunos para as complexidades do mundo moderno, desenvolvendo adaptabilidade, criatividade e competências de aprendizagem ao longo da vida.

9.3 Etapas e implementação da Aprendizagem Baseada em Projetos

Os quatro passos críticos da PBL são (Bell, 2010):

1. **Lançamento do projeto:** Apresentar o projeto, definir objetivos e iniciar sessões de brainstorming.
2. **Ideação e investigação:** Envolvimento em investigação e exploração para gerar ideias e formular hipóteses.
3. **Desenvolver, criticar e rever:** Criar protótipos, receber feedback e fazer melhorias iterativas.
4. **Apresentar e defender soluções:** Apresentar a solução final e defender as escolhas de design através de apresentações formais e discussões reflexivas.

9.4 Desafios e considerações

Implementar a PBL em contextos educativos requer um planeamento ponderado e apoio. No que diz respeito ao desenho das atividades, os projetos devem ser cuidadosamente estruturados para alinhar com os padrões académicos e os objetivos



de aprendizagem, permitindo ao mesmo tempo a agência dos alunos. Os papéis dos professores evoluem como facilitadores e guias, fornecendo recursos, estrutura e apoio conforme necessário. A avaliação no PBL é multifacetada, incluindo avaliações formativas, avaliações entre pares e avaliações somativas do produto final e do processo. Os educadores precisam de desenvolvimento profissional contínuo para poderem desenhar, gerir e avaliar eficazmente as experiências de PBL. A implementação da PBL pode exigir recursos significativos, incluindo tempo, materiais e acesso a conhecimentos especializados (Krajcik & Blumenfeld, 2006).



10. Biomimetismo e a sua importância no design

10.1 Definição e principais aspetos da biomimética

A biomimetismo, derivada das palavras gregas "bios" (vida) e "mimesis" (imitação), é uma abordagem interdisciplinar que procura resolver os desafios humanos emulando padrões e estratégias comprovadas pela natureza (Benyus, 1997). O conceito envolve o estudo de entidades e processos biológicos para inspirar soluções inovadoras em várias áreas, como engenharia, design, arquitetura e tecnologia. O objetivo é criar produtos e sistemas mais eficientes, sustentáveis e resilientes, aproveitando o génio da natureza. A biomimética envolve estudar e imitar as formas, processos e ecossistemas da natureza para obter inspiração para enfrentar desafios modernos. Esta abordagem interdisciplinar faz a ponte entre biologia, engenharia, design e inovação, visando criar soluções sustentáveis aprendendo com as eficiências e resiliência inerentes aos sistemas naturais. Aproveita os milhões de anos de refinamento evolutivo inerente aos sistemas naturais, resultando em soluções inerentemente sustentáveis e eficientes (Vincent et al, 2006).

Os principais aspetos da biomimética são (Bhushan, 2009):

- **Emulação de formas naturais:** Desenhar estruturas e materiais que imitem as formas e formas encontradas na natureza, como o corpo aerodinâmico de um peixe para veículos hidrodinâmicos ou a estrutura hexagonal de um favo de mel para materiais leves e resistentes.
- **Emulação de processos naturais:** Adoção de processos observados na natureza, como a fotossíntese para produção de energia ou as propriedades autolimpantes das folhas de lótus para superfícies que repelem sujidade e água.





- **Emulação de ecossistemas naturais:** Criar sistemas que funcionem como ecossistemas naturais, onde os resíduos de um processo se tornam entrada para outro, visando sistemas de zero resíduos e de ciclo fechado.

10.2 Exemplos de biomimética

A biomimética é evidente em soluções amplamente utilizadas no dia a dia e nas empresas. Exemplos de produtos ou soluções concebidos através da biomimética incluem:

- **Velcro®:** Inspirado na forma como as rebarbas aderem ao pelo dos animais, o velcro usa pequenos ganchos e laços para criar um sistema de fixação robusto e reutilizável.
- **Design do comboio-bala:** A forma do nariz do comboio-bala Shinkansen foi inspirada no bico de um pássaro-pescador, reduzindo o ruído e melhorando a eficiência energética.
- **Materiais auto-regenerativos:** Inspirados em sistemas biológicos que se reparam a si próprios, os investigadores estão a desenvolver materiais que podem curar automaticamente fissuras e danos.
- **Efeito lótus:** Inspirado na capacidade das folhas de lótus de repelir água e superfícies autolimpáveis para janelas, tintas e têxteis repelem água e sujidade.
- **Fita de gecko:** Inspirada nos pés de gecko, que usam estruturas microscópicas de cabelo para aderir a superfícies, fitas adesivas e robôs trepadores que podem aderir às paredes sem cola.
- **Turbinas eólicas de barbatanas de baleia:** Inspiradas nas barbatanas jubarte com tubérculos (saliências), as pás das turbinas eólicas com borda serrilhada aumentam a eficiência e a estabilidade ao reduzir o arrasto.
- **Térmitas:** Os sistemas naturais de ventilação dos montículos inspiraram projetos de arrefecimento e ventilação passiva em edifícios, como o Eastgate Centre em Harare, Zimbabué.
- **Asas de borboleta:** As escamas iridescentes das asas de borboleta inspiraram materiais que mudam de cor para têxteis, sensores e exposições sem corantes ou pigmentos.
- **Pele de tubarão:** As cristas microscópicas na pele do tubarão que reduzem o arrasto e impedem que bactérias apliquem revestimentos anti-incrustantes inspirados para





navios, superfícies antibacterianas para dispositivos médicos e fatos de banho aerodinâmicos.

- **Condensação do escaravelho:** O escaravelho do deserto do Namibe, que recolhe água do nevoeiro na sua concha texturizada, inspirou sistemas de captação de água em regiões áridas que utilizam superfícies que captam e canalizam a humidade do ar.

A biomimética oferece uma forma de inovar de forma sustentável, aprendendo e imitando as estratégias que permitiram que a vida prosperasse na Terra durante milhares de milhões de anos. Integrar a biomimética no currículo de design através do PBL equipa os alunos com conhecimentos e competências de ponta e promove uma mentalidade ética e sustentável. Esta abordagem holística à educação prepara os alunos para se tornarem designers inovadores e responsáveis, capazes de enfrentar os desafios prementes do século XXI.

