



Biomimicry Design for Sustainability Skills in VET

Biomimicria - Metodologia de design pentru competențe sustenabile în învățământul profesional și tehnic (VET)

KA220-VET-00620D4B

KA220-VET - Parteneriate de cooperare în educația și formarea profesională

D2.1 Biomimicria - Metodologia de design pentru competențe sustenabile în învățământul profesional și tehnic (VET)

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.

Informații despre document	
Referință proiect	2023-1-EL01-KA220-VET-000158477
Livrabil	D2.1 Biomimicria - Metodologia de design pentru competențe sustenabile în învățământul profesional și tehnic (VET)
Nivel de diseminare	Public
Data	14/8/2024
Versiune document	1
Stare	Final
Distribuire	CC-BY-NC-ND
Autori	Stella Regoli, Etudes Et Chantiers Corsica Hariklia Tsalapatas, Universitatea din Tesalia
Evaluatori	Ioana Ștefan, Advanced Technology Systems Ahu Sismek, Liceul Profesional și Tehnic Anatolian Yakacik

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.

CUPRINS

PARTEA A – MATRICEA REZULTATELOR ÎNVĂȚĂRII PENTRU COMPETENȚE DE SUSTENABILITATE ÎN ÎNVĂȚĂMÂNTUL ȘI FORMAREA PROFESIONALĂ (VET)	6
1. INTRODUCERE	7
1.1 ANALIZĂ PRELIMINARĂ.....	8
1.2 SCOPUL ANALIZEI PRELIMINARE	8
1.3 METODOLOGIA ANALIZEI PRELIMINARE	9
2. ANALIZA PRACTICILOR PRIVIND CONSTRUIREA SUSTENABILITĂȚII, BIOMIMICRIEI ȘI COMPETENȚELOR ÎN ÎNVĂȚARE BAZATĂ PE PROBLEME.....	16
2.1 PRACTICI ACTUALE PRIVIND DEZVOLTAREA COMPETENȚELOR ÎN DOMENIUL SUSTENABILITĂȚII CLĂDIRILOR .	16
3.1.1 În Grecia.....	16
3.1.3 În Turcia	25
3.1.4 În Franța.....	28
3.1.5 În Spania	30
3.1.6 În Portugalia	32
<i>Practicile actuale în dezvoltarea competențelor de biomimicrie</i>	<i>33</i>
3.2.1 În Grecia.....	33
3.2.2 În România.....	37
3.2.3 In Turkey	39
3.2.4 În Franța.....	42
3.2.5 În Spania	44
3.2.6 În Portugalia	46
2.2 PRACTICI ACTUALE PENTRU UTILIZAREA ÎNVĂȚĂRII BAZATE PE PROBLEME.	48
3.3.1 În Grecia.....	48
3.3.2 În România.....	50
3.3.3 În Turcia	51
3.3.4 În Franța.....	53
3.3.5 În Spania	55
3.3.6 În Portugalia	56

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.

2.3	PROVOCĂRI ȘI OPORTUNITĂȚI.....	57
3.4.1	În Grecia.....	57
3.4.2	În România.....	60
3.4.3	În Turcia.....	62
3.4.4	În Franța.....	64
3.4.5	În Spania.....	65
3.4.6	În Portugalia.....	66
3.	CHESTIONARE.....	69
3.1	CHESTIONAR PENTRU STUDENȚII DIN SISTEMELE DE ÎNVĂȚĂMÂNT ȘI FORMARE PROFESIONALĂ.....	69
	<i>Partea 1: Informații generale.....</i>	<i>69</i>
	<i>Partea 2: Înțelegerea biomimicriei.....</i>	<i>70</i>
	<i>Partea 3: Evaluarea competențelor.....</i>	<i>73</i>
	<i>Partea 4: Interes și motivație.....</i>	<i>77</i>
	<i>Partea 5: Aplicare practică.....</i>	<i>79</i>
	<i>Partea 6: Feedback.....</i>	<i>80</i>
3.2	CHESTIONAR PENTRU PROFESORII DIN SISTEMELE DE ÎNVĂȚĂMÂNT ȘI FORMARE PROFESIONALĂ (VET).....	82
	<i>Part 1: Partea 1: Informații generale.....</i>	<i>82</i>
	<i>Partea 2: Înțelegerea și aplicarea biomimicriei și a învățării bazate pe probleme (PBL)..</i>	<i>85</i>
	<i>Partea 3: Competențe de predare și integrarea în curriculum.....</i>	<i>88</i>
	<i>Partea 4: Dezvoltare profesională și resurse.....</i>	<i>93</i>
	<i>Partea 5: Feedback și sugestii.....</i>	<i>95</i>
4.	MATRICEA REZULTATELOR ÎNVĂȚĂRII PENTRU COMPETENȚELE DE SUSTENABILITATE LA CURSANTII DIN SISTEMELE DE ÎNVĂȚĂMÂNT ȘI FORMARE PROFESIONALĂ (VET).....	97
5.	CONCLUZIE.....	103
	PARTEA B – CADRU DE ÎNVĂȚARE BAZAT PE PROIECTE PRIN PROIECTAREA PROCESELOR PRIN BIOMIMICRIE.	106
1.	INTRODUCERE.....	107
2.	NECESITATEA ACȚIUNII PENTRU CLIMĂ ȘI DEZVOLTĂRII COMPETENȚELOR VERZI.....	109

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.

3. PREZENTARE GENERALĂ A ÎNVĂȚĂRII BAZATE PE PROIECTE	112
A. 3.1 DEFINIȚIA ÎNVĂȚĂRII BAZATE PE PROIECTE	112
B. 3.2 AVANTAJELE ÎNVĂȚĂRII BAZATE PE PROIECTE	114
C. 3.3 ETAPELE ȘI IMPLEMENTAREA ÎNVĂȚĂRII BAZATE PE PROBLEME	114
D. 3.4 PROVOCĂRI ȘI ASPECTE DE LUAT ÎN CONSIDERARE	115
4. BIOMIMICRIA ȘI IMPORTANȚA SA ÎN DESIGN	115
E. 4.1 DEFINIȚIA BIOMIMICRIEI ȘI PRINCIPALELE SALE ASPECTE	115
F. 4.2 EXEMPLE DE BIOMIMICRIE	116
4.3 ETAPELE ȘI IMPLEMENTAREA BIOMIMICRIEI	118
G. 4.4 AVANTAJELE BIOMIMICRIEI ÎN DESIGN	119
H. 4.5 PROVOCĂRI ȘI ASPECTE DE LUAT ÎN CONSIDERARE	120
5. CADRUL LET'S MIMIC PENTRU INTEGRAREA DESIGNULUI BAZAT PE BIOMIMICRIE ÎN ÎNVĂȚAREA BAZATĂ PE PROIECTE (PBL)	120
I. 5.1 MATRICEA LET'S MIMIC.....	123
J. 5.2 EXEMPLE CARE ILUSTREAZĂ MODUL ÎN CARE FIECARE ETAPĂ A PROCESULUI DE BIOMIMICRIE POATE FI INTEGRATĂ ÎN ÎNVĂȚAREA PRIN PROIECTE (PBL).....	126
6. REZULTATELE ÎNVĂȚĂRII	129
7. STRATEGII DE EVALUARE	130
K. 8.1 EVALUARE FORMATIVĂ.....	131
L. 8.2 EVALUAREA PERFORMANȚEI.....	135
8. REZUMATUL CADRULUI LET'S MIMIC	136
M. 8.1 IMPACT AȘTEPTAT	137
N. 8.2 DIRECȚII VIITOARE	137
BIBLIOGRAFIE	139

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.



PARTEA A – Matricea rezultatelor învățării pentru competențe de sustenabilitate în învățământul și formarea profesională (VET)

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.



1. Introducere

Sistemele de învățământ și formare profesională (VET) pregătesc tinerii pentru dobândirea de cunoștințe, abilitățile și competențele necesare pentru a participa la economia verde și pentru a adopta în mod activ practici sustenabile. Aceasta include atât cunoștințe fundamentale sau specifice domeniului, cât și competențe transversale sau abilități usoare, care ajută individul să exceleze independent de aria subiectului. Printre aceste competențe se numără și competențele verzi, a căror importanță crește continuu în fața provocărilor industriei și societății secolului XXI, legate de schimbările climatice și Obiectivele de Dezvoltare Durabilă ale ONU (UN 2024). UNEP (2011) afirmă că o economie verde urmărește îmbunătățirea bunăstării umane și promovarea echității sociale, minimizând în același timp riscurile de mediu și penuriile ecologice. Realizarea unei astfel de societăți este esențială pentru tranziția către un viitor sustenabil.

Aliniat cu nevoile emergente, proiectul LET'S MIMIC își propune să dezvolte competențe verzi, în special folosind Biomimicria, în rândul studenților VET, pentru a pregăti tineri profesioniști încrezători, cu cunoștințele și competențele necesare în lumea profesională. Biomimicria reprezintă o abordare inovatoare de design care urmărește introducerea de soluții pentru provocări reale, inspirate din procesele naturale și respectând echilibrul ecosistemelor.

Acest document prezintă o analiză a nevoilor privind dezvoltarea competențelor de Biomimicrie și rezolvare de probleme prin învățare inovativă bazată pe probleme (PBL). Studiul se bazează pe cercetări de tip desk privind practicile actuale de dezvoltare a competențelor generale de sustenabilitate și, mai specific, a competențelor în Biomimicrie în țările reprezentate în consorțiu prin partenerii de proiect: Grecia, România, Turcia, Franța, Spania și Portugalia.

În plus, sunt analizate rezultatele cercetării bazate pe chestionare, realizate de către toți partenerii din proiect, privind nevoile și așteptările studenților legate de același subiect. Rezultatele analizei nevoilor sunt sintetizate într-o matrice a rezultatelor învățării pentru competențele de sustenabilitate la cursanții VET. Această matrice are ca scop integrarea competențelor orientate spre sustenabilitate în inițiativele de Invățământ și Formare Profesională, promovând o generație pregătită să contribuie la dezvoltarea durabilă.

1.1 Analiză preliminară

1.2 Scopul analizei preliminare

Analiza preliminară a inclus cercetare de tip desk și două chestionare online (unul pentru cursanții VET și unul pentru profesorii VET).

Cercetarea de tip desk a vizat examinarea situației actuale în VET în Grecia, România, Türkiye, Franța, Spania și Portugalia, în ceea ce privește competențele de sustenabilitate, modul în care acestea sunt dezvoltate și integrate în programele de învățământ, instrumentele utilizate, strategiile naționale asociate, nivelul cunoștințelor de biomimicrie și utilizarea acestora, precum și aplicarea metodei de învățare bazată pe probleme (PBL).

Chestionarul extins pentru cursanții VET a avut ca scop identificarea cunoștințelor lor despre sustenabilitate, mediu și biomimicrie, precum și a interesului lor pentru aceste subiecte.

Chestionarul extins pentru profesorii VET a urmărit să determine locul acordat competențelor de sustenabilitate în programele curente, metodologiile pe care le aplică pentru dezvoltarea acestor competențe, instrumentele și sursele folosite, cunoștințele și implementarea abordării de biomimicrie, dacă și cum aplică metodologia învățării bazate pe probleme.

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.

1.3 Metodologia analizei preliminare

Toți partenerii au realizat cercetări preliminare de tip desk privind practicile actuale legate de dezvoltarea competențelor de sustenabilitate și, mai specific, a competențelor de biomimicrie. Studiul s-a concentrat, de asemenea, pe modul în care PBL este aplicată în prezent în VET. După cum s-a menționat mai sus, cercetarea a fost realizată în Grecia, România, Turcia, Franța, Spania și Portugalia. Studiul s-a axat pe următoarele teme:

Competențe de sustenabilitate	Cum sunt dezvoltate competențele de sustenabilitate și cum sunt acestea integrate în curricula de Învățământ și Formare Profesională în fiecare țară? Ce instrumente sunt utilizate?
	Care este strategia națională pentru dezvoltarea competențelor de sustenabilitate în Învățământul și Formarea Profesională?
Biomimicrie	<p>Se aplică biomimicria în Învățământul și Formarea Profesională? Mai exact:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cum este integrată biomimicria în curricula de Învățământ și Formare Profesională? • Care sunt exemple de cursuri de formare care includ biomimicria?
Învățare Bazată pe Probleme	Se aplică metoda de Învățare Bazată pe Probleme în Învățământul și Formarea Profesională? Care sunt câteva exemple concrete despre modul în care Învățarea Bazată pe Probleme este implementată în cursurile de Învățământ și Formare Profesională?

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.

Tabelul 1. Întrebări pentru cercetarea de tip desk.

La finalizarea analizei de tip desk, partenerii de proiect au aplicat două chestionare online la **201 de cursanți și 126 de profesori din** .

Chestionarul pentru cursanți a inclus întrebările detaliate în tabelul următor:

Selectați tara dumneavoastră	Grecia/Romania/Turcia/Franta/Spania/Portugalia
Informații generale	În ce program educațional sunteți înscris?
	Ați studiat anterior sustenabilitatea mediului, biomimicria sau subiecte conexe, cum ar fi soluții prietenoase cu mediul, designul de produse sustenabile, ingineria sustenabilă, clădirile sustenabile, agricultura sustenabilă etc.?
	Dacă răspunsul la întrebarea de mai sus este „da”, vă rugăm să oferiți o scurtă descriere.
Înțelegerea conceptului de biomimicrie	Ați fost expus anterior conceptului de biomimicrie?
	Dacă răspunsul la întrebarea de mai sus este „da”, vă rugăm să oferiți o scurtă descriere.
	Puteți da un exemplu de soluție de mediu bazată pe biomimicrie? De exemplu: aripile avionului sunt inspirate de păsări; economia circulară este inspirată de ciclul vieții în natură; materialul costumelor de înot ale sportivilor olimpici este inspirat de pielea rechinului; midii inspiră adezivi pentru mediu subacvatic; tălpile anti-alunecare ale pantofilor sunt

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.

	<p>inspirate de pielea șerpilor; mormintele de termite inspiră clădiri cu auto-răcire; iar pădurile inspiră sisteme de filtrare a apei fără chimicale</p>
<p>Evaluarea competențelor</p>	<p>Cum crezi că biomimicria poate contribui la designul sustenabil?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Evaluați nivelul dumneavoastră de competență în următoarele domenii pe o scară de la 1 (fără experiență) la 5 (expert): • Creativitate și inovație. • Rezolvarea problemelor. • Desen tehnic (manual sau proiectare asistată de calculator). • Cercetare științifică. • Colaborare în echipă. <p>Ați lucrat la vreun proiect în care ați aplicat principiile biomimicriei? Dacă da, vă rugăm să descrieți proiectul pe scurt.</p>
<p>Interes și motivație</p>	<p>De ce sunteți interesat de biomimicrie sau de designul de mediu?</p> <p>Ce domenii ale biomimicriei sau designului de mediu vă interesează cel mai mult să le explorați în continuare?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Arhitectura. • Design de produs.

	<ul style="list-style-type: none"> • Știința materialelor. • Robotica. • Cladiri sustenabile. • Orase sustenabile. • Apa curata. • Medicina. • Pezervarea mediului inconjurator. • Protectie impotriva dezastrelor naturale. • Etc...
Aplicare practica	Imaginați-vă că sunteți însărcinat cu proiectarea unui nou produs pentru colectarea apei în zonele aride. Care ar fi primii pași pentru soluția dumneavoastră?
Feedback	Considerați că învățarea despre biomimicrie vă poate îmbunătăți competențele profesionale?
	Ce resurse sau instrumente v-ar ajuta să înțelegeți mai bine și să aplicați biomimicria în proiectele dumneavoastră?

Tabelul 2. Chestionar pentru cursanții din Învățământul și Formarea Profesională.

Chestionarul pentru profesori a inclus întrebările detaliate în tabelul următor:

Selectați țara dumneavoastră	Grecia/România/Turcia/Franța/Spania/Portugalia
Informații generale	Ce discipline predați?
	Câți ani de experiență în predare aveți?

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.

	<p>Ați predat sau ați utilizat anterior concepte legate de sustenabilitatea mediului sau biomimicrie în cursurile dumneavoastră? Dacă răspunsul la întrebarea de mai sus este „da”, vă rugăm să descrieți pe scurt cum.</p>
<p>Înțelegerea și aplicarea biomimicriei și a Învățării Bazate pe Probleme</p>	<p>Definiți biomimicria cu propriile dumneavoastră cuvinte.</p>
	<p>Vă rugăm să menționați orice exemple de sustenabilitate a mediului sau biomimicrie pe care le-ați discutat cu cursantii dumneavoastră.</p>
	<p>Ce rol credeți că joacă biomimicria în designul modern și în educația pentru mediu?</p>
<p>Competențe didactice și integrarea în curriculum</p>	<p>Aplicați Învățarea Bazată pe Probleme ca metodă de predare? Dacă răspunsul este „Da”, vă rugăm să indicați câteva exemple și frecvența utilizării acestei metode.</p>
	<p>Evaluați nivelul de încredere în predarea următoarelor aspecte ale biomimicriei pe o scară de la 1 (nu sunt încrezător) la 5 (foarte încrezător):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Înțelegerea principiilor ecologice. • Aplicarea biomimicriei în proiecte practice de design. • Integrarea biomimicriei cu alte discipline (de exemplu, matematică, științe). • Încurajarea gândirii inovative prin biomimicrie. • Aplicarea Învățării Bazate pe Probleme.

	<p>Ați întâmpinat provocări în integrarea sustenabilității mediului sau a biomimicriei în curriculumul dumneavoastră? Dacă răspunsul la întrebarea de mai sus este „da”, vă rugăm să comentați pe scurt.</p>
<p>Dezvoltare profesională și resurse</p>	<p>Ce tipuri de resurse v-ar ajuta să predați sustenabilitatea mediului sau biomimicria mai eficient? (Selectați toate opțiunile care se aplică):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cărți și articole academice. • Cursuri online sau workshop-uri. • Prelegeri susținute de profesioniști din industrie. • Materiale pentru proiecte practice. • Cazuri sau exemple de soluții de sustenabilitate a mediului sau biomimicrie. • Instrumente software, cum ar fi prezentări digitale, jocuri, simulări etc. • Material audio-vizual, cum ar fi imagini, videoclipuri sau altele. • Schimb de cunoștințe cu alți cadre didactice. • Altele (specificați).
	<p>Ați fi interesat să participați la un program de dezvoltare profesională axat pe biomimicrie?</p>
	<p>Ce subiecte din biomimicrie ați dori să aprofundați în scop didactic?</p>

Feedback și sugestii	Cum crezi că ar putea fi integrată biomimicria mai eficient în procesul de învățare?
	Ai comentarii sau sugestii suplimentare privind predarea biomimicriei în învățământul profesional?

Tabelul 3. Chestionar pentru cadrele didactice din învățământul profesional și formare profesională.

Cele două chestionare au fost traduse și livrate în limbile naționale. Toate răspunsurile au fost colectate și traduse în engleză pentru a putea fi analizate rezultatele. Principalele concluzii ale cercetării de birou și ale chestionarelor sunt prezentate în paragraful următor.

2. Analiza practicilor privind construirea sustenabilității, biomimicriei și competențelor în învățare bazată pe probleme

Rezultatele prezentate mai jos se referă la cercetarea de birou și la chestionarele online, care au fost trimise către următoarele țări: Grecia, România, Turcia, Franța, Spania și Portugalia.

2.1 Practici actuale privind dezvoltarea competențelor în domeniul sustenabilității clădirilor

3.1.1 În Grecia

Cum sunt dezvoltate competențele de sustenabilitate și cum sunt integrate în curricula de învățământ profesional și formare profesională în fiecare țară? Ce instrumente sunt folosite?

Dezvoltarea și integrarea competențelor de sustenabilitate în curricula de învățământ profesional și formare profesională devine tot mai importantă în Grecia. Sunt folosite diverse instrumente și strategii pentru atingerea acestui obiectiv.

În primul rând, Grecia, la fel ca alte state membre ale Uniunii Europene, este ghidată de politici și cadre ale UE care pun accent pe sustenabilitatea în educație. Aceste politici oferă cadrul general pentru integrarea competențelor de sustenabilitate în curricula Învățământului și Formării Profesionale. De exemplu, Pactul Ecologic European (2024) subliniază importanța dezvoltării durabile în toate sectoarele, inclusiv în educație.

În Grecia, mai multe inițiative strategice, cadre de politici și instrumente practice ghidează dezvoltarea competențelor de sustenabilitate și integrarea acestora în curricula de

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.

învățământ profesional și formare profesională. Aceste eforturi asigură că forța de muncă deține competențele necesare pentru a sprijini Obiectivele de Dezvoltare Durabilă ale Națiunilor Unite (2024) și tranziția către o economie verde.

Printre cadrele strategice se numără Strategia Națională pentru Competențe, Grecia, anunțată în contextul Anului European al Competențelor 2023, care urmărește alinierea învățământului profesional la nevoile pieței muncii.

Cadrele strategice includ Strategia Națională pentru Competențe, Grecia. Anunțată în contextul Anului European al Competențelor 2023, strategia urmărește alinierea învățământului profesional și formare profesională la nevoile pieței muncii, punând accent pe competențele de sustenabilitate. Această strategie implică integrarea competențelor de sustenabilitate în curricula VET prin activități sistematice de anticipare și prognoză a competențelor. Strategia este susținută de Legea 4763/2020, prin care se reformează guvernarea învățământului profesional, promovând metode inovatoare de predare și stabilind școli profesionale model și institute de formare experimentală, axate pe sustenabilitate și excelență în educație.

Cadrele de competențe ajută la orientarea dezvoltării curriculumului și a proceselor de recalificare pentru sustenabilitate. Programele de Învățământ și Formare Profesională sunt actualizate pentru a include cadre de competențe care pun accent pe conștientizarea mediului, practici durabile și tehnologii verzi. Aceste cadre ghidează dezvoltarea curriculumului care integrează sustenabilitatea la diferite niveluri educaționale.

Mai multe actualizări au fost realizate în curriculumul specializărilor din Învățământul și Formarea Profesională în acest context. Acestea includ noi profiluri ocupaționale, ghidate de Mecanismul pentru Identificarea Nevoilor Pieței Muncii, adaptate cerințelor economiei verzi și care integrează competențe legate de sustenabilitate (CEDEFOP).

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.

În plus, curriculumul pentru Învățământul și Formarea Profesională este actualizat pentru a include module de competențe verzi, cum ar fi tehnologii pentru energie regenerabilă, agricultură durabilă, gestionarea deșeurilor și conservarea mediului. Aceste module asigură că cursanții dobândesc cunoștințe practice și teoretice relevante pentru dezvoltarea durabilă.

Inovația educațională include, de asemenea, utilizarea platformelor digitale și a învățării online pentru a îmbunătăți implementarea programelor de Învățământ și Formare Profesională, prin conținut digital și resurse dedicate diferitelor aspecte ale sustenabilității și gestionării mediului.

Practicile VET sunt actualizate și prin colaborarea cu industria. Parteneriatele cu afaceri locale și părțile interesate din industrie sunt esențiale pentru integrarea sustenabilității în învățământul profesional și formare profesională. Aceste colaborări oferă oportunități de instruire în contexte reale, stagii și ucenicii axate pe practici și tehnologii durabile.

Formarea cadrelor didactice și dezvoltarea profesională sunt esențiale pentru integrarea eficientă a competențelor de sustenabilitate în curricula VET. Educatorii au nevoie de ateliere, seminarii și cursuri axate pe educația pentru sustenabilitate pentru a fi echipați cu cunoștințele și instrumentele necesare predării eficiente a sustenabilității. Competențele educatorilor sunt actualizate prin programe continue de dezvoltare profesională pentru cadrele didactice și formatorii VET, inclusiv instruirii privind competențele de sustenabilitate și metode inovatoare de predare. Aceste programe asigură că educatorii sunt bine pregătiți pentru a preda și integra sustenabilitatea în curricula lor.

În plus, Ministerul Educației oferă suport tehnic și pedagogic instituțiilor VET, ajutându-le să implementeze eficient curricula și practicile de predare axate pe sustenabilitate.

În plus, instituțiile VET pot servi ca modele de sustenabilitate prin implementarea unor practici prietenoase cu mediul. Acestea pot include măsuri de eficiență energetică, strategii de reducere a deșeurilor și promovarea opțiunilor de transport durabil. Colaborarea cu afaceri, ONG-uri și alte părți interesate poate îmbogăți, de asemenea, curricula VET cu exemple din

lumea reală și experiențe practice legate de sustenabilitate. Parteneriatele cu industria, de exemplu, pot oferi cursanților oportunități de stagii axate pe practici durabile.

Incorporarea metodologiilor de învățare bazată pe probleme și a educației experiențiale în curricula VET permite cursanților să se implice direct în provocările și soluțiile legate de sustenabilitate. De exemplu, proiectele practice legate de energie regenerabilă, gestionarea deșeurilor sau agricultură durabilă pot aprofunda înțelegerea principiilor sustenabilității de către cursanți.

În final, instrumentele digitale și platformele de e-learning pot fi utilizate pentru a oferi conținut axat pe sustenabilitate cursanților VET. Modulele online, simulările interactive și laboratoarele virtuale pot îmbunătăți experiențele de învățare și pot ajunge la un public mai larg.

În ceea ce privește instrumentele utilizate, Mecanismul pentru Identificarea Nevoilor Pieței Muncii furnizează date și informații despre tendințele pieței muncii și necesitățile de competențe, ajutând la alinierea programelor VET cu competențele de sustenabilitate (CEDEFOP, 2023). În plus, Cadru Național al Calificărilor (NQF) sprijină clasificarea și certificarea calificărilor, asigurând că competențele de sustenabilitate sunt recunoscute și standardizate în cadrul programelor VET.

În rezumat, Grecia dezvoltă și integrează activ competențele de sustenabilitate în curricula VET prin inițiative strategice de politică, actualizări de curriculum, instrumente educaționale și colaborări cu industria. Aceste eforturi sunt susținute de instrumente și cadre solide, concepute pentru a pregăti forța de muncă pentru provocările dezvoltării durabile.

Care este strategia națională pentru dezvoltarea competențelor de sustenabilitate în învățământul profesional și formare profesională?

Ministerul Educației, Cercetării și Afacerilor Religioase din Grecia supraveghează politicile și reformele în educație. Deși nu există neapărat o strategie națională dedicată exclusiv competențelor de sustenabilitate în învățământul profesional și formare profesională, principiile de sustenabilitate sunt integrate probabil în inițiative educaționale mai ample. Această integrare poate avea loc prin revizuirile curriculumului, programe de formare pentru

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.

cadrele didactice, parteneriate cu părți interesate și implementarea practicilor durabile în cadrul instituțiilor educaționale.

Ca și alte țări, Grecia aliniază strategiile sale educaționale la politicile și cadrele mai largi ale Uniunii Europene, punând accent pe sustenabilitate la toate nivelurile educației. Uniunea Europeană are mai multe inițiative și strategii legate de sustenabilitatea în educație, pe care statele membre, precum Grecia, sunt așteptate să le încorporeze în agendele lor naționale. O astfel de inițiativă este European Green Deal, un plan cuprinzător pentru susținerea economiei UE, care acoperă diverse sectoare, inclusiv educația, concentrându-se pe integrarea principiilor de sustenabilitate în toate aspectele politicilor și practicilor.

O altă inițiativă semnificativă este Agenda Europeană pentru Competențe, care își propune să asigure că oamenii dezvoltă competențele necesare pentru tranzițiile verde și digitală, precum și pentru recuperarea după pandemia COVID-19. Aceasta pune accent pe perfecționarea și recalificarea profesională, inclusiv în învățământul profesional și formare profesională, pentru a răspunde cerințelor unei economii durabile.

În plus, UE lucrează la crearea unui Spațiu European al Educației până în 2025. Această inițiativă include promovarea valorilor comune, încurajarea educației incluzive și dezvoltarea competențelor digitale și verzi în rândul cursanților. Ea oferă un cadru în cadrul căruia statele membre își pot dezvolta strategiile naționale de educație.

Grecia a implementat o strategie națională cuprinzătoare pentru dezvoltarea competențelor de sustenabilitate, aliniată la obiectivele europene mai largi și la Obiectivele de Dezvoltare Durabilă. Această strategie face parte din Strategia Națională pentru Competențe, anunțată în cadrul Anului European al Competențelor 2023, care se concentrează pe anticiparea și abordarea nevoilor pieței muncii prin programe îmbunătățite de educație și formare. Aspectele cheie ale acestei strategii includ anticiparea și prognoza competențelor, ghidate de Mecanismul pentru Identificarea Nevoilor Pieței Muncii, care ajută la proiectarea programelor relevante de învățământ profesional și formare profesională și informează dezvoltarea de noi curricula și profiluri ocupaționale pentru a corespunde cerințelor pieței.

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.

În plus, abordarea Greciei privind dezvoltarea competențelor este strâns legată de angajamentul său față de Obiectivele de Dezvoltare Durabilă. Raportul național privind dezvoltarea durabilă al țării (2023) urmărește progresul pe diferiți indicatori, asigurând că inițiativele educaționale contribuie la dezvoltarea durabilă, inclusiv în domeniile energiei curate, consumului responsabil și acțiunilor climatice.

Pe de altă parte, conform Legii 4763/2020, reformele recente în guvernarea învățământului profesional și formare profesională pun accent pe metode inovatoare de predare și pe înființarea școlilor profesionale model. Aceste reforme au ca scop sporirea atractivității VET și a capacității sale de a răspunde cerințelor pieței muncii, promovând astfel competențe care susțin sustenabilitatea și tranziția către economia verde.

Strategia națională din Grecia implică participarea activă a părților interesate, respectiv a partenerilor sociali, inclusiv angajatori, sindicate și instituții educaționale. Aceasta asigură că competențele dezvoltate sunt relevante și că există cerere pentru ele. Această abordare colaborativă contribuie la actualizarea și îmbunătățirea continuă a programelor de învățământ profesional și formare profesională, pentru a răspunde nevoilor în schimbare ale economiei..

În final, învățarea pe tot parcursul vieții și perfecționarea continuă asigură că forța de muncă rămâne adaptabilă și capabilă să facă față noilor provocări, în special în domeniile sustenabilității și transformării digitale.

Ceea ce precede demonstrează că strategia națională a Greciei pentru dezvoltarea competențelor de sustenabilitate este o abordare complexă care integrează politici, educație și colaborare cu părțile interesate pentru a construi o forță de muncă calificată, capabilă să susțină Obiectivele de Dezvoltare Durabilă (CEDEFOP, 2020) (Sustainable Development Report 2023).

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.

3.1.2 În România

Cum sunt dezvoltate competențele de sustenabilitate și cum sunt integrate în curricula de învățământ profesional și formare profesională în fiecare țară? Ce instrumente sunt folosite?

În România, învățământul profesional și formarea profesională acoperă atât învățământul liceal, cât și cel postliceal și fac parte integrantă din sistemul preuniversitar de educație. În general, acestea sunt responsabilitatea Ministerului Educației Naționale (MEN) și a Centrului Național pentru Dezvoltarea Învățământului Profesional și Tehnic.

Cu toate acestea, învățământul profesional și formarea profesională se află la o răscruce între politicile educaționale, sociale, economice și cele privind piața muncii. Drept urmare, actorii din aceste sectoare sunt conectați în mod diferit la procesul decizional și la stabilirea curriculumului.

Cadrul instituțional al învățământului profesional și formării profesionale în România este foarte fragmentat, iar mai multe organizații îndeplinesc funcții esențiale. Funcțiile specifice și esențiale ale sistemului de învățământ profesional și formare profesională sunt îndeplinite, pe lângă Ministerul Educației Naționale (MEN), de patru organizații diferite.

De asemenea, cinci unități din cadrul MEN realizează diverse sarcini în cadrul sistemului de învățământ general, cele mai importante fiind în domeniul învățământului profesional și formării profesionale. În ansamblu, funcțiile multiple ale acestui sistem sunt îndeplinite de personal din nouă organizații diferite la nivel central.

În ceea ce privește curricula, trei profiluri principale pentru învățământul profesional și formare profesională sunt definite în cadrul Metodologiei Naționale de Organizare și Funcționare a Învățământului Profesional (NMOFVE): tehnic, resurse naturale și protecția mediului și servicii, cu un total de 17 niveluri de calificare de bază. Curricula corespunzătoare calificărilor din învățământul profesional și formare profesională este elaborată pe baza Standardelor de Pregătire Profesională (PTS) pentru calificările profesionale de nivel 3 și 4 din Cadrul Național al Calificărilor și a Strategiei Naționale pentru Dezvoltare Durabilă în România,

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.

2030, care pun accent pe Educația pentru Dezvoltare Durabilă (ESD) ca parte integrantă a curriculumului școlar.

Standardul de Pregătire Profesională este cel mai important document de reglementare în proiectarea curriculumului pentru învățământul profesional și formare profesională. Acesta a fost dezvoltat pe baza standardelor ocupaționale în vigoare. Aceste standarde constituie baza evaluării certificării și sunt aliniate celor opt domenii de competențe critice definite de Cadrul European de Referință pentru Competențe Cheie pentru Învățarea pe Tot Parcursul Vieții. Standardele sunt formulate în termeni de cunoștințe, abilități și atitudini specifice, integrate în unitățile de competențe generale și tehnice specializate și dezvoltate/îmbunătățite în contexte de formare profesională.

În România, Educația pentru Dezvoltare Durabilă (ESD) își propune să stimuleze conștientizarea mediului, să schimbe atitudinile și să reducă impactul activităților umane. Prin programele ESD, cursantii dobândesc cunoștințele și competențele esențiale pentru a promova dezvoltarea durabilă, concentrându-se pe mai multe domenii-cheie. Un aspect important este dezvoltarea holistică, care pune accent pe creșterea echilibrată a indivizilor în dimensiunile cognitivă, emoțională, fizică, spirituală și socială. Această abordare îi pregătește pe cursanti să facă față unei lumi în continuă schimbare, asigurându-se că sunt bine pregătiți și rezilienți în fața provocărilor. În plus, ESD promovează o abordare echilibrată a dezvoltării competențelor, ajutând cursantii să-și identifice nevoile de învățare și să stabilească priorități educaționale care permit trasee de învățare flexibile.

Spiritul de reflecție reprezintă un alt element esențial, deoarece încurajează cursantii să se angajeze în autoevaluare și gândire critică. Acest lucru favorizează o înțelegere mai profundă a propriei persoane și a mediului înconjurător, constituind o bază pentru progresul personal. În plus, ESD insuflă o mentalitate de depășire a limitărilor personale, motivând cursantii să exploreze diverse căi educaționale, sociale și profesionale, luând decizii informate și împingându-și limitele. ESD include, de asemenea, abordări prospective care încurajează o atitudine proactivă față de anticiparea provocărilor viitoare și dezvoltarea de soluții inovatoare. Împreună cu reziliența, care îi învață pe cursanti să persevereze în fața

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.

dificultăților, aceste aspecte le oferă cursanților capacitatea de a înfrunța obstacolele cu autonomie și determinare.

Din perspectiva dinamicii sociale, Educația pentru Dezvoltare Durabilă pune accent pe incluziune și colaborare. Se concentrează pe comunicare respectuoasă, înțelegerea diverselor medii și asigurarea faptului că toți cursanții pot să se dezvolte și să-și atingă potențialul. Curricula subliniază, de asemenea, importanța sustenabilității și a grijii față de mediu, învățând cursanții gestionarea responsabilă a resurselor naturale și contribuția la practici durabile. În plus, Educația pentru Dezvoltare Durabilă promovează cetățenia activă, încurajând cursanții să participe la luarea deciziilor în comunitate și cultivând un spirit de solidaritate și cooperare pentru un viitor mai bun. În final, se pune accent pe etică și responsabilitate, promovând integritatea și comportamentul responsabil în toate aspectele vieții. Aceste componente echipează cursanții cu competențele și atitudinile necesare pentru un trai durabil și participarea activă în comunitate.

Subiecte precum schimbările climatice, mediul și dezvoltarea durabilă sunt abordate în întreaga curricula de bază, vizând profiluri specifice de învățământ profesional și formare profesională, cum ar fi tehnician ecolog, protecția calității mediului, tehnician agro-montan, hidrometeorolog, medic veterinar etc., în cadrul unor discipline precum energie și viață, chimie și viață, substanțe în natură, sănătatea omului și mediul etc.

Prin urmare, problema de interes privind Educația pentru Dezvoltare Durabilă și dobândirea competențelor verzi este abordată în diferitele componente ale curriculumului școlar pe discipline: competențe specifice, activități de învățare, conținuturi etc.

Care este strategia națională pentru dezvoltarea competențelor de sustenabilitate în învățământul profesional și formare profesională?

Este important de menționat că România nu are o strategie națională care să vizeze explicit dezvoltarea competențelor în sectorul învățământului profesional și formare profesională. Cu toate acestea, există referințe legate de învățământul profesional și formare profesională în Legea Națională a Educației Preuniversitare (2023), Planul Național de Redresare și Reziliență, Standardele de Pregătire Profesională pentru calificările profesionale de nivel 3 și 4 din Cadrul

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.

Național al Calificărilor (PTS) și Strategia Națională pentru Dezvoltare Durabilă în România, 2030. Toate aceste referințe au ca scop îmbunătățirea calității și echității în educație, aliniindu-se cu viziunea ambițioasă prezentată în raportul „România Educată”.

În ceea ce privește competențele verzi identificate specific pentru învățământul profesional și formare profesională, nu există o legislație strictă care să se aplice doar acestui sector. Inițiativele sunt legate de întregul sistem educațional. Educația pentru Dezvoltare Durabilă face parte integrantă din curriculum în România. Aceasta urmărește dezvoltarea competențelor care ajută cursantii să reflecteze asupra acțiunilor lor, luând în considerare impactul acestora în prezent și viitor, implicațiile sociale, precum și impactul cultural, economic și de mediu. Disciplinele care abordează Educația pentru Dezvoltare Durabilă, inclusiv în învățământul profesional și formare profesională, sunt integrate de la grădiniță până la învățământul postliceal și universitar.

3.1.3 În Turcia

Cum sunt dezvoltate competențele de sustenabilitate și cum sunt integrate în curricula de învățământ profesional și formare profesională în fiecare țară? Ce instrumente sunt utilizate?

În Turcia, diverse inițiative strategice și actualizări ale curriculumului sprijină integrarea competențelor de sustenabilitate în curricula de învățământ profesional și formare profesională, având ca scop creșterea conștientizării mediului și dezvoltarea competențelor cursanților.

Una dintre strategiile cheie este modernizarea curriculumului, care a inclus actualizări semnificative pentru a integra competențele de sustenabilitate în programele existente. Această modernizare presupune introducerea competențelor verzi în curricula și dezvoltarea de noi oferte educaționale care abordează provocările de mediu și de sustenabilitate. În plus, accentul pe educația bazată pe competențe asigură definirea clară a rezultatelor învățării,

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.

permițând cursanților să dobândească abilități esențiale relevante pentru sustenabilitate, contribuind astfel la dezvoltarea lor profesională și personală.

Integrarea sustenabilității în curricula de învățământ profesional și formare profesională este facilitată și de proiecte precum inițiativa „Competențe Verzi în Învățământul Profesional”, care urmărește îmbunătățirea calității și conștientizării educației pentru competențe verzi, în special în sectoare precum construcțiile și lucrările electrice, prin identificarea celor mai bune practici și încorporarea lor în cadrele educaționale. De asemenea, Fondul Social European (ESF) joacă un rol esențial în susținerea acestor inițiative, contribuind la crearea structurilor de calificare și a standardelor profesionale care includ sustenabilitatea ca element central al programelor de învățământ profesional și formare profesională.

Pentru a asigura predarea eficientă a competențelor de sustenabilitate, Turcia investește în dezvoltarea profesională continuă a profesorilor și formatorilor din învățământul profesional și formare profesională, prin programe și ateliere de instruire specializate. Aceste programe se concentrează pe integrarea competențelor verzi în procesul de predare, echipând educatorii cu instrumentele necesare pentru a cultiva conștientizarea sustenabilității în rândul cursanților.

Diferite instrumente sunt utilizate pentru a îmbunătăți experiența educațională. Programele modulare de învățământ sunt concepute pentru a fi flexibile, permițând integrarea adaptivă a temelor de sustenabilitate în funcție de cerințele în continuă schimbare ale pieței muncii. În plus, programe specifice de instruire pentru dezvoltarea competențelor digitale și verzi sunt dezvoltate împreună cu părțile interesate din industrie pentru a asigura relevanța și actualitatea acestora.

În final, au fost stabilite mecanisme pentru validarea învățării anterioare, pentru a recunoaște și certifica competențele existente legate de sustenabilitate. Această abordare promovează incluziunea în cadrul sistemului de învățământ profesional și formare profesională și susține

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.

învățarea pe tot parcursul vieții, aliniind în cele din urmă educația profesională și de formare profesională din Turcia la nevoile unei economii durabile și verzi. Aceste eforturi combinate ilustrează angajamentul Turciei de a integra competențele de sustenabilitate în cadrul său de învățământ profesional și formare profesională.

Care este strategia națională pentru dezvoltarea competențelor de sustenabilitate în învățământul profesional și formare profesională?

Strategia națională a Turciei pentru dezvoltarea competențelor de sustenabilitate în învățământul profesional și formare profesională se concentrează pe integrarea competențelor verzi în curriculum, prin inițiative precum proiectul „Competențe Verzi în Învățământul Profesional”. Acest proiect urmărește să crească conștientizarea competențelor verzi în rândul formatorilor, factorilor de decizie și cursanților, și să îmbunătățească calitatea educației în acest domeniu. Inițiativa vizează, de asemenea, extinderea oportunităților de angajare în domeniul verzi, contribuind la o economie mai durabilă și la îmbunătățirea perspectivelor de angajare pentru absolvenții de învățământ profesional și formare profesională (CEIPES ETS) (CEDEFOP).

În plus, Turcia aliniază curriculumul de învățământ profesional și formare profesională cu Strategia mai largă a UE 2020, care pune accent pe protecția mediului și dezvoltarea durabilă. Strategia include realizarea de interviuri și chestionare cu formatori și factori de decizie din învățământul profesional și formare profesională pentru a identifica cele mai bune practici și a le încorpora în curricula meseriilor specifice, cum ar fi electricienii și constructorii. Scopul este ca absolvenții să fie bine pregătiți pentru cerințele unei economii verzi (CEDEFOP).

Aceste eforturi fac parte dintr-o agendă națională mai amplă de modernizare a învățământului profesional și formare profesională, în concordanță cu nevoile economiei și societății, promovând o legătură între educație, piața muncii și obiectivele de sustenabilitate (CEDEFOP).

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.

3.1.4 În Franța

Cum sunt dezvoltate competențele de sustenabilitate și cum sunt integrate în curricula de învățământ profesional și formare profesională în fiecare țară? Ce instrumente sunt utilizate?

În Franța, integrarea competențelor de sustenabilitate în curricula de învățământ profesional și formare profesională se realizează printr-o abordare cuprinzătoare și multifacetată. O strategie principală este integrarea în curriculum, prin care conceptele de sustenabilitate sunt încorporate în diferite discipline din cadrul programelor de învățământ profesional și formare profesională. Module specifice axate pe educația de mediu, dezvoltarea durabilă și practicile ecologice asigură faptul că cursantii beneficiază de o educație completă în domeniul sustenabilității, promovând o înțelegere holistică a subiectului.

Ministerul Educației Naționale a dezvoltat, de asemenea, cadre de competențe care conturează abilitățile și cunoștințele specifice legate de sustenabilitate. Aceste cadre îi ghidează pe cadrele didactice în proiectarea și livrarea cursurilor care se aliniază obiectivelor naționale de sustenabilitate, așa cum este detaliat în raportul Eurydice „Învățarea pentru sustenabilitate în Europa”, care analizează includerea competențelor de sustenabilitate în curricula europeană, pe baza cadrului European GreenComp. Certificările profesionale sunt esențiale pentru echiparea cursanților cu abilități specializate pentru cariere în industrii durabile. Programele de învățământ profesional și formare profesională oferă certificări în practici de construcții verzi, tehnologii pentru energie regenerabilă și agricultură durabilă, asigurând că absolvenții au expertiza pentru a prospera în aceste domenii.

Învățarea bazată pe probleme (PBL) este o altă metodă eficientă pentru predarea competențelor de sustenabilitate. Cursantii dezvoltă gândirea critică și abilitățile practice necesare pentru a aborda provocările de mediu, implicându-se în proiecte reale care necesită aplicarea practicilor sustenabile.

Colaborarea cu industriile, organizațiile non-guvernamentale (ONG-uri) și comunitățile locale îmbunătățește experiența practică a cursanților. Aceste parteneriate ajută la reducerea decalajului dintre cunoștințele teoretice și aplicarea lor în situații reale. La nivel european,

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.

inițiative precum GRETA (Greening Responses to Excellence through Thematic Actions) sprijină în continuare verdele în învățământul profesional și formare profesională, prin identificarea competențelor specifice necesare pentru tranziția verde, actualizarea curriculumului și promovarea conștientizării mediului în rândul cursanților. Eforturile strategice ale Franței în învățământul profesional și formare profesională vizează echiparea cursanților cu cunoștințele, abilitățile și mentalitățile esențiale pentru a contribui la un viitor sustenabil din punct de vedere ecologic.

Care este strategia națională pentru dezvoltarea competențelor de sustenabilitate în învățământul profesional și formare profesională?

În Franța, strategia națională pentru dezvoltarea competențelor de sustenabilitate în învățământul profesional și formare profesională este conturată de mai multe politici și inițiative cheie, în principal Strategia Națională pentru Tranziția Ecologică către Dezvoltare Durabilă (SNTEDD). Lansată de guvernul francez, această strategie acoperă perioada 2015–2020 și stabilește un cadru pentru acțiuni coordonate în diverse sectoare pentru a facilita tranziția ecologică. Un obiectiv central al SNTEDD este integrarea principiilor ecologice la toate nivelurile educației, inclusiv în învățământul profesional și formare profesională, punând accent pe rolul educației în cultivarea unei culturi a sustenabilității mediului.

Legea privind Tranziția Energetică pentru Creștere Verde (2015) sprijină, de asemenea, integrarea competențelor de sustenabilitate prin încurajarea instituțiilor de învățământ să includă concepte legate de creșterea verde și tranziția energetică în programele lor. Această lege aliniază eforturile educaționale cu obiectivele naționale de reducere a emisiilor de carbon și promovare a energiei regenerabile. În plus, cadrul politic al Educației pentru Dezvoltare Durabilă (ESD) conturează obiective specifice pentru integrarea principiilor dezvoltării durabile în educație, inclusiv ghiduri clare pentru instituțiile de învățământ profesional și formare profesională pentru a asigura că sustenabilitatea este un aspect fundamental al formării profesionale.

Reformele recente ale curriculumului național au consolidat, de asemenea, accentul pe sustenabilitate prin actualizarea conținutului cursurilor, introducerea de noi discipline legate de sustenabilitate și promovarea metodelor de predare interdisciplinare. Guvernul francez

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.

oferă resurse și formare pentru profesorii din învățământul profesional și formare profesională pentru a sprijini cadrele didactice, facilitând programe de dezvoltare profesională și ateliere care îmbunătățesc înțelegerea acestora asupra practicilor de sustenabilitate și strategiilor pedagogice.

Strategia națională a Franței urmărește să formeze o forță de muncă bine pregătită în domeniul sustenabilității, capabilă să contribuie la tranziția ecologică a țării și la atingerea obiectivelor de dezvoltare durabilă. Acest lucru se realizează prin integrarea cuprinzătoare în curriculum, politici de sprijin și implicarea colaborativă a părților interesate din diverse sectoare.

3.1.5 În Spania

Cum sunt dezvoltate competențele de sustenabilitate și cum sunt integrate în curricula de învățământ profesional și formare profesională în fiecare țară? Ce instrumente sunt utilizate?

Spania a adoptat mai multe politici și cadre legislative pentru a integra sustenabilitatea ca aspect fundamental al curriculumului de învățământ profesional și formare profesională. Aceste eforturi se aliniază obiectivelor de sustenabilitate ale Uniunii Europene și Obiectivelor de Dezvoltare Durabilă (ODD) ale Națiunilor Unite. Unul dintre actele legislative cheie este Legea Organică pentru Îmbunătățirea Calității Educației (LOMCE), care subliniază importanța educației de mediu și a dezvoltării durabile în cadrul curriculumului școlar, extinzându-și influența și asupra programelor de învățământ profesional și formare profesională. Completând aceasta, Strategia Spaniolă pentru Dezvoltare Durabilă (EEDS) exprimă angajamentul națiunii față de sustenabilitate și integrează aceste principii în politicile educaționale.

Integrarea sustenabilității în curricula de învățământ profesional și formare profesională se reflectă în proiectarea programelor educaționale, care se concentrează tot mai mult pe învățarea bazată pe competențe. Această abordare pune accent pe competențe legate de sustenabilitate, cum ar fi conștientizarea mediului, gestionarea resurselor și practicile

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.

durabile. În plus, sustenabilitatea este adesea tratată ca un temă transversală, asigurând că toate cursurile din învățământul profesional și formare profesională includ dezvoltarea durabilă, indiferent de focusul lor specific. Multe programe oferă cursuri sau module dedicate sustenabilității, acoperind subiecte precum știința mediului, tehnologii pentru energie regenerabilă și agricultură durabilă. De asemenea, formarea în competențe verzi, inclusiv eficiența energetică, managementul deșeurilor și practici de construcții durabile, este frecvent inclusă în curricula de învățământ profesional și formare profesională.

Integrarea competențelor de sustenabilitate în curricula de învățământ profesional și formare profesională din Spania este cuprinzătoare, implicând sprijin politic, proiectarea curriculumului, formarea profesorilor, parteneriate, instruire practică și evaluare riguroasă. Această abordare holistică asigură că cursantii dobândesc cunoștințele și abilitățile necesare pentru a contribui eficient la dezvoltarea durabilă în carierele lor viitoare.

Care este strategia națională pentru dezvoltarea competențelor de sustenabilitate în învățământul profesional și formare profesională?

Strategia națională a Spaniei pentru dezvoltarea competențelor de sustenabilitate în învățământul profesional și formare profesională este concepută pentru a se alinia cu obiectivele mai largi de sustenabilitate la nivel european și global, cum ar fi Obiectivele de Dezvoltare Durabilă ale Națiunilor Unite și Pactul Verde European. Această strategie multifacetată cuprinde diverse elemente, inclusiv inițiative de politică publică, integrarea în curriculum, parteneriate și evaluare continuă.

Strategia Spaniolă pentru Dezvoltare Durabilă (EEDS) este centrală pentru această strategie, conturând angajamentul Spaniei față de sustenabilitate în multiple sectoare, inclusiv educația. Această strategie oferă un cadru cuprinzător pentru integrarea practicilor sustenabile în programele de învățământ profesional și formare profesională. Planul Național pentru Formare Profesională include, de asemenea, prevederi specifice pentru integrarea competențelor verzi și a competențelor de sustenabilitate în sistemul de învățământ profesional și formare profesională.

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.

În plus, Legea Organică pentru Îmbunătățirea Calității Educației (LOMCE) joacă un rol crucial prin impunerea includerii educației de mediu și a dezvoltării durabile în curricula educațională, influențând astfel în mod semnificativ programele de învățământ profesional și formare profesională. Aceste inițiative creează o abordare coerentă pentru îmbunătățirea educației pentru sustenabilitate în cadrul formării profesionale din Spania..

3.1.6 În Portugalia

Cum sunt dezvoltate competențele de sustenabilitate și cum sunt integrate în curricula de învățământ profesional și formare profesională în fiecare țară? Ce instrumente sunt utilizate?

Sistemul Național al Calificărilor (NQF) din Portugalia delimitează opt niveluri de calificare bazate pe domeniile „cunoștințe, abilități și atitudini”, aliniindu-se cu Cadrul European al Calificărilor (EQF) pentru a facilita compararea calificărilor naționale între statele membre ale UE. Deși EQF nu clasifică în mod explicit competențele verzi, acesta subliniază importanța abilităților și cunoștințelor legate de sustenabilitate în diverse contexte educaționale. Fiecare nivel este caracterizat prin descriptori care prezintă rezultatele așteptate ale învățării, care includ conștientizarea mediului și înțelegerea problemelor ecologice sau cuprind cunoștințe despre dinamica sistemelor ecologice și implicațiile activităților umane asupra mediului.

În plus, competențele de gestionare a resurselor se concentrează pe utilizarea eficientă a resurselor naturale, gestionarea deșeurilor, conservarea energiei și practicile de consum sustenabil. Sistemul Național al Calificărilor subliniază, de asemenea, dezvoltarea durabilă, care include înțelegerea dimensiunilor sale economice, sociale și de mediu și aplicarea acestor principii în situații de luare a deciziilor și de rezolvare a problemelor. În plus, tehnologiile și practicile verzi integrează cunoștințe legate de tehnologii prietenoase cu mediul, sisteme de energie regenerabilă, procese eco-eficiente și practici de construcții verzi. În ansamblu, Sistemul Național al Calificărilor servește drept instrumentul principal pentru definirea competențelor în educație, asigurând că principiile sustenabilității sunt integrate eficient în cadrul educațional al Portugaliei.

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.

Care este strategia națională pentru dezvoltarea competențelor de sustenabilitate în învățământul profesional și formare profesională?

Deși Portugalia nu are o strategie națională axată în mod specific pe dezvoltarea competențelor pentru sectorul de învățământ profesional și formare profesională, aceasta are o Strategie Națională pentru Educație pentru Dezvoltare, care a fost în vigoare între 2018 și 2022 și a vizat toate nivelurile de educație. Documentul este aliniat cu Obiectivele de Dezvoltare Durabilă ale Națiunilor Unite, pentru a consolida integrarea educației pentru dezvoltare și formarea actorilor educaționali la diferitele niveluri de educație, predare și formare, de la învățământul preșcolar până la învățământul superior (Caeiro, 2022).

În același timp, Strategia Națională pentru Educația Cetățenească (ENEC) este implementată în Portugalia din 2017 în școlile publice și private care fac parte din „Proiectul pentru Autonomie și Flexibilitate Curriculară”, pentru a contribui la formarea indivizilor ca cetățeni participativi, inițiind parcursul exercitării cetățeniei de-a lungul vieții. Strategia stabilește, de asemenea, „profilul cursanților care părăsesc învățământul obligatoriu” și un document cu „competențe esențiale”, care listează cunoștințele, abilitățile și atitudinile ce trebuie dezvoltate de toți cursanții, conducând la dezvoltarea competențelor ca parte a unui proces de promovare a autonomiei și flexibilității curriculare. Domeniile de competențe prezentate nu corespund unor arii curriculare specifice, ci implică dezvoltarea mai multor alfabetizări, care stau la baza învățării. Competențele prezentate includ bunăstarea, sănătatea și mediul, sensibilitatea estetică și artistică, creșterea personală și autonomia, relațiile interpersonale, cunoștințele științifice, tehnice și tehnologice, raționamentul și rezolvarea problemelor.

Practicile actuale în dezvoltarea competențelor de biomimicrie

3.2.1 În Grecia

Se aplică biomimicria în învățământul profesional și formare profesională? Cum este integrată biomimicria în curricula de învățământ profesional și formare profesională? Care sunt câteva exemple de formare care include biomimicria?

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.

Conceptul de biomimicrie a atras atenția la nivel mondial ca sursă de inovație și soluții durabile în diverse discipline. Biomimicria este aplicată în învățământul profesional și formare profesională în Grecia, deși integrarea sa este încă în stadii incipiente și nu este încă răspândită pe scară largă. Sistemul grec de învățământ profesional și formare profesională, reglementat de Ministerul Educației, a trecut prin reforme semnificative odată cu introducerea Legii 4763/2020, care vizează modernizarea învățământului profesional și formare profesională și alinierea acestuia la nevoile pieței muncii prin promovarea metodelor de predare inovatoare și excelenței prin școli profesionale model (EPAL) și institute experimentale de formare profesională (IEK). Principiile biomimicriei au început să influențeze diverse programe educaționale, inclusiv în învățământul profesional și formare profesională. Integrarea principiilor biomimicriei în învățare se concentrează pe consolidarea educației STEM și a rezolvării creative a problemelor prin soluții inspirate din natură. Aceste eforturi fac parte dintr-un demers mai larg de a revoluționa educația prin aplicarea principiilor biomimicriei pentru a încuraja gândirea sustenabilă și inovația în rândul cursanților.

Integrarea biomimicriei în curricula de învățământ profesional și formare profesională în Grecia ar putea implica mai multe abordări. O abordare este integrarea modulelor interdisciplinare. Principiile biomimicriei ar putea fi incluse în cursurile existente de învățământ profesional și formare profesională din domeniile inginerie, design, arhitectură și sustenabilitate. De exemplu, lecții despre modul în care animalele și plantele inspiră designul ingineresc sau procesele de producție sustenabile ar putea fi incluse în cursurile relevante.

O altă abordare este oferirea de cursuri de formare specializate. Instituțiile de învățământ profesional și formare profesională ar putea oferi cursuri sau ateliere dedicate în mod specific biomimicriei. Aceste cursuri ar putea acoperi subiecte precum design biomimetic, inovație inspirată de natură și tehnologii sustenabile inspirate de natură.

În plus, învățarea bazată pe probleme ar putea fi o metodă-cheie pentru integrarea biomimicriei în curricula de învățământ profesional și formare profesională. Cursanții ar putea participa la experiențe de învățare practice în care aplică principiile biomimicriei pentru a rezolva probleme reale. De exemplu, cursanții din domeniul construcțiilor ar putea explora

modul în care structurile de termite inspiră proiecte de clădiri eficiente energetic, în timp ce cei din agricultură ar putea studia ecosisteme naturale pentru practici agricole sustenabile.

Se aplică biomimicria în industrie? Care sunt exemplele, cazurile sau bunele practici?

Deși datele detaliate privind amploarea aplicării biomimicriei în industriile din Grecia nu sunt pe deplin disponibile, principiile biomimicriei sunt tot mai recunoscute și utilizate în diverse sectoare, inclusiv agricultură, design de produs și tehnologie, așa cum se întâmplă în multe alte părți ale lumii.

Centrul de Cercetare Biomimicrie Grecia (2024) este o organizație care urmărește să imite modele și sisteme naturale. Centrul își propune să reproducă modele și sisteme naturale pentru a rezolva probleme complexe ale omului prin soluții inovatoare inspirate de natură. Proiectele lor acoperă multiple discipline, inclusiv sănătate, arhitectură și design sustenabil. Biomimicry for Humanity (2024), o organizație soră, se concentrează pe inspirarea liderilor să integreze strategiile naturii în designul uman pentru o lume mai sustenabilă. Organizația subliniază geopolitica etică și practicile de design responsabil, aliniindu-se cu obiectivele globale de sustenabilitate. Aceste organizații lucrează pentru a integra principiile biomimicriei în industria greacă, promovând inovația care respectă sustenabilitatea mediului și eficiența.

Cu ecosistemele sale diverse și biodiversitatea bogată, agricultura greacă are oportunități semnificative de a aplica principiile biomimicriei. De exemplu, fermierii ar putea să se inspire din sisteme naturale, precum pădurile și zonele umede, pentru a concepe practici agricole agroecologice care să îmbunătățească fertilitatea solului, conservarea apei și protecția biodiversității.

Imitarea structurii și funcției rădăcinilor plantelor sau a comportamentelor animalelor ar putea conduce la sisteme agricole mai rezistente și sustenabile. Industriile grecești implicate în design de produs și producție ar putea valorifica biomimicria pentru a dezvolta produse inovatoare și sustenabile. De exemplu, companiile ar putea studia microstructura frunzelor de lotus pentru a crea suprafețe auto-curățabile sau să exploreze aerodinamica penelor de păsări pentru a proiecta turbine eoliene mai eficiente. Prin emularea strategiilor naturii pentru

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.

eficiență, durabilitate și optimizarea resurselor, industriile grecești pot dezvolta produse cu impact minim asupra mediului și performanță crescută.

Biomimicria poate inspira, de asemenea, inovații tehnologice în diverse sectoare din Grecia. În domeniul energiei regenerabile, de exemplu, cercetătorii ar putea studia sisteme naturale precum fotosinteza sau modelele de zbor ale păsărilor pentru a îmbunătăți eficiența panourilor solare sau a sistemelor eoliene. În industria construcțiilor, abordările biomimetice în proiectarea clădirilor ar putea conduce la structuri mai eficiente energetic, rezistente la stresurile mediului și adaptabile la condițiile climatice în schimbare.

Care sunt unele politici sau inițiative guvernamentale legate de biomimicrie??

Guvernul Greciei a făcut mai mulți pași pentru a promova biomimicria prin diverse politici și inițiative, reflectând un angajament față de sustenabilitate și practici inovatoare.

Un domeniu relevant în care biomimicria s-ar putea intersecta cu politicile guvernamentale este finanțarea cercetării și inovării. Guvernul grec poate oferi oportunități de finanțare pentru proiecte de cercetare și inovare care explorează aplicațiile biomimicriei. Granturi, subvenții sau stimulente pot fi disponibile pentru companii, instituții de cercetare și startup-uri implicate în cercetarea și dezvoltarea bazată pe biomimicrie. Politicile de protecție a mediului și de conservare a biodiversității pot, de asemenea, încuraja adoptarea principiilor biomimicriei în industrii precum agricultura, arhitectura și producția. Prin promovarea practicilor sustenabile care imită ecosistemele naturale, guvernul poate sprijini eforturile de reducere a degradării mediului și de conservare a biodiversității.

Mai exact, Strategia Națională pentru Cercetare și Inovare (NSRI, 2024) subliniază dezvoltarea durabilă și tehnologiile verzi. Biomimicria este evidențiată ca un domeniu strategic, promovând utilizarea soluțiilor inspirate din natură pentru a aborda provocările de mediu și pentru a stimula creșterea economică. În plus, Planul Național pentru Energie și Climă (NECP, 2024) stabilește obiective ambițioase pentru reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră, creșterea utilizării energiei regenerabile și îmbunătățirea eficienței energetice. Acesta încurajează adoptarea tehnologiilor inovatoare, inclusiv biomimicria, pentru a atinge aceste

obiective. Planul sprijină cercetarea și dezvoltarea (R&D) în practici sustenabile și soluții bazate pe natură.

Pe de altă parte, inițiativele guvernamentale în educație și dezvoltarea competențelor pot include integrarea conceptelor de biomimicrie în programele educaționale la diferite niveluri. Prin integrarea biomimicriei în programele școlare și universitare, guvernul promovează o cultură a inovării și sustenabilității în rândul viitoarelor generații de profesioniști. Aceasta include integrarea conceptelor de biomimicrie în programele STEM, sprijinirea proiectelor de cercetare și dezvoltarea parteneriatelor între instituțiile de învățământ și industrie.

În plus, guvernul facilitează colaborarea între actorii din industrie, instituțiile de cercetare și mediul academic pentru a promova cercetarea în domeniul biomimicriei, schimbul de cunoștințe și transferul de tehnologie. Parteneriatele public-private sau clusterelor de inovare axate pe inovarea sustenabilă ar putea sprijini dezvoltarea și comercializarea tehnologiilor și produselor biomimicrice.

3.2.2 În România

Se aplică biomimicria în Învățământ Profesional și Formare? Cum este integrată biomimicria în curricula Învățământ Profesional și Formare? Care sunt câteva exemple de formare care include biomimicria??

În România, conceptul de biomimicrie nu face încă parte din nicio curricula, nici măcar pentru Învățământ Profesional și Formare. Cu toate acestea, sunt aplicate în curricula discipline care reflectă importanța naturii, modul în care cursanții pot învăța din natură și concepte relevante pentru biomimicrie.

În plus, în România, a fost înființat un program național numit „Săptămâna Verde” pentru anul școlar 2022-2023, care se concentrează pe discipline ce aplică noțiuni care pot fi asociate cu conceptul de biomimicrie, cum ar fi biodiversitatea, energia verde, pădurile și viața terestră, apa și viața sub apă etc. Programul este organizat în baza prevederilor raportului „Educația privind schimbările climatice și mediul în școli durabile”, elaborat de grupul de lucru la nivelul Administrației Prezidențiale pentru Strategia Națională privind Educația pentru Mediu și

Schimbările Climatice 2023-2030 și a Strategiei Naționale pentru Dezvoltarea Durabilă a României 2030.

Programul „Săptămâna Verde” durează cinci zile lucrătoare consecutive pe parcursul anului școlar. Acesta se desfășoară pe baza unui plan, la decizia fiecărei unități de învățământ, conform prevederilor ordinului Ministrului Educației privind structura anului școlar, valabil în anul școlar respectiv.

Se aplică biomimicria în industrie? Care sunt câteva exemple, cazuri sau bune practici?

Comaniile românești nu au explorat și dezvoltat biomimicria ca un concept independent și nu există rapoarte cunoscute privind utilizarea sa.

Cu toate acestea, subiecte precum eficiența energetică și materialele sustenabile, serele, casele inteligente, construcțiile și biodiversitatea urbană inspirate din natură, Arhitectura Bionică Experimentală și mobilierul inspirat din natură sunt din ce în ce mai analizate și aplicate de mediul de afaceri care activează în domeniul construcțiilor.

În România, mai multe proiecte inovatoare axate pe sustenabilitate și eficiență energetică evidențiază angajamentul țării de a reduce impactul asupra mediului, inspirându-se în același timp din soluțiile ingenioase ale naturii. Un proiect remarcabil este Green House din Timișoara, care utilizează sisteme avansate pentru captarea și stocarea energiei solare, iluminatul și ventilația naturale, adaptându-se perfect la mediul său. În mod similar, Clădirea Inteligentă din București se inspiră din structurile organice ale plantelor, integrându-se armonios în peisajul urban, optimizând în același timp eficiența energetică și utilizarea resurselor.

Un alt proiect semnificativ este complexul Sol Residence, recunoscut ca prima stradă prosumator din România și Europa Centrală și de Est, care a introdus, de asemenea, în 2022, Modulul Zero Energie, conceput pentru a respecta standardele de sustenabilitate până în 2050. În plus, Ubikubi, o companie românească de design, creează mobilier și decorațiuni inspirate din natură, inclusiv lampa „Slash”, care imită forme organice regăsite în stânci și lemn. În cele din urmă, brandul de lux Malvensky produce bijuterii inspirate de elemente naturale, cu designuri care reflectă formele florilor, frunzelor și alte forme organice. Aceste

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.

proiecte reprezintă o tendință în creștere de integrare a sustenabilității în design și arhitectură în România.

Care sunt politicile sau inițiativele guvernamentale legate de biomimicrie?

Până în prezent, nu există inițiative sau măsuri naționale care să se concentreze în mod specific pe biomimicrie.

Cu toate acestea, Strategia Națională pentru Cercetare, Inovare și Specializare Inteligentă 2022 – 2027 vizează și sectoarele bioeconomiei și biodiversității, punând accent pe măsuri care încurajează producția durabilă, o bioeconomie circulară, creșterea contribuției agriculturii la neutralitatea climatică și reziliență, precum și modele inovatoare de guvernare care promovează sustenabilitatea și reziliența.

3.2.3 In Turkey

Se aplică biomimicria în Învățământ Profesional și Formare? Cum este integrată biomimicria în curricula Învățământ Profesional și Formare? Care sunt câteva exemple de formare care include biomimicria?

Biomimicria este aplicată în instituțiile de Învățământ Profesional și Formare din Turcia. Aceasta este integrată în curricula Învățământ Profesional și Formare în principal prin inițiativele de educație STEM (Știință, Tehnologie, Inginerie și Matematică), concentrându-se pe intersecția dintre științele naturii și practicile ingineresti. Biomimicria este inclusă în curricula Învățământ Profesional și Formare ca parte a activităților mai largi de educație STEM. Aceste activități pun adesea accent pe relația dintre structură și funcție în organismele naturale și modul în care aceste principii pot inspira soluții ingineresti și de design. De exemplu, cursantii sunt implicați în proiecte care imită structuri biologice pentru a rezolva probleme umane, ajutându-i să înțeleagă și să aplice principiile biomimicriei în contexte practice (Home) (MDPI).

Cursurile de formare care încorporează biomimicria îmbunătățesc curricula Învățământ Profesional și Formare prin oferirea de experiențe practice, care leagă teoria de aplicațiile din lumea reală. Un exemplu remarcabil este un curs opțional de Educație Ecologică pentru

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.

cursantii de clasa a VIII-a, în cadrul căruia aceștia proiectează vehicule ecologice inspirate de mișcarea și anatomia insectelor precum lăcustele și gândacii. Acest curs implică cursantii pe parcursul mai multor ore de clasă, utilizând procesul de design inginerescă pentru a aborda provocări de mediu, cum ar fi poluarea aerului, prin biomimicrie.

De asemenea, atelierele interdisciplinare STEM desfășurate în licee și universități implică cursantii în activități practice care explorează atât abordările de sus în jos, cât și cele de jos în sus în biomimicrie. Aceste ateliere ajută cursantii să dezvolte vocabular tehnic și să își îmbunătățească înțelegerea interdisciplinară și abilitățile de design. Aceste inițiative stimulează creativitatea, inovația și conștientizarea importanței sustenabilității în rândul cursantilor, integrând eficient biomimicria în experiențele lor educaționale.

Aceste exemple evidențiază modul în care biomimicria îmbogățește curricula Învățământ Profesional și Formare, oferindu-le cursantilor experiențe practice, care leagă cunoștințele teoretice de aplicațiile din lumea reală. Integrarea biomimicriei nu doar stimulează creativitatea și inovația, ci promovează și sustenabilitatea și conștientizarea mediului în rândul cursantilor.