10.3 Etapas e implementação da biomimética

O processo de conceção de biomimética envolve vários passos-chave para garantir que os princípios e estratégias presentes na natureza são aplicados eficazmente aos desafios humanos. Segue-se uma visão detalhada dos passos típicos num processo de design de biomimética:

- **Defina:** Defina claramente o impacto que deseja que o seu design tenha no mundo e os critérios e restrições que determinarão o seu sucesso. O objetivo desta fase não é determinar o conteúdo do seu design ou criação, mas sim compreender o seu propósito, público e contexto. Pode ser tentador acelerar este processo; no entanto, isto pode levar a conclusões prematuras.
- **Biologise:** Examine as funções críticas e o contexto que a sua solução de design deve abordar. Reformule-as em termos biológicos para que possa "consultar a natureza". Este passo visa formular um ou mais "Como é que a natureza..." perguntas que possam servir de base para a sua investigação enquanto procura modelos biológicos na etapa seguinte (Descobrir) da Espiral de Design.





- **Descubra:** Procure modelos naturais (por exemplo, organismos e ecossistemas) que abordem as funções e o contexto da sua solução de design. Determine as estratégias que facilitem a sua sobrevivência e prosperidade. Esta fase enfatiza a aquisição de informação e a realização de investigação.
- **Resumo:** Realizar um exame minucioso dos componentes ou mecanismos críticos que contribuem para a eficácia das estratégias biológicas. Certifique-se de que compreende as características corretamente, utilizando esboços e escrevendo-os numa linguagem clara. Desenvolver uma estratégia de design visa facilitar a conversão de conhecimentos biológicos em soluções de design.
- **Imite:** Procure padrões e relações entre as estratégias que identificou e concentre-se nas principais lições que devem orientar a sua solução. Formule conceitos de design informados por estas estratégias. A emulação é o princípio fundamental da biomimética; Envolve aplicar os conhecimentos obtidos dos organismos vivos aos problemas que os humanos procuram resolver. A emulação é um processo exploratório que visa captar uma "receita" ou "plano" no exemplo da natureza, que pode ser replicado nos nossos desenhos, em vez de copiar mecanicamente as estratégias da natureza.
- **Avaliar:** Avaliar os conceitos de design relativamente ao seu alinhamento com os critérios e restrições do desafio de design e compatibilidade com os sistemas da Terra. Avaliar a viabilidade do modelo técnico e de negócio. Revê e revisita os passos anteriores conforme necessário para gerar uma solução viável.

Cada etapa no processo de design da biomimética enfatiza a aprendizagem com a sabedoria da natureza, garantindo que as soluções são eficazes, sustentáveis e harmoniosas com o mundo natural.

10.4 Vantagens da biomimética no design

A biomimetização oferece vantagens no design, que podem ser resumidas da seguinte forma (Kennedy, 2016):





- **Inovação:** A biomimética inspira soluções de design inovadoras que muitas vezes superam as abordagens convencionais. Ao aprender com a natureza, os designers podem desenvolver novos materiais, estruturas e processos que sejam eficazes e sustentáveis.
- **Sustentabilidade:** Os sistemas naturais são inerentemente sustentáveis, operando em ciclos fechados com resíduos mínimos. A biomimetismo promove o desenvolvimento de tecnologias e práticas sustentáveis que reduzem o impacto ambiental.
- **Resiliência:** A natureza evoluiu para prosperar sob várias condições, levando a designs resilientes e adaptáveis. Os designs biomiméticos conseguem resistir melhor às mudanças nas condições ambientais e sociais.
- **Estética:** Os designs naturais são frequentemente inerentemente belos, apelando à estética humana e melhorando a experiência do utilizador.
- **Eficiência:** Os designs da Nature são otimizados para eficiência energética e de recursos, levando a soluções que reduzem o desperdício e minimizam o consumo de recursos.

10.5 Desafios e considerações

Embora a biomimética tenha um excelente potencial, é necessário enfrentar desafios e considerações. Isto inclui a complexidade da natureza, pois compreender e replicar a complexidade dos sistemas naturais pode ser difícil, exigindo investigação extensa e colaboração interdisciplinar. Isto envolve ainda escalabilidade, traduzir princípios biomiméticos em soluções escaláveis que possam ser amplamente adotadas continua a ser um desafio. Finalmente, um desafio para aplicar a biomimética é a propriedade intelectual, com inovações inspiradas pela natureza que podem levantar questões sobre direitos de propriedade intelectual e a partilha do conhecimento biomimético (Bar-Cohen, 2006).





11. quadro LET'S MIMIC para integrar o

Design de Biomimética na Aprendizagem

Baseada em Projetos

A estrutura PBL para o projeto de design do processo de biomimética está estruturada em torno dos princípios-chave da PBL, garantindo um processo de aprendizagem sistemático e prático. Como referido acima, os principais passos do PBL são lançamento de projetos, ideação e investigação, desenvolvimento, crítica, revisão, apresentação e defesa de soluções.

A estrutura LET'S MIMIC foi concebida usando a PBL como base da estrutura da aprendizagem, integrando a biomimética. O resultado incorpora o melhor de ambas as metodologias, capacitando os estudantes a inovar ao serem inspirados pela natureza. Abaixo está o Processo de Design de Biomimética e como este se alinha com a Aprendizagem Baseada em Projetos (PBL)

1. Identificar o desafio (PBL) / Definir o problema (Biomimética)

- **PBL:** Identificar um problema real para explorar e resolver.
- **Biomimética:** Defina o desafio de design compreendendo a questão específica que a natureza já possa ter resolvido.
- **Integração:** Enquadre projetos em torno de desafios naturais ou problemas focados na sustentabilidade, como energia renovável ou redução de resíduos.

2. Investigação e investigação (PBL) / Biologizar o desafio (Biomimética)

- **PBL:** Investigar o problema e investigar possíveis soluções.
- **Biomimética:** Dividir o desafio nas suas necessidades e processos fundamentais, observando o problema através das estratégias da natureza.





- **Integração:** Analise o problema perguntando: "Como é que a natureza resolve este desafio?" Por exemplo, podem investigar como os animais isolam as suas casas e aplicar esses princípios ao design de edifícios.

3. Ideação e design de soluções (PBL) / Descobrir modelos naturais (Biomimética)

- **Passo PBL:** Fazer brainstorming e gerar ideias para possíveis soluções.
- **Etapa de biomimética:** Procure organismos, ecossistemas ou processos naturais que resolvam desafios semelhantes.
- **Integração:** Explore exemplos das soluções da natureza, como a estrutura de um favo de mel para uso eficiente do espaço ou a repelência à água de uma folha de lótus para materiais autolimpantes.

4. Resumo (Biomimética)

- **Biomimetismo:** Abstrair os princípios ou estratégias subjacentes dos modelos naturais (por exemplo, eficiência, adaptabilidade, resiliência).
- **Integração:** Generalizar as estratégias da natureza, como a resistência leve dos ossos de uma ave, para aplicar estes princípios ao design do seu projeto. Este passo incentiva os alunos a pensar de forma mais ampla sobre como os princípios biológicos podem ser adaptados aos desafios humanos.

5. Desenvolvimento de protótipos (PBL) / Emulação (Biomimética)

- **PBL:** Crie protótipos de soluções sugeridas e comece os testes.
- **Biomimética:** Emular princípios abstratos da natureza para construir um design sustentável que resolva o problema.
- **Integração:** Construir protótipos que imitem as estratégias da natureza, como criar sistemas de ventilação inspirados em montículos de térmitas ou desenhar superfícies inspiradas na pele de tubarão para fins antifouling.

6. Testes e feedback (PBL) / Avaliar e aperfeiçoar (Biomimética)





- **PBL:** Testar protótipos, recolher feedback e fazer os aperfeiçoamentos necessários.
- **Biomimética:** Avaliar a eficácia e sustentabilidade do design, refinando a solução com base no feedback e garantindo que está alinhada com os princípios da natureza.
- **Integração:** Testar quão eficazmente funcionam as soluções sugeridas inspiradas na natureza e iterar com base na eficiência, impacto ambiental e funcionalidade.

7. Apresentar a solução (PBL) / Contextualizar e aplicar (Biomimética)

- **PBL:** Apresentar soluções para a turma ou comunidade.
- **Biomimética:** Contextualizar a solução biomimética aplicando-a a situações do mundo real, mantendo-a alinhada com princípios naturais e sustentáveis.
- **Integração:** Explique como o design final resolve o problema e segue o exemplo da natureza, contribuindo para soluções sustentáveis.

11.1 A Matrix VAMOS IMITAR

A matriz seguinte descreve o alinhamento entre os passos de **Aprendizagem Baseada em Projetos (PBL)** e o **Processo de Design de Biomimética no Quadro LET'S MIMIC**, destacando como cada etapa da PBL pode incorporar princípios de biomimética. Esta integração incentiva os alunos a analisar e resolver problemas do mundo real, procurando inspiração na natureza, promovendo, em última análise, soluções criativas, sustentáveis e eficientes. Ao combinar estes processos, os alunos envolvem-se em aprendizagem prática enquanto aplicam estratégias naturais a desafios de design centrados no ser humano.



Passo PBL	Etapa do Processo de Design de Biomimética	Exemplo de integração
Identificar o desafio	Defina o Problema	Enquadre o desafio como uma questão de sustentabilidade que a natureza pode ajudar a resolver
Investigação e investigação	Biologiza o desafio	Analisar o problema através de uma lente biológica
Ideação e conceção de soluções	Descubra modelos naturais	Use exemplos naturais, como padrões de crescimento de plantas, para soluções
Ideação e conceção de soluções	Resumo	Generalize princípios naturais (por exemplo, força, eficiência) para uma aplicação mais ampla
Desenvolvimento do protótipo	Emular	Construir protótipos baseados em princípios naturais abstratos (por exemplo, desenhar uma estrutura baseada numa teia de aranha)
Testes e feedback	Avaliar e refinar	Testar soluções com sustentabilidade e adequação ecológica em mínimo
Apresente a solução	Contextualizar e aplicar	Apresente como a solução integra biomimética e sustentabilidade

*Tabela 5. Integração da Aprendizagem Baseada em Projetos e do Design de
Biomimética na estrutura metodológica LET'S MIMIC.*

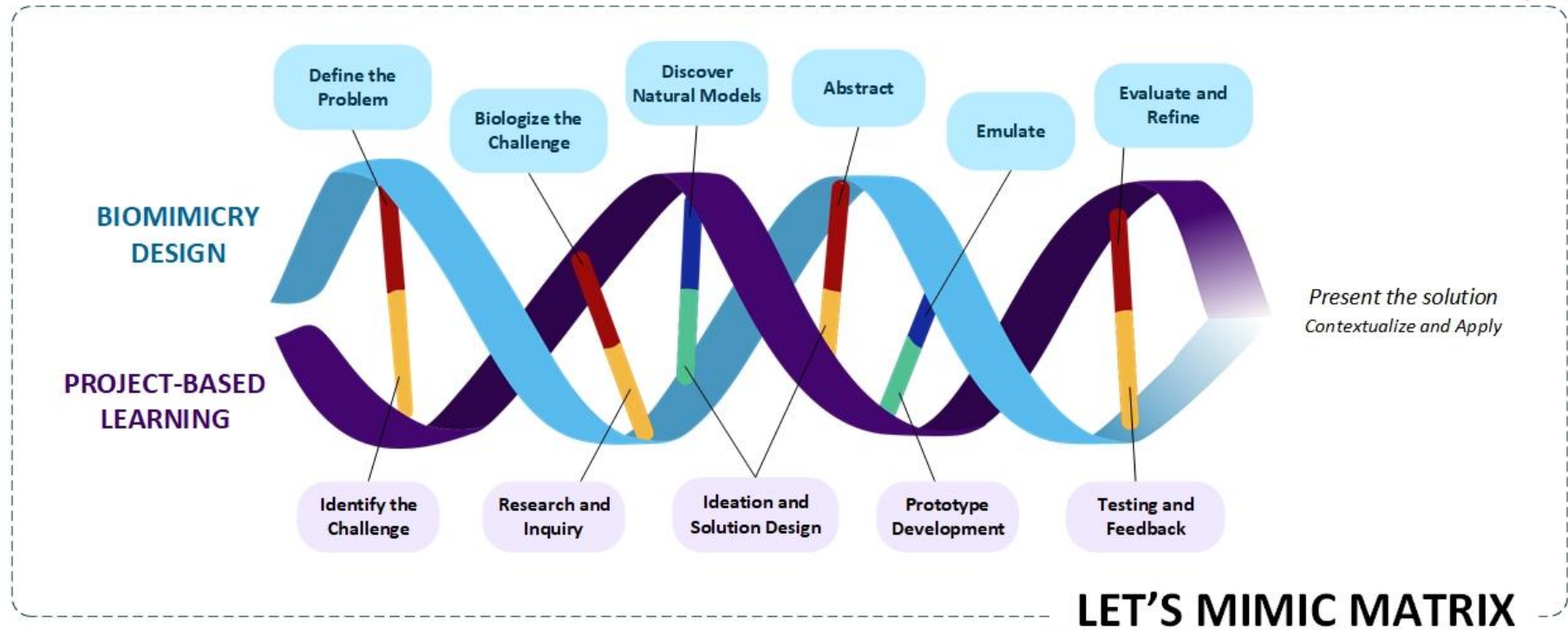


Figura 19. A estrutura metodológica LET'S MIMIC que integra o Processo de Design de Biomimética com a Aprendizagem Baseada em Projetos.