Se aplică biomimicria în industrie? Care sunt exemplele, cazurile sau bunele practici?

Biomimicria devine tot mai prezentă în diverse industrii din Turcia, în special în arhitectură, inginerie și design. În arhitectură, formele și procesele naturale influențează proiectarea sistemelor eficiente din punct de vedere energetic. De exemplu, Aeroportul Istanbul încorporează sisteme de ventilație și iluminat inspirate de fluxul natural de aer și lumina soarelui, sporind eficiența energetică. În știința materialelor, companiile cercetează inovații inspirate de natură, cum ar fi suprafețele auto-curățante modelate după frunzele de lotus, care sunt luate în considerare pentru utilizare în construcții și textile.

În sectorul energetic, Universitatea Kadir Has explorează sisteme eficiente energetic inspirate din ecosistemele naturale, inclusiv turbine eoliene care imită structurile aripilor păsărilor pentru a îmbunătăți eficiența și a reduce zgomotul. Proiectele de management al apei din Istanbul aplică biomimicria prin imitarea sistemelor naturale de filtrare, precum zonele

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.

umede, pentru a promova sustenabilitatea. În agricultură, fermierii turci adoptă tehnici de permacultură, care se inspiră din ecosistemele naturale pentru a crește biodiversitatea și sustenabilitatea. În plus, biomimicria influențează designul produselor, dezvoltându-se unelte ergonomice și ambalaje care minimizează deșeurile, reflectând eficiența naturii. Aceste inițiative evidențiază accentul crescând al Turciei pe practici sustenabile și inovatoare prin biomimicry.

Care sunt politicile sau inițiativele guvernamentale legate de biomimicrie?

Guvernul turc recunoaște tot mai mult potențialul biomimicriei de a promova sustenabilitatea și inovația, deși politicile etichetate explicit ca „biomimicrie” nu sunt încă răspândite. Inițiativele din cadrul Politicii Naționale pentru Știință și Tehnologie, sprijinite de Ministerul Industriei și Tehnologiei, încurajează cercetarea și dezvoltarea în tehnologii sustenabile care se aliniază principiilor biomimicriei. Aceste programe oferă finanțare pentru inovații inspirate din natură în domeniul materialelor și proceselor. Inițiativele guvernamentale susținute pentru sustenabilitate și economia verde încorporează, de asemenea, strategii biomimicrice pentru a îmbunătăți eficiența energetică și gestionarea resurselor. Universități precum Kadir Has și Middle East Technical University joacă un rol crucial în avansarea cercetării biomimicriei, colaborând adesea cu organisme guvernamentale pentru a promova educația și inovația în acest domeniu.

Sprijinul pentru startup-uri și IMM-uri reflectă, de asemenea, angajamentul guvernului de a încuraja soluții ecologice și biomimicrice, oferind granturi și asistență companiilor axate pe sustenabilitate. În plus, participarea Turciei la inițiativele de mediu ale UE contribuie la integrarea practicilor biomimicrice în politicile naționale. Campaniile de conștientizare publică adaugă un alt nivel de sprijin, promovând valoarea soluțiilor inspirate din natură și încurajând industriile să exploreze biomimicria ca instrument pentru creștere sustenabilă. În ansamblu, aceste eforturi evidențiază interesul tot mai mare al guvernului turc pentru biomimicrie ca forță motrice pentru inovație și sustenabilitate în diverse sectoare.

3.2.4 În Franța

Se aplică biomimicria în Învățământ Profesional și Formare? Cum este integrată biomimicria în curricula Învățământ Profesional și Formare? Care sunt câteva exemple de formare care include biomimicria?

Biomimicria devine tot mai mult o componentă esențială a curricula Învățământ Profesional și Formare în Franța, în special în programele axate pe științele mediului, inginerie și design. Această integrare ia diferite forme, începând cu includerea unor module de curs dedicate biomimicriei. Aceste module îi introduc pe cursanți în conceptele fundamentale, principiile și aplicațiile biomimicriei în diferite domenii. În plus, proiectele interdisciplinare includ adesea biomimicria ca temă centrală, permițând cursanților din diverse specializări să colaboreze pentru a rezolva probleme reale folosind soluții inspirate din natură. Această abordare colaborativă le aprofundează înțelegerea despre modul în care biomimicria poate fi aplicată practic.

Biomimicria devine tot mai mult o componentă esențială a curricula Învățământ Profesional și Formare în Franța, în special în programele axate pe științele mediului, inginerie și design. Această integrare ia diferite forme, începând cu includerea unor module de curs dedicate biomimicriei. Aceste module îi introduc pe cursanți în conceptele fundamentale, principiile și aplicațiile biomimicriei în diferite domenii. În plus, proiectele interdisciplinare includ adesea biomimicria ca temă centrală, permițând cursanților din diverse specializări să colaboreze pentru a rezolva probleme reale folosind soluții inspirate din natură. Această abordare colaborativă le aprofundează înțelegerea despre modul în care biomimicria poate fi aplicată practic.

Se aplică biomimicria în industrie? Care sunt exemplele, cazurile sau bunele practici?

În Franța, integrarea biomimicriei în diverse industrii stimulează dezvoltarea unor produse și practici mai eficiente și mai sustenabile. În designul de produse, companiile utilizează tot mai mult principiile biomimicriei pentru a-și îmbunătăți ofertele. Un exemplu remarcabil este compania Festo, care folosește biomimicria pentru a proiecta sisteme robotice care reproduc

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.

mișcarea animalelor. Această abordare conduce la mașini mai eficiente și le face mai versatile în diverse aplicații.

Sectorul agricol adoptă, de asemenea, biomimicria, aplicând principiile acesteia pentru a cultiva practici agricole sustenabile. De exemplu, unele ferme implementează rotația culturilor și tehnici de policultură inspirate din ecosistemele naturale. Aceste metode îmbunătățesc sănătatea solului și promovează biodiversitatea, rezultând sisteme agricole mai rezistente.

În arhitectură și urbanism, biomimicria este utilizată pentru a crea clădiri eficiente din punct de vedere energetic, care folosesc sisteme naturale de ventilație și răcire. Un exemplu de referință este Cité du Vin din Bordeaux, proiectată pe principii biomimicrice pentru a optimiza iluminatul natural și controlul temperaturii. Această abordare inovatoare sporește sustenabilitatea clădirii și creează un mediu mai confortabil pentru ocupanți. Prin aceste aplicații diverse, biomimicria reprezintă un instrument valoros pentru promovarea sustenabilității în multiple sectoare din Franța.

Care sunt politicile sau inițiativele guvernamentale legate de biomimicrie?

Diverse programe naționale de cercetare, inițiative de sustenabilitate și politici educaționale sprijină dezvoltarea biomimicriei. Guvernul francez finanțează activ programe de cercetare axate pe biomimicrie, în principal prin agenții precum Centrul Național pentru Cercetare Științifică (CNRS) și Agenția Franceză pentru Mediu și Managementul Energiei (ADEME). Aceste inițiative sunt concepute pentru a sprijini proiectele care explorează aplicațiile potențiale ale biomimicriei în diverse industrii, încurajând inovația și practicile sustenabile.

Mai mult, biomimicria este evidențiată ca o componentă critică a inițiativelor mai largi de sustenabilitate, inclusiv Strategia Națională pentru Tranziția Ecologică. Această strategie promovează adoptarea tehnologiilor inovatoare inspirate din natură, având ca scop stimularea progresului ecologic și promovarea dezvoltării durabile în cadrul țării.

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.

Pe plan educațional, Ministerul Educației Naționale joacă un rol esențial în integrarea biomimicrii în curricula școlară. Acesta oferă ghiduri și finanțare pentru programe pilot care încorporează concepte biomimicrice și formare pentru profesori, pentru a le îmbunătăți capacitatea de a preda aceste principii. Prin aceste eforturi concertate, Franța poziționează biomimicria ca un aspect fundamental al angajamentului său față de sustenabilitate și inovație, promovând o cultură care apreciază soluțiile inspirate din natură în multiple sectoare.

3.2.5 În Spania

Se aplică biomimicria în Învățământ Profesional și Formare? Cum este integrată biomimicria în curricula Învățământ Profesional și Formare? Care sunt câteva exemple de formare care include biomimicria?

Principiile biomimicrii sunt tot mai mult integrate în curricula Învățământ Profesional și Formare, îmbogățind experiența educațională și promovând o înțelegere mai profundă a designului sustenabil. O abordare esențială este integrarea biomimicrii în modulele existente de știință și tehnologie. În aceste cursuri, cursantii explorează sistemele naturale și funcționalitățile lor, învățând cum pot fi aplicate aceste principii pentru a dezvolta soluții inovatoare și sustenabile pentru diverse provocări.

În plus, unele programe de Învățământ și Formare Profesională oferă module specializate care se concentrează în întregime pe biomimicrie. Aceste cursuri aprofundează conceptele, aplicațiile și metodologiile asociate designului biomimicric, permițând cursanților să exploreze subiectul în detaliu. Prin oferirea unui spațiu dedicat biomimicrii, instituțiile educaționale echipează cursanții cu abilitățile și cunoștințele necesare pentru a gândi critic și creativ despre modul în care natura poate inspira soluții în domeniile lor respective.

O abordare interdisciplinară este adesea utilizată în predarea biomimicrii, unde cursantii se implică în proiecte interdisciplinare care îmbină cunoștințe din biologie, inginerie, design și științe ale mediului. Acest mediu colaborativ încurajează cursantii din diverse domenii vocaționale să lucreze împreună, promovând munca în echipă și lărgindu-le perspectivele asupra rezolvării problemelor.

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.

În plus, curricula de Învățământ și Formare Profesională include frecvent studii de caz privind aplicații de succes ale biomimicrii, prezentând exemple din lumea reală, cum ar fi designul Velcro, inspirat de cârligele burselor, sau proiecte de clădiri eficiente energetic care imită sistemele naturale de ventilație. Studiind aceste studii de caz, cursantii obțin perspective valoroase despre modul în care biomimicria poate conduce la produse și soluții inovatoare, consolidând relevanța și aplicabilitatea principiilor învățate. Prin aceste abordări variate, integrarea biomimicrii în educația de Învățământ și Formare Profesională sporește implicarea cursantilor și îi pregătește să contribuie la inovația sustenabilă în carierele lor viitoare.

Se aplică biomimicria în industrie? Care sunt exemplele, cazurile sau bunele practici?

Biomimicria este aplicată în diverse industrii din Spania, în special în arhitectură, gestionarea apei și energie regenerabilă. Arhitecții spanioli integrează designuri inspirate din natură în clădiri sustenabile. Un exemplu remarcabil este Metropol Parasol din Sevilla, care se inspiră din forme naturale precum copacii și ciupercile pentru a crea o structură din lemn care oferă umbră și ventilație naturală, contribuind la reducerea consumului de energie în spațiile publice. În domeniul gestionării apei, Centro Tecnológico del Agua (CETAQUA) utilizează principiile biomimicrii pentru a dezvolta sisteme sustenabile de filtrare și reciclare a apei care imită procesele naturale.

Spania utilizează, de asemenea, strategii biomimicrice în domeniul energiei regenerabile. Cercetătorii de la Tecnalia, un centru spaniol de cercetare și dezvoltare de top, studiază designul turbinelor eoliene inspirat de structura aripilor păsărilor pentru a îmbunătăți eficiența energetică și a reduce zgomotul. În plus, mai multe startup-uri spaniole aplică biomimicria în designul de produse, în special pentru dezvoltarea ambalajelor ecologice și a soluțiilor de reducere a deșeurilor. Aceste exemple demonstrează modul în care biomimicria devine o parte integrantă a inovației sustenabile în sectoarele industriale din Spania.

Care sunt politicile sau inițiativele guvernamentale legate de biomimicrie?

Spania explorează activ biomimicria pentru a promova sustenabilitatea în diverse sectoare, guvernul, instituțiile educaționale și organizațiile private jucând roluri semnificative. Deși nu

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.

există politici etichetate explicit ca „biomimicrie”, cadrele de sustenabilitate și inovație sunt aliniate principiilor acestora. Instituții spaniole precum Biomimicry Iberia sunt dedicate promovării inovației biomimicrice prin cercetare, educație și colaborare cu rețele internaționale. Aceasta include proiecte în domenii precum arhitectura, ingineria și designul, concentrându-se pe soluții inspirate din natură pentru provocările de mediu.

În plus, mai multe universități spaniole integrează biomimicria în programele lor de cercetare și academice, promovând colaborări cu guvernul pentru a susține inovația inspirată din natură. Aceasta include cercetarea în design sustenabil și programe educaționale care implică studenți și profesioniști. Startup-urile și companiile beneficiază, de asemenea, de sprijin guvernamental atunci când încorporează soluții ecologice și biomimicrice în ofertele lor, în special ca parte a inițiativelor mai largi de economie verde aliniate la standardele UE.

3.2.6 În Portugalia

Se aplică biomimicria în Învățământ și Formare Profesională? Cum este integrată biomimicria în curricula Învățământ și Formare Profesională? Care sunt câteva exemple de formare care include biomimicria?

In Portugal, biomimicry is not yet part of the VET curriculum. However, the subject is becoming more common in the school system, with organised lectures and training programmes. În Portugalia, biomimicria nu face încă parte din curricula de Învățământ și Formare Profesională. Totuși, subiectul devine tot mai prezent în sistemul școlar, prin prelegeri organizate și programe de formare. În 2019, un curs pe termen scurt a fost organizat de Centrul de Formare „Ciência Viva”, fiind destinat profesorilor din învățământul primar și secundar. Obiectivul principal a fost desfășurarea de activități experimentale aplicabile diferitelor niveluri de educație, concentrându-se pe studiul structurilor biologice și funcțiilor acestora pentru a construi orașe mai sustenabile în viitor. În același an, prezentarea „Bionica și Biomimicria: Natura ca instrument pentru inovația tehnologică” a fost susținută și în învățământul superior, ca parte a programului de Master în Design Industrial și de Produs la Universitatea din Porto. În învățământul superior, pe de altă parte, biomimicria devine tot mai prezentă în diferite domenii educaționale. Universitatea din Évora oferă un curs „Design, Sustenabilitate și

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.

Biomimicrie” în cadrul programului de Master în Design. La Universitatea Beira Interior, programul de Design Vestimentar include un curs despre „Design Vestimentar Sustenabil Biomimetic”. Instituto Superior Técnico, Școala de Inginerie și Tehnologie a Universității din Lisabona, are un curs de „Biomimicrie” în cadrul programului de Master în Inginerie Biomedicală. În domeniul sănătății, există un curs postuniversitar în medicină dentară intitulat „Reabilitare Orală Avansată Biomimetică” la CESPU.

Se aplică biomimicria în industrie? Care sunt exemplele, cazurile sau bunele practici?

Până în prezent, biomimicria nu a fost explorată și dezvoltată de companiile portugheze și nu există rapoarte cunoscute privind utilizarea sa. Au fost prezentate doar studii de cercetare privind aplicarea biomimicriei. La Universitatea din Aveiro, CICECO, un grup de cercetare care vizează avansarea cunoștințelor și dezvoltarea materialelor, produselor și tehnologiilor eficiente pentru sănătate, se concentrează pe producerea și aplicarea materialelor biomimetice, biologice și vii pentru îmbunătățirea sănătății umane. Facultatea de Științe a Universității din Lisabona a creat, în 2018, „Grupul de Cercetare Bioaderență și Biomimicrie”, care consolidează potențialul științific și economic al cercetării bazate pe biomimicrie, contribuind la dezvoltarea unor noi adevizi inspirați din natură pentru aplicații biomedicale și biotehnologice.

În 2013, studenții la Design Industrial de la IPCA – Institutul Politehnic Cávado și Ave au participat la un experiment de biomimicrie intitulat „Egg Drop”(Oul cazut). Proiectul a avut ca scop promovarea dezvoltării de concepte inovatoare pentru protejarea fizică a unui obiect delicat de cădere. Studenții trebuiau să proiecteze această structură și să își creeze prototipurile folosind doar materiale simple, de uz zilnic.

În plus, la nivel de cercetare, există câteva lucrări de masterat care prezintă exemple reale de produse ce ar putea fi dezvoltate în țară folosind biomimicria, cum ar fi „Biomimicria ca concept pentru o barcă în Ria de Aveiro”, care propune crearea unei bărci biomimetice inovatoare pentru zonele de bălăceală din delta Aveiro (Fernandes, 2011); sau lucrarea „Biomimicrie și Ecodesign: Dezvoltarea unui instrument creativ pentru sprijinirea proiectării produselor sustenabile”, care propune dezvoltarea unui site web intitulat „BIODESIGNER”,

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.

menit să ajute designerii în ceea ce privește cerințele tot mai mari de dobândire a cunoștințelor în domeniul mediului, aplicând biomimicria (Soares, 2008).

Care sunt politicile sau inițiativele guvernamentale legate de biomimicrie?

Până în prezent, nu există inițiative sau măsuri naționale axate în mod specific pe biomimicrie. Totuși, Planul de Acțiune pentru Bioeconomie Sustenabilă – Orizont 2025, aprobat în 2021 de Consiliul de Miniștri, include măsuri pentru a încuraja producția sustenabilă și utilizarea inteligentă a resurselor biologice locale, pentru a promova cercetarea și inovația, pentru a crește gradul de conștientizare asupra importanței acestei tranziții și pentru a genera cunoștințe și recunoaștere în acest domeniu. Deși măsurile care se concentrează pe biomimicrie nu sunt descrise explicit, conceptul acesteia este prezentat.

2.2 Practici actuale pentru utilizarea învățării bazate pe probleme.

3.3.1 În Grecia

Aplicarea Învățării Bazate pe Probleme în Învățământul și Formarea Profesională: cum se implementează?

Învățarea bazată pe probleme este o abordare educațională recunoscută și utilizată pe scară largă la nivel mondial, inclusiv în contexte de Învățământ și Formare Profesională. În Grecia, instituțiile de Învățământ și Formare Profesională integrează învățarea bazată pe probleme în cursurile lor pentru a oferi cursanților experiențe practice și dezvoltarea competențelor aplicabile. Curricula este concepută să includă probleme din viața reală pe care cursanții trebuie să le rezolve. Aceste probleme sunt de obicei complexe, interdisciplinare și relevante pentru contexte profesionale. Adesea, învățarea bazată pe probleme este susținută de medii de învățare online, în timp ce colaborarea între colegi este încurajată, oferind multiple beneficii educaționale. Învățarea bazată pe probleme facilitează transferul cunoștințelor în situații reale, dezvoltă gândirea critică, abilitățile de rezolvare a problemelor și competențele de colaborare, pregătind mai bine cursanții pentru piața muncii. De asemenea, creează legături cu industria, deoarece lucrând la probleme reale, cursanții dobândesc experiență

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.

practică și perspective aplicabile direct în carierele lor viitoare. Totuși, învățarea bazată pe probleme poate necesita resurse considerabile, inclusiv cadre didactice specializate, parteneriate cu industria și acces la probleme reale. Profesorii au nevoie de formare specializată pentru a facilita eficient această metodă, ceea ce poate reprezenta un obstacol în adoptarea sa pe scară largă.

Câteva exemple concrete de utilizare a învățării bazate pe probleme în cursuri includ:

În domeniul tehnic, cum ar fi repararea auto, cursanții ar putea participa la activități de învățării bazate pe probleme, lucrând la proiecte reale, cum ar fi diagnosticarea și repararea vehiculelor. Această abordare practică le permite cursanților să aplice cunoștințele teoretice la probleme practice, îmbunătățindu-le competențele tehnice și abilitățile de rezolvare a problemelor.

În cursurile de Învățământ și Formare Profesională axate pe afaceri, cursanții ar putea desfășura proiecte de învățării bazate pe probleme concentrate pe antreprenoriat și dezvoltarea afacerilor. Aceste proiecte ar putea implica crearea de planuri de afaceri, dezvoltarea strategiilor de marketing sau gestionarea operațiunilor unei mici afaceri, oferindu-le cursanților experiență valoroasă în lumea afacerilor.

Învățarea bazată pe probleme ar putea include proiectarea și construirea de clădiri sau infrastructuri sustenabile în programele din domeniul construcțiilor. Această abordare echipează cursanții cu abilități de construcție și promovează înțelegerea principiilor designului sustenabil și responsabilitatea față de mediu.

În programele de ospitalitate și arte culinare, cursanții ar putea participa la proiecte de învățării bazate pe probleme care implică planificarea și desfășurarea de evenimente, dezvoltarea de meniuri și gestionarea operațiunilor de ospitalitate. Astfel de proiecte oferă experiență practică în industriile culinare și de ospitalitate, pregătind cursanții pentru provocările din viața reală.

Învățarea bazată pe probleme ar putea fi axată pe practici agricole sustenabile, conservarea biodiversității și restaurarea ecosistemelor în cursurile de agricultură și științe ale mediului.

Lucrând la proiecte legate de protecția mediului, cursantii pot dezvolta competențe în gestionarea resurselor naturale și promovarea sustenabilității.

În programele de tehnologia informației sau inginerie, proiectele de învățării bazate pe probleme ar putea implica proiectarea și prototiparea de tehnologii sau aplicații software inovatoare. Aceste proiecte permit cursantilor să exploreze noi soluții tehnologice și să dobândească experiență în tehnologie și inovație, pregătindu-i pentru cariere în industrii în rapidă evoluție.

3.3.2 În România

Aplicarea Învățării Bazate pe Probleme în Învățământul și Formarea Profesională: cum se implementează?

Metodologia învățării bazate pe probleme este utilizată în instituțiile de Învățământ și Formare Profesională din România. Învățământul și Formarea Profesională face parte integrantă din învățământul secundar, având o legătură puternică cu mediul de afaceri. Activitățile practice, care sunt parte integrantă a curriculumului Învățământului și Formării Profesionale, și stagiile de practică stabilite prin parteneriate între școli și mediul de afaceri duc adesea la proiecte care permit cursantilor să dezvolte nu doar competențe tehnice, ci și abilități și competențe necesare pentru succesul în locul de muncă și în societatea secolului XXI: creativitate și inovație, gândire critică, rezolvarea problemelor; comunicare, colaborare și lucru în echipă, alfabetizare informațională și digitală; adaptabilitate, inițiativă, auto-direcție, competențe sociale și interculturale, leadership și responsabilitate.

Metodologia în România este aplicabilă în principal la sfârșitul unei perioade de studiu, conform unui algoritm stabilit de instituția de învățământ, în cadrul căruia urmează o evaluare interdisciplinară cu multiple valori formative. În România, învățarea bazată pe probleme este implementată prin metoda celor 6 pași. Metoda se concentrează pe întrebările-cheie din curriculum, care leagă standardele de performanță, abilitățile cognitive de nivel înalt ale cursantilor și contexte din viața reală. Unitățile de învățământ care folosesc această metodă includ adesea strategii instructive variate, menite să implice cursantii, indiferent de stilul lor de învățare. De asemenea, cursantii colaborează cu experți externi sau membri ai comunității

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.

pentru a înțelege mai bine conținutul. Un alt aspect important este tehnologia folosită pentru a sprijini elevul pe parcursul activității.

Realizarea unui proiect în cadrul unităților care implementează această metodă didactică presupune parcurgerea a șase etape specifice. Prima etapă, Informația, necesită identificarea unei probleme, teme sau subiect și implică colectarea, organizarea, procesarea și evaluarea informațiilor legate de subiectul ales, în concordanță cu curriculumul. Urmează etapa Planificării, care se concentrează pe dezvoltarea soluțiilor posibile pentru problema sau tema identificată. Apoi urmează etapa Deciziei, în care sunt evaluate diferitele soluții, iar cea mai bună opțiune este selectată. În faza de Execuție, cursantii explorează aplicarea soluției alese prin elaborarea unui plan de implementare care detaliază sarcinile, resursele și responsabilitățile. A cincea etapă, Controlul, se referă la mijloacele de monitorizare și evaluare a rezultatelor obținute, culminând cu un plan concret documentat în formă scrisă. În final, în etapa de Evaluare, rezultatele muncii, împreună cu formularele de evaluare, sunt discutate atât de practician, cât și de evaluator. Această discuție are ca scop consolidarea experiențelor dobândite în timpul proiectului și minimizarea probabilității apariției erorilor viitoare.

Întreaga activitate se desfășoară pe parcursul mai multor zile sau chiar săptămâni, în funcție de complexitatea proiectului.

3.3.3 În Turcia

Aplicarea Învățării Bazate pe Probleme în Învățământul și Formarea Profesională:

cum se implementează?

Învățarea bazată pe probleme este implementată activ în instituțiile de Învățământ și Formare Profesională din Turcia, unde implică cursantii în proiecte din viața reală care combină învățarea academică cu experiența practică. Implementarea învățării bazate pe probleme în cursurile de Învățământ și Formare Profesională implică mai multe elemente esențiale. În primul rând, Colaborarea cu Industria este crucială; instituțiile de Învățământ și Formare

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.

Profesională lucrează strâns cu industriile locale pentru a crea proiecte care abordează probleme reale, asigurându-se că cursantii dobândesc experiență practică relevantă pentru domeniile lor. De exemplu, cursantii din discipline tehnice, cum ar fi ingineria auto, pot colabora cu producători locali de automobile pentru a proiecta și construi modele prototip.

De asemenea, învățarea bazată pe probleme promovează proiecte multidisciplinare prin încurajarea cursanților din diferite programe să lucreze împreună. De exemplu, cursantii dintr-un program de informatică în sănătate pot colabora pentru a dezvolta un sistem de informații medicale pentru clinici locale, integrând cunoștințele lor în domeniul sănătății și al tehnologiei informației. Această abordare le dezvoltă abilitățile tehnice și promovează lucrul în echipă între discipline.

Un alt aspect important al învățării bazate pe probleme este rezolvarea problemelor din viața reală, unde cursantii abordează provocări din comunitățile lor. În studiile de mediu, de exemplu, cursantii ar putea lucra la proiectarea unui sistem durabil de gestionare a deșeurilor, ceea ce le crește conștientizarea problemelor de mediu și le perfecționează abilitățile tehnice. Mai mult, tehnologia joacă un rol esențial în aceste proiecte. Cursantii utilizează adesea diverse instrumente software pentru proiectare și simulare în inginerie sau dezvoltă aplicații mobile în cursurile de IT. Un exemplu ar putea fi crearea unei aplicații mobile care ajută fermierii să optimizeze producția culturilor prin analizarea datelor despre sol.

Exemple concrete de învățare bazată pe probleme în programele de Învățământ și Formare Profesională din Turcia includ Proiecte Agricole, în cadrul cărora cursantii dezvoltă tehnici agricole inovatoare sau practici sustenabile prin activități pe teren și colaborarea cu ferme locale. În Proiecte de Inginerie, cursantii pot construi sisteme de energie regenerabilă pentru comunități locale, cum ar fi panouri solare sau turbine eoliene, dobândind experiență practică valoroasă. În mod similar, Proiectele în Domeniul Sănătății implică cursantii în dezvoltarea de inițiative de sănătate comunitară sau soluții medicale pentru populații defavorizate, necesitând adesea colaborare interdisciplinară cu furnizorii de servicii medicale.

Per ansamblu, învățarea bazată pe probleme în instituțiile de Învățământ și Formare Profesională din Turcia urmărește să dezvolte competențele practice ale cursanților și să îi pregătească pentru piața muncii, implicându-i în proiecte semnificative din viața reală care fac legătura eficientă între învățarea academică și aplicarea practică.

3.3.4 În Franța

Aplicarea Învățării Bazate pe Probleme în Învățământul și Formarea Profesională: cum se implementează?

Învățarea bazată pe probleme este utilizată activ în instituțiile de Învățământ și Formare Profesională din Franța. Aceasta este recunoscută pentru eficiența sa în dezvoltarea competențelor practice și în stimularea gândirii critice—calități esențiale în învățământul profesional. Învățarea bazată pe probleme este integrată în curriculum ca metodă de predare principală, cursurile fiind concepute pentru a include mai multe proiecte pe care cursanții trebuie să le finalizeze pe parcursul formării. Multe programe de Învățământ și Formare Profesională includ proiecte finale în ultimul an, în cadrul cărora cursanții abordează probleme reale relevante pentru domeniul lor de studiu, permițându-le să își demonstreze competențele și cunoștințele într-un context practic.

Implementarea învățării bazate pe probleme variază între discipline. În programele tehnice și de inginerie, de exemplu, studenții la inginerie mecanică participă la proiecte care necesită proiectarea și construirea de piese sau prototipuri funcționale ale sistemelor. Aceste proiecte presupun aplicarea principiilor din mecanică, știința materialelor și proiectarea asistată de calculator (CAD). Cursanții lucrează în echipe, alocă proiecte în concordanță cu nevoile actuale ale industriei, desfășoară cercetări, proiectează componente și le fabrică folosind unelte și mașini din atelier, adesea sub îndrumarea experților din industrie care oferă feedback valoros.

În programele de tehnologia informației (IT), cursanții pot dezvolta aplicații software sau site-uri web pentru afaceri locale sau organizații comunitare. Ei urmează un proces structurat de management al proiectelor, care include planificare, proiectare, programare, testare și

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.

implementare. Colaborează utilizând metodologii agile și prezintă produsele finale părților interesate pentru evaluare.

În programele de sănătate și asistență medicală, studenții la nursing participă în medii clinice simulate, unde evaluează și tratează pacienți pe baza studiilor de caz inspirate din scenarii reale. Aceste proiecte implică joc de rol cu actori sau manechine avansate în setări simulate de spital, unde cursantii trebuie să demonstreze capacitatea de a diagnostica, planifica îngrijirea și efectua proceduri medicale sub supravegherea practicienilor cu experiență.

Programele de științe ale mediului și agricultură pot atribui cursantilor sarcina de a proiecta și implementa sisteme agricole sustenabile, cum ar fi grădini de permacultură sau instalații hidroponice. Această activitate implică evaluarea sitului, planificare, plantare și întreținerea sistemului, luând în considerare impactul asupra mediului, gestionarea resurselor și practicile de sustenabilitate. Proiectele se desfășoară adesea în colaborare cu ferme locale sau grădini comunitare.

În programele de ospitalitate și arte culinare, cursantii pot organiza și desfășura evenimente culinare tematice, care implică planificarea meniului, gătit și servire. Cursantii lucrează în echipe pentru a gestiona diverse aspecte ale evenimentului, de la aprovizionarea cu ingrediente până la gestionarea bucătăriei și servirea invitaților, permițându-le să aplice competențele culinare și cunoștințele despre managementul evenimentelor și serviciul clienți.

Colaborarea cu industria este un alt element esențial al învățării bazate pe probleme în instituțiile de Învățământ și Formare Profesională din Franța. Școlile colaborează frecvent cu afaceri și industrii locale pentru a oferi proiecte din viața reală, asigurându-se că aceste inițiative corespund nevoilor și standardelor actuale ale industriei. Multe programe de Învățământ și Formare Profesională includ, de asemenea, stagii sau ucenicii ca parte a abordării învățării bazate pe probleme, unde cursantii dobândesc experiență practică în cadrul

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.

unei companii, ceea ce este neprețuit pentru aplicarea cunoștințelor teoretice în contexte practice.

Procesul de evaluare și feedback în învățarea bazată pe probleme este solid, incluzând evaluări continue prin etapele proiectelor, prezentări și rapoarte finale. Cursantii primesc feedback la fiecare etapă, permițând îmbunătățiri iterative ale lucrărilor lor. În plus, autoevaluarea și evaluarea colegială dezvoltă abilități de evaluare critică și contribuie la un mediu de învățare colaborativ.

Per ansamblu, învățarea bazată pe probleme în instituțiile de Învățământ și Formare Profesională din Franța echipează cursantii cu experiență practică, pregătindu-i pentru piața muncii. Aceasta pune accent pe colaborare, rezolvarea problemelor și aplicarea cunoștințelor teoretice în provocări reale, făcând din învățarea bazată pe probleme un element vital al educației și formării profesionale în Franța.

3.3.5 În Spania

Aplicarea Învățării Bazate pe Probleme în Învățământul și Formarea Profesională:

cum se implementează?

Învățarea bazată pe probleme este implementată eficient în instituțiile de Învățământ și Formare Profesională din Spania. Recunoscută pentru impactul său educațional, învățarea bazată pe probleme dezvoltă competențe practice, gândire critică și abilități de rezolvare a problemelor, esențiale pentru carierele vocaționale și tehnice. Ca parte centrală a curriculumului de Învățământ și Formare Profesională, învățarea bazată pe probleme implică adesea cursuri concepute în jurul proiectelor care abordează provocări reale, relevante pentru domeniile vocaționale specifice. Aceste proiecte integrează frecvent diverse materii și abilități, asigurând o experiență de învățare holistică.

Proiectele practice din acest cadru pun accent pe rezolvarea problemelor din viața reală. Cursantii colaborează cu afaceri și industrii locale pentru a dezvolta soluții practice. Această

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.

abordare le aprofundează înțelegerea relevanței și aplicabilității competențelor lor și consolidează legăturile cu industria. De exemplu, proiectele pot include proiectarea, realizarea prototipurilor și testarea soluțiilor, permițând cursanților să dobândească abilități tehnice practice esențiale.

În inginerie și tehnologie, proiectele pot implica proiectarea și construirea de sisteme mecanice, dezvoltarea de aplicații software sau crearea de soluții energetice sustenabile. Aceste proiecte necesită ca cursanții să aplice cunoștințele teoretice în contexte practice, sporindu-le competența tehnică și capacitatea de inovare..

În domeniul sănătății și al serviciilor, programele de Învățământ și Formare Profesională pot include proiecte care implică dezvoltarea planurilor de îngrijire a pacienților, desfășurarea de campanii de educație pentru sănătate sau gestionarea situațiilor medicale simulate de urgență. Astfel de proiecte permit cursanților să dobândească experiență practică și îi pregătesc pentru provocările reale din domeniul sănătății. Students might engage in projects that organise events, develop tourism marketing strategies, or create innovative hospitality services in hospitality and tourism. These projects encourage creativity and practical application, equipping students with the skills necessary to succeed in dynamic work environments.

Abordarea învățării bazate pe probleme în instituțiile de Învățământ și Formare Profesională din Spania îmbogățește experiența educațională și pregătește cursanții pentru piața muncii, făcând legătura între învățarea academică și aplicațiile din viața reală. Aceasta favorizează dezvoltarea unor profesioniști compleți, pregătiți pentru carierele alese.

3.3.6 În Portugalia

Aplicarea Învățării Bazate pe Probleme în Învățământul și Formarea Profesională: cum se implementează?

Instituțiile de Învățământ și Formare Profesională din Portugalia utilizează metodologia învățării bazate pe probleme. Cursurile de Învățământ și Formare Profesională fac parte din învățământul secundar, iar traseele lor se caracterizează printr-o legătură puternică cu mediul profesional. Învățarea desfășurată în cadrul acestor cursuri pune accent pe dezvoltarea

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.

competențelor pentru o carieră în colaborare cu companiile. În acest fel, pregătirea practică la locul de muncă face parte integrantă din curriculumul acestor cursuri. Pe lângă stagiul de practică, centrele de învățământ și Formare Profesională dezvoltă adesea proiecte care permit cursanților să dobândească competențe tehnice și abilități soft critice, cum ar fi munca în echipă, rezolvarea problemelor și comunicarea.