11.2 Exemplos que ilustram como cada etapa do processo de biomimética pode ser integrada na PBL

A integração do **Processo de Design de Biomimética** com a **Aprendizagem Baseada em Projetos (PBL)** melhora a capacidade dos alunos de resolver problemas do mundo real, olhando para a natureza em busca de soluções sustentáveis. Cada etapa da PBL está alinhada com uma fase correspondente do processo de biomimética, permitindo aos alunos abordar os desafios com criatividade e pensamento sistémico. Ao estudar como a natureza evoluiu para enfrentar desafios semelhantes, os alunos podem conceber soluções inovadoras que sejam eficientes e ecologicamente sólidas.

Os exemplos seguintes ilustram como cada etapa do processo de biomimética pode ser integrada na PBL, usando um desafio relacionado com a **conservação da água** como tema central. Estes exemplos destacam os modelos naturais e princípios dos quais os alunos podem recorrer, incentivando-os a emular as estratégias testadas pela natureza nos seus projetos de projeto.

1. Identificação do desafio (PBL) / Definição do problema (Biomimetismo)

- **Exemplo:** Os alunos identificaram o desafio da escassez de água nas áreas urbanas devido ao uso ineficiente da água e ao desperdício.
- **Foco em Biomimética:** Defina o problema perguntando como a natureza conserva e utiliza a água de forma eficiente. A natureza emprega frequentemente mecanismos eficientes de armazenamento de água, perda mínima e reutilização.
- **Integração:** Enquadre o projeto em torno do design de um sistema eficiente em termos de água inspirado na natureza, tal como as plantas conservam a água em ambientes secos.

2. Investigação e investigação (PBL) / Biologizar o desafio (Biomimética)



- **Exemplo:** Investigue o problema da escassez de água urbana e examine soluções existentes, como tecnologias de filtração e conservação da água.
- **Foco em biomimética:** Dividir o problema em necessidades essenciais, como armazenar, filtrar e minimizar a perda de água. Investigue como os sistemas naturais desempenham funções semelhantes.
- **Integração:** Investigue soluções biológicas para a conservação da água, como a forma como as plantas do deserto armazenam água ou como certos animais sobrevivem em condições áridas.

3. Ideação e design de soluções (PBL) / Descobrir modelos naturais (Biomimética)

- **Exemplo:** Comece a pensar em soluções potenciais e descubra modelos naturais. Veja exemplos naturais, como a forma como os cactos armazenam água ou os castores criam sistemas naturais de filtração nas suas barragens.
- **Foco em biomimética:** Procurar organismos ou ecossistemas específicos que tenham evoluído soluções para a conservação da água.
- **Integração:** Identificar um modelo natural, por exemplo, de como certos escaravelhos no Deserto do Namibe recolhem água do nevoeiro nas suas asas, e pensar em como isso pode ser aplicado à tecnologia humana.

4. Resumo (Biomimética)

- **Exemplo:** Extrair o princípio-chave da técnica de captação de nevoeiro do escaravelho: **a textura e a forma da superfície** são usadas para captar água.
- **Foco na biomimética:** Abstrair esta estratégia num princípio de design: usar superfícies especializadas para recolher água do ar.
- **Integração:** Generalize o princípio de usar estrutura e textura para a recolha de água e pense em como isto pode ser aplicado ao design de sistemas hídricos urbanos, como telhados que captam a humidade do ar.

5. Desenvolvimento de protótipos (PBL) / Emulação (Biomimética)

- **Exemplo:** Desenvolver um protótipo de sistema de recolha de água para habitações urbanas. O seu design emula a estratégia do escaravelho, criando uma superfície que capta a água do nevoeiro ou do orvalho.
- **Foco em Biomimetismo:** Desenhe o protótipo emulando a forma e função dos modelos naturais, utilizando os princípios abstratos para informar o design.
- **Integração:** Crie um sistema de telhado com uma superfície texturizada semelhante às asas do escaravelho, otimizado para recolher e canalizar água para um tanque de armazenamento.

6. Testes e feedback (PBL) / Avaliar e aperfeiçoar (Biomimética)

- **Exemplo:** Teste o sistema de recolha de água sugerido em diferentes condições ambientais, medindo a sua eficácia na recolha de água da humidade do ar.
- **Foco na biomimética:** Avaliar o desempenho do design e garantir que está alinhado com os princípios de sustentabilidade e eficiência natural.
- **Integração:** Refinar o seu design com base no feedback de testes, ajustando a textura ou o tamanho da superfície para melhorar a recolha de água. Garantem que o design é eficiente em termos energéticos, tal como os processos da natureza.

7. Apresentar a solução (PBL) / Contextualizar e aplicar (Biomimética)

- **Exemplo:** Apresente o design final do sistema de recolha de água sugerido à turma ou comunidade, explicando como o seu design é inspirado na natureza e como pode ajudar a resolver a escassez de água urbana.
- **Foco em Biomimética:** Contextualize o design explicando como se encaixa em aplicações reais e contribui para a resolução de desafios de sustentabilidade.
- **Integração:** Destaque como o sistema de recolha de água sugerido imita processos naturais e pode ser implementado em áreas urbanas para reduzir a dependência das fontes tradicionais de água e tornar as cidades mais resilientes à seca.

Estes exemplos ilustram como o **Processo de Design de Biomimética** pode ser aplicado a cada etapa da **Aprendizagem Baseada em Projetos**, desde a identificação de um desafio até à apresentação de uma solução final, tudo isto enquanto promove a resolução criativa de problemas inspirada na natureza.

12. Resultados de aprendizagem

O quadro de aprendizagem proposto que integra a biomimética na PBL contribui para o desenvolvimento de conhecimentos, competências e competências em sustentabilidade procurados pela indústria e pela sociedade:

- **Conhecimento:** A compreensão e compreensão dos conceitos-chave, princípios e teorias relacionados com competências de sustentabilidade na EFP, conforme fundamentado por investigação documental e resultados de questionários.
- **Competências:** As capacidades práticas e competências desenvolvidas através de experiências de aprendizagem práticas e atividades destinadas a aplicar eficazmente os princípios de sustentabilidade em contextos de EFP.
- **Competências:** As capacidades e capacidades mais amplas adquiridas, incluindo pensamento crítico, resolução de problemas e capacidade de tomada de decisão, necessárias para integrar a sustentabilidade nos currículos de educação profissional.

Além disso, ajuda a desenvolver soft green **skills**, que são apreciadas no mercado de trabalho. Isto inclui:

- **Curiosidade e inspiração:** A biomimética envolve resolver problemas do mundo real imitando os desenhos e processos da natureza, tornando a aprendizagem mais relevante e envolvente para os alunos. O mundo natural oferece exemplos fascinantes que podem despertar curiosidade e inspirar os alunos a explorar e aprender.
- **Pensamento crítico, resolução de problemas complexos e competências de pensamento sistémico:** A biomimética desafia os alunos a resolver problemas complexos e autênticos, promovendo o pensamento crítico e competências inovadoras de resolução de problemas. Compreender como funcionam os sistemas naturais e aplicar estes princípios requer e desenvolve capacidades de pensamento sistémico.
- **Aprendizagem contextual:** A biomimética ajuda a desenvolver conhecimentos integrados ao integrar biologia, engenharia, design e ciências ambientais, proporcionando uma experiência

de aprendizagem rica e interdisciplinar. Os alunos podem estabelecer as ligações entre diferentes disciplinas e compreender como se aplicam em contextos do mundo real.

- **Consciência ambiental e pensamento ético:** Aprender com a natureza promove a valorização do ambiente e a importância da sustentabilidade. Os alunos aprendem a considerar as implicações éticas e o impacto a longo prazo dos seus projetos e soluções.
- **Criatividade e inovação:** A biomimética incentiva os alunos a pensar de forma criativa, usando a natureza como modelo, mentor e medida para soluções inovadoras.
- **Pensamento de design:** Integrar os princípios do pensamento de design com a biomimética promove a criatividade e os processos de desenvolvimento iterativo.
- **Colaboração:** A PBL envolve frequentemente projetos colaborativos, ajudando os alunos a desenvolver competências de trabalho em equipa e comunicação.
- **Comunicação:** Os alunos apresentam frequentemente as suas descobertas e soluções, melhorando a sua capacidade de comunicar ideias complexas de forma eficaz.
- **Aprendizagem prática e experiencial para aprender:** PBL e biomimética envolvem atividades práticas, experiências e aplicações no mundo real, que podem melhorar a compreensão e a retenção. Os alunos adquirem competências práticas em investigação, prototipagem, testes e iteração.
- **Resiliência e adaptabilidade:** Estudar como os organismos se adaptam aos seus ambientes ensina aos alunos resiliência e adaptabilidade, competências essenciais para o mundo moderno. A natureza iterativa dos projetos de biomimética ajuda os alunos a aprender a lidar com o fracasso e a persistir nos desafios.

13. Estratégias de avaliação

A avaliação no contexto do Quadro LET'S MIMIC baseia-se nos métodos PBL e nas abordagens de aprendizagem autorreguladas. Envolve uma avaliação formativa para monitorizar o progresso dos alunos e uma avaliação de desempenho para avaliar os resultados. Estas estratégias são cruciais para garantir que os objetivos de aprendizagem são cumpridos de forma eficaz.

13.1 Avaliação formativa

A avaliação formativa, orientada pelo quadro PBL, foca-se em fornecer feedback contínuo aos alunos. Permite aos mentores monitorizar a compreensão dos alunos, ajustar estratégias de ensino e orientá-los para alcançar os resultados de aprendizagem desejados. Os métodos formativos de avaliação podem incluir:

- **Avaliação entre pares:** Oportunidades para os alunos avaliarem o trabalho uns dos outros, promovendo a colaboração e o pensamento crítico enquanto discutem e refletem sobre as contribuições dos seus pares.
- **Auto-reflexão:** Atividades de reflexão onde os alunos avaliam a sua aprendizagem e progresso, identificando áreas onde precisam de desenvolvimento adicional. Isto está ligado à abordagem de auto-regulação apoiada pela metodologia LET'S MIMIC, que visa melhorar as capacidades dos alunos para gerir os seus processos de aprendizagem, aprendendo a planear, monitorizar e avaliar as suas estratégias e progresso de aprendizagem. A um nível mais detalhado, avalia as capacidades dos alunos para compreender e explorar uma tarefa, definir metas e planear atividades, alcançar objetivos, etc.

A avaliação formativa apoia a natureza iterativa da PBL, incentivando a melhoria contínua e promovendo um ambiente de aprendizagem de apoio onde os alunos podem experimentar e aprender com os erros.

Aqui estão alguns métodos práticos de avaliação formativa combinados com ferramentas que podem ser usadas para avaliar a compreensão e o progresso dos alunos durante a aprendizagem. Estes métodos ajudam a fornecer feedback atempado tanto aos educadores como aos alunos para uma melhoria contínua.

1. Bilhetes de saída

- **Método:** No final de uma aula, peça aos alunos que submetam uma resposta rápida a uma pergunta ou tema específico.
- **Ferramentas:**
 - **Google® Forms** ou **Microsoft® Forms** para bilhetes digitais de saída.
 - **Padlet®** para bilhetes de saída partilhados com comentários ou ideias.

Exemplo: Pergunta: "Qual é uma coisa que aprendeste hoje e uma pergunta que ainda tens?"
Os alunos podem digitar ou submeter respostas rapidamente, proporcionando uma perspetiva sobre a sua compreensão.

2. Quizzes e votos

- **Método:** Use questionários rápidos ou sondagens durante ou após as aulas para verificar a compreensão dos conceitos-chave.
- **Ferramentas:**
 - **Kahoot®** para quizzes divertidos e competitivos.
 - **Mentimeter®** para sondagens ao vivo e questionários interativos.
 - **Socrativo®** para criar questionários em tempo real com feedback imediato.

Exemplo: Depois de uma aula sobre ecossistemas, podes usar o Kahoot para testar o conhecimento dos alunos sobre relações ecológicas num formato de jogo.

3. Pensar-partilhar em pares

- **Método:** Os alunos pensam individualmente numa questão, discutem-na com um parceiro e, finalmente, partilham as suas respostas com a turma.

- **Ferramentas:**
 - **Salas de grupo no Zoom®** ou **salas do Google® Meet** para discussões virtuais de pares.
 - **Jamboard®** ou **Padlet®** para partilhar respostas coletivas de turma.

Exemplo: Depois de introduzir um novo conceito de matemática, peça aos alunos para pensarem em como resolveriam um problema, juntem-se para discutir estratégias e depois partilhem com toda a turma usando o Jamboard®.

4. Mapeamento conceitual

- **Método:** Peça aos alunos para criar mapas visuais para mostrar a sua compreensão das ligações entre ideias.
- **Ferramentas:**
 - **MindMeister®** ou **Coggle®** para criar mapas conceptuais digitais.
 - **Lucidchart®** para mapas mentais mais avançados e diagramação.