Un exemplu de aplicare a învățării bazate pe probleme a avut loc la Liceul D. Dinis, într-o clasă a cursului Tehnician în Administrarea și Programarea Sistemelor de Calcul. Intervenția a implicat Programarea Sistemelor Informaționale. Metodologia învățării bazate pe probleme a fost adoptată pentru predarea structurilor de date compuse, pentru a depăși dificultățile și a face procesul de predare-învățare mai eficient. Analiza datelor colectate a arătat că utilizarea învățării bazate pe probleme a avut un impact pozitiv asupra disciplinei, conform evaluării finale a cursanților (Alves et al., 2019).

2.3 Provocări și oportunități

3.4.1 În Grecia

Care sunt provocările adoptării biomimicriei?

Una dintre principalele provocări este lipsa unei conștientizări și înțelegeri pe scară largă a principiilor biomimicriei în rândul factorilor de decizie, al mediului de afaceri și al publicului larg din Grecia. Pentru a aborda acest aspect, ar putea fi necesare campanii educaționale și programe de instruire pentru a promova conștientizarea și a dezvolta capacitatea de inovare biomimetică. O altă provocare semnificativă o reprezintă obstacolele de reglementare. Cadrul și standardele actuale de reglementare s-ar putea să nu abordeze explicit sau să nu încurajeze abordările biomimetice, ceea ce face dificilă integrarea biomimicriei în practicile companiilor. Simplificarea reglementărilor și oferirea de stimulente pentru inovarea durabilă ar putea ajuta la depășirea acestei bariere.

Un alt obstacol este accesul limitat la finanțare și resurse pentru cercetarea și dezvoltarea biomimicriei. Această limitare ar putea împiedica adoptarea tehnologiilor și practicilor biomimetice în Grecia. Pentru a aborda această provocare, ar putea fi necesar sprijin

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.

gubernamental, investiții private și colaborare cu agenții internaționale de finanțare. Biomimicria necesită colaborare între diverse discipline, inclusiv biologie, inginerie, design și afaceri. Construirea de rețele interdisciplinare și încurajarea colaborării între experți din diferite domenii poate fi dificilă, dar este esențială pentru succesul inovației biomimetice.

Ecosistemele diverse și biodiversitatea bogată ale Greciei oferă o sursă vastă de inspirație pentru inovația biomimetică. Inspirându-se din designurile și strategiile naturii, companiile și cercetătorii greci pot dezvolta soluții inovatoare adaptate condițiilor și provocărilor locale de mediu. Sectorul turistic din Grecia prezintă, de asemenea, oportunități de aplicare a principiilor biomimicriei pentru a spori sustenabilitatea și reziliența. De la proiectarea infrastructurii ecologice până la experiențe turistice inspirate de natură, există un potențial semnificativ ca inovația biomimetică să contribuie la dezvoltarea turismului durabil.

În industrie, conceptul de biomimicrie este încă în curs de dezvoltare, iar industriile s-ar putea să nu fie pe deplin conștiente de aplicațiile și beneficiile sale, ceea ce face mai dificilă stabilirea legăturilor între industrie și educație. Agricultură reprezintă un sector important în Grecia, iar biomimicria oferă numeroase oportunități pentru practici agricole durabile. Prin imitarea ecosistemelor naturale și a proceselor biologice, fermierii pot îmbunătăți sănătatea solului, conserva apa și crește reziliența culturilor în fața schimbărilor climatice. În plus, Grecia se concentrează tot mai mult pe energie regenerabilă și inițiative de tehnologie verde. Biomimicria poate fi esențială în dezvoltarea de soluții inovatoare pentru energie curată, proiectarea clădirilor eficiente și tehnologii prietenoase cu mediul, contribuind la tranziția Greciei către o economie cu emisii reduse de carbon.

În contexte educaționale, dezvoltarea și integrarea modulelor axate pe biomimicrie în programele existente de Învățământ și Formare Profesională necesită un efort și o expertiză considerabile. Aceasta implică crearea de materiale didactice noi, formarea educatorilor și asigurarea alinierii la standardele naționale de educație. Biomimicria acoperă mai multe discipline, inclusiv biologia, ingineria și designul. Crearea unui curriculum coerent care să integreze eficient aceste domenii diverse poate fi o provocare. Implementarea biomimicriei în Învățământul și Formarea Profesională poate necesita finanțare suplimentară pentru materiale noi, programe de instruire și dotări de laborator. Asigurarea acestor resurse poate

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.

fi dificilă, mai ales în condițiile unor constrângeri bugetare. În plus, este nevoie de educatori și formatori cu cunoștințe specializate în biomimicrie. Recrutarea și formarea acestui personal pot fi consumatoare de timp și costisitoare. Integrarea biomimicriei în Învățământul și Formarea Profesională ar putea începe cu programe pilot, care pot fi intensive din punct de vedere al resurselor și necesită monitorizare și evaluare atentă. Extinderea programelor pilot de succes la nivel național implică provocări logistice și administrative, inclusiv controlul consecvent al calității și actualizări continue ale curriculumului.

Care sunt domeniile potențiale de creștere în aplicarea biomimicriei?

În același timp, apar oportunități semnificative din biomimicrie, evidențiind beneficiile investiției în efortul suplimentar necesar pentru integrarea metodei în Învățământul și Formarea Profesională și nu numai. Integrarea biomimicriei în Învățământul și Formarea Profesională se aliniază cu angajamentul Greciei față de Obiectivele de Dezvoltare Durabilă, în special cele legate de educația de calitate (ODD 4), orașele și comunitățile durabile (ODD 11) și acțiunea climatică (ODD 13). Punerea accentului pe biomimicrie în educație sprijină tranziția Greciei către o economie verde, pregătind studenții pentru piețele emergente de muncă axate pe sustenabilitate. În educație, biomimicria oferă modalități inovatoare și atractive de a preda concepte complexe, făcând învățarea mai interactivă și stimulând creativitatea în rândul studenților. Aplicațiile practice ale biomimicriei pot fi integrate în instruirea practică, sporind abilitățile practice și angajabilitatea studenților. Colaborarea cu industria poate oferi oportunități de formare practică, stagii și proiecte reale, ajutând studenții să dobândească experiență valoroasă și perspective din industrie. Prin adoptarea biomimicriei, industriile pot stimula inovația și îmbunătăți competitivitatea, creând o cerere pentru lucrători calificați instruiți în aceste metode. În cele din urmă, integrarea biomimicriei în Învățământul și Formarea Profesională poate stimula inițiative de cercetare, încurajând parteneriate între instituțiile educaționale și organizațiile de cercetare pentru a explora noi soluții biomimetice.

În concluzie, deși există provocări de depășit, Grecia are oportunități semnificative de a valorifica biomimicria ca motor al inovației, sustenabilității și creșterii economice. Prin depășirea barierelor și valorificarea resurselor sale naturale, Grecia se poate poziționa ca un lider în inovația biomimetică în regiunea Mediteranei și nu numai.

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.

3.4.2 În România

Care sunt provocările adoptării biomimicrii?

Inovațiile tehnologice au transformat semnificativ, în ultimii ani, procesele de predare și învățare din instituțiile de învățământ. Utilizarea pe scară largă a dispozitivelor mobile, aplicațiilor și platformelor online le-a permis cursanților și cadrelor didactice să acceseze informații și resurse educaționale oricând și oriunde. Această evoluție tehnologică a facilitat, de asemenea, dezvoltarea metodelor de învățare interactive și personalizate, adaptate pentru a răspunde nevoilor individuale ale cursanților, sporindu-le capacitatea de a asimila informațiile. Totuși, integrarea conceptelor inovatoare, cum este biomimicria, în curriculum rămâne o provocare.

Un obstacol major este lipsa de conștientizare privind biomimicria în România, unde conceptul nu este pe scară largă recunoscut și este implementat doar la scară foarte mică. Această limitare se datorează insuficienței eforturilor de coordonare națională, lipsei unor cadre de politici adecvate și lipsei promovării pe piață care să evidențieze impactul și procesele biomimicrii. În plus, există un deficit de cunoștințe specifice în biomimicrie, complexitatea sa făcând dificilă înțelegerea și integrarea în diverse discipline sau activități practice. Cadrele didactice se confruntă cu dificultăți în parcurgerea diferitelor etape ale biomimicrii, ceea ce complică aplicarea sa în scopuri de inovare și educație.

Colaborarea multidisciplinară și sprijinul părților interesate sunt esențiale pentru o integrare eficientă a biomimicrii. Se recomandă ca biomimicria să fie inclusă în programele de învățământ superior și să fie organizate workshop-uri și evenimente care să faciliteze transferul cunoștințelor de biomimicrie între discipline. În plus, există un deficit de formare și educație în domeniul biomimicrii în cadrul sistemului educațional românesc. Deși unele programe universitare se concentrează pe biotehnologie și bioinginerie, acestea nu aplică în mod explicit principiile biomimicrii. Această lacună se datorează faptului că biomimicria nu face parte din niciun curriculum sau program educațional și nici nu există colaborare între sectorul educațional și industrie. Prin urmare, este necesară o formare specifică în biomimicrie.

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.

În plus, lipsa colaborării multidisciplinare reprezintă o provocare. Integrarea diferitelor discipline, precum design, inginerie, biologie, ecologie, chimie, afaceri și științe sociale, poate fi benefică pentru implementarea biomimicriei. Totuși, formarea unor astfel de echipe colaborative poate fi dificilă, deoarece indivizii preferă adesea să lucreze cu persoane din domeniul lor. În plus, găsirea persoanelor potrivite, cu cunoștințele necesare pentru a aborda toate aspectele biomimicriei, poate constitui un obstacol. În final, lipsa finanțării reprezintă o altă provocare semnificativă, deoarece costurile ridicate asociate cu funcționarea laboratoarelor și cercetarea împiedică implementarea biomimicriei în mediile educaționale.

Care sunt domeniile potențiale de creștere în aplicarea biomimicriei?

În arhitectură și planificare urbană, biomimicria poate crea proiecte durabile, eficiente energetic, rezistente și inovatoare. Natura și ecosistemele sale reprezintă exemple și surse excelente de inspirație pentru utilizarea circulară a resurselor, inteligență, autosusținere și caracteristici de economisire a energiei. Arhitecții pot căuta inspirație în procesele, strategiile și sistemele naturii pentru a proiecta clădiri durabile și sustenabile, dincolo de aspectul estetic.

În medicină și biotehnologie, imitând eficiența și funcționalitatea sistemelor naturale, oamenii de știință și cercetătorii pot dezvolta tratamente și biomateriale inovatoare care răspund la semnalele biologice și pot fi utilizate în medicina regenerativă, diagnostic și administrarea medicamentelor.

Biomimicria poate fi utilizată pe scară largă în industria de fabricație, în special în fabricația aditivă, un proces promițător care se concentrează pe structuri complexe în diverse configurații, imitate după materiale biologice. Multe industrii, precum cea auto, aerospațială, de apărare și de transport, au nevoie de materiale cu rezistență mare la impact și capacitate de absorbție a energiei, iar biomimicria ar putea fi o soluție pentru crearea unor astfel de materiale.

Biomimicria poate fi utilizată pe scară largă în industria de fabricație, în special în fabricația aditivă, un proces promițător care se concentrează pe structuri complexe în diverse configurații, imitate după materiale biologice. Multe industrii, precum cea auto, aerospațială, de apărare și de transport, au nevoie de materiale cu rezistență mare la impact și capacitate

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.

de absorbție a energiei, iar biomimicria ar putea fi o soluție pentru crearea unor astfel de materiale.

Biomimicria poate îmbunătăți semnificativ eficiența și economia energiei regenerabile. Studiind natura, oamenii de știință pot proiecta dispozitive eoliene, marine și solare care să crească eficiența și să reducă impactul asupra mediului. Chiar dacă noile tehnologii inspirate de natură sunt mai complexe de implementat și de evaluat fără situri de testare dedicate și finanțare specială din partea guvernului și a industriei, biomimicria poate conduce la numeroase progrese tehnologice în sectorul energetic, contribuind la un viitor sustenabil.

În industria modei, biomimicria poate fi utilizată pentru a crea textile și materiale sustenabile. Aceasta ar putea contribui la reducerea utilizării tratamentelor chimice nocive în producția de îmbrăcăminte sau la diminuarea consumului de apă. De asemenea, pot fi create textile și materiale adaptabile, termorezistente, superhidrofobe sau auto-vindecătoare, oferind totodată designuri estetice unice și semnificative inspirate din natură.

3.4.3 În Turcia

Care sunt provocările în adoptarea biomimicriei?

Adoptarea biomimicriei în Turcia se confruntă cu mai multe provocări, în special în ceea ce privește creșterea gradului de conștientizare și extinderea oportunităților educaționale. Multe industrii și publicul larg au cunoștințe limitate despre principiile biomimetice, iar programele educaționale sunt încă în curs de dezvoltare. Această lipsă de înțelegere împiedică aplicarea pe scară largă a soluțiilor inspirate de natură. În plus, deși există finanțare pentru cercetare și dezvoltare, este nevoie de investiții mai bine direcționate pentru proiecte biomimetice, care adesea concurează cu alte progrese tehnologice urgente. Natura interdisciplinară a biomimicriei prezintă, de asemenea, provocări, deoarece colaborarea eficientă între domenii precum biologia, ingineria și designul este complexă în cadrul academic și industrial tradițional.

Alte provocări includ barierele legate de reglementări și piață. Reglementările existente s-ar putea să nu accepte ușor soluțiile biomimetice inovatoare, necesitând adaptări politice lente și complexe. Industriile pot ezita să adopte aceste soluții din cauza preocupărilor legate de

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.

acceptarea pe piață, riscurile financiare și preferința pentru tehnologii consacrate. În plus, rezistența culturală la schimbare, problemele de scalabilitate și lipsa expertizei tehnice în biomimicrie contribuie la dificultățile extinderii utilizării acesteia în Turcia. Depășirea acestor obstacole va necesita eforturi coordonate din partea guvernului, industriei și instituțiilor educaționale pentru a construi o cultură a inovației și a sustenabilității.

Care sunt domeniile potențiale de creștere în aplicarea biomimicriei?

Turcia are mai multe domenii promițătoare pentru creșterea aplicării biomimicriei în diverse sectoare. Abordările biomimetice în arhitectură și design urban pot conduce la soluții de construcții mai durabile, optimizând consumul de energie, gestionarea apei și materialele. Concepte precum acoperișurile verzi și sistemele de ventilație naturală, inspirate de ecosisteme, sunt valoroase în mediile urbane. Gestionarea apei reprezintă un alt domeniu critic, mai ales având în vedere provocările legate de lipsa apei din Turcia. Tehnicile biomimetice, cum ar fi sistemele de filtrare a apei inspirate de zonele umede, oferă soluții inovatoare pentru îmbunătățirea conservării apei și a practicilor agricole. În plus, în domeniul energiei regenerabile, designurile bazate pe structuri naturale, cum ar fi turbinele eoliene care imită aripile păsărilor sau panourile solare inspirate de frunze, ar putea crește semnificativ eficiența energetică și reduce impactul asupra mediului.

Alte domenii de creștere includ agricultura, unde metodele de biomimicrie precum permacultura și agroecologia pot îmbunătăți biodiversitatea și reziliența culturilor, promovând practici agricole sustenabile. Știința materialelor este, de asemenea, pregătită pentru avans, prin inovații precum materialele plastice auto-vindecătoare și materialele biodegradabile, care ar putea transforma domeniul ambalajelor și al textilelor. În transport, proiectele inspirate de locomoția animalelor ar putea îmbunătăți eficiența energetică. În același timp, soluțiile de biomimicrie în domeniul sănătății ar putea conduce la noi tehnologii medicale, cum ar fi adezivii modelați după picioarele gecko sau sisteme avansate de administrare a medicamentelor. Extinderea programelor educaționale privind biomimicria va stimula și mai mult inovația, contribuind la promovarea sustenabilității și la creșterea economică în diverse sectoare din Turcia.

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.

3.4.4 În Franța

Care sunt provocările adoptării biomimicriei?

Adoptarea pe scară largă a biomimicriei se confruntă cu mai multe provocări importante. O problemă majoră este lipsa de conștientizare în rândul educatorilor și al profesioniștilor din industrie, ceea ce împiedică integrarea biomimicriei în educație și în practicile industriale. Mulți nu sunt familiarizați cu acest concept și cu potențialele sale aplicații, ceea ce face ca creșterea gradului de conștientizare prin educație și activități de informare să fie esențială pentru acceptarea sa mai largă.

Limitările de resurse reprezintă o altă barieră semnificativă. Dezvoltarea și implementarea soluțiilor biomimetice necesită adesea investiții substanțiale în cercetare și dezvoltare, ceea ce poate constitui un obstacol pentru instituțiile și industriile care operează cu bugete restrânse sau cu finanțare limitată.

În cele din urmă, integrarea biomimicriei în sistemele existente—fie în curricula educațională, fie în procesele industriale—poate fi dificilă. Actorii implicați care sunt mai confortabili cu abordările tradiționale pot opune rezistență adaptării la metode noi, ceea ce face dificilă schimbarea unor practici stabilite de mult timp. Depășirea acestor obstacole va necesita o abordare strategică, care să combine educația, investițiile și eforturile de colaborare pentru a promova biomimicria ca un instrument valoros pentru inovație și sustenabilitate.

Care sunt domeniile potențiale de creștere în aplicarea biomimicriei?

Biomimicria oferă un potențial semnificativ pentru dezvoltarea mai multor sectoare. În domeniul energiei regenerabile, biomimicria poate conduce la sisteme mai eficiente, cum ar fi turbinele eoliene inspirate de aerodinamica aripilor păsărilor sau panourile solare care imită eficiența fotosintezei. Sisteme naturale de filtrare și tehnici sustenabile de colectare a apei pot fi dezvoltate în managementul apei prin imitarea plantelor și animalelor. Urbanismul beneficiază, de asemenea, de biomimicrie prin proiectarea unor orașe sustenabile, cu clădiri și infrastructuri care reproduc sistemele naturale, îmbunătățind eficiența energetică și reducând impactul asupra mediului. În domeniul sănătății, biomimicria poate inspira noi

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.

tehnologii și tratamente medicale, utilizând proprietățile de auto-vindecare ale naturii și structurile sale eficiente pentru soluții inovatoare.

Prin depășirea provocărilor existente și valorificarea acestor oportunități, Franța poate consolida rolul biomimicriei în educație și industrie, promovând practici mai sustenabile și stimulând inovația în diverse sectoare.

3.4.5 În Spania

Care sunt provocările adoptării biomimicriei?

Adoptarea biomimicriei în Spania se confruntă cu mai multe obstacole, la fel ca în alte țări. Una dintre principalele provocări este conștientizarea și educația. Publicul larg și profesioniștii din industrie au o înțelegere limitată a principiilor biomimicriei. Deși există un interes tot mai mare pentru sustenabilitate, biomimicria rămâne un concept relativ de nișă în peisajul educațional și industrial al Spaniei. În plus, finanțarea pentru cercetare și dezvoltare (R&D) specifică proiectelor biomimetice este adesea limitată, deoarece prioritățile de cercetare și dezvoltare din Spania sunt orientate mai frecvent către tehnologii convenționale, ceea ce face dificil ca soluțiile inspirate din natură să primească investiții suficiente.

Colaborarea interdisciplinară prezintă, de asemenea, provocări. Biomimicria necesită cooperare între biologi, ingineri, designeri și factori de decizie politică, însă cooperarea intersectorială în Spania poate fi dificilă din cauza diviziunii tradiționale dintre domeniile academice și industriei. În plus, pregătirea pieței reprezintă o barieră semnificativă, deoarece industriile pot fi prudente în adoptarea unor noi tehnologii biomimetice nevalidate, mai ales atunci când costurile inițiale sau problemele de scalare constituie motive de îngrijorare. Cadrele de reglementare din Spania pot necesita, de asemenea, ajustări pentru a integra inovațiile inspirate din natură, în special în industrii precum construcțiile și agricultura, unde biomimicria ar putea juca un rol transformator.

Care sunt domeniile potențiale de creștere în aplicarea biomimicriei?

Spania prezintă numeroase oportunități de creștere în aplicarea biomimicriei, în special în sectoare precum arhitectura și designul urban. Având în vedere accentul pus de țară pe

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.

construcțiile sustenabile, există potențialul ca principiile de design biomimetic, precum sistemele de ventilație naturală și clădirile eficiente energetic, să fie integrate mai mult în proiectele de dezvoltare urbană. Gestionarea apei este un alt domeniu cu un potențial semnificativ, deoarece Spania se confruntă cu probleme de deficit de apă în multe regiuni. Soluțiile biomimetice care imită sistemele naturale de filtrare ar putea îmbunătăți considerabil conservarea și reciclarea apei.

În plus, accentul pus de Spania pe energia regenerabilă creează oportunități pentru biomimicrie de a îmbunătăți eficiența panourilor solare și a turbinelor eoliene prin inspirație din forme și procese naturale. Agricultură reprezintă, de asemenea, un domeniu promițător pentru practici biomimetice, precum permacultura, care ar putea ajuta fermierii să dezvolte metode mai sustenabile în contextul schimbărilor climatice. În cele din urmă, designul de produs și știința materialelor ar putea beneficia de inovații bio-inspirate, în special în crearea unor materiale mai eficiente și biodegradabile pentru ambalaje și textile.

3.4.6 În Portugalia

Care sunt provocările adoptării biomimicriei?

În ciuda beneficiilor sale, există mai multe provocări atunci când se aplică această abordare de proiectare. Unul dintre principalele obstacole în adoptarea sa ține de complexitatea acesteia, ceea ce face dificilă înțelegerea corectă și, ulterior, integrarea în procesele de proiectare. Limitările existente reprezintă una dintre provocări, având în vedere că nu toate sistemele naturale pot fi aplicate problemelor umane. Proprietatea intelectuală poate fi o altă problemă, deoarece biomimicria implică studierea și reproducerea sistemelor naturale. Astfel, pot apărea probleme legate de proprietatea intelectuală în utilizarea acestor sisteme în etapa de proiectare.

În plus, procesul de proiectare folosind biomimicria poate fi destul de complex în diferitele sale faze. În prima etapă, cea de explorare, designerii urmează de obicei un proces de

proiectare care îi încurajează să gândească în afara tiparelor atunci când găsesc o problemă de rezolvat. Totuși, nu se concentrează întotdeauna pe observarea naturii sau pe considerarea acesteia ca posibilă soluție.

În plus, pentru a aplica biomimicria asupra unei probleme, designerii trebuie să fie capabili să descompună aceeași problemă în părți, pentru a putea căuta analogii în natură. O altă provocare ar putea fi accesibilitatea informațiilor. Pentru a crea proiecte inspirate din natură, designerii trebuie să înțeleagă anumite principii biologice care să îi ghideze către soluție.

În cele din urmă, pot apărea dificultăți și în faza de implementare, deoarece nu este întotdeauna ușor să se obțină fonduri pentru realizarea prototipurilor.

De asemenea, designul bio-inspirat se confruntă cu aceleași obstacole ca și designul de produs obișnuit. Totuși, este deosebit de dificil din cauza riscurilor ridicate implicate, a tehnologiei limitate de fabricație și a modelelor de afaceri incerte pentru produsele biomimetice.

Care sunt domeniile potențiale de creștere în aplicarea biomimicriei?

Biomimicria oferă numeroase soluții inovatoare în diverse domenii, reflectând potențialul său de a inspira practici și designuri sustenabile. În domeniul eficienței energetice, studiul modului în care organismele și ecosistemele își optimizează utilizarea energiei poate conduce la dezvoltarea unor sisteme mai eficiente, cuprinzând totul, de la metode de transport optimizate până la clădiri eficiente energetic care reduc consumul general.

În știința materialelor, biomimicria permite crearea de materiale sustenabile prin imitarea materialelor naturale și a proceselor lor de producție. Această abordare stimulează inovații care minimizează impactul asupra mediului, în timp ce sporesc funcționalitatea. Agricultură sustenabilă beneficiază, de asemenea, de principiile biomimetice, deoarece urmărește să emuleze relațiile diverse și interconectate ale ecosistemelor. Aceasta conduce la crearea unor sisteme alimentare care reduc deșeurile, conservă resursele și îmbunătățesc sănătatea solului, promovând o abordare mai sustenabilă a producției alimentare.

Arhitectura adoptă tot mai mult biomimicria pentru a proiecta structuri de clădiri sustenabile. Arhitecții se inspiră din soluțiile ingenioase ale naturii, precum capacitățile de reglare a temperaturii ale cuiburilor de termite, care influențează designul fațadelor inovatoare. În plus,

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.

imitarea ecosistemelor naturale în planificarea urbană permite o gestionare eficientă a apei, rezultând clădiri rezistente și eficiente energetic, contribuind, în cele din urmă, la dezvoltarea durabilă.

În domeniul tehnologiei informației, biomimicria inspiră crearea unor algoritmi, sisteme de stocare a datelor și arhitecturi de calcul mai eficiente, modelate după sistemele biologice care procesează și transmit informații. Medicina și îngrijirea sănătății beneficiază, de asemenea, de abordările biomimetice, conducând la dispozitive medicale inovatoare, sisteme avansate de administrare a medicamentelor și biomateriale potrivite pentru implanturi.

Produsele de larg consum reprezintă un alt domeniu în care biomimicria se evidențiază, deoarece companiile dezvoltă soluții de ambalare mai sustenabile, inspirate din materialele naturale. Mai mult, în textile și știința materialelor, proprietățile fibrelor naturale, cum ar fi rezistența mătăsii de păianjen sau natura hidrofugă a frunzelor de lotus, sunt imitate pentru a produce materiale mai rezistente, ușoare și cu caracteristici unice. Prin aceste aplicații diverse, biomimicria demonstrează potențialul său semnificativ de a stimula inovația sustenabilă în multiple sectoare.

3. Chestionare

Rezultatele prezentate mai jos reprezintă o analiză generală a răspunsurilor primite în țările incluse în acest studiu, și anume Grecia, România, Turcia, Franța, Spania și Portugalia. La sondaj au participat 201 studenți din Sistemele de învățământ și formare profesională și 126 profesori din Sistemele de învățământ și formare profesională, care au completat chestionarele. Pentru întrebările detaliate, consultați Tabelele 2 și 3: Chestionarul pentru studenți și profesori din Sistemele de învățământ și formare profesională de mai sus.

3.1 Chestionar pentru studenții din Sistemele de învățământ și formare profesională

Partea 1: Informații generale

Întrebarea 1.1: În ce program educațional sunteți înscris?

Studenții care au răspuns la chestionar erau înscriși în diverse programe educaționale, inclusiv Agronomie, Arte Aplicate, Arhitectură, Administrarea Afacerilor, Comunicare și Informatică. Mulți urmează cariere în Științele Mediului, Științele Sănătății și Marketing. Mai mulți studenți participă, de asemenea, la programe din Sistemele de învățământ și formare profesională. Alte domenii includ Economie, Inginerie Electrică, Lucrări peisagistice, Medicină și Multimedia. Programele reflectă gama largă de interese și aspirații profesionale ale studenților.

Întrebarea 1.2: Ați studiat vreodată sustenabilitatea, biomimicria sau subiecte similare, cum ar fi soluții ecologice, design de produse sustenabile, inginerie sustenabilă, clădiri sustenabile, agricultură sustenabilă etc?

Răspunsurile indică experiențe și niveluri diferite de expunere la subiecte legate de sustenabilitate în rândul studenților. Mulți au studiat domenii precum responsabilitatea față de mediu, inovația în mediu și stilul de viață și soluțiile sustenabile. Subiecte precum designul de produse sustenabile, ingineria sustenabilă, clădirile sustenabile și agricultura sustenabilă

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.

sunt, de asemenea, frecvente. Mai mulți studenți au explorat concepte specializate, cum ar fi biomimicria, economia circulară, arhitectura bioclimatică și gestionarea resurselor de apă. Câțiva s-au concentrat pe soluții sustenabile în stilul de viață, energie și design. Totuși, unii respondenți nu au beneficiat de nicio educație formală în domeniul sustenabilității, deși mulți își exprimă interesul de a învăța despre aceste domenii în viitor. Câțiva menționează lipsa expunerii sau a conștientizării acestor subiecte.

Întrebarea 1.2.1: Dacă răspunsul la întrebarea de mai sus este „da”, vă rugăm să oferiți o scurtă descriere.

Studenții și-au descris experiențele legate de sustenabilitate, biomimicrie și subiecte conexe. Unii au menționat că au primit educație formală prin prezentări, cursuri sau seminarii care acopereau responsabilitatea față de mediu, agricultura sustenabilă, designul de produse și energia regenerabilă. Mai mulți au evidențiat experiențe practice, precum plantarea de copaci, instruirea în hidroponie sau lucrul cu materiale sustenabile, cum ar fi cărămizile ecologice și turbinele eoliene verticale. Alții au împărtășit informații despre eforturile de protecție a mediului, reciclare și alegeri personale pentru a minimiza deșeurile și a reduce impactul asupra mediului. Câțiva studenți au aprofundat subiecte avansate, cum ar fi gestionarea resurselor de apă, biomimicria și ingineria sustenabilă, unde au învățat despre aplicarea soluțiilor inspirate din natură în design și infrastructură. Deși unii nu au avut expunere directă, mulți și-au exprimat interesul pentru importanța acestor subiecte, demonstrând o conștientizare colectivă a necesității soluțiilor sustenabile pentru un viitor mai bun.

Partea 2: Înțelegerea biomimicriei

Întrebarea 2.1: Ați fost expus vreodată conceptului de biomimicrie?

Majoritatea respondenților, și anume 83,6%, nu au fost expuși anterior la conceptul de biomimicrie.

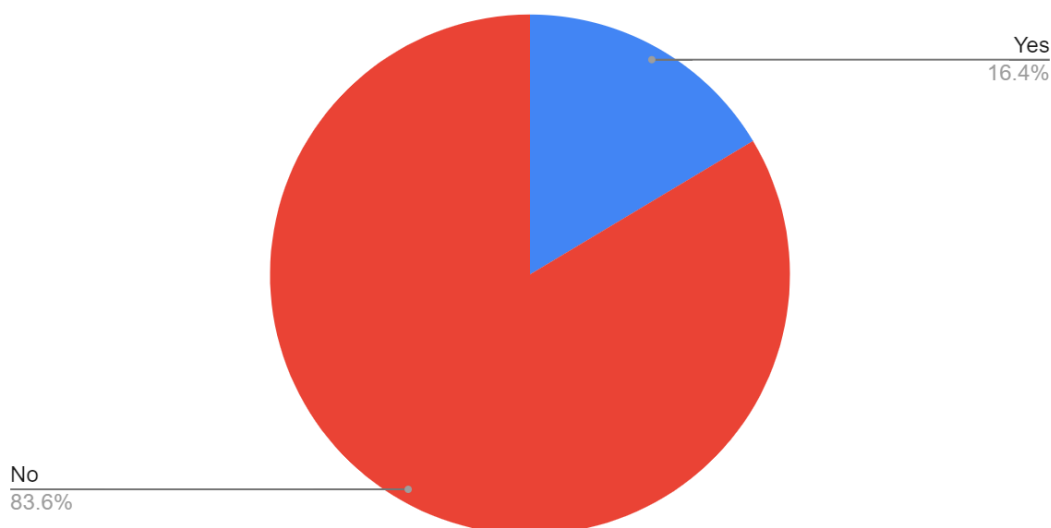


Figura 1. Ați fost expus vreodată conceptului de biomimicrie?

Întrebarea 2.1.1: Dacă răspunsul la întrebarea de mai sus este „da”, vă rugăm să oferiți o scurtă descriere.

Studentii care au răspuns „da” la întrebarea privind studiul biomimicriei au oferit diverse perspective asupra experiențelor lor. Mulți au descris biomimicria ca o abordare inovatoare care imită tiparele, sistemele și elementele naturii pentru a rezolva probleme complexe ale omului, în special în domeniile designului, ingineriei, arhitecturii și medicinei. Unii studenți au evidențiat exemple specifice, precum studiul structurilor fagurilor pentru materiale solide și ușoare sau utilizarea tiparelor de creștere a fungilor pentru proiectarea rețelelor de metrou. Alții și-au amintit expunerea prin cursuri academice, ore de design sau studiu individual, învățând cum biomimicria poate conduce la soluții sustenabile și eficiente, inspirate din ecosistemele naturale. Mai mulți au menționat, de asemenea, aplicații în domenii precum sistemele de suport decizional, economia circulară și sistemele biologice, subliniind relevanța biomimicriei în crearea tehnologiilor și practicilor ecologice.

Întrebarea 2.2: Puteți oferi un exemplu de soluție de mediu bazată pe biomimicrie? De exemplu: aripile avioanelor sunt inspirate de păsări; economia circulară este inspirată de ciclul vieții din natură; materialul costumelor de înot ale sportivilor olimpici este inspirat de pielea rechinului; midii inspiră adezivul subacvatic; tălpile antiderapante ale pantofilor sunt

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.

inspirate de pielea de șarpe; cuiburile de termite inspiră clădiri cu auto-răcire; pădurile inspiră sisteme de filtrare a apei fără chimicale.

În chestionar, studenții au oferit răspunsuri detaliate despre beneficiile biomimicriei în crearea de soluții sustenabile prin imitarea naturii. Ei au explicat că aripile avioanelor sunt proiectate pe baza păsărilor pentru a îmbunătăți aerodinamica și eficiența consumului de combustibil. În același timp, trenurile de mare viteză sunt modelate după ciocul zimbrului, permițând călătorii mai rapide și mai silențioase prin reducerea zgomotului.

De asemenea, au menționat clădiri inovatoare cu auto-răcire, precum Eastgate Centre din Zimbabwe, inspirate de cuiburile de termite, care reglează temperatura internă fără energie externă, reducând utilizarea aerului condiționat. În gestionarea apei, studenții au evidențiat sisteme de filtrare fără chimicale care replică procesele naturale din păduri și acoperișuri verzi care imită retenția de apă a plantelor din deșert, contribuind la reducerea scurgerilor și răcirea clădirilor urbane.

Ei au mai indicat și exemple din designul materialelor, precum Velcro, inspirat de semințele de pălămidă, și costumele de înot olimpice care imită pielea rechinului pentru a reduce frecarea și a crește performanța.

Studenții au mai menționat că palele turbinelor eoliene au devenit mai eficiente prin imitarea aripioarelor balenei cu cocoașă, panourile solare se inspiră din modul în care frunzele captează lumina soarelui, iar acele inspirate de țânțari permit injecții fără durere în domeniul medical. Ei au subliniat că natura continuă să inspire progrese în domeniul adezivilor și al altor materiale.

Întrebarea 2.3: Cum credeți că biomimicria poate contribui la designul sustenabil?

Studenții și-au exprimat sprijinul ferm pentru biomimicrie ca mijloc de a îmbunătăți eficiența energetică, de a reduce deșeurile și de a stimula inovația. Ei au subliniat că sistemele naturale, perfecționate prin evoluție, sunt în mod inerent eficiente din punct de vedere energetic, evidențiind exemple precum clădirile inspirate de cuiburile de termite, care reglează temperatura în mod natural, reducând nevoia de încălzire și răcire. Ca alt exemplu, a fost menționat Esplanade Theater din Singapore, inspirat de fructul durian, care reprezintă un

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.

design eficient energetic prin optimizarea luminii naturale, reducând consumul de energie cu 30%.

Reducerea deșeurilor și eficiența resurselor au fost, de asemenea, teme centrale. Studenții au menționat că natura funcționează în sisteme închise, în care deșeurile sunt reciclate în resurse. Designurile biomimetice, precum sistemele de filtrare a apei fără chimicale inspirate din ecosistemele forestiere, reflectă aceste principii, conducând la produse biodegradabile, durabile și eficiente din punct de vedere al resurselor, care se aliniază cu abordarea naturii de minimizare a deșeurilor.

Studenții au evidențiat, de asemenea, adaptabilitatea și reziliența designurilor inspirate din natură, sugerând că imitarea organismelor naturale poate contribui la crearea de sisteme capabile să facă față schimbărilor de mediu, în special schimbărilor climatice. Ei au argumentat că soluțiile biomimetice sunt mai sustenabile deoarece se bazează pe strategii dovedite ale naturii. În cele din urmă, studenții au considerat biomimicria un factor esențial în stimularea inovației, menționând exemple precum rezistența mătășii de păianjen și forma aerodinamică a aripilor păsărilor, demonstrând cum natura oferă o sursă bogată de inspirație pentru rezolvarea durabilă a problemelor complexe de design.

Partea 3: Evaluarea competențelor

Întrebarea 3.1: Evaluați nivelul dvs. de competență în următoarele domenii pe o scară de la 1 (fără experiență) la 5 (expert).

Studenților li s-a adresat o serie de întrebări legate de nivelul competențelor lor în ceea ce privește:

- Creativitate și inovație.
- Rezolvarea problemelor.
- Desen tehnic (manual sau CAD – proiectare asistată de calculator).
- Cercetare științifică.
- Colaborare în echipă.

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.

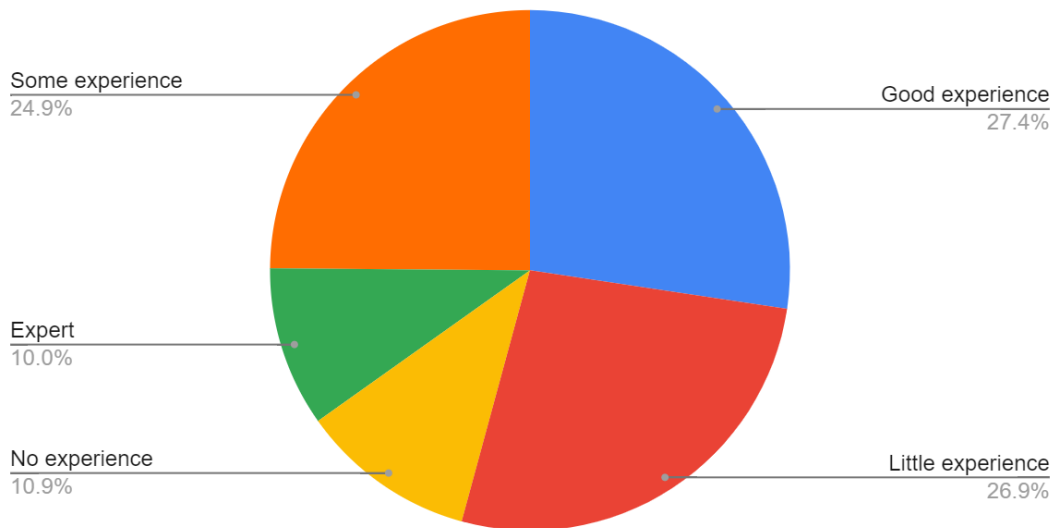


Figura 2. Creativitate și inovație.

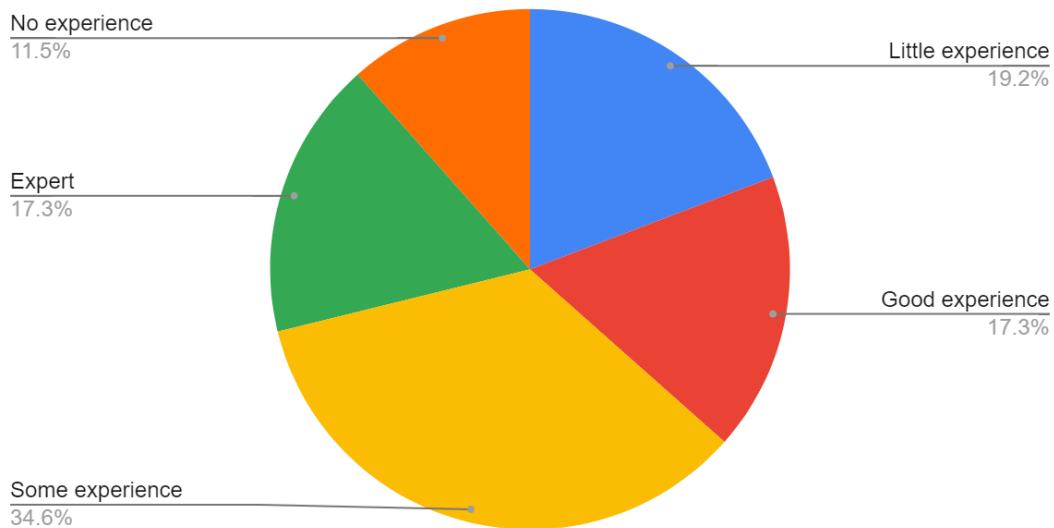


Figura 3. Rezolvarea problemelor.

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.

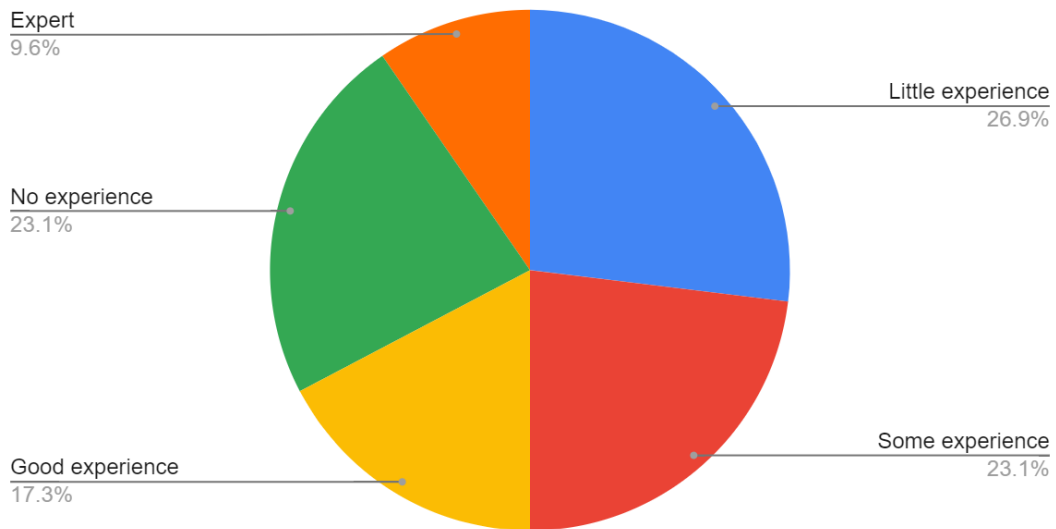


Figura 4. Desen tehnic (manual sau CAD – proiectare asistată de calculator).

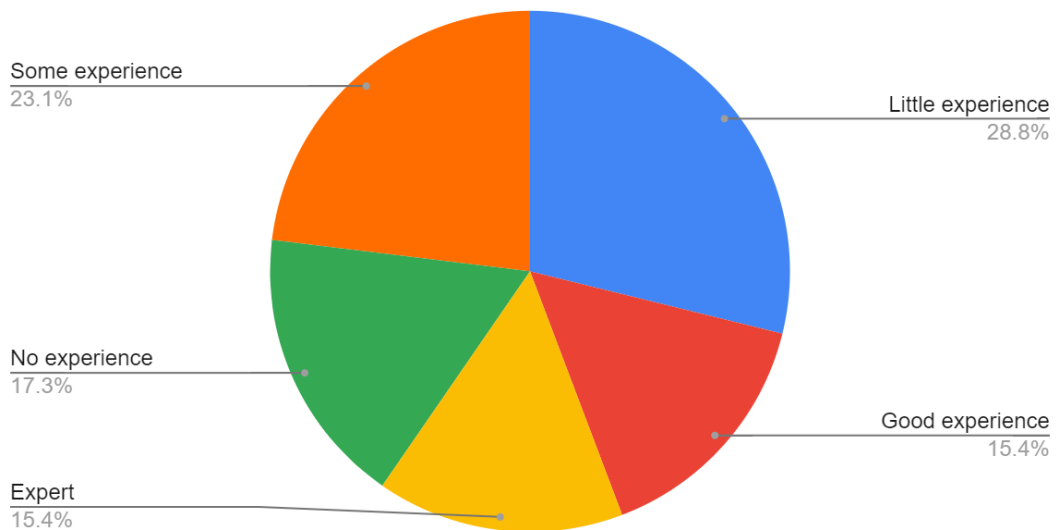


Figura 5. Cercetare științifică.

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.

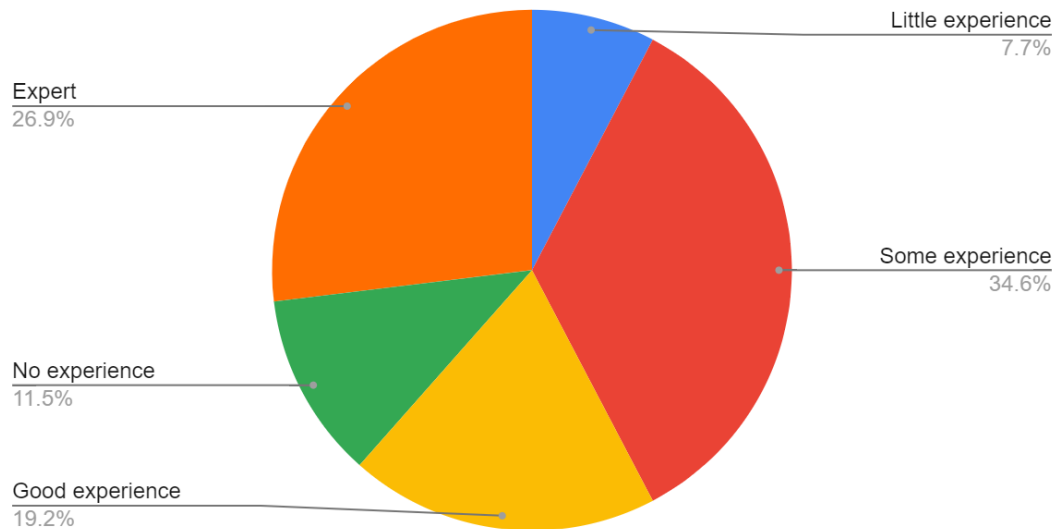


Figura 6. Colaborare în echipă.

Graficele de mai sus arată că, în medie, 60% dintre studenți au puțină sau deloc experiență în domeniile creativității și inovației, rezolvării problemelor și desenului tehnic; 74% nu au experiență în cercetare științifică, în timp ce aproape 60% se consideră foarte buni sau experți în colaborarea în echipă.

Întrebarea 3.2: Ați lucrat la vreun proiect în care ați aplicat principiile biomimicriei? Dacă da, vă rugăm să descrieți pe scurt proiectul.

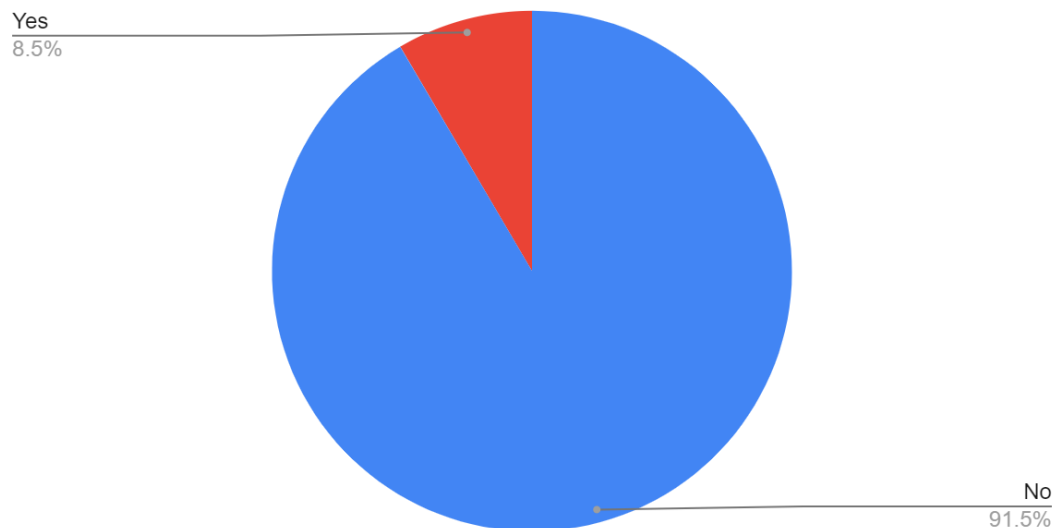


Figura 7. Ați lucrat la vreun proiect în care ați aplicat principiile biomimicriei?

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.

Din cei 201 de studenți, mai puțin de 15 au participat la proiecte în care au aplicat principiile biomimicriei.

Întrebarea 3.2.1: Dacă răspunsul la întrebarea de mai sus este „da”, vă rugăm să descrieți pe scurt proiectul la care ați lucrat.

Câțiva studenți au descris proiecte care încorporează principiile biomimicriei, reflectând angajamentul lor față de sustenabilitatea mediului. Un student a lucrat la proiectarea unui submarin inspirat de cleștii puternici ai creveților pistol, demonstrând cum mecanismele naturii pot stimula inovația în inginerie. Un alt student, într-un grup de biologie de liceu, a explorat polenizarea manuală, evidențiind interesul pentru procese naturale care ar putea sprijini practicile sustenabile. În domeniul designului, un student a creat un fundal plutitor inspirat de o nuferă, cu pereți articulați care se deschid ca petalele pentru a optimiza captarea luminii. Un alt proiect s-a concentrat pe utilizarea panourilor solare ca soluție energetică ecologică, subliniind importanța energiei regenerabile.

Studenții s-au implicat, de asemenea, în probleme de mediu prin diverse proiecte. Un grup a studiat creșterea nivelului mării în Grecia folosind altimetria prin satelit, abordând problema schimbărilor climatice. Un alt proiect a analizat structurile stupilor de albine pentru a inspira materiale de construcție ușoare și durabile, demonstrând cum designurile naturale pot îmbunătăți construcțiile. De asemenea, un proiect de design pentru mobilier urban inspirat de cuiburile de păsări a avut ca scop îmbunătățirea durabilității și esteticii băncilor publice. În final, un student și-a exprimat interesul pentru aplicarea biomimicriei în crearea de ambalaje mai sustenabile, reflectând o aplicare largă a acestor principii în diferite domenii.

Partea 4: Interes și motivație

Întrebarea 4.1: De ce sunteți interesat de biomimicrie sau de designul de mediu?

Studenții și-au exprimat motivații diverse pentru interesul lor față de biomimicrie și designul de mediu, subliniind adesea înțelepciunea inerentă a naturii. Ei au evidențiat că animalele și ecosistemele, evaluate de-a lungul a milioane de ani, oferă soluții remarcabile pentru provocările umane. Prin învățarea din aceste sisteme naturale, studenții cred că oamenii pot îmbunătăți calitatea vieții și pot cultiva o relație mai sustenabilă cu mediul înconjurător. Mulți

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.

au subliniat importanța menținerii echilibrului cu natura și educării altora în privința conștientizării mediului. Frumusețea și fascinația biomimicriei au fost, de asemenea, remarcate, studenții apreciind modul în care natura poate inspira și revigora spiritul uman. Ei văd un mare potențial pentru aplicațiile viitoare ale biomimicriei, în special în abordarea provocărilor de mediu și gestionarea eficientă a resurselor.

Mai mulți studenți au subliniat valoarea educațională a biomimicriei, menționând că aceasta stimulează gândirea creativă și oferă perspective practice de design fără confuzie. Ei au recunoscut natura ca o sursă esențială de inspirație, oferind soluții pentru probleme moderne precum epuizarea resurselor și degradarea mediului. Au fost menționate exemple precum submarinele aerodinamice inspirate de pești, apreciate pentru eficiența și durabilitatea lor. Studenții au accentuat, de asemenea, importanța planificării de mediu în dezvoltarea sustenabilă, exprimând un angajament puternic de a contribui la o lume mai curată și de a reduce amprenta de carbon prin inovație responsabilă.

Întrebarea 4.2: În ce domenii ale biomimicriei sau designului de mediu sunteți cel mai interesat să explorați?

Arhitectura a apărut ca domeniul principal de interes al studenților, reflectând dorința puternică de a integra practici sustenabile în designul clădirilor și planificarea urbană. Mulți studenți și-au exprimat interesul pentru clădiri sustenabile, indicând un angajament față de metode de construcție responsabile față de mediu. Ei sunt dornici să exploreze modul în care arhitectura poate încorpora principii naturale pentru a spori eficiența energetică și a minimiza impactul asupra mediului.

De asemenea, studenții și-au arătat un interes deosebit pentru inițiativele legate de apă curată, subliniind importanța abordării problemelor de penurie de apă și poluare. Această preocupare se aliază cu interesul lor pentru conservarea mediului și protecția împotriva dezastrelor naturale, evidențiind o abordare holistică a sustenabilității care include infrastructură rezilientă.

Domeniul designului de produs a fost menționat frecvent, studenții fiind interesați să creeze soluții inovatoare care să promoveze sustenabilitatea și să abordeze provocările de mediu. Ei se concentrează pe integrarea științei materialelor în dezvoltarea produselor, având ca obiectiv utilizarea materialelor ecologice care reduc deșeurile și impactul negativ asupra mediului.

Robotica a captat, de asemenea, atenția studenților, aceștia văzând potențialul tehnologiei de a sprijini conservarea mediului și de a îmbunătăți sistemele de gestionare a apei. Intersecția dintre roboți și designul de mediu sugerează o abordare orientată spre viitor pentru rezolvarea problemelor ecologice prin tehnologie avansată.

Mulți studenți și-au exprimat interesul pentru medicină și sănătate, recunoscând rolul biomimicriei în dezvoltarea soluțiilor pentru provocările medicale și în promovarea sănătății publice. Ei văd oportunități de a se inspira din natură pentru a crea tehnologii și practici medicale mai eficiente.

În cele din urmă, există un accent notabil pe orașele sustenabile ca domeniu critic de explorare. Studenții sunt interesați să înțeleagă cum pot fi proiectate sau modificate mediile urbane pentru a fi mai sustenabile, integrând elemente precum accesul la apă curată și conservarea mediului în planificarea urbană.

Partea 5: Aplicare practică

Întrebarea 5.1: Imaginați-vă că sunteți însărcinat să proiectați un nou produs pentru colectarea apei în zone uscate. Care ar fi primii pași în soluția dvs?

În chestionar, studenții și-au descris abordarea pentru proiectarea unui produs de colectare a apei în zone uscate, subliniind importanța cercetării temeinice. Ei au evidențiat necesitatea analizării climei, geografiei, tiparelor de precipitații și provocărilor locale, studiind în același timp organisme precum cactușii și plantele deșertice care s-au adaptat la lipsa apei. Scopul lor era să dezvolte mecanisme inovatoare și eficiente de colectare a apei, inspirându-se din aceste organisme.

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.

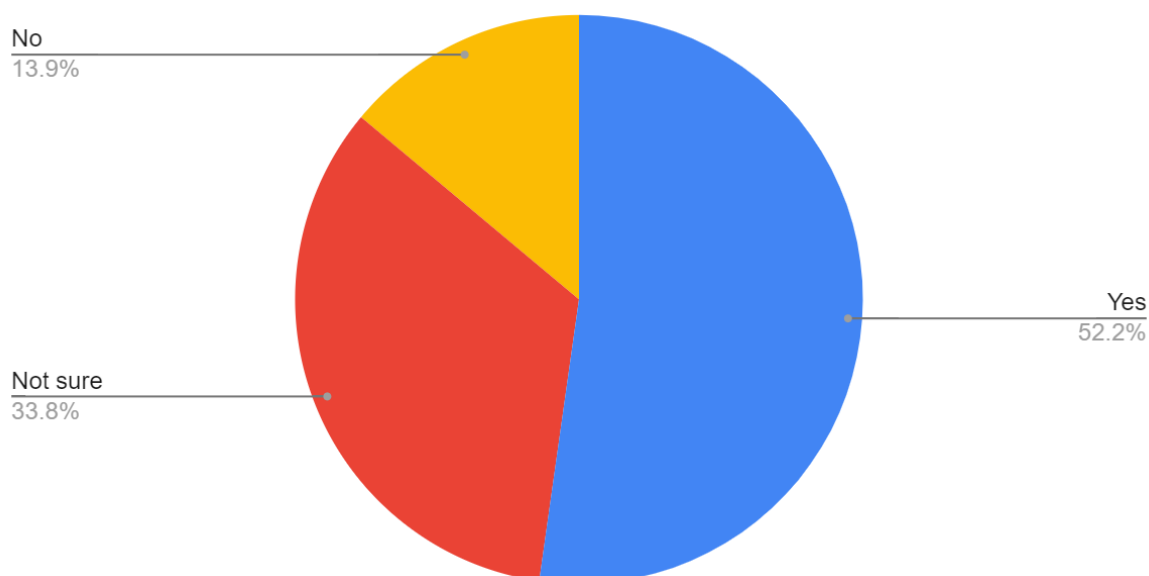
Studentii au accentuat valoarea implicării comunităților locale prin interviuri, sondaje și ateliere pentru a înțelege nevoile acestora și a se asigura că produsul este funcțional, adecvat cultural și accesibil. Feedback-ul obținut ar ghida procesul de design, stimulând un sentiment de responsabilitate și implicare în rândul utilizatorilor.

Folosind biomimicria, studenții au generat idei inspirate din natură, precum imitarea condensării umidității de către plante pentru a crea suprafețe de colectare a rouei sau a apei de ploaie. Prototiparea și testarea acestor designuri în medii controlate și în condiții reale au fost esențiale pentru evaluarea eficienței colectării apei, durabilității și ușurinței de utilizare. Feedback-ul comunității ar ajuta la rafinarea designului.

Studentii s-au concentrat, de asemenea, pe optimizarea capacității de colectare a apei, a rezistenței materialelor și a sustenabilității, folosind materiale ecologice și asigurând accesibilitatea pentru producția în masă. Ei au subliniat importanța instruirii comunităților locale privind utilizarea și întreținerea produsului pentru a garanta succesul pe termen lung și monitorizarea continuă pentru a evalua eficiența și adaptabilitatea produsului în condiții reale.

Partea 6: Feedback

Întrebarea 6.1: Credeți că învățarea despre biomimicrie vă poate îmbunătăți competențele profesionale?



Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.

Figura 8. Credeți că învățarea despre biomimicrie vă poate îmbunătăți competențele profesionale?

Majoritatea respondenților au răspuns pozitiv (52%), unii studenți nu erau siguri (37%), iar doar câțiva au răspuns negativ (11%).

Întrebarea 6.2: Ce resurse sau instrumente v-ar ajuta să înțelegeți mai bine și să aplicați biomimicria în proiectele dvs. de design?

Studenții au identificat mai multe resurse și instrumente esențiale care le-ar putea îmbunătăți înțelegerea biomimicriei în design. Ei au subliniat importanța literaturii educaționale, în special cărți fundamentale precum *Biomimicry: Innovation Inspired by Nature* și articole academice care oferă studii de caz din lumea reală. Cursurile online și atelierelor au fost menționate ca valoroase pentru învățarea structurată și implementarea practică.

Colaborarea cu biologii, ecologiștii și inginerii a fost considerată esențială pentru obținerea de informații despre sistemele naturale, în timp ce accesul la instrumente de simulare și modelare, precum CAD (proiectare asistată de calculator) și ANSYS (software de simulare și analiză inginerie), ar ajuta la testarea și perfecționarea designurilor. Studenții și-au exprimat, de asemenea, dorința de a dobândi experiență practică prin laboratoare și facilități de cercetare, precum și oportunități de participare la ateliere și conferințe pentru a interacționa cu profesioniști din domeniu.

Participarea la activități practice și petrecerea timpului în natură au fost considerate vitale pentru inspirarea designurilor inovatoare și înțelegerea principiilor biomimicriei. În ansamblu, studenții au evidențiat un amestec de resurse educaționale, eforturi colaborative, experiențe practice și observarea naturii ca fiind cruciale pentru aplicarea eficientă a biomimicriei în design.

3.2 Chestionar pentru profesorii din Sistemele de învățământ și formare profesională (VET)

Part 1: Partea 1: Informații generale

Întrebarea 1.1: Ce discipline predați?

Profesorii care au participat la chestionar reprezintă diverse discipline din mai multe domenii educaționale. Mulți dintre ei predau matematică, inclusiv matematică generală și aplicațiile acesteia în științe. Științele mediului sunt, de asemenea, un domeniu important, mai mulți profesori subliniind importanța conștientizării mediului și a sustenabilității în programele lor. Acest lucru reflectă o recunoaștere tot mai mare a problemelor ecologice și necesitatea unei educații care să includă responsabilitatea față de mediu.

Pe lângă disciplinele de bază precum matematica și științele mediului, profesorii aduc expertiză în domeniul umanist și științele sociale, incluzând istoria, filosofia și educația interculturală. Această combinație de discipline permite o abordare educațională cuprinzătoare, stimulând gândirea critică și considerațiile etice în rândul cursanților. Educația artistică, în special în arte plastice și arte aplicate, evidențiază aspectele de creativitate și exprimare, îmbogățind și mai mult experiența educațională.

În plus, disciplinele specializate precum informatica, știința calculatoarelor și tehnologiile informaționale evidențiază importanța alfabetizării digitale în peisajul educațional actual. Aceste discipline pregătesc cursanții pentru o lume dominată de tehnologie, integrând competențe necesare pentru carierele viitoare. Alte discipline, precum sănătatea și nutriția, psihologia sportivă și nursingul, demonstrează legăturile interdisciplinare dintre educație și bunăstare, abordând sănătatea fizică și mentală.

Profesorii acoperă, de asemenea, domenii practice precum turismul, antreprenoriatul și managementul afacerilor, concentrându-se pe aplicații reale și pregătind cursanții pentru medii profesionale. Această orientare pragmatică este completată de discipline precum mecanica, ingineria și integrarea tehnică, care echipează cursanții cu abilități practice și cunoștințe vitale pentru diverse industrii.

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.

Întrebarea 1.2: Câți ani de experiență în predare aveți?

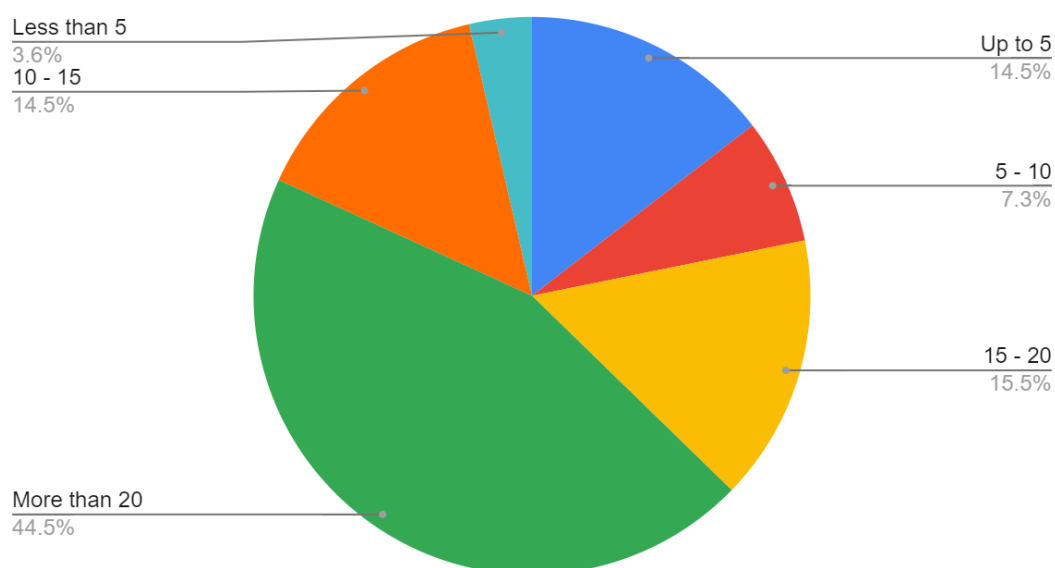


Figura 9. Câți ani de experiență în predare aveți?

Majoritatea profesorilor care au participat la chestionar (44,5%) au răspuns că au peste 20 de ani de experiență în predare, 15,5% au indicat 15–20 de ani de experiență, 14,5% au răspuns că au 10–15 ani de experiență, 14,5% au menționat până la 5 ani de experiență, iar 7,3% au indicat 5–10 ani de experiență. Doar 3,6% au răspuns că au mai puțin de 5 ani de experiență în predare.

Întrebarea 1.3: Ați predat sau ați utilizat anterior concepte legate de sustenabilitatea mediului sau biomimicria în cursurile dvs?

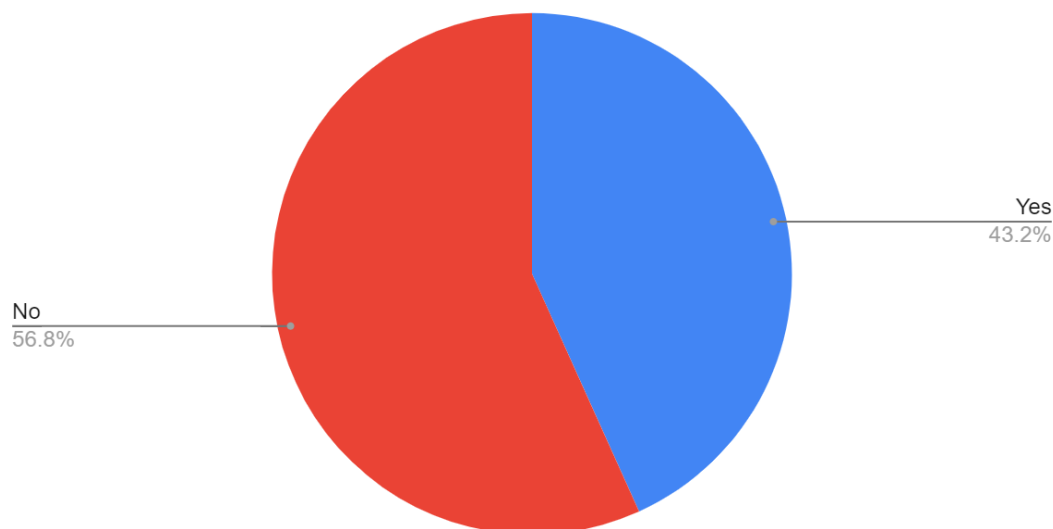


Figura 10. Ați predat sau ați utilizat anterior concepte legate de sustenabilitatea mediului sau biomimicria în cursurile dvs?

Având în vedere că doar 9,5% dintre profesori predau discipline direct legate de mediu/sustenabilitate, este interesant de remarcat că 42% au confirmat că predau (sau au predat) concepte legate de sustenabilitatea mediului sau biomimicria în cursurile lor.

Întrebarea 1.3.1: Dacă răspunsul la întrebarea de mai sus este „da”, vă rugăm să descrieți pe scurt cum ați predat sau utilizat conceptele respective.

Profesorii au raportat diverse modalități de a integra conceptele de biomimicrie și sustenabilitate a mediului în lecțiile lor. Mulți au subliniat importanța experiențelor de învățare practice, în aer liber, cum ar fi desfășurarea cursurilor în parcuri pentru a observa direct ecosistemele, proiecte de grădinărit și activități de compostare pentru a preda ciclurile nutrienților și reducerea deșeurilor. Mai mulți educatori au evidențiat utilizarea materialelor reciclate în proiecte artistice pentru a promova sustenabilitatea și a implica cursantii în aplicarea creativă a acestor concepte. De asemenea, au discutat despre integrarea studiilor de caz relevante, exemplilor practice și discuțiilor despre aplicațiile reale ale biomimicriei și sustenabilității mediului în curricula lor.

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.

Profesorii au menționat utilizarea unor metode de predare variate, inclusiv videoclipuri, documentare și activități interactive, pentru a crește conștientizarea asupra problemelor de mediu. Ei au subliniat relevanța subiectelor precum amprenta ecologică, sursele de energie regenerabilă și protecția consumatorului, stimulând discuții despre sustenabilitatea mediului în diverse discipline.

De asemenea, unii educatori au evidențiat importanța abordărilor interdisciplinare, conectând lecțiile cu subiecte de biologie, economie și chimie. Ei au pus accent pe proiecte colaborative care implică cursantii în analiza impactului asupra mediului și dezvoltarea strategiilor pentru sustenabilitate.

Partea 2: Înțelegerea și aplicarea biomimicriei și a Învățării bazate pe probleme (PBL)

Întrebarea 2.1: Definiți biomimicria cu propriile cuvinte.

Profesorii au oferit interpretări variate ale biomimicriei, descriind-o ca pe o abordare științifică care se inspiră din natură pentru a rezolva provocările umane. Ei au subliniat că biomimicria implică imitarea formelor, proceselor și ecosistemelor biologice pentru a dezvolta soluții sustenabile și inovatoare. Profesorii au menționat aplicațiile sale în tehnologie, arhitectură și conservarea mediului, evidențiind modul în care designurile inspirate din natură pot îmbunătăți viața de zi cu zi.

Mai mulți educatori au subliniat importanța utilizării strategiilor naturale pentru a aborda probleme complexe ale omului, stimulând creativitatea și conștientizarea mediului. Ei au văzut, de asemenea, biomimicria ca pe un instrument educațional, încurajând cursantii să interacționeze activ cu natura, să învețe din eficiența acesteia și să aplice aceste cunoștințe în mod practic. În ansamblu, răspunsurile au reflectat potențialul biomimicriei de a conecta cunoștințele științifice cu soluții din lumea reală, promovând totodată un sentiment de responsabilitate față de mediu.