Exemplo: Os alunos podem criar um mapa conceptual para visualizar a relação entre os ciclos da água e os ecossistemas, ajudando o professor a avaliar a sua compreensão das interligações.

5. Revisão por pares

- **Método:** Os alunos dão feedback aos colegas sobre trabalhos ou projetos, ajudando-os a refletir sobre o seu trabalho.
- **Ferramentas:**
 - **Google® Docs** ou **Microsoft® Word** para funcionalidades de comentários partilhados.
 - **Peergrade®** para trabalhos estruturados de feedback entre pares.

Exemplo: Depois de escrever um ensaio, os alunos podem trocar trabalhos e fornecer feedback usando a funcionalidade de comentários do Google Docs. Os professores também podem monitorizar os comentários tanto quanto ao conteúdo como à qualidade.

6. Trabalho de um minuto

- **Método:** Peça aos alunos que escrevam a coisa mais importante que aprenderam num minuto ou quaisquer perguntas pendentes.
- **Ferramentas:**
 - **Padlet**® ou **Google**® **Keep** para respostas rápidas e digitais.
 - **Flipgrid** para respostas curtas em vídeo.

Exemplo: Após uma aula sobre alterações climáticas, os alunos dedicam um minuto a escrever as principais conclusões e quaisquer incertezas, ajudando o professor a saber o que rever.

7. Rubricas de autoavaliação

- **Método:** Usando uma rubrica, os alunos podem refletir sobre o seu progresso de aprendizagem.
- **Ferramentas:**
 - **Google Sheets** para rubricas personalizadas e acompanhamento.
 - **Seesaw**® para atividades interativas de autoavaliação, onde os alunos podem anotar o trabalho deles e refletir.

Exemplo: Forneça aos alunos uma rubrica para um projeto de grupo e peça-lhes que avaliem as suas contribuições e áreas de melhoria. Depois, faça uma atividade de reflexão sobre o Seesaw®.

8. Revistas ou blogs digitais

- **Método:** Incentive os alunos a manter um diário ou blogue para refletir sobre a sua aprendizagem, incentivando a metacognição e a avaliação contínua.
- **Ferramentas:**

- **Google® Docs** ou **Microsoft® OneNote** para revistas digitais.
- **Edublogs®** para criar blogs estudantis para reflexões públicas ou privadas.

Exemplo: Após cada aula, os alunos escrevem uma breve reflexão sobre o que aprenderam e quaisquer desafios que enfrentaram. Isto ajuda o professor a acompanhar o seu processo de pensamento ao longo do tempo.

9. Quadros interativos para feedback em tempo real

- **Método:** Use quadros interativos para brainstorming ou colaboração em tempo real. Os professores podem avaliar a compreensão à medida que os alunos contribuem.
- **Ferramentas:**
 - **Miro®** ou **Jamboard®** para colaboração em tempo real e visualização de ideias dos alunos.
 - **Nearpod®** para apresentações interativas onde os alunos podem responder em direto.

Exemplo: Durante uma aula sobre frações, os alunos podem resolver problemas de forma colaborativa num Jamboard® partilhado, permitindo ao professor avaliar estratégias de resolução de problemas.

10. Reflexões de Vídeo e Áudio

- **Método:** Peça aos alunos para gravar vídeos curtos ou notas de voz explicando a sua compreensão de um tema ou respondendo a prompts.
- **Ferramentas:**
 - **Flipgrid®** para reflexões de vídeo dos alunos.
 - **Vocaroo®** ou **Audacity®** para reflexões áudio.

Exemplo: Após uma experiência científica, os alunos gravam um vídeo Flipgrid a explicar as suas descobertas e o que fariam de diferente da próxima vez. Isto permite reflexão e autoavaliação.

13.2 Avaliação de desempenho

A avaliação de desempenho no quadro PBL foca-se na avaliação dos produtos finais ou soluções desenvolvidos pelos estudantes e da sua capacidade de comunicar e defender eficazmente o seu trabalho. O objetivo é medir como os alunos alcançaram os resultados de aprendizagem pretendidos. Os métodos de avaliação de desempenho incluem:

- **Apresentações finais:** Os alunos apresentam as suas soluções de design inspiradas na biomimética a um painel de professores, colegas e possivelmente especialistas externos. Demonstram a sua compreensão dos princípios da biomimética, da eficácia do seu design e das suas implicações em sustentabilidade.
- **Revisões de portefólio:** Avaliação de um portefólio que documenta todo o processo do projeto, incluindo investigação, protótipos, iterações e reflexões. Os portefólios apresentam a evolução das ideias dos alunos e a aplicação dos conceitos de biomimética.
- **Sessões de defesa:** Sessões estruturadas em que os alunos defendem as suas escolhas de design, explicam como os princípios da biomimética orientaram as suas decisões e respondem a perguntas do painel de avaliação.
- **Rubricas de desempenho:** Ferramentas de avaliação baseadas em critérios que orientam os avaliadores na avaliação da qualidade do trabalho e progresso dos alunos, fornecendo feedback específico e acionável. Do ponto de vista da aprendizagem autorregulada, isto inclui avaliar a vontade e a motivação do aluno para se envolver em caminhos e atividades de aprendizagem assumidos por si próprio, definir objetivos, planear e completar tarefas de forma independente.

Assim, para promover uma compreensão e aplicação mais profundas dos princípios da biomimética no design, a avaliação de desempenho no contexto do LET'S MIMIC baseia-se não

só em estratégias PLB que medem o domínio do aluno sobre o conhecimento e competências do conteúdo e avaliam a sua capacidade de aplicar a aprendizagem num contexto autêntico, mas também em métodos de avaliação auto-regulada que consolidam a autoconsciência dos alunos, autoeficácia, assim como a sua capacidade de manter a motivação, gerir o tempo, ser resiliente, etc.

14. Resumo do quadro MIMIC do LET

O quadro LET'S MIMIC, desenvolvido para integrar a PBL com o design de processos de biomimética, representa uma abordagem estruturada para fomentar competências de sustentabilidade entre os alunos de educação e formação profissional (VET). Apresenta a matriz, resumindo o alinhamento entre os passos de Aprendizagem Baseada em Projetos (PBL) e o Processo de Design Biomimético.