Întrebarea 2.2: Vă rugăm să citați exemple de sustenabilitate a mediului sau biomimicrie pe care le-ați discutat cu cursantii dvs.

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.

Profesorii au împărtășit diverse exemple de integrare a sustenabilității mediului și biomimicriei în lecțiile lor. Mulți s-au concentrat pe probleme contemporane de mediu, precum încălzirea globală, poluarea și reciclarea, subliniind necesitatea protejării ecosistemelor, conservării biodiversității și promovării conservării resurselor.

Ei au discutat despre biomimicrie arătând cum natura inspiră designul și tehnologia, folosind exemple precum avioane modelate după păsări, clădiri inspirate de termite pentru răcire naturală și materiale bio-inspirate pentru eficiență energetică. Unii profesori au explorat, de asemenea, modele naturale în artă și arhitectură, cum ar fi secvența lui Fibonacci.

Practicile de sustenabilitate au fost un punct central, profesorii accentuând compostarea, utilizarea surselor de energie regenerabilă precum solară și eoliană și promovarea principiilor economiei circulare prin reciclarea și reutilizarea materialelor. Ei au încurajat reducerea deșeurilor și consumul responsabil, descurajând în special produsele de unică folosință și promovând colectarea selectivă a deșeurilor.

Au fost discutate aplicații reale ale biomimicriei, inclusiv acoperișuri verzi pentru izolare termică și biodiversitate urbană. Profesorii au folosit, de asemenea, exemple din comportamentul animalelor, precum eficiența resurselor la furnici, pentru a preda cooperarea și responsabilitatea ecologică. Mai mulți profesori au menționat integrarea obiectivelor Agendei 2030 în curriculum, stimulând discuții despre schimbările climatice, conservare și tehnologie sustenabilă pentru a dezvolta conștientizarea și responsabilitatea ecologică în rândul cursanților.

Întrebarea 2.3: Ce rol joacă biomimicria în designul modern și în educația pentru mediu?

Profesorii au recunoscut pe scară largă importanța biomimicriei în designul modern și în educația pentru mediu. Ei au evidențiat potențialul acesteia de a inspira soluții sustenabile pentru dezvoltarea energetică, poluare și degradarea mediului. Mulți au subliniat valoarea utilizării biomimicriei pentru promovarea materialelor sustenabile și a principiilor de design bazate pe natură, cu scopul de a reduce impactul ecologic. Profesorii consideră biomimicria un instrument educațional esențial care stimulează conștientizarea ecosistemelor naturale și

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.

încurajează cursantii să observe și să învețe din natură, aprofundând astfel înțelegerea biodiversității și interconexiunii sistemelor vii.

Mai mulți educatori au menționat aplicații specifice ale biomimicriei în industrii precum aviația, arhitectura și medicina, oferind exemple precum designuri de avioane inspirate de păsări și sisteme eficiente energetic bazate pe procese naturale. Deși recunosc beneficiile practice ale biomimicriei, unii și-au exprimat îngrijorarea privind acoperirea limitată a acesteia în curricula actuală, pledând pentru o includere mai semnificativă în educația pentru mediu, pentru a pregăti mai bine cursantii să facă față provocărilor ecologice.

Întrebarea 2.4: Aplicați învățarea bazată pe probleme (PBL) ca metodă de predare?

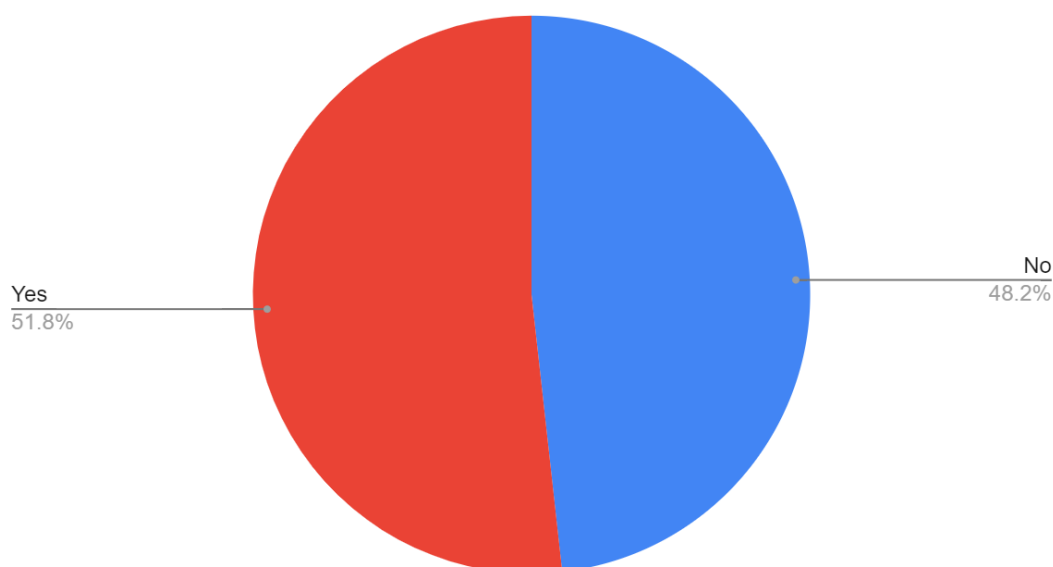


Figura 11. Aplicați învățarea bazată pe probleme (PBL) ca metodă de predare?

51,8% dintre profesorii care au participat la chestionar au confirmat că utilizează învățarea bazată pe probleme (PBL) ca metodă de predare.

Întrebarea 2.5: Dacă răspunsul dvs. este „da”, vă rugăm să oferiți câteva exemple și să precizați cât de des utilizați această metodă.

Profesorii au subliniat valoarea învățării bazate pe probleme (PBL) în ajutarea cursanților de a aplica practic conceptele teoretice. Mulți au raportat că integrează PBL regulat în curricula lor,

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.

Proiectele variau de la module individuale până la proiecte pe parcursul unui an întreg. Exemple includ elaborarea de planuri de afaceri, explorarea practicilor sustenabile și realizarea de studii ecologice, adesea legate de discipline precum economia, biologia și tehnologia. Temele de mediu au fost un punct central al acestor proiecte, profesorii implicând cursantii în activități precum proiectarea de ambalaje biodegradabile, crearea de grădini ecologice și dezvoltarea de soluții de energie regenerabilă inspirate din natură. Aceste proiecte au aprofundat înțelegerea cursanților asupra problemelor de mediu și i-au încurajat să propună soluții inovatoare bazate pe natură.

Colaborarea și învățarea interdisciplinară au fost, de asemenea, strategii cruciale, cursantii lucrând împreună în domenii precum istoria, științele și arta pentru a aborda probleme complexe. Profesorii au menționat utilizarea tehnologiei și a platformelor precum eTwinning și Erasmus+ pentru a facilita proiecte colaborative, inclusiv parteneriate internaționale, îmbogățind experiența de învățare.

Cu toate acestea, unii educatori și-au exprimat îngrijorarea privind implicarea cursanților, observând că, deși mulți cursanți prosperă în proiecte practice, alții ezită să participe pe deplin. În ciuda acestei provocări, profesorii rămân dedicați motivării cursanților și îmbunătățirii procesului de învățare prin Învățarea bazată pe probleme (PBL).

Partea 3: Competențe de predare și integrarea în curriculum

Întrebarea 3.1: Evaluați nivelul dvs. de încredere în predarea următoarelor aspecte ale biomimicrii pe o scară de la 1 (nu sunt încrezător) la 5 (foarte încrezător).

Profesorii au fost întrebați despre nivelul lor de încredere în următoarele domenii:

- Predarea principiilor ecologiei.
- Aplicarea biomimicrii în proiecte de design practice.
- Integrarea biomimicrii în alte discipline.
- Încurajarea gândirii inovative prin biomimicrie.
- Aplicarea metodei Învățării bazate pe probleme (PBL).

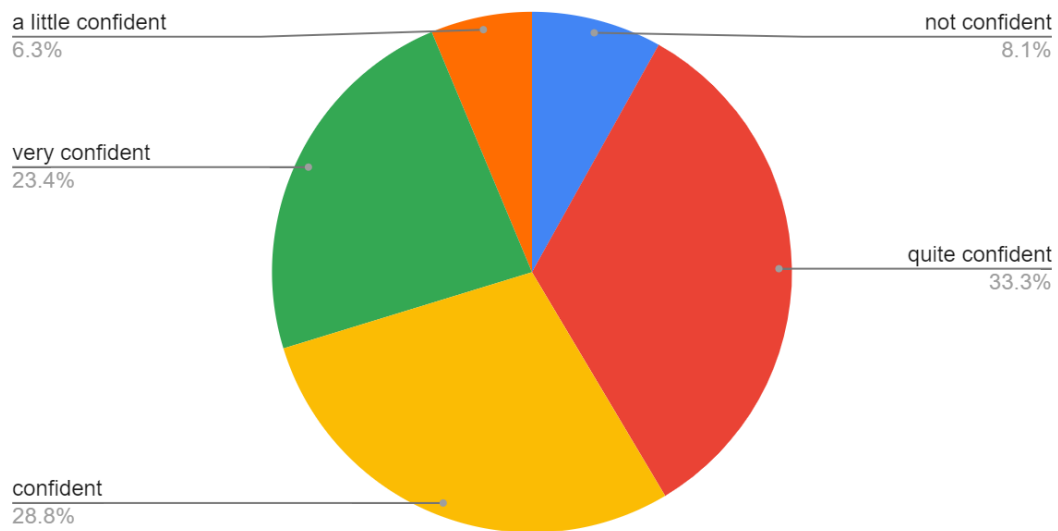


Figura 12. Înțelegerea principiilor ecologiei.

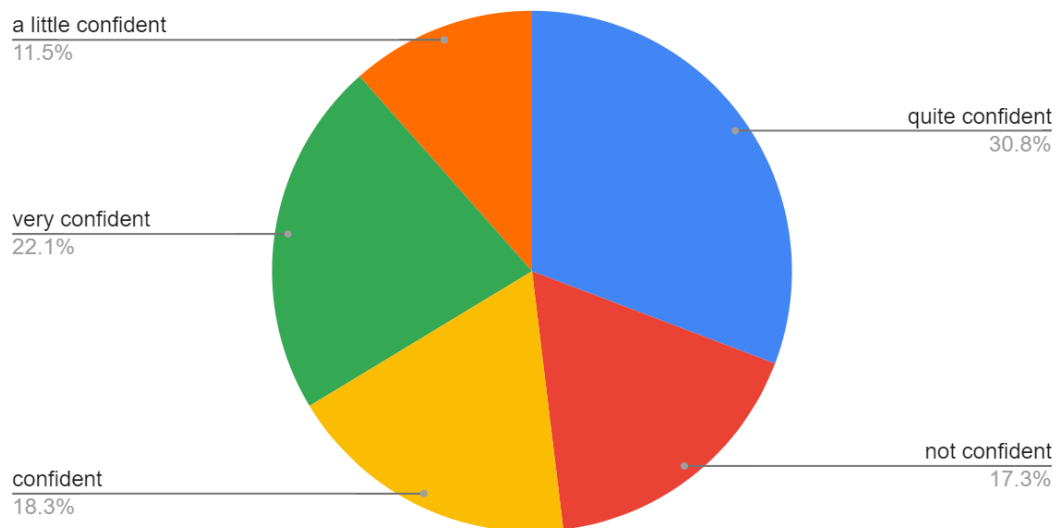


Figura 13. Aplicarea biomimicriei în proiecte practice de design.

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.

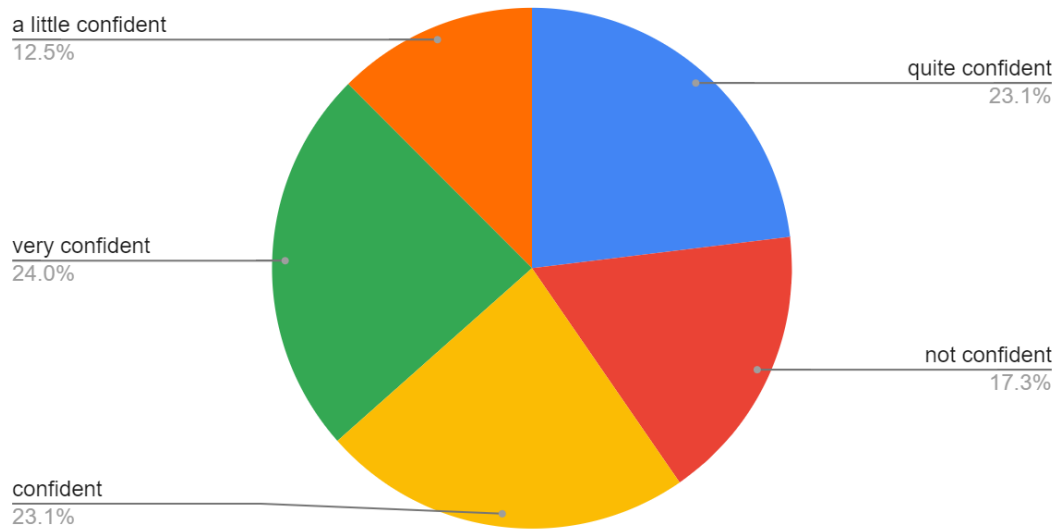


Figura 14. Integrarea biomimicriei în alte discipline (de exemplu, matematică, științe).

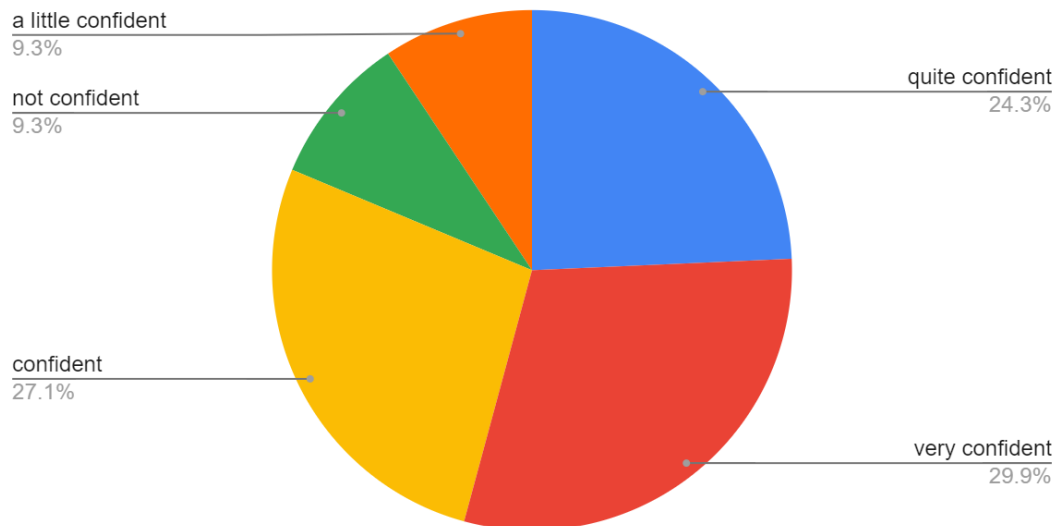


Figura 15. Încurajarea gândirii inovative prin biomimicrie.

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.

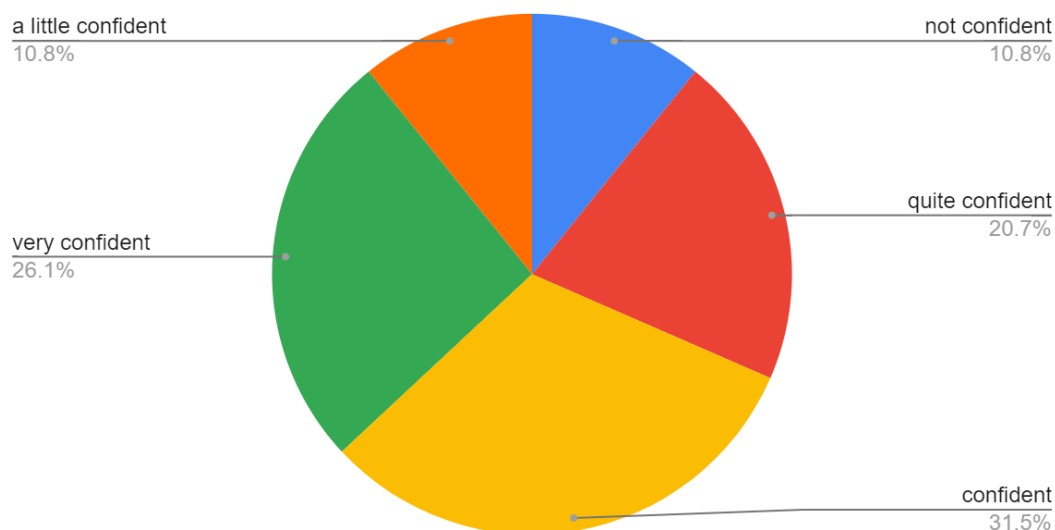


Figura 16. Aplicarea metodei Învățării bazate pe probleme (PBL).

Nivelul general de încredere de sine în ceea ce privește subiectele menționate mai sus este pozitiv. Majoritatea profesorilor se simt încrezători/foarte încrezători în predarea principiilor ecologiei, aplicarea biomimicrii în proiecte practice de design, integrarea biomimicrii în alte discipline, încurajarea gândirii inovative prin biomimicrie și aplicarea metodei Învățării bazate pe probleme (PBL).

Întrebarea 3.2: Ați întâmpinat provocări în integrarea sustenabilității mediului sau a biomimicrii în curriculumul dvs?

Graficul de mai jos arată că integrarea sustenabilității mediului sau a biomimicrii în curriculum reprezintă o provocare concretă pentru 74% dintre profesori.

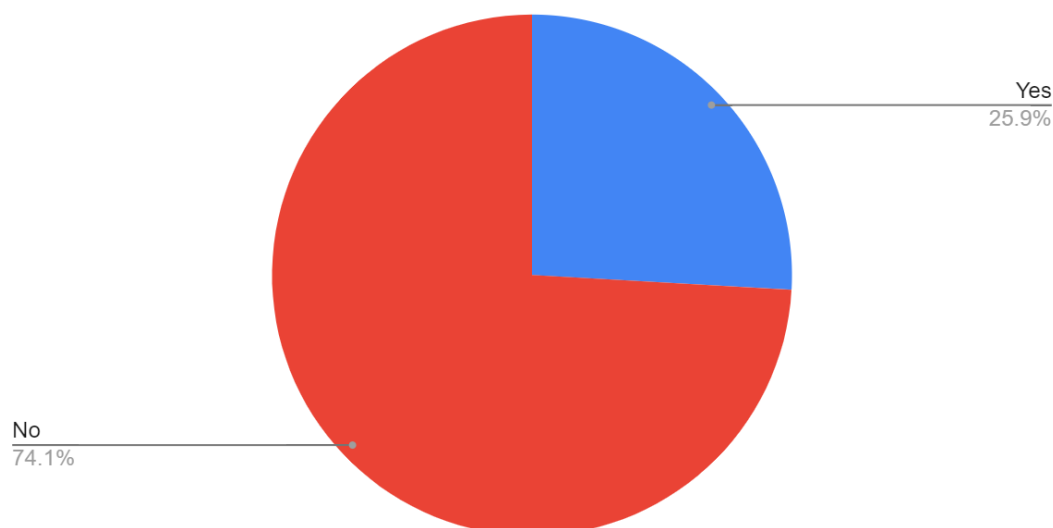


Figura 17. Ați întâmpinat provocări în integrarea sustenabilității mediului sau a biomimicriei în curriculumul dvs?

Întrebarea 3.2.1: Dacă răspunsul la întrebarea de mai sus este „da”, vă rugăm să comentați pe scurt.

Profesorii consideră, în general, că integrarea sustenabilității mediului și a biomimicriei în curricula lor este benefică, dar provocatoare. Mulți educatori au menționat că, deși recunosc importanța acestor subiecte, structura rigidă a curriculei existente face dificilă integrarea lor eficientă. Volumul mare al conținutului prescris lasă puțin spațiu pentru explorarea temelor sustenabile, ceea ce necesită planificare atentă și creativitate pentru a integra aceste concepte.

Mai mulți respondenți au semnalat lipsa resurselor și materialelor educaționale adecvate, care să se alinieze temelor de sustenabilitate, ceea ce le împiedică capacitatea de a preda aceste concepte în mod cuprinzător. În plus, unii profesori au raportat că ar avea nevoie de formare suplimentară pentru a se simți încrezători în predarea lecțiilor despre biomimicrie și sustenabilitate, evidențiind un decalaj în oportunitățile de dezvoltare profesională în aceste domenii.

Constrângerile de timp impuse de cerințele curriculare au reprezentat, de asemenea, o preocupare semnificativă. Mulți profesori se simt presați să acopere un volum extins de conținut într-un timp limitat de curs, ceea ce poate împiedica explorarea mai profundă a

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.

conceptelor complexe de sustenabilitate. Această lipsă de timp poate conduce la tratarea superficială a subiectului, diminuând înțelegerea și implicarea cursanților.

În plus, educatorii au semnalat provocări legate de motivația și interesul cursanților. Unii au raportat că cursanții răspund adesea „neglijent” la lecțiile despre sustenabilitate și biomimicrie, posibil din cauza lipsei de exemple pozitive sau modele în mediul lor. Profesorii au subliniat importanța furnizării unui conținut captivant și accesibil pentru a stimula un interes autentic pentru aceste subiecte.

Partea 4: Dezvoltare profesională și resurse

Întrebarea 4.1: Ce tipuri de resurse v-ar ajuta să predați sustenabilitatea mediului sau biomimicria mai eficient? (Selectați toate variantele aplicabile)

Participanții au identificat mai multe resurse care ar putea îmbunătăți eficient capacitatea lor de a preda sustenabilitatea mediului sau biomimicria. Aceste resurse includ manuale și articole academice, cursuri online sau workshopuri și prelegeri susținute de profesioniști din industrie.

De asemenea, materialele pentru proiecte practice și studii de caz sau exemple de soluții de sustenabilitate sau biomimicrie au fost considerate esențiale. S-au evidențiat și instrumentele software, precum prezentările digitale, jocurile, simulările și materialele audio-vizuale, cum ar fi imagini și videoclipuri. În final, schimbul de cunoștințe cu alți educatori a fost recunoscut ca o resursă valoroasă pentru îmbunătățirea practicilor de predare.

Întrebarea 4.2: Ați dori să participați la un program de dezvoltare profesională axat pe biomimicrie?

78% dintre profesorii care au participat la sondaj au declarat că ar fi interesați de un program de dezvoltare profesională axat pe biomimicrie.

Întrebarea 4.3: Ce subiecte specifice legate de biomimicrie ați dori să aprofundați pentru scopuri de predare?

Profesorii și-au exprimat un interes puternic pentru diferite aspecte ale biomimicriei, arătând dorința de a-și aprofunda cunoștințele în scopuri educaționale. Mulți respondenți și-au manifestat interesul de a învăța despre aplicațiile practice ale biomimicriei, în special în designul de produse sustenabile, știința materialelor și arhitectură. Ei au subliniat importanța integrării biomimicriei în mai multe discipline și au identificat aplicații specifice, precum conversia și stocarea energiei regenerabile, sisteme inovatoare de producție alimentară și dezvoltarea medicinei pe bază de plante.

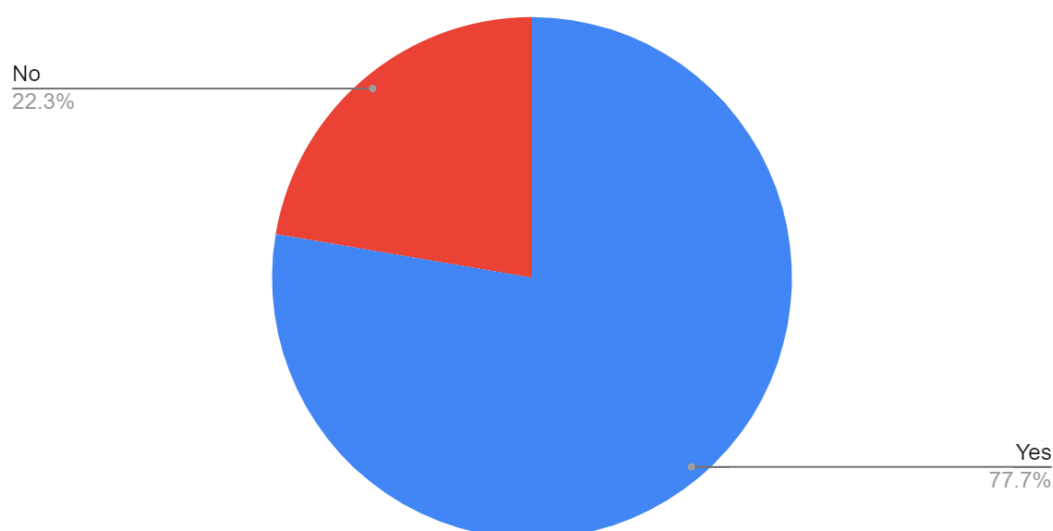


Figura 18. Ați fi interesat să participați la un program de dezvoltare profesională axat pe biomimicrie?

În plus, educatorii și-au arătat interesul de a folosi biomimicria pentru a aborda provocări de mediu, precum poluarea maritimă, și pentru a spori sustenabilitatea în industrii precum instalațiile sanitare și producția de masă. Ei au evidențiat necesitatea de resurse care să acopere fundamentele biomimicriei, inclusiv metodologii pentru integrarea acestor concepte în educația pentru mediu.

Profesorii au solicitat exemple concrete și studii de caz care să prezinte aplicații de succes ale biomimicriei, precum și subiecte precum chimia verde, reciclarea nutrienților și planificarea urbană. Mai mult, educatorii au subliniat importanța strategiilor eficiente de predare și a

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.

proiectelor practice care implică activ cursantii în învățarea despre biomimicrie. Mulți au menționat necesitatea unor workshopuri, cursuri online și resurse pentru planificare, pentru a facilita integrarea cu succes a biomimicriei în mediul de clasă.

Partea 5: Feedback și sugestii

Întrebarea 5.1: Cum ar putea fi integrată biomimicria în procesul de învățare mai eficient?

Profesorii au oferit o serie de sugestii pentru integrarea eficientă a biomimicriei în curricula educațională. Un aspect esențial a fost necesitatea unei abordări multidisciplinare, propunând ca biomimicria să fie predată ca un subiect transversal în diferite module. Educatorii au sugerat dezvoltarea unor curriculumuri interdisciplinare care să combine teoria cu aplicațiile practice, permițând cursanților să exploreze fenomenele naturale în contexte relevante pentru matematică și științe.

Mulți profesori au subliniat importanța aplicațiilor reale și a proiectelor practice, recomandând lecții practice în medii naturale, excursii, workshopuri și sesiuni de formare cu experți în biomimicrie. Astfel de experiențe ar oferi cursanților exemple concrete despre modul în care principiile biomimicriei se aplică în viața reală, stimulând curiozitatea și gândirea critică cu privire la implicațiile acesteia în diverse domenii.

În plus, profesorii au evidențiat necesitatea resurselor educaționale și a formării cadrelor didactice. Aceștia au solicitat materiale noi care să faciliteze integrarea biomimicriei în curricula existentă și au propus sesiuni de formare pentru a aprofunda înțelegerea aplicațiilor sale practice. Unii au sugerat crearea unei discipline independente sau a unor activități extracurriculare axate pe biomimicrie, precum și cursuri opționale care să exploreze complexitatea acesteia.

De asemenea, creșterea conștientizării și comunicarea despre biomimicrie au fost considerate esențiale. Profesorii au recomandat invitarea de specialiști pentru a vorbi despre relevanța acesteia, ceea ce ar putea îmbunătăți înțelegerea și stimula interesul cursanților. Totodată, au sugerat utilizarea suporturilor vizuale și a resurselor multimedia în lecții pentru a implica

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.

cursantii și a ilustra importanța biomimicriei în abordarea provocărilor contemporane de mediu.

Întrebarea 5.2: Aveți alte comentarii sau sugestii privind predarea biomimicriei în învățământul profesional?

Profesorii și-au exprimat un interes puternic pentru îmbunătățirea predării biomimicriei în învățământul profesional, evidențiind necesitatea dezvoltării profesionale cuprinzătoare și a resurselor suplimentare. Aceștia au subliniat importanța programelor continue de formare pentru cadrele didactice din diverse domenii, inclusiv agricultură și sănătate, pentru a le oferi cunoștințele necesare despre biomimicrie și aplicațiile acesteia. Mulți educatori au sugerat stabilirea de parteneriate cu industrii și organizații de mediu pentru a facilita oportunități de învățare experiențială, precum stagii de practică și programe de mentorat. De asemenea, a fost propusă organizarea de concursuri de design axate pe biomimicrie pentru a stimula creativitatea și a oferi cursanților experiență practică.

Profesorii au subliniat, de asemenea, importanța integrării exemplelor practice și a studiilor de caz în curriculum pentru a aprofunda înțelegerea cursanților asupra conceptelor de biomimicrie. Ei au recomandat proiecte practice relevante pentru profesiile studenților și organizarea de workshopuri conduse de experți în domeniu. Unii educatori au sugerat oferirea biomimicriei ca materie opțională, permițând cursanților să exploreze subiectul mai în profunzime. În timp ce recunosc legătura de lungă durată dintre inovația umană și natură, aceștia au evidențiat necesitatea creșterii gradului de conștientizare privind biomimicria ca concept formal în educație. În ansamblu, răspunsurile au subliniat importanța unei baze teoretice solide și a demonstrațiilor practice pentru a evidenția eficiența biomimicriei în abordarea provocărilor contemporane.

4. Matricea rezultatelor învățării pentru competențele de sustenabilitate la cursantii din Sistemele de învățământ și formare profesională (VET)

Cercetarea și studiul descrise în paragrafele anterioare au servit drept bază pentru determinarea cunoștințelor pe care cursantii trebuie să le dobândească pentru a dezvolta obiceiuri sustenabile, simț civic și competențele și abilitățile cerute pe piața muncii.

Acest lucru ne-a permis să dezvoltăm o Matrice a rezultatelor învățării pentru competențele de sustenabilitate la cursantii din Sistemele de învățământ și formare profesională (VET), bazată pe obiectivele de sustenabilitate.

MATRICEA REZULTATELOR ÎNVĂȚĂRII PENTRU COMPETENȚELE DE SUSTENABILITATE LA CURSANTII DIN SISTEMELE DE ÎNVĂȚĂMÂNT ȘI FORMARE PROFESIONALĂ (VET)

Domeniu	Cunoștințe	Abilități	Responsabilitate și autonomie
Abilități interpersonale și de gândire critică (SOFT SKILLS) Creativitate și inovație, rezolvarea problemelor, colaborarea în echipă	<p>Recunoașterea importanței creativității și inovației în viața personală și profesională</p>	<p>Explorarea strategiilor creative și inovative pentru identificarea soluțiilor, atât la nivel personal, cât și profesional.</p>	<p>Generarea de idei și soluții originale prin gândire creativă și aplicarea unor abordări imaginative în fața provocărilor.</p>
	<p>Să conturezi principiile rezolvării problemelor pentru a găsi alternative de soluționare</p>	<p>Dezvoltarea unei mentalități orientate spre rezolvarea problemelor pentru a identifica, prioritiza și selecta alternative de soluționare</p>	<p>Dezvoltarea de soluții practice pentru situații complexe prin împărțirea problemelor în părți gestionabile, identificarea cauzelor principale și aplicarea raționamentului logic pentru a găsi rezolvări eficiente.</p>
	<p>Recunoașterea importanței colaborării în echipă pentru a obține rezultate mai bune decât prin efort individual.</p>	<p>Utilizarea colaborării în echipă pentru atingerea obiectivelor comune.</p>	<p>Dezvoltarea strategiilor de colaborare cu membrii echipei</p>

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.

			pentru a atinge obiective specifice, comune.
ABILITĂȚI TEHNICE Cercetare științifică, proiectare tehnică (desen tehnic/manual și CAD – proiectare asistată de calculator)	Menționarea principiilor fundamentale și a metodologiilor care stau la baza cercetării științifice.	Reprezentarea principiilor de bază care stau la fundamentul cercetării științifice.	Dezvoltarea metodologiilor de cercetare științifică pentru a explica fenomene naturale sau sociale.
	Descrierea principiilor fundamentale ale proiectării tehnice (desenului tehnic).	Explicarea principiilor principale ale desenului tehnic (proiectării tehnice).	Realizarea desenelor tehnice precise prin aplicarea principiilor fundamentale, pentru a comunica vizual modul în care ceva funcționează sau este construit.
SUSTENABILITATE (Obiceiuri și comportamente sustenabile)	Definirea sustenabilității și a principalelor sale aspecte.	Compararea activităților sustenabile posibile în funcție de circumstanțele specifice.	Elaborarea de acțiuni specifice pentru îmbunătățirea sustenabilității într-un context determinat.

	Recunoașterea aplicării sustenabilității în diferite sectoare.	Aplicarea principiilor de sustenabilitate în multiple sectoare.	Dezvoltarea unei abordări interdisciplinare pentru promovarea sustenabilității.
	Selectarea celor mai eficiente instrumente și tehnici de comunicare pentru promovarea sustenabilității.	Analizarea celor mai eficiente metode de promovare a sustenabilității în funcție de context și grupurile țintă.	Elaborarea strategiilor pentru încurajarea alegerilor sustenabile prin educație, conștientizare și comunicare.
SENSIBILITATE CIVICĂ	Explicarea drepturilor și responsabilităților cetățenilor într-o societate democratică.	Prezentarea principiilor democrației și a responsabilităților cetățenilor.	Aplicarea principiilor democrației și a responsabilităților cetățenilor în viața de zi cu zi.
	Identificarea problemelor sociale, politice și de mediu actuale care afectează comunitatea.	Analizarea problemelor sociale, politice și de mediu actuale care afectează comunitatea	Evaluarea problemelor și politicilor civice, luând în considerare multiple perspective și impactul potențial asupra diferitelor grupuri.

	<p>Recunoașterea perspectivelor și culturilor diverse din cadrul comunității și din afara acesteia.</p>	<p>Exersarea raționamentului etic și a responsabilității sociale.</p>	<p>Dezvoltarea incluziunii și a participării active în viața civică.</p>
	<p>Identificarea tehnicilor eficiente de comunicare pentru exprimarea opiniilor și influențarea discursului public în implicarea civică.</p>	<p>Aplicarea tehnicilor eficiente de comunicare pentru a exprima opinii și a influența discursul public în implicarea civică.</p>	<p>Elaborarea argumentelor bine fundamentate pe probleme civice și promovarea soluțiilor prin diverse forme de comunicare.</p>
<p>BIOMIMICRIE (fundamente, principii, aplicații)</p>	<p>Înțelegerea principalelor sisteme și procese biologice care servesc drept modele în biomimicrie..</p>	<p>Explicarea principiilor de bază ale biomimicriei, inclusiv modul în care procesele și organismele naturale inspiră soluții inovatoare pentru provocările umane.</p>	<p>Aplicarea principiilor biomimicriei pentru a rezolva probleme reale.</p>
	<p>Indicarea aplicațiilor biomimicriei prin exemple concrete.</p>	<p>Analizarea aplicațiilor reale ale biomimicriei prin exemple concrete</p>	<p>Evaluarea critică a designurilor și proceselor biomimetice existente prin identificarea punctelor forte, a</p>

			punctelor slabe și a oportunităților de îmbunătățire.
	Conturarea considerațiilor etice și a principiilor de sustenabilitate în soluțiile biomimetice.	Investigarea aspectelor etice și a sustenabilității soluțiilor biomimetice.	Evaluarea implicațiilor etice și a sustenabilității soluțiilor biomimetice.