14.1 Impacto esperado

Espera-se que a implementação deste quadro traga vários impactos significativos:

- **Melhores resultados de aprendizagem:** Os alunos desenvolverão uma compreensão mais profunda dos princípios da biomimética e da sua aplicação no design, juntamente com competências essenciais em investigação, pensamento crítico e colaboração.
- **Promoção da sustentabilidade:** Os alunos irão contribuir para práticas e inovações sustentáveis que abordem desafios do mundo real, integrando a biomimética no currículo.
- **Desenvolvimento de competências:** Através de projetos práticos e estratégias de avaliação, os alunos adquirirão competências práticas diretamente aplicáveis a futuras carreiras e atividades educativas.
- **Inovação e criatividade:** Incentivar os alunos a explorar soluções biomiméticas fomenta a criatividade e a inovação, preparando-os para enfrentar problemas complexos em áreas diversas.

14.2 Direções futuras

Olhando para o futuro, existem várias vias para o desenvolvimento e melhoria deste enquadramento:

- **Escalonamento e adaptação:** Expandir o quadro para outros contextos e disciplinas educativas para promover uma adoção mais ampla de metodologias de biomimética e PBL.
- **Integração da tecnologia:** Aproveitamento de tecnologias emergentes como inteligência artificial e simulação digital para melhorar as capacidades de design biomimético e as experiências de aprendizagem dos alunos.
- **Melhoria contínua:** Refinar iterativamente o quadro com base no feedback de educadores, estudantes e parceiros da indústria para garantir relevância e eficácia.
- **Investigação e avaliação:** Realização de estudos longitudinais para avaliar o impacto a longo prazo do quadro nos resultados de aprendizagem dos alunos, na preparação para a carreira e nas práticas de sustentabilidade.

O quadro visa manter-se na vanguarda da inovação educativa, evoluindo e adaptando-se continuamente. Através do design biomimético e de práticas sustentáveis, equipa os aprendentes com os conhecimentos, competências e competências necessários para enfrentar desafios globais.

Referências

Alves, P., Morais, C., Miranda, L. (2019). Aprendizagem baseada em projetos num curso profissional de técnico sénior em desenvolvimento de software. Espaço Pedagógico, 26 (2).

Amir Lebdioui. Política de inovação inspirada na natureza: Biomimética como caminho para aproveitar a biodiversidade para o desenvolvimento económico. Economia Ecológica. Volume 202, 2022, 107585, ISSN 0921-8009, <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2022.107585>.

Análise estatística sobre a implementação e desenvolvimento do programa "Green Week" no ano letivo 2022-2023, https://www.edu.ro/sites/default/files/_fi%C8%99iere/Programe/PSV/RAPORT_PSV_2022_2023.pdf

Anton du Plessis, Chris Broeckhoven, Ina Yadroitsava, Igor Yadroitsev, Clive H. Hands, Ravi Kunju, Dhruv Bhate, Beautiful and Functional: A Review of Biomimetic Design in Additive Manufacturing, Additive Manufacturing, Volume 27,2019, ISSN 2214-8604, <https://doi.org/10.1016/j.addma.2019.03.033>.

Bar-Cohen, Y. (2006). Biomimética: Tecnologias Biologicamente Inspiradas. CRC Press.

Bell, S. (2010). Aprendizagem Baseada em Projetos para o Século XXI: Competências para o Futuro. A Casa de Compensação.

Benyus, J. M. (1997). Biomimetismo: Inovação Inspirada pela Natureza. Harper Pereneal.

Bhushan, B. (2009). Biomimética: lições da natureza – uma visão geral. Philosophical Transactions of the Royal Society A: Ciências Matemáticas, Físicas e de Engenharia, 367(1893), 1445-1486.

Biomimética Grécia (2024). Disponível em https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSdsPaqsCd3h6MWYcdZjEbVVFZGroEwGULvGLvc8XXzjo2HRog/viewform?usp=sf_link

Biomimética Nova Inglaterra (2016). As inovações biomiméticas são dificultadas por desafios à implementação, não pela inspiração. Disponível em: <https://www.biomimicryne.org/blog/2016/5/10/biomimetic-innovations-are-hindered-by-their-implementation-not-their-inspiration>

Biomimética para a Humanidade (2024). Disponível em: <https://biomimicryforhumanity.com/>

Blumenfeld, P. C., Soloway, E., Marx, R. W., Krajcik, J. S., Guzdial, M., & Palincsar, A. (1991). Motivar a Aprendizagem Baseada em Projetos: Sustentar o Fazer, Apoiar a Aprendizagem. Psicólogo Educacional.

CEDEFOP (2020). Desenvolvimentos na política de educação e formação profissional em 2015–19 - Grécia. Monitorização e análise do CEDEFOP das políticas de VET. Disponível em: <https://www.cedefop.europa.eu/en/country-reports/developments-vocational-education-and-training-policy-2015-19-greece>

CEDEFOP (2020). Desenvolvimentos na política de educação e formação profissional em 2015–19 - Portugal. Monitorização e análise do CEDEFOP das políticas de VET. Disponível em: <https://www.cedefop.europa.eu/en/publications-and-resources/country-reports/developments-vocational-education-and-training-policy-2015-19-portugal>

CICECO (2023). Materiais Biomiméticos, Biológicos e Vivos. Disponível em: <https://www.ciceco.ua.pt/?tabela=groupdetail&menu=267&language=pt&type=J&page=3>

Comissão Europeia (2022). Educação e formação profissional: Competências para hoje e para o futuro. Disponível em: <https://op.europa.eu/webpub/empl/VET-skills-for-today-and-future/en/index.html>

Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre as Alterações Climáticas (CMNUCC). (2015). O Acordo de Paris.

DECISÃO sobre a aprovação da Estratégia Nacional para a Investigação, Inovação e Especialização Inteligente 2022-2027 - <https://www.mcid.gov.ro/wp-content/uploads/2022/12/strategia-na-ional-de-cercetare-inovare-i-specializare-inteligent-2022-2027.pdf>

DGE (2017). Perfil de Estudantes que Saem da Educação Obrigatória. Disponível em: https://www.dge.mec.pt/sites/default/files/Curriculo/Projeto_Autonomia_e_Flexibilidade/students_profile_en.pdf

DGERT (2024). Quadro Nacional de Qualificações. Disponível em: <https://www.dgert.gov.pt/quadro-nacional-de-qualificacoes>

Eadie Leslie e Ghosh Tushar K. 2011Biomimética em têxteis: passado, presente e potencial. Uma visão geral. J. R. Soc. Interface. <http://doi.org/10.1098/rsif.2010.0487>

Estratégia Nacional para a Investigação e Inovação, Grécia (2024). Disponível em: <https://gsri.gov.gr/en/ncr/NSRI>