Tabel 4. Matricea rezultatelor învățării pentru competențele de sustenabilitate în Sistemele de învățământ și formare profesională (VET).

5. Concluzie

Managementul proactiv al riscurilor este un pilon de bază pentru asigurarea succesului platformei digitale LET'S MIMIC pentru practicile de biomimicrie. Prin identificarea, evaluarea și atenuarea sistematică a riscurilor potențiale, echipa de proiect poate gestiona eficient provocările care pot apărea în timpul dezvoltării și implementării. Integrarea managementului riscurilor în fiecare fază a proiectului protejează resursele și crește șansele ca platforma să atingă obiectivele stabilite, la timp și în limitele bugetului.

Managementul riscurilor va fi un proces continuu pe toată durata ciclului de viață al proiectului. Evaluările continue și strategiile de atenuare adaptative vor asigura că riscurile emergente sunt abordate prompt, iar riscurile deja identificate sunt controlate. Prin menținerea vigilenței, echipa de proiect va proteja integritatea platformei, va asigura adoptarea de către utilizatori și va garanta respectarea standardelor legale și de reglementare. În final, o abordare structurată a managementului riscurilor va contribui la livrarea unei platforme digitale robuste, scalabile și durabile, care susține practicile de biomimicrie în design, cercetare și inovație.

Cercetarea documentară realizată în șase țări europene diferite (Grecia, România, Turcia, Franța, Spania și Portugalia) și sondajul aplicat unui număr de 201 de studenți VET și 126 de profesori VET ne-a permis să definim nivelul de înțelegere și implementare a competențelor de sustenabilitate, biomimicrie și PBL, precum și nivelul de interes și motivație pentru îmbunătățirea cunoștințelor și competențelor legate de aceste concepte.

Rezultatele sondajului arată că majoritatea studenților au cunoștințe limitate despre biomimicrie, doar cei înscriși în programe direct legate de concept fiind familiarizați cu acesta. Aceasta indică o lipsă de expunere la biomimicrie în contexte educaționale mai



largi. În ceea ce privește competențele, aproximativ 60% dintre studenți au raportat experiență redusă sau nulă în domeniile creativității, inovației, rezolvării problemelor și desenului tehnic. În plus, 74% dintre studenți au indicat că nu au experiență în cercetarea științifică, deși majoritatea se simt încrezători în capacitatea lor de a colabora eficient în echipe. Acest lucru sugerează un decalaj între competențele de cercetare și abilitățile de lucru în echipă.

Motivațiile cursanților pentru a explora biomimicria variau foarte mult, de la curiozitate până la dorința de a contribui la protejarea planetei. Mulți cursanți consideră, de asemenea, că învățarea biomimicriei le-ar putea îmbunătăți perspectivele profesionale, subliniind relevanța percepută a acesteia pentru carierele lor viitoare. Când au fost întrebați despre resursele care i-ar ajuta să înțeleagă mai bine și să aplice biomimicria, cursanții și-au exprimat interesul pentru cursuri online, workshopuri, colaborări cu experți și acces la resurse fiabile, cum ar fi cărți, articole și studii de caz. De asemenea, au apreciat vizitele de studiu la instituții de biomimicrie și accesul la baze de date cu exemple practice.

Rezultatele sondajului evidențiază că, deși doar 9,5% dintre profesori predau discipline direct legate de mediu sau sustenabilitate, 42% au integrat concepte legate de sustenabilitatea mediului sau biomimicrie în cursurile lor. Acest lucru demonstrează un interes mai larg pentru integrarea sustenabilității în diverse materii. Majoritatea profesorilor consideră biomimicria ca un component critic sau esențial al designului modern și al educației de mediu, 55% confirmând că folosesc metoda PBL (Project-Based Learning – Învățare bazată pe proiecte). Mulți profesori se simt încrezători în predarea principiilor ecologice și aplicarea metodei PBL, deși 74% recunosc provocarea de a integra sustenabilitatea mediului sau biomimicria în curriculumul lor.

Interesul pentru programe de dezvoltare profesională axate pe biomimicrie este ridicat, 78% dintre profesori exprimând dorința de a participa la astfel de oportunități. Profesorii



sunt deosebit de interesați să învețe elementele fundamentale ale biomimicriei și să exploreze modul în care aceasta poate fi integrată în diverse domenii, cum ar fi limbile străine, IT, managementul alimentară și arte. Mai mulți profesori au oferit, de asemenea, sugestii pentru integrarea biomimicriei în educație, cum ar fi dezvoltarea de curriculumuri interdisciplinare care să accentueze aplicațiile practice și studiile de caz reale, organizarea de formări pentru profesori, promovarea colaborării între cadre didactice și desfășurarea de workshopuri și activități în aer liber conduse de experți.

În final, raportul a definit cunoștințele, abilitățile, responsabilitățile și autonomia pe care cursantii din Învățământul Profesional și Tehnic (VET) trebuie să le dețină pentru a dezvolta obiceiuri durabile, sensibilitate civică și competențe specifice cerute de piața muncii, elaborând o Matrice a Rezultatelor Învățării pentru competențele de sustenabilitate ale cursanților din VET.





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



PARTEA B – Cadru de învățare bazat pe proiecte prin proiectarea proceselor prin biomimicrie.



**Co-funded by
the European Union**

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.

1. Introducere

Biomimicria, sau „inovația inspirată din natură”, se bazează pe ideea că natura a rezolvat deja problemele cu care se confruntă oamenii astăzi, precum energia, transportul, producția de alimente, gestionarea deșeurilor și cooperarea (Benyus, 2014). Acesta urmează principiile fundamentale ale naturii, cum ar fi producerea surselor de energie regenerabilă, utilizarea eficientă a energiei, reciclarea și fabricarea de materiale ecologice. Imitarea principiilor și designurilor naturii este importantă pentru crearea unei lumi sustenabile pentru viitorul planetei noastre. Mai mult, proiectarea unui viitor sustenabil în secolul XXI combină diferite discipline prin metode de colaborare și cooperare.

Biomimicria este, de asemenea, aliniată obiectivelor educației STEM, oferind oportunități profesorilor de a preda discipline STEM și științe ale mediului și de a dezvolta competențe ale secolului XXI. Astfel, biomimicria oferă o metodă de a învăța din patrimoniul lumii naturale pentru a rezolva problemele oamenilor și urmărește să educe iubitorii de natură și cursanții conștienți de mediul înconjurător (Biomimicry Institute, 2017, p.3). Pe măsură ce comunitatea globală se confruntă cu provocări complexe de mediu și societale, designerii și inginerii se inspiră din lumea naturală pentru a crea soluții eficiente, sustenabile și rezistente. Integrarea biomimicriei în curricula educațională stimulează creativitatea și abilitățile de rezolvare a problemelor și insuflă un respect profund pentru natură și procesele acesteia.

Există un număr mare de absolvenți ai educației și formării profesionale (VET) care lucrează în diferite domenii economice. Multe sectoare de angajare sunt reglementate prin standarde care acoperă operațiunile lor, iar multe locuri de muncă au standarde de competențe bine definite. Indivizii urmează de obicei programe de educație și formare profesională (VET) pentru a dobândi nivelul de competențe sau calificările necesare pentru ocupațiile reglementate sau pentru locurile de muncă pentru care sunt stabilite



standarde de competență și niveluri de abilități necesare. Din păcate, multe reglementări și standarde existente provin dintr-o perioadă în care nevoia de sustenabilitate nu era pe deplin înțeleasă și nu au fost încă actualizate în profunzime pentru a satisface cerințele tranziției către o economie verde. Acestea pot chiar să contribuie la menținerea unui mod de operare „activitate comercială”, a proceselor și metodelor de lucru atunci când acest lucru nu este sustenabil, utilizând materii prime și generând deșeuri și emisii într-o măsură care cauzează daune inutile mediului.

Implementarea educației pentru dezvoltare durabilă (ESD) în educația și formarea profesională (VET) poate acționa ca un factor de transformare în instituțiile (T)VET, prin extinderea dimensiunii sustenabilității în viziunea instituțională și creșterea oportunităților de consolidare a capacităților comunității și părților interesate implicate. În esență, educația pentru dezvoltare durabilă (ESD) în educația și formarea profesională (VET) oferă un instrument îmbunătățit pentru a dota tinerii și adulții cu competențele necesare în lumea muncii în schimbare, inclusiv cunoștințele și cerințele de competență pentru tranziția către economii și societăți verzi.

În acest context, combinarea proiectării proceselor prin biomimicrie cu învățarea bazată pe probleme (PBL) se conturează ca o strategie pedagogică eficientă, care se aliniază perfect cu principiile biomimicriei. Învățarea bazată pe probleme (PBL) implică cursanții în proiecte din lumea reală care necesită gândire critică, colaborare și învățare practică. Prin lucrul la proiecte care abordează provocări reale, cursanții dobândesc o înțelegere mai profundă a materiei și câștigă competențe practice direct aplicabile în carierele lor viitoare.

Acest document dezvoltă un cadru constructiv pentru integrarea biomimicriei într-un mediu de învățare bazat pe probleme (PBL), în vederea dezvoltării competențelor verzi și a abilităților de rezolvare a problemelor, cerute de industrie și societate. Cadru LET'S MIMIC definește rezultatele de învățare dorite, inclusiv cunoștințele, abilitățile și



competențele pe care se așteaptă ca cursanții să le dobândească. De asemenea, acesta conturează activități de învățare specifice și strategii de evaluare, asigurând o abordare cuprinzătoare și coerentă a procesului de predare și învățare.

Acest document oferă un plan detaliat pentru profesori și dezvoltatori de curriculum, pentru a facilita implementarea eficientă a învățării bazate pe probleme (PBL) în proiectele de design prin biomimicrie, prin intermediul cadrului LET'S MIMIC. Scopul final este de a crește implicarea cursanților și rezultatele învățării, promovând în același timp inovația și sustenabilitatea în design.

2. Necesitatea acțiunii pentru climă și dezvoltării competențelor verzi

Schimbările climatice, o problemă presantă a secolului XXI, necesită acțiuni imediate și susținute pentru a le atenua efectele. Creșterea frecvenței și severității dezastrelor naturale, creșterea temperaturilor globale și degradarea ecosistemelor subliniază urgența de a aborda schimbările climatice (IPCC, 2021). Există o nevoie critică de acțiune pentru climă și de dezvoltare a competențelor verzi ca componente esențiale în combaterea schimbărilor climatice și promovarea dezvoltării durabile.

Consensul științific privind schimbările climatice este clar: noi, activitățile umane, în special arderea combustibililor fosili și defrișările, suntem cei care determină schimbări fără precedent în clima Pământului. Aceste schimbări prezintă riscuri profunde pentru sistemele naturale și umane, inclusiv:

- **Degradarea mediului:** Pierderea biodiversității, acidifierea oceanelor și defrișările sunt direct legate de schimbările climatice, rezultând în ecosisteme perturbate și resurse naturale diminuate.



- **Impacturi economice:** Schimbările climatice afectează stabilitatea economică prin creșterea costurilor asociate cu răspunsul la dezastre, asistența medicală și deteriorarea infrastructurii, reducând potențial semnificativ PIB-ul global.
- **Riscuri sociale și de sănătate:** Populațiile vulnerabile, în special din regiunile în dezvoltare, se confruntă cu riscuri crescute de penurie de alimente și apă, probleme de sănătate și deplasări din cauza dezastrelor induse de schimbările climatice.

Sunt necesare acțiuni climatice urgente pentru a limita încălzirea globală la mult sub 2°C peste nivelurile preindustriale, așa cum este prevăzut în Acordul de la Paris. (UNFCCC, 2015). Realizarea acestui obiectiv necesită o abordare complexă care implică schimbări de politici, inovație tehnologică și implicarea pe scară largă a societății. Tranziția către o economie verde este imperativă pentru a atenua efectele adverse ale schimbărilor climatice și pentru a promova dezvoltarea durabilă. Această tranziție implică schimbări semnificative în producția de energie, procesele industriale, gestionarea deșeurilor și alegerile de stil de viață. Competențele verzi sunt necesare din mai multe motive:

- **Transformare economică:** Pe măsură ce industriile se îndreaptă către practici mai ecologice, cererea pentru o forță de muncă calificată în tehnologii și procese sustenabile crește.
- **Protecția mediului:** Competențele verzi permit indivizilor și organizațiilor să își reducă amprenta asupra mediului, să conserve resursele și să protejeze ecosistemele.
- **Echitate socială:** Dotarea tuturor grupurilor sociale cu competențe verzi asigură o participare incluzivă în economia verde, promovează echitatea socială și reduce disparitățile.

Dezvoltarea competențelor verzi reprezintă un răspuns strategic și necesar la schimbările climatice (UNESCO, 2017). Competențele verzi cuprind cunoștințele, abilitățile, valorile și atitudinile necesare pentru a trăi într-o societate sustenabilă și eficientă în utilizarea resurselor, pentru a o dezvolta și a o sprijini (ILO, 2019). Tranziția



către o economie verde necesită o forță de muncă dotată cu aceste competențe pentru a implementa și menține practici sustenabile în diferite sectoare (OECD, 2020).

Competențele verzi pot contribui la toate aspectele creșterii sustenabile sociale și economice și la calitatea vieții, prin introducerea de soluții prietenoase cu mediul în diverse sectoare, cum ar fi:

- **Energie regenerabilă:** Biomimicria poate inspira tehnologii de energie regenerabilă mai eficiente. De exemplu, palele turbinelor eoliene proiectate după forma înotătoarelor balenelor sau structura aripilor păsărilor pot capta vântul mai eficient, sporind producția de energie.
- **Gestionarea apei:** Soluțiile de colectare și purificare a apei inspirate din natură pot îmbunătăți securitatea apei. Tehnici precum imitarea metodelor de colectare a apei ale gândacilor din deșert sau a sistemelor de filtrare ale arborilor de mangrove pot conduce la practici de gestionare a apei mai sustenabile.
- **Arhitectură sustenabilă:** Biomimicria poate ghida proiectarea clădirilor eficiente din punct de vedere energetic. Structurile care imită sistemele naturale de ventilație ale cuiburilor de termite sau mecanismele de răcire ale cactușilor pot reduce necesitatea încălzirii și răcirii artificiale, diminuând consumul de energie.
- **Agricultură și securitatea alimentară:** Adoptarea practicilor agricole inspirate de ecosistemele naturale, cum ar fi policulturile care imită diversitatea și reziliența comunităților vegetale naturale, poate îmbunătăți sănătatea solului, crește producțiile și reduce dependența de resurse chimice.
- **Gestionarea deșeurilor:** Biomimicria oferă soluții pentru reducerea deșeurilor și reciclare. De exemplu, modelele de economie circulară inspirate de sistemele în circuit închis din ecosisteme pot minimiza deșeurile și pot spori eficiența resurselor.

Sistemele de educație și programele de formare joacă un rol esențial în dezvoltarea competențelor verzi. Integrarea sustenabilității în curricula de la toate nivelurile, de la învățământul primar până la cel superior și formarea profesională, asigură că generațiile viitoare sunt pregătite să facă față provocărilor climatice. În plus, dezvoltarea

profesională continuă și oportunitățile de recalificare pentru forța de muncă actuală sunt necesare pentru a se adapta cerințelor în evoluție ale unei economii verzi.

Având în vedere impacturile extinse și potențial catastrofale ale schimbărilor climatice, urgența acțiunii pentru climă nu poate fi subestimată. Dezvoltarea competențelor verzi reprezintă un imperativ strategic care sprijină tranziția către un viitor sustenabil, cu emisii reduse de carbon. Prin investiții în educație și formare, societățile pot împuternici indivizii să contribuie la soluții climatice, să stimuleze creșterea economică prin locuri de muncă verzi și să asigure o lume rezilientă și echitabilă pentru generațiile viitoare. Eforturile concertate la nivel local, național și global sunt esențiale pentru atingerea acestor obiective și pentru asigurarea unui viitor sustenabil pentru toți.

3. Prezentare generală a învățării bazate pe proiecte

a. 3.1 Definiția învățării bazate pe proiecte

Învățarea bazată pe probleme (PBL) este o metodologie de predare care încurajează cursanții să învețe și să aplice cunoștințe și competențe printr-o experiență captivantă, axată pe proiecte complexe, reale și semnificative (Thomas, 2000). Spre deosebire de metodele tradiționale de predare, care se bazează pe memorare mecanică și învățare pasivă, PBL plasează cursanții în centrul procesului de învățare, permițându-le să exploreze și să rezolve probleme semnificative, punând accent pe învățarea activă, gândirea critică, colaborare și aplicarea cunoștințelor în situații din lumea reală. Învățarea bazată pe probleme (PBL) promovează învățarea profundă prin faptul că le permite cursanților să exploreze și să răspundă la întrebări, probleme sau provocări complexe.

Caracteristicile cheie ale PBL includ (Larmer & Mergendoller, 2010):



- **Învățare centrată pe cursant:** Cursanții își asumă responsabilitatea pentru propria învățare, lucrând independent sau în grupuri pentru a explora și a aborda întrebarea sau provocarea centrală a proiectului.
- **Abordare interdisciplinară:** Proiectele PBL integrează adesea mai multe domenii de studiu, ajutând cursanții să facă conexiuni între diferite domenii de cunoștințe.
- **Cercetare și investigație aprofundată:** Cursanții se angajează în învățarea bazată pe investigație, cercetând și colectând informații pentru a-și fundamenta proiectele.
- **Colaborare:** Cursanții colaborează cu colegii, profesorii și uneori cu experți externi, dezvoltând abilități de lucru în echipă și de comunicare.
- **Evaluare autentică:** Evaluarea în PBL se bazează pe performanță, concentrându-se pe proces și pe produsul final, mai degrabă decât pe teste și examene tradiționale. Evaluarea autentică evaluează competențele cursanților într-un mod care le simulează utilizarea reală în lumea practică. Aceasta validează faptul că cursanții pot folosi competențele și le pot transfera din mediul academic în viața de zi cu zi.
- **Vocea și alegerea cursantului:** Cursanții au un cuvânt de spus în direcția proiectului lor, inclusiv în deciziile legate de proces și rezultat.
- **Reflecție:** Reflecția continuă asupra experiențelor de învățare, a proceselor și a rezultatelor este parte integrantă a PBL.
- **Critică și revizuire:** Cursanții oferă, primesc și utilizează feedback pentru a-și îmbunătăți munca și înțelegerea.
- **Beneficiul comunităților:** Rezultatele proiectelor sunt adesea împărtășite unui public din afara sălii de clasă.

b. 3.2 Avantajele învățării bazate pe proiecte

Învățarea bazată pe probleme (PBL) oferă numeroase avantaje care îmbunătățesc rezultatele educaționale și pregătesc cursanții pentru provocările viitoare (Blumenfeld et al, 1991):

- **Învățare profundă:** Prin implicarea în probleme reale, cursanții dobândesc o înțelegere mai profundă a materiei și a aplicațiilor acesteia.
- **Gândire critică și rezolvare a problemelor:** Învățarea bazată pe probleme (PBL) promovează competențele de gândire la nivel superior, pe măsură ce cursanții analizează, sintetizează și evaluează informațiile.
- **Colaborare și comunicare:** Lucrând în echipe, cursanții își îmbunătățesc capacitatea de a colabora, de a comunica eficient și de a gestiona conflictele.
- **Implicare și motivație:** Autenticitatea și relevanța proiectelor cresc implicarea cursanților și motivația intrinsecă.
- **Dezvoltarea abilităților sociale și personale:** Învățarea bazată pe probleme (PBL) ajută cursanții să dobândească competențe esențiale, precum cercetarea, managementul proiectelor și învățarea autodirijată.
- **Pregătirea pentru viitor:** Învățarea bazată pe probleme (PBL) pregătește cursanții pentru complexitățile lumii moderne, dezvoltând abilități de adaptabilitate, creativitate și învățare pe tot parcursul vieții.

c. 3.3 Etapele și implementarea învățării bazate pe probleme

Cele patru etape critice ale PBL sunt (Bell, 2010):

1. **Lansarea proiectului:** Prezentarea proiectului, stabilirea obiectivelor și inițierea sesiunilor de brainstorming.



2. **Generarea de idei și investigație:** Implicarea în cercetare și explorare pentru a genera idei și a formula ipoteze.
3. **Dezvoltare, critică și revizuire:** Crearea de prototipuri, primirea feedback-ului și realizarea de îmbunătățiri iterative.
4. **Prezentarea și susținerea soluțiilor:** Prezentarea soluției finale și susținerea alegerilor de design prin prezentări formale și discuții reflexive.

d. 3.4 Provocări și aspecte de luat în considerare

Implementarea PBL în mediile educaționale necesită o planificare atentă și sprijin adecvat. În ceea ce privește proiectarea activităților, proiectele trebuie structurate cu atenție pentru a se alinia standardelor academice și obiectivelor de învățare, oferind totodată cursanților autonomie. Rolurile cadrelor didactice evoluează în cele de facilitatori și ghizi, oferind resurse, sprijin structurat și asistență după necesitate. Evaluarea în PBL este complexă, incluzând evaluări formative, evaluări între cursanți și evaluări sumative ale produsului final și ale procesului. Cadrele didactice au nevoie de dezvoltare profesională continuă pentru a proiecta, gestiona și evalua eficient experiențele PBL. Implementarea PBL poate necesita resurse semnificative, inclusiv timp, materiale și acces la expertiză (Krajcik & Blumenfeld, 2006).

4. Biomimicria și importanța sa în design

e. 4.1 Definiția biomimicriei și principalele sale aspecte

Biomimicria, derivată din cuvintele grecești „bios” (viață) și „mimesis” (imitație), este o abordare interdisciplinară care urmărește să rezolve provocările umane prin imitarea tiparelor și strategiilor testate de natură de-a lungul timpului. (Benyus, 1997). Conceptul implică studiul entităților și proceselor biologice pentru a inspira soluții inovatoare în



diverse domenii, precum inginerie, design, arhitectură și tehnologie. Scopul este de a crea produse și sisteme mai eficiente, sustenabile și reziliente, valorificând geniul naturii. Biomimicria implică studiul și imitarea formelor, proceselor și ecosistemelor naturii pentru a obține inspirație în abordarea provocărilor moderne. Această abordare interdisciplinară leagă biologia, ingineria, designul și inovația, având ca scop crearea de soluții sustenabile prin învățarea din eficiența și reziliența inerentă în sistemelor naturale. Aceasta valorifică milioanele de ani de rafinare evolutivă inerentă în sistemelor naturale, rezultând soluții în mod natural sustenabile și eficiente (Vincent et al, 2006).

Principalele aspecte ale biomimicriei sunt (Bhushan, 2009):

- **Imitarea formelor naturale:** Proiectarea structurilor și materialelor care imită formele și contururile întâlnite în natură, cum ar fi corpul hidrodinamic al unui pește pentru vehicule hidrodinamice sau structura hexagonală a unui fagure pentru materiale ușoare și rezistente.
- **Imitarea proceselor naturale:** Adoptarea proceselor observate în natură, cum ar fi fotosinteza pentru producerea de energie sau proprietățile de auto-curățare ale frunzelor de lotus pentru suprafețe care resping murdăria și apa.
- **Imitarea ecosistemelor naturale:** Crearea de sisteme care funcționează precum ecosistemele naturale, în care deșeurile unui proces devin materie primă pentru altul, vizând sisteme fără deșeuri și în circuit închis.

f. 4.2 Exemple de biomimicrie

Biomimicria este evidentă în soluțiile utilizate pe scară largă în viața de zi cu zi și în cadrul afacerilor. Exemple de produse sau soluții concepute prin biomimicrie includ:

- **Velcro®:** Inspirat de modul în care ciulinii se agață de blana animalelor, Velcro folosește cârlige și bucle mici pentru a crea un sistem de prindere rezistent și reutilizabil.



- **Designul trenului de mare viteză:** Forma botului trenului de mare viteză Shinkansen a fost inspirată de ciocul unei păsări pescăruș albastru, reducând zgomotul și îmbunătățind eficiența energetică.
- **Materiale auto-reparatoare:** Inspirându-se din sistemele biologice care se repară singure, cercetătorii dezvoltă materiale care pot vindeca automat fisurile și deteriorările.
- **Efectul lotus:** Inspirat de capacitatea frunzelor de lotus de a respinge apa și de a se auto-curăța, suprafețele auto-curățabile pentru geamuri, vopsele și textile resping apa și murdăria.
- **Bandă adezivă inspirată de Gecko:** Inspirat de picioarele gecko-ului, care folosesc structuri microscopice de păr pentru a adera la suprafețe, benzi adezive și roboți cățăraători care se pot lipi de pereți fără adeziv.
- **Turbine eoliene inspirate de aripioarele balenelor:** Inspirat de aripioarele balenelor cu cocoșe (tuberculi), palele turbinelor eoliene cu margine zimțată cresc eficiența și stabilitatea prin reducerea rezistenței la înaintare.
- **Cuiburi de termite:** Sistemele naturale de ventilație ale cuiburilor de termite au inspirat proiecte de răcire și ventilație pasivă în clădiri, cum ar fi Eastgate Centre din Harare, Zimbabwe.
- **Aripile fluturilor:** Solzii irizați ai aripilor fluturilor au inspirat materiale care își schimbă culoarea pentru textile, senzori și ecrane, fără utilizarea vopselelor sau pigmentilor.
- **Pielea rechinului:** Crestăturile microscopice de pe pielea rechinului, care reduc frecarea și împiedică aderența bacteriilor, au inspirat stratificări anti-împotmolire pentru nave, suprafețe antibacteriene pentru dispozitive medicale și costume de baie aerodinamice.
- **Condensarea inspirată de gândaci:** Gândacul din deșertul Namib, care colectează apa din ceață pe carapacea sa texturată, a inspirat sisteme de captare a apei în regiunile aride, utilizând suprafețe care captează și direcționează umiditatea din aer.

Biomimicria oferă o modalitate de a inova sustenabil, prin învățarea și imitarea strategiilor care au permis vieții să prospere pe Pământ timp de miliarde de ani. Integrarea biomimicriei în curriculumul de design prin PBL echipează cursanții cu

cunoștințe și abilități de ultimă generație și dezvoltă o mentalitate etică și sustenabilă. Această abordare holistică a educației pregătește cursanții să devină designeri inovatori și responsabili, capabili să facă față provocărilor stringente ale secolului XXI.

4.3 Etapele și implementarea biomimicriei

Procesul de design bazat pe biomimicrie implică mai multe etape cheie pentru a asigura aplicarea eficientă a principiilor și strategiilor întâlnite în natură la provocările umane. Următoarea este o prezentare detaliată a etapelor tipice dintr-un proces de design bazat pe biomimicrie:

- **Definire:** Definește clar impactul pe care dorești ca designul tău să îl aibă asupra lumii și criteriile și constrângerile care vor determina succesul acestuia. Scopul acestei etape nu este de a stabili conținutul designului sau creației tale, ci mai degrabă de a înțelege scopul, publicul țintă și contextul acestuia. Poate fi tentant să grăbești acest proces; totuși, acest lucru poate duce la concluzii premature.
- **Biologizare:** Examinează funcțiile critice și contextul pe care soluția ta de design trebuie să le abordeze. Reformulează-le în termeni biologici pentru a putea „consulta natura”. Această etapă are scopul de a formula una sau mai multe întrebări de tipul „Cum face natura...”, care să servească drept bază pentru cercetarea ta, pe măsură ce cauți modele biologice în etapa următoare (Descoperire) a designului în spirală.
- **Descoperire:** Caută modele naturale (de exemplu, organisme și ecosisteme) care abordează funcțiile și contextul soluției tale de design. Identifică strategiile care le facilitează supraviețuirea și prosperitatea. Această etapă pune accent pe achiziția de informații și desfășurarea investigațiilor.
- **Abstractizare:** Efectuează o examinare detaliată a componentelor sau mecanismelor critice care contribuie la eficacitatea strategiilor biologice. Asigură-te că înțelegi corect caracteristicile, utilizând schițe și notându-le în limbaj clar. Dezvoltarea unei strategii de design are scopul de a facilita transformarea cunoștințelor biologice în soluții de design.
- **Simulare:** Caută tipare și relații între strategiile pe care le-ai identificat și concentrează-

te asupra lecțiilor principale care ar trebui să ghideze soluția





ta. Formulează concepte de design inspirate de aceste strategii. Simularea este principiul fundamental al biomimicriei; aceasta implică aplicarea cunoștințelor obținute din organismele vii la problemele pe care oamenii încearcă să le rezolve. Simularea este un proces exploratoriu care urmărește să captureze un „rețetar” sau un „plan” din exemplul naturii, care poate fi replicat în designurile noastre, mai degrabă decât copierea mecanică a strategiilor naturii.

- **Evaluare:** Evaluează conceptele de design în raport cu alinierea lor la criteriile și constrângerile provocării de design și compatibilitatea cu sistemele Pământului. Evaluează fezabilitatea modelului tehnic și a celui de afaceri. Revizuieste și reexaminează etapele anterioare, după cum este necesar, pentru a genera o soluție viabilă.

Fiecare etapă din procesul de design bazat pe biomimicrie pune accent pe învățarea din înțelepciunea naturii, asigurând că soluțiile sunt eficiente, sustenabile și armonioase cu lumea naturală.

g. 4.4 Avantajele biomimicriei în design

Biomimicria oferă avantaje în design, care pot fi rezumate după cum urmează (Kennedy, 2016):

- **Inovație:** Biomimicria inspiră soluții de design inovatoare care adesea depășesc performanțele abordărilor convenționale. Prin învățarea din natură, designerii pot dezvolta materiale, structuri și procese noi care sunt atât eficiente, cât și sustenabile.
- **Sustenabilitate:** Sistemele naturale sunt în mod inerent sustenabile, funcționând în bucle închise cu deșeuri minime. Biomimicria promovează dezvoltarea de tehnologii și practici sustenabile care reduc impactul asupra mediului.
- **Reziliență:** Natura a evoluat pentru a prospera în diferite condiții, conducând la designuri reziliente și adaptabile. Designurile prin biomimicrie pot rezista mai bine la schimbările condițiilor de mediu și sociale.





- **Estetică:** Designurile naturale sunt adesea în mod inerent frumoase, atrăgând prin estetică și îmbunătățind experiența utilizatorului.
- **Eficiență:** Designurile naturii sunt optimizate pentru eficiența energetică și a resurselor, conducând la soluții care reduc deșeurile și minimizează consumul de resurse.

h. 4.5 Provocări și aspecte de luat în considerare

Deși biomimicria prezintă un mare potențial, trebuie abordate provocările și aspectele de luat în considerare. Acest lucru include complexitatea naturii, deoarece înțelegerea și replicarea complexității sistemelor naturale poate fi dificilă, necesitând cercetări extinse și colaborare interdisciplinară. De asemenea, implică scalabilitatea; traducerea principiilor de biomimicrie în soluții scalabile, care pot fi adoptate pe scară largă, rămâne o provocare. În cele din urmă, o provocare în aplicarea biomimicriei este reprezentată de proprietatea intelectuală, deoarece inovațiile inspirate din natură pot ridica întrebări privind drepturile de proprietate intelectuală și partajarea cunoștințelor de biomimicrie (Bar-Cohen, 2006).

5. Cadrul LET'S MIMIC pentru integrarea designului bazat pe biomimicrie în învățarea bazată pe proiecte (PBL)

Cadrul PBL pentru proiectul de design bazat pe biomimicrie este structurat în jurul principiilor cheie ale PBL, asigurând un proces de învățare sistematic și practic. Așa cum s-a menționat anterior, etapele cheie ale PBL sunt lansarea proiectului, generarea de idei și investigarea, dezvoltarea, analizarea critică și revizuirea, precum și prezentarea și susținerea soluțiilor.



Cadrul LET'S MIMIC a fost conceput folosind PBL ca bază a structurii procesului de învățare, integrând biomimicria. Rezultatul integrează cele mai bune elemente ale ambelor metodologii, oferind studenților posibilitatea de a inova fiind inspirați de natură. Mai jos este prezentat procesul de design bazat pe biomimicrie și modul în care acesta se aliniază cu învățarea bazată pe probleme (PBL).

1. Identificarea provocării (PBL) / Definirea problemei (Biomimicrie)

- **PBL:** Identifică o problemă din lumea reală care urmează să fie explorată și rezolvată.
- **Biomimicrie:** Definește provocarea de design prin înțelegerea problemei specifice pe care natura ar fi putut deja să o rezolve.
- **Integrare:** Încadrează proiectele în jurul provocărilor naturale sau problemelor axate pe sustenabilitate, cum ar fi energia regenerabilă sau reducerea deșeurilor.

2. Cercetare și investigație (PBL) / Biologizează provocarea (Biomimicrie)

- **PBL:** Cercetează problema și investighează posibile soluții.
- **Biomimicrie:** Descompune provocarea în nevoile și procesele sale fundamentale, privindu-o prin prisma strategiilor naturii.
- **Integrare:** Analizează problema întrebând: „Cum rezolvă natura această provocare?” De exemplu, pot cerceta modul în care animalele își izolează locuințele și să aplice aceste principii în proiectarea clădirilor.

3. Generarea ideilor și proiectarea soluțiilor (PBL) / Descoperă modele naturale (Biomimicrie)

- **PBL:** Gândește în echipă și generează idei pentru posibile soluții.
- **Biomimicrie:** Caută organisme, ecosisteme sau procese naturale care rezolvă provocări similare.

- **Integrare:** Explorează exemple ale soluțiilor din natură, cum ar fi structura fagurelui pentru utilizarea eficientă a spațiului sau respingerea la apă a frunzei de lotus pentru materiale auto-curățabile.

4. Abstractizare (Biomimicrie)

- **Biomimicrie:** Abstractizează principiile sau strategiile fundamentale din modelele naturale (de exemplu, eficiență, adaptabilitate, reziliență).
- **Integrare:** Generalizează strategiile naturii, cum ar fi rezistența ușoară a oaselor păsărilor, pentru a aplica aceste principii în proiectarea lor. Acest pas încurajează cursanții să gândească mai larg despre cum pot fi adaptate principiile biologice pentru a rezolva provocări umane.