Estratégia Nacional para o DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL da Roménia 2030 - <https://www.edu.ro/sites/default/files/Strategia-nationala-pentru-dezvoltarea-durabila-a-Rom%C3%A2niei-2030.pdf>

Fernandes, M.C.S (2011). Biomimetismo como conceito para um barco na Ria de Aveiro. (Dissertação de Mestrado), Universidade de Aveiro. Aveiro, Portugal. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10773/10697>

Grupo de Investigação em Bioadesão e Biomimética (2024). Inovação baseada na natureza. Disponível em: <https://bioadhesion.rd.ciencias.ulisboa.pt/>

Ilieva L, Ursano I, Traista L, Hoffmann B, Dahy H. Biomimética como Metodologia de Design Sustentável - Introdução ao Quadro 'Biomimetismo para a Sustentabilidade'. Biomimética (Basileia). 30 de março de 2022; 7(2):37. <https://doi.org/10.3390/2Fbiomimetics7020037>

IPCA (2013). Estudantes de Design Industrial fizeram ovos voarem numa experiência biomimética. Disponível em: <https://ipca.pt/noticia/estudantes-de-design-industrial-fizeram-voar-ovos-em-experiencia-biomimetica/>

Katiyar, N.K., Goel, G., Hawi, S. et al. Materiais inspirados na natureza: tendências emergentes e perspectivas. NPG Asia Mater (2021), <https://doi.org/10.1038/s41427-021-00322-y>

Kennedy, E. B., & Marting, T. A. (2016). Biomimética: Otimizar a Frente da Inovação para Produtos Ambientalmente Sustentáveis. *Gestão de Investigação e Tecnologia*, 59(4), 40-48.

Kleopatra Alamantariotou & Eirini Matsouki (2021). Biomimética: Como a natureza inspira o design. Disponível em: <https://www.biomimicrygreece.gr/biomimicry-how-nature-inspires-design/>

Krajcik, J. S., & Blumenfeld, P. C. (2006). Aprendizagem Baseada em Projetos. Em R. K. Sawyer (Ed.), *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences*. Cambridge University Press.

Kyriaki Petridou (2017). Biomimética – Aprender com a natureza. Disponível em: <https://tkm.tee.gr/afierwma-tou-mhna/biomimicry-innovation-inspired-by-nature/>

Larisa-Emilia Cheran, Alin Cheran, Michael Thompson. CAPÍTULO 1: Biomimética e Materiais na Medicina. *Materiais Sintéticos Avançados na Ciência da Detecção*, ed. S. Reddy, The Royal Society of Chemistry, 2014, pp. 1-25. <https://doi.org/10.1039/9781849737074-00001>

Larmer, J., & Mergendoller, J. R. (2010). *Sete Essenciais para a Aprendizagem Baseada em Projetos*. Liderança Educacional.

LEI 198 07/04/2023 - Portal Legislativo (just.ro) - <https://legislatie.just.ro/Public/DetaliiDocument/271896>

Lei sobre Educação Pré-Universitária "Roménia Educada" - https://www.edu.ro/sites/default/files/fi%C8%99iere/Minister/2023/proiecte_Legi_Romania_educata_2023/9_martie_2023/Legea_invatamantului_preuniversitar_Romania_Educata_9_03_2023.pdf

Mia Sea (2020). Biomimética para além da engenharia. Disponível em: <https://greekwomeninstem.com/biomimicry-beyond-engineering/>

Muhammed Kamrul Islam, Paul J. Hazell, Juan P. Escobedo, Hongxu Wang. Estratégias de design de armaduras biomiméticas para fabrico aditivo: Uma revisão. *Materiais & Design*, Volume 205, 2021, 109730, ISSN 0264-1275, <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2021.109730>.

Napilay, J. (2023). Explorando a Biomimética: História, Exemplos, Benefícios e Desafios no Design Moderno. Disponível em: <https://bootcamp.uxdesign.cc/exploring-biomimicry-history-examples-benefits-and-challenges-in-modern-design-1c1cf1fdbf40>

O Instituto de Biomimética (2024). A biomimetização é uma prática que aprende e imita as estratégias encontradas na natureza para resolver os desafios do design humano — e encontrar esperança. Disponível em: <https://biomimicry.org/what-is-biomimicry/>

ORDEM sobre a estrutura do ano letivo 2023-2024
https://www.edu.ro/sites/default/files/ fi%C8%99iere/Legislatie/2023/OM_3800_2023_strutura_an_scolar_2023_2024.pdf

Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura (UNESCO). (2017). Educação para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável: Objetivos de Aprendizagem. UNESCO.

Organização Internacional do Trabalho (OIT). (2019). Competências para um Futuro Mais Verde: Uma Perspetiva Global.

Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico (OCDE). (2020). Competências Verdes e Inovação para o Crescimento Inclusivo. OCDE.

Pacto Verde Europeu (2024). Disponível em: https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en

Painel Intergovernamental sobre Alterações Climáticas (IPCC). (2021). Alterações Climáticas 2021: A Base das Ciências Físicas.

Pal, Bodhisattya & Kishore, Aditi. (2024). Biomimética: Aplicar a Sabedoria da Natureza para Transformar a Agricultura. Relatórios Alimentícios e Científicos, 5(2): 1-8.

Relatório de Desenvolvimento Sustentável Grécia (2023). Disponível em: <https://dashboards.sdgindex.org/profiles/greece/indicators>

Soares, M. A. R. (2008). Biomimética e Ecodesign: Desenvolvimento de uma ferramenta criativa para apoiar o design de produtos sustentáveis (Tese de Mestrado). Faculdade de

Ciências e Tecnologia da Nova Universidade de Lisboa. Lisboa, Portugal Disponível em:

<https://run.unl.pt/handle/10362/1529>

Thomas, J. W. (2000). Uma Revisão da Investigação sobre Aprendizagem Baseada em Projetos. Autodesk Foundation.

Verbrugghe, N.; Rubinacci, E.; Khan, A.Z. Biomimética na Arquitetura: Uma Revisão de Definições, Estudos de Caso e Métodos de Design. *Biomimética* 2023, 8, 107. <https://doi.org/10.3390/biomimetics8010107>

Vincent, J. F. V., Bogatyreva, O. A., Pahl, A. K., Bogatyrev, N. R., & Bowyer, A. (2006). Biomimética: é prática e teoria. *Revista da Royal Society Interface*, 3(9), 471-482.

Youn, S.; Ki, M.-R.; Abdelhamid, M.A.A.; Pack, S.-P. Materiais biomiméticos para regeneração de tecidos cutâneos e pele eletrónica. *Biomimética* 2024, 9, 278. <https://doi.org/10.3390/biomimetics9050278>.