5. Dezvoltarea prototipului (PBL) / Simulare (Biomimicrie)

- **PBL:** Creează prototipuri ale soluțiilor propuse și începe testarea acestora.
- **Biomimicrie:** Imită principiile abstracte preluate din natură pentru a construi un design durabil care rezolvă problema.
- **Integrare:** Construiește prototipuri care imită strategiile naturii, cum ar fi crearea de sisteme de ventilație inspirate de cuiburile de termite sau proiectarea de suprafețe inspirate de pielea rechinului pentru efect izolare.

6. Testare și feedback (PBL) / Evaluează și rafinează (Biomimicrie)

- **PBL:** Testează prototipurile, colectează feedback și efectuează rafinările necesare.
- **Biomimicrie:** Evaluează eficiența și durabilitatea designului, rafinând soluția pe baza feedback-ului și asigurându-te că se aliniază principiilor naturii.

- **Integrare:** Testează cât de eficient funcționează soluțiile propuse inspirate din natură și iterează în funcție de eficiență, impactul asupra mediului și funcționalitate.

7. Prezintă soluția (PBL) / Contextualizează și aplică (Biomimicrie)

- **PBL:** Prezintă soluțiile în fața clasei sau comunității.
- **Biomimicrie:** Contextualizează soluția biomimicrie aplicând-o în situații reale, păstrând în același timp alinierea la principiile naturale și durabile.
- **Integrare:** Explică modul în care designul final rezolvă problema și urmează exemplul naturii, contribuind la soluții durabile.

i. 5.1 Matricea LET'S MIMIC

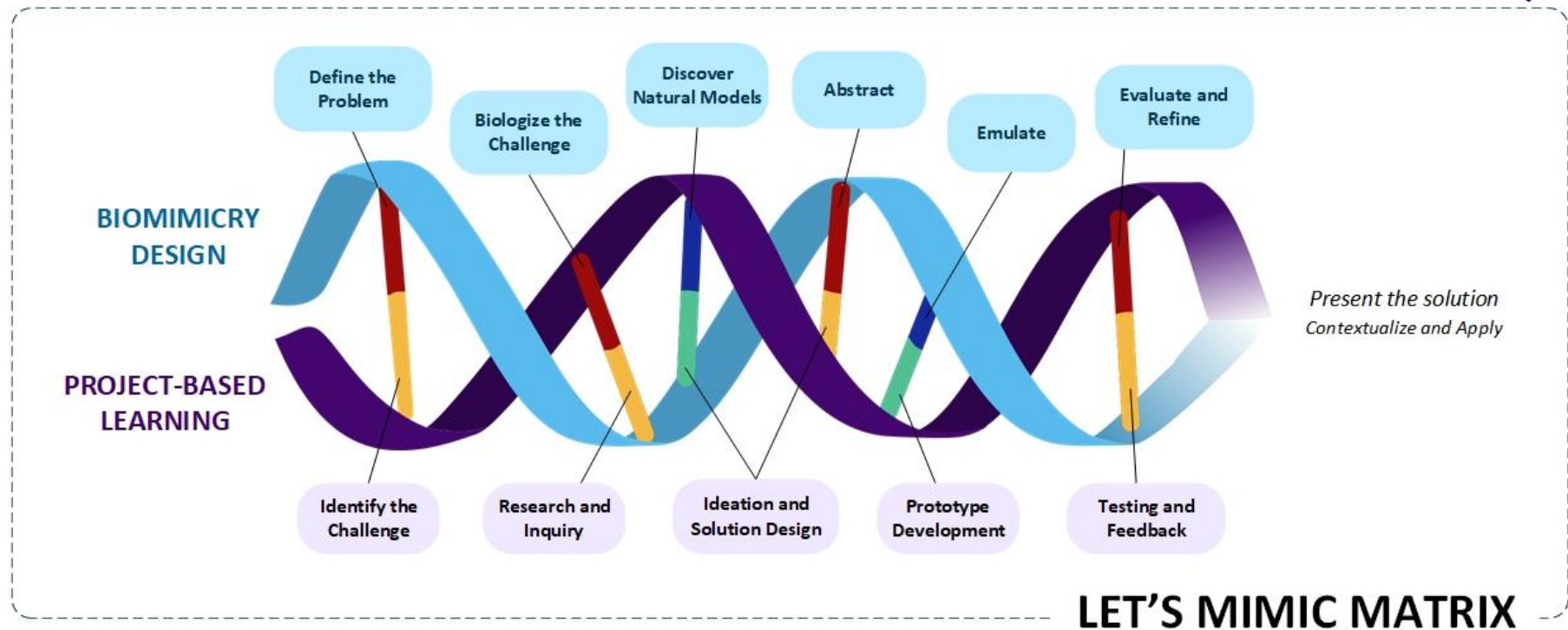
Matricea de mai jos prezintă alinierea între etapele **Învățării prin Proiecte (PBL)** și **Procesul de Design Biomimicrie în cadrul Cadrului LET'S MIMIC**, evidențiind modul în care fiecare etapă din PBL poate integra principiile biomimicrie. Această integrare încurajează cursanții să analizeze și să rezolve probleme reale inspirându-se din natură, promovând în final soluții creative, durabile și eficiente. Prin combinarea acestor procese, cursanții se implică în învățare practică, aplicând strategii naturale pentru provocări de design centrate pe om.

Etapa PBL	Etapa Procesului de Design Biomimicrie	Exemplu de integrare
Identifică provocarea	Definește problema	Încadrează provocarea ca pe o problemă de durabilitate pe care natura poate ajuta să o rezolve



Cercetare și investigare	Transformă provocarea în termeni biologici	Analizează problema printr-o perspectivă biologică
Generarea de idei și proiectarea soluțiilor	Descoperă modele naturale	Folosește exemple naturale, precum tiparele de creștere ale plantelor, pentru a găsi soluții
Generarea de idei și conceperea soluțiilor	Abstractizare	Generalizează principiile naturale (de exemplu, rezistență, eficiență) pentru o aplicare mai largă
Dezvoltarea prototipului	Simulare	Construiește prototipuri bazate pe principiile naturale abstractizate (de exemplu, proiectarea unei structuri inspirate de pânza unui păianjen).
Testare și feedback	Evaluează și rafinează	Testează soluțiile având în vedere durabilitatea și compatibilitatea ecologică
Prezintă soluția	Contextualizează și aplică	Prezintă modul în care soluția integrează biomimicria și durabilitatea

Tabel 1. Integrarea Învățării prin Proiecte și a Procesului de Design prin Biomimicrie în cadrul metodologic LET'S MIMIC.



Figură 1. Cadrul metodologic LET'S MIMIC care integrează Procesul de Design prin Biomimicrie cu Învățarea prin Proiecte.

j. 5.2 Exemple care ilustrează modul în care fiecare etapă a procesului de biomimicrie poate fi integrată în Învățarea prin Proiecte (PBL)

Integrarea **Procesului de Design prin Biomimicrie** cu **Învățarea prin Probleme (PBL)** îmbunătățește capacitatea cursanților de a rezolva probleme reale prin inspirarea din natură pentru soluții durabile. Fiecare etapă a PBL se aliază cu o etapă corespunzătoare a procesului de biomimicrie, permițând cursanților să abordeze provocările cu creativitate și gândire sistemică. Studiind modul în care natura a evoluat pentru a aborda provocări similare, cursanții pot proiecta soluții inovatoare care sunt atât eficiente, cât și ecologic corecte.

Exemplele următoare ilustrează modul în care fiecare etapă a procesului de biomimicrie poate fi integrată în PBL, utilizând ca temă centrală o provocare legată de **conservarea apei**. Aceste exemple evidențiază modelele și principiile naturale pe care cursanții le pot folosi, încurajându-i să imite strategiile testate de natură în proiectele lor.

1. Identificarea provocării (PBL) / Definirea problemei (Biomimicrie)

- **Exemplu:** Cursanții au identificat provocarea lipsei apei în zonele urbane, cauzată de utilizarea ineficientă și risipa apei.
- **Focalizare pe biomimicrie:** Definește problema punând întrebarea cum conservă și folosește natura apa în mod eficient. Natura folosește adesea mecanisme eficiente de stocare a apei, pierderi minime și reutilizare.
- **Integrare:** Încadrează proiectul în jurul conceperii unui sistem eficient din punct de vedere al consumului de apă, inspirat de natură, precum modul în care plantele conservă apa în medii uscate.

2. Cercetare și investigație (PBL) / Transformă provocarea în termeni biologici (Biomimicrie)

- **Exemplu:** Cercetează problema lipsei apei în mediul urban și examinează soluțiile existente, cum ar fi tehnologiile de filtrare și conservare a apei.

- **Focalizare pe biomimicrie:** Descompune problema în nevoi de bază, cum ar fi stocarea, filtrarea și minimizarea pierderilor de apă. Cercetează modul în care sistemele naturale îndeplinesc funcții similare.
- **Integrare:** Cercetează soluții biologice pentru conservarea apei, precum modul în care plantele deșertice stochează apa sau cum anumite animale supraviețuiesc în condiții aride.

3. Generarea de idei și proiectarea soluțiilor (PBL) / Descoperă modele naturale (Biomimicrie)

- **Exemplu:** Începeți să generați idei pentru soluții potențiale și să descoperiți modele naturale. Analizați exemple naturale, cum ar fi modul în care cactușii stochează apa sau cum castorii creează sisteme naturale de filtrare în barajele lor.
- **Focalizare pe biomimicrie:** Caută organisme sau ecosisteme specifice care au evoluat pentru a dezvolta soluții de conservare a apei.
- **Integrare:** Identifică un model natural, de exemplu modul în care anumite gândaci din Deșertul Namib colectează apa din ceață pe aripile lor, și generează idei despre cum poate fi aplicat acest mecanism în tehnologia umană.

4. Abstractizare (Biomimicrie)

- **Exemplu:** Extrage principiul cheie din tehnica gândacului de colectare a apei din ceață: Se utilizează **textura și forma suprafeței** pentru a captura apa.
- **Focalizare pe biomimicrie:** Abstractizează această strategie într-un principiu de design: folosește suprafețe specializate pentru a colecta apa din aer.
- **Integrare:** Generalizează principiul utilizării structurii și texturii pentru colectarea apei și gândește-te cum poate fi aplicat în proiectarea sistemelor urbane de apă, cum ar fi acoperișuri care capturează umiditatea din aer.

5. Dezvoltarea prototipului (PBL) / Simulare (Biomimicrie)



- **Exemplu:** Dezvoltă un prototip al unui sistem de colectare a apei pentru locuințe urbane. Designul lor imită strategia gândacului prin crearea unei suprafețe care capturează apa din ceață sau rouă.
- **Focalizare pe biomimicrie:** Proiectează prototipul imitând forma și funcția modelelor naturale, folosind principiile abstractizate pentru a ghida designul.
- **Integrare:** Creează un sistem de acoperiș cu o suprafață texturată similară cu aripile gândacului, optimizat pentru a colecta și direcționa apa într-un rezervor de stocare.

6. Testare și feedback (PBL) / Evaluatează și rafinează (Biomimicrie)

- **Exemplu:** Testează sistemul de colectare a apei propus în diferite condiții de mediu, măsurând eficiența acestuia în colectarea apei din umiditatea aerului.
- **Focalizare pe biomimicrie:** Evaluatează performanța designului și asigură-te că se aliniază principiilor de durabilitate și eficiență naturală.
- **Integrare:** Rafinează designul pe baza feedback-ului obținut în urma testării, ajustând textura sau dimensiunea suprafeței pentru a îmbunătăți colectarea apei. Se asigură că designul este eficient din punct de vedere energetic, la fel ca procesele naturale.

7. Prezintă soluția (PBL) / Contextualizează și aplică (Biomimicry)

- **Exemplu:** Prezintă designul final al sistemului de colectare a apei propus în fața clasei sau comunității, explicând cum designul este inspirat de natură și cum poate contribui la rezolvarea problemei lipsei apei în mediul urban.
- **Focalizare pe biomimicrie:** Contextualizează designul explicând cum se încadrează în aplicații reale și cum contribuie la rezolvarea provocărilor legate de durabilitate.
- **Integrare:** Evidențiază modul în care sistemul propus de colectare a apei imită procesele naturale și cum poate fi implementat în zonele urbane pentru a reduce dependența de sursele tradiționale de apă și pentru a face orașele mai rezistente la secetă.

Aceste exemple ilustrează modul în care **Procesul de Design prin Biomimicrie** poate fi aplicat fiecărei etape a **Învățării prin Probleme**, de la identificarea unei provocări până la prezentarea soluției finale, promovând în același timp rezolvarea creativă a problemelor inspirată de natură.

6. Rezultatele învățării

Cadrul de învățare propus, care integrează biomimicria în PBL, contribuie la dezvoltarea **cunoștințelor, abilităților și competențelor** legate de durabilitate, cerute de industrie și societate:

- **Cunoștințe:** Înțelegerea și cuprinderea conceptelor, principiilor și teoriilor cheie legate de competențele de durabilitate în învățământul profesional și tehnic (VET), așa cum sunt evidențiate prin cercetarea bibliografică și rezultatele chestionarelor.
- **Abilități:** Abilitățile și competențele practice dezvoltate prin experiențe și activități de învățare practică, menite să aplice în mod eficient principiile durabilității în contexte de învățământ profesional și tehnic (VET).
- **Competențe:** Capacitățile și aptitudinile extinse dobândite, inclusiv gândirea critică, rezolvarea problemelor și luarea deciziilor, necesare pentru integrarea durabilității în curricula de învățământ profesional și tehnic.

În plus, contribuie la dezvoltarea **competențelor** verzi soft, apreciate pe piața muncii. Aceasta include:

- **Curiozitate și inspirație:** Biomimicria presupune rezolvarea problemelor reale prin imitarea designurilor și proceselor naturii, făcând învățarea mai relevantă și captivantă pentru cursanți. Lumea naturală oferă exemple fascinante care pot stârni curiozitatea și inspira cursanții să exploreze și să învețe.
- **Gândire critică, rezolvarea problemelor complexe și abilități de gândire sistemică:** Biomimicria provoacă cursanții să rezolve probleme complexe și autentice, promovând gândirea critică și abilitățile inovative de rezolvare a problemelor. Înțelegerea modului în care

funcționează sistemele naturale și aplicarea acestor principii necesită și dezvoltă capacități de gândire sistemică.

- **Învățare contextualizată:** Biomimicria ajută la dezvoltarea cunoștințelor integrate prin combinarea intrinsecă a biologiei, ingineriei, designului și științelor mediului, oferind o experiență de învățare interdisciplinară bogată. Cursanții pot stabili legături între diferite discipline și pot înțelege modul în care acestea se aplică în contexte reale.
- **Conștiință ecologică și gândire etică:** Învățarea din natură promovează aprecierea mediului și importanța durabilității. Cursanții învață să ia în considerare implicațiile etice și impactul pe termen lung al designurilor și soluțiilor lor.
- **Creativitate și inovație:** Biomimicria încurajează cursanții să gândească creativ, folosind natura ca model, mentor și reper pentru soluții inovatoare.
- **Gândire de design:** Integrarea principiilor gândirii de design cu biomimicria promovează creativitatea și procesele iterative de dezvoltare.
- **Colaborare:** PBL implică adesea proiecte colaborative, ajutând cursanții să își dezvolte abilitățile de lucru în echipă și comunicare.
- **Comunicare:** Cursanții prezintă frecvent constatările și soluțiile lor, îmbunătățindu-și capacitatea de a comunica eficient idei complexe.
- **Învățare practică și experiențială:** PBL și biomimicria implică activități practice, experimente și aplicații în contexte reale, ceea ce poate spori înțelegerea și retenția cunoștințelor. Cursanții dobândesc abilități practice în cercetare, prototipare, testare și iterare.
- **Reziliență și adaptabilitate:** Studiul modului în care organismele se adaptează la mediu îi învață pe cursanți reziliența și adaptabilitatea, abilități esențiale în lumea modernă. Caracterul iterativ al proiectelor de biomimicrie îi ajută pe cursanți să învețe să facă față eșecurilor și să persiste în abordarea provocărilor.

7. Strategii de evaluare

Evaluarea în cadrul metodologic LET'S MIMIC se bazează pe metodele PBL și pe abordările de învățare autoreglată. Aceasta implică evaluarea formativă pentru a monitoriza progresul cursanților și evaluarea performanței pentru a aprecia rezultatele obținute. Aceste strategii sunt esențiale pentru a asigura atingerea obiectivelor de învățare în mod eficient.

k. 8.1 Evaluare formativă

Evaluarea formativă, ghidată de cadrul PBL, se concentrează pe oferirea unui feedback continuu cursanților. Aceasta permite mentorilor să monitorizeze înțelegerea cursanților, să ajusteze strategiile de predare și să îi ghideze către atingerea obiectivelor de învățare dorite. Metodele de evaluare formativă pot include:

- **Evaluare între colegi:** Oportunități pentru cursanți de a evalua munca colegilor, promovând colaborarea și gândirea critică pe măsură ce discută și reflectă asupra contribuțiilor acestora.
- **Auto-reflecție:** Activități de reflecție în care cursanții își evaluează propria învățare și progres, identificând domeniile în care este necesară dezvoltarea suplimentară. Aceasta este conectată la abordarea învățării autoreglate, susținută prin metodologia LET'S MIMIC, care urmărește îmbunătățirea capacității cursanților de a-și gestiona propriile procese de învățare, învățând cum să planifice, să monitorizeze și să evalueze strategiile și progresul lor de învățare. La un nivel mai detaliat, aceasta evaluează capacitatea cursanților de a înțelege și explora o sarcină, de a stabili obiective și de a planifica activități, de a atinge obiectivele propuse etc.

Evaluarea formativă susține caracterul iterativ al PBL prin încurajarea îmbunătățirii continue și promovarea unui mediu de învățare asistată, în care cursanții pot experimenta și învăța din greșeli.

Iată câteva metode practice de evaluare formativă, împreună cu instrumente care pot fi utilizate pentru a măsura înțelegerea și progresul cursanților în timpul procesului de învățare. Aceste metode ajută la oferirea unui feedback oportun atât educatorilor, cât și cursanților, pentru îmbunătățirea continuă.

1. Fișe de ieșire

- **Metodă:** La finalul unei lecții, cere cursanților să trimită un răspuns rapid la o întrebare sau un îndemn specific.
- **Instrumente:**



- **Google® Forms** sau **Microsoft® Forms** pentru fișele de ieșire digitale.
- **Padlet®** pentru fișele de ieșire partajate în clasă cu comentarii sau idei.

Exemplu: Întrebă: „Care este un lucru pe care l-ai învățat astăzi și o întrebare pe care o ai încă?” Cursanții pot tasta sau trimite rapid răspunsurile, oferind informații despre nivelul lor de înțelegere.

2. Chestionare și sondaje

- **Metodă:** Folosește chestionare sau sondaje rapide, în timpul sau după lecții, pentru a verifica înțelegerea conceptelor cheie.
- **Instrumente:**
 - **Kahoot®** pentru chestionare distractive și competitive.
 - **Mentimeter®** pentru sondaje live și chestionare interactive.
 - **Socrative®** Pentru crearea de chestionare în timp real cu feedback imediat.

Exemplu: După o lecție despre ecosisteme, poți folosi Kahoot pentru a testa cunoștințele cursanților despre relațiile ecologice într-un format de joc.

3. Partajare în perechi

- **Metodă:** Cursanții reflectează individual asupra unei întrebări, discută cu un coleg și, în final, își împărtășesc răspunsurile cu întreaga clasă.
- **Instrumente:**
 - **Camerele de lucru în grup Zoom®** sau **Google® Meet** pentru discuții în perechi în mediul virtual.
 - **Jamboard®** sau **Padlet®** pentru partajarea răspunsurilor colective ale clasei.

Exemplu: După ce introduci un concept matematic nou, cere cursanților să se gândească cum ar rezolva o problemă, să se împerecheze pentru a discuta strategiile și apoi să împărtășească răspunsurile întregii clase folosind **Jamboard®**.



4. Hărți conceptuale

- **Metodă:** Cereți cursanților să creeze hărți vizuale pentru a-și arăta înțelegerea conexiunilor dintre idei.
- **Instrumente:**
 - **MindMeister**® sau **Coggle**® pentru crearea hărților conceptuale digitale.
 - **Lucidchart**® pentru realizarea unor hărți mentale și diagrame mai avansate.

Exemplu: Cursanții pot crea o hartă conceptuală pentru a vizualiza relația dintre ciclurile apei și ecosisteme, ajutând profesorul să le evalueze înțelegerea interconexiunilor.

5. Evaluare între cursanți

- **Metodă:** Cursanții oferă feedback colegilor lor cu privire la teme sau proiecte, ajutându-i să reflecteze asupra muncii lor.
- **Instrumente:**
 - **Google**® **Docs** sau **Microsoft**® **Word** pentru funcțiile de comentarii partajate.
 - **Peergrade**® pentru sarcini de feedback structurat între colegi.

Exemplu: După ce scriu un eseu, cursanții pot face schimb de lucrări și pot oferi feedback folosind funcția de comentarii din Google Docs. Profesorii pot, de asemenea, să monitorizeze comentariile atât pentru conținut, cât și pentru calitate.

6. Esu de un minut

- **Metodă:** Cereți cursanților să noteze cel mai important lucru pe care l-au învățat în decurs de un minut sau orice întrebări rămase.
- **Instrumente:**
 - **Padlet**® sau **Google**® **Keep** pentru răspunsuri rapide, digitale.
 - **Flipgrid** pentru răspunsuri video scurte.



Exemplu: După o lecție despre schimbările climatice, cursanții își petrec un minut pentru a nota principalele idei reținute și eventualele neclarități, ajutând profesorul să știe ce să revizuiască.

7. Grile de autoevaluare

- **Metodă:** Folosind o grilă de evaluare, cursanții pot reflecta asupra progresului lor în învățare.
- **Instrumente:**
 - **Google® Sheets** pentru grile personalizate și monitorizare.
 - **Seesaw®** pentru activități interactive de autoevaluare, în care cursanții pot adnota lucrările lor și să reflecteze.

Exemplu: Oferiți cursanților o grilă de evaluare pentru un proiect de grup și rugați-i să își noteze contribuțiile și domeniile de îmbunătățire. Apoi, continuați cu o activitate de reflecție pe Seesaw®.

8. Jurnale sau bloguri digitale

- **Metodă:** Încurajați cursanții să țină un jurnal sau un blog pentru a reflecta asupra învățării lor, promovând metacogniția și evaluarea continuă.
- **Instrumente:**
 - **Google® Docs** sau **Microsoft® OneNote** pentru jurnale digitale.
 - **Edublogs®** pentru crearea de bloguri ale cursanților pentru reflecții publice sau private.

Exemplu: După fiecare lecție, cursanții scriu o scurtă reflecție despre ce au învățat și ce dificultăți au întâmpinat. Acest lucru ajută profesorul să urmărească procesul lor de gândire în timp.

9. Table interactive pentru feedback în timp real



- **Metodă:** Folosiți table interactive pentru brainstorming sau colaborare în timp real. Profesorii pot evalua înțelegerea pe măsură ce cursanții contribuie.
- **Instrumente:**
 - **Miro**® sau **Jamboard**® pentru colaborare în timp real și vizualizarea ideilor cursanților.
 - **Nearpod**® pentru prezentări interactive în care cursanții pot răspunde în direct.

Exemplu: În timpul unei lecții despre fracții, cursanții pot rezolva probleme în mod colaborativ pe un Jamboard® partajat, permițând profesorului să evalueze strategiile de rezolvare a problemelor.

10. Reflecții video și audio

- **Metodă:** Cursanții pot înregistra videoclipuri scurte sau note vocale în care explică înțelegerea unui subiect sau răspund la cerințe.
- **Instrumente:**
 - **Flipgrid**® pentru reflecții video ale cursanților.
 - **Vocaroo**® sau **Audacity**® pentru reflecții audio.

Exemplu: După un experiment științific, cursanții înregistrează un videoclip pe Flipgrid în care explică rezultatele obținute și ce ar face diferit data viitoare. Acest lucru permite reflecția și autoevaluarea.

I. 8.2 Evaluarea performanței

Evaluarea performanței în cadrul metodologiei PBL se concentrează pe aprecierea produselor sau soluțiilor finale dezvoltate de cursanți și pe capacitatea acestora de a comunica și de a-și susține eficient munca. Scopul său este de a măsura în ce măsură cursanții au atins rezultatele de învățare propuse. Metodele de evaluare a performanței includ:

- **Prezentări finale:** Cursanții își prezintă soluțiile de design inspirate de biomimicrie unui panel format din profesori, colegi și, eventual, experți externi. Ei își demonstrează



înțelegerea principiilor biomimicriei, eficiența designului lor și implicațiile sale privind durabilitatea.

- **Revizuirii de portofoliu:** Evaluarea unui portofoliu care documentează întregul proces al proiectului, inclusiv cercetarea, prototipurile, iterațiile și reflecțiile. Portofoliile evidențiază evoluția ideilor cursanților și aplicarea conceptelor de biomimicrie.
- **Sesiuni de susținere:** Sesiuni structurate în care cursanții își susțin alegerile de design, explică modul în care principiile de biomimicrie le-au ghidat deciziile și răspund la întrebările panelului de evaluare.
- **Grile de evaluare a performanței:** Instrumente de evaluare bazate pe criterii care ghidează evaluatorii în aprecierea calității lucrărilor și progresului cursanților, oferind feedback specific și aplicabil. Din perspectiva învățării autoreglate, aceasta include evaluarea disponibilității și motivației cursantului de a se angaja în trasee și activități de învățare individuale, de a-și stabili obiective, de a planifica și de a finaliza sarcini în mod independent.

Prin urmare, pentru a promova o înțelegere și aplicare mai profundă a principiilor de biomimicrie în design, evaluarea performanței în contextul LET'S MIMIC se bazează nu doar pe strategiile PBL care măsoară stăpânirea de către cursanți a cunoștințelor și competențelor și evaluează capacitatea lor de a aplica învățarea într-un context autentic, ci și pe metodele de evaluare a învățării autoreglate, care consolidează conștientizarea de sine, auto-eficacitatea cursanților, precum și abilitățile acestora de a menține motivația, de a-și gestiona timpul, de a fi rezilienți etc.

8. Rezumatul cadrului LET'S MIMIC

Cadrul LET'S MIMIC, dezvoltat pentru integrarea metodologiei PBL cu procesul de design inspirat de biomimicrie, reprezintă o abordare structurată pentru promovarea competențelor de durabilitate în rândul cursanților din învățământul și formarea profesională (VET). Acesta



prezintă matricea, rezumând alinierea între etapele învățării prin probleme (PBL) și procesul de design inspirat de biomimicrie.

m.8.1 Impact așteptat

Implementarea acestui cadru este de așteptat să genereze mai multe impacturi semnificative:

- **Rezultate de învățare îmbunătățite:** Cursanții vor dezvolta o înțelegere mai profundă a principiilor privind biomimicrie și a aplicării acestora în design, împreună cu competențe esențiale în cercetare, gândire critică și colaborare.
- **Promovarea durabilității:** Cursanții vor contribui la practici și inovații durabile care abordează provocări reale prin integrarea biomimicriei în curriculum.
- **Dezvoltarea competențelor:** Prin proiecte practice și strategii de evaluare, cursanții vor dobândi competențe practice aplicabile direct în carierele și parcursurile lor educaționale viitoare.
- **Inovație și creativitate:** Încurajarea cursanților să exploreze soluții bazate pe biomimicrie în mod activ stimulează creativitatea și inovația, pregătindu-i să abordeze probleme complexe în diverse domenii.

n. 8.2 Direcții viitoare

Privind înainte, există mai multe direcții pentru dezvoltarea și îmbunătățirea acestui cadru:

- **Extindere și adaptare:** Extinderea cadrului către alte contexte și discipline educaționale pentru a promova o adoptare mai largă a biomimicriei și metodologiilor PBL.
- **Integrarea tehnologiei:** Valorificarea tehnologiilor emergente, precum inteligența artificială și simulările digitale, pentru a îmbunătăți capacitățile de design prin biomimicrie și experiențele de învățare ale cursanților.

- **Îmbunătățire continuă:** Rafinarea iterativă a cadrului pe baza feedback-ului primit de la profesori, cursanți și parteneri din industrie, pentru a asigura relevanța și eficacitatea acestuia.
- **Cercetare și evaluare:** Realizarea de studii longitudinale pentru a evalua impactul pe termen lung al cadrului asupra rezultatelor învățării cursanților, pregătirii pentru carieră și practicilor durabile.

Cadrul își propune să rămână în fruntea inovației educaționale prin evoluție și adaptare continuă. Prin design propus de biomimicrie și practici durabile, acesta echipează cursanții cu cunoștințele, competențele și abilitățile necesare pentru a aborda provocările globale.

Bibliografie

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

Amir Lebdioui. Nature-inspired innovation policy: Biomimicry as a pathway to leverage biodiversity for economic development. Ecological Economics. Volume 202, 2022, 107585, ISSN 0921-8009, <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2022.107585>.

Analiza statistica privind impementarea si desfasurarea programului "Saptamana Verde" in anul scholar 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>.

Bioadhesion and Biomimicry Research Group (2024). Nature-Bases Innovation. Available in: <https://bioadhesion.rd.ciencias.ulisboa.pt/>

Biomimicry for Humanity (2024). Available in: <https://biomimicryforhumanity.com/>

Biomimicry Greece (2024). Available in https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSdsPaqsCd3h6MWYcdZjEbVVFZGroEwGULvGLv c8XXzjo2HRog/viewform?usp=sf_link

Biomimicry New England (2016). Biomimetic innovations are hindered by challenges to implementation, not inspiration. Available in: <https://www.biomimicryne.org/blog/2016/5/10/biomimetic-innovations-are-hindered-by-their-implementation-not-their-inspiration>

CEDEFOP (2020). Developments in vocational education and training policy in 2015–19 - Greece. Cedefop monitoring and analysis of VET policies.



Co-funded by
the European Union

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the

European Union nor EACEA can be held responsible for them.

Available in: <https://www.cedefop.europa.eu/en/country-reports/developments-vocational-education-and-training-policy-2015-19-greece>

CEDEFOP (2020). Developments in vocational education and training policy in 2015–19 - Portugal. Cedefop monitoring and analysis of VET policies. Available in: <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. Available in: <https://www.ciceco.ua.pt/?tabela=groupdetail&menu=267&language=pt&type=J&page=3>

DGE (2017). Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória. Available in: https://www.dge.mec.pt/sites/default/files/Curriculo/Projeto_Autonomia_e_Flexibilidade/students_profile_en.pdf

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

Eadie Leslie and Ghosh Tushar K. 2011Biomimicry in textiles: past, present and potential. An overview. J. R. Soc. Interface. <http://doi.org/10.1098/rsif.2010.0487>

European Commission (2022). Vocational education and training: Skills for today and for the future. Available in: <https://op.europa.eu/webpub/empl/VET-skills-for-today-and-future/en/index.html>

European Green Deal (2024). Available in: https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en

Fernandes, M.C.S (2011). Biomimética como conceito para uma embarcação na Ria de Aveiro. (Master's Dissertation), Universidade de Aveiro. Aveiro, Portugal. Available in: <http://hdl.handle.net/10773/10697>

HOTĂRÂRE privind aprobarea Strategiei Naționale de Cercetare, Inovare și Specializare Inteligentă 2022-2027 - <https://www.mcid.gov.ro/wp-content/uploads/2022/12/strategia-nationala-de-cercetare-inovare-i-specializare-inteligent-2022-2027.pdf>



Ilieva L, Ursano I, Traista L, Hoffmann B, Dahy H. Biomimicry as a Sustainable Design Methodology-Introducing the 'Biomimicry for Sustainability' Framework. *Biomimetics* (Basel). 2022 Mar 30;7(2):37. <https://doi.org/10.3390%2Fbiomimetics7020037>

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

Katiyar, N.K., Goel, G., Hawi, S. et al. Nature-inspired materials: Emerging trends and prospects. *NPG Asia Mater* (2021), <https://doi.org/10.1038/s41427-021-00322-y>

Kleopatra Alamantariotou & Eirini Matsouki (2021). Biomimicry: How nature inspires design. Available in: <https://www.biomimicrygreece.gr/biomimicry-how-nature-inspires-design/>

Larisa-Emilia Cheran, Alin Cheran, Michael Thompson. CHAPTER 1: Biomimicry and Materials in Medicine. *Advanced Synthetic Materials in Detection Science*, ed. S. Reddy, The Royal Society of Chemistry, 2014, pp. 1-25. <https://doi.org/10.1039/9781849737074-00001>

LEGE 198 04/07/2023 - Portal Legislativ (just.ro) -
<https://legislatie.just.ro/Public/DetaliuDocument/271896>

Legea Învățământului Preuniversitar „România Educată” -
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). Biomimicry beyond engineering. Available in: <https://greekwomeninstem.com/biomimicry-beyond-engineering/>

Muhammed Kamrul Islam, Paul J. Hazell, Juan P. Escobedo, Hongxu Wang. Biomimetic armour design strategies for additive manufacturing: A review. *Materials & Design*, Volume 205, 2021, 109730, ISSN 0264-1275, <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2021.109730>.

Napilay, J. (2023). Exploring Biomimicry: History, Examples, Benefits, and Challenges in Modern Design. Available in: <https://bootcamp.uxdesign.cc/exploring-biomimicry-history-examples-benefits-and-challenges-in-modern-design-1c1cf1fdbf40>

National Strategy for Research and Innovation, Greece (2024). Available in:
<https://gsri.gov.gr/en/ncr/NSRI>

ORDIN privind structura anului școlar 2023—2024
https://www.edu.ro/sites/default/files/fi%C8%99iere/Legislatie/2023/OM_3800_2023_structura_an_scolar_2023_2024.pdf

Pal, Bodhisattya & Kishore, Aditi. (2024). Biomimicry: Applying Nature's Wisdom to Transform Agriculture. *Food and Scientific Reports*, 5(2): 1-8.

Soares, M. A. R. (2008). *Biomimetismo e Ecodesign: Desenvolvimento de uma ferramenta criativa de apoio ao design de produtos sustentáveis* (Master's Dissertation). Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa. Lisboa, Portugal Available in:
<https://run.unl.pt/handle/10362/1529>

Strategia Nationala pentru DEZVOLTAREA DURABILA a Romaniei 2030 -
<https://www.edu.ro/sites/default/files/Strategia-nationala-pentru-dezvoltarea-durabila-a-Rom%C3%A2niei-2030.pdf>

Sustainable Development Report Greece (2023). Available in:
<https://dashboards.sdindex.org/profiles/greece/indicators>

The Biomimicry Institute (2024). Biomimicry is a practice that learns from and mimics the strategies found in nature to solve human design challenges—and find hope. Available in:
<https://biomimicry.org/what-is-biomimicry/>

Verbrugge, N.; Rubinacci, E.; Khan, A.Z. Biomimicry in Architecture: A Review of Definitions, Case Studies, and Design Methods. *Biomimetics* 2023, 8, 107.
<https://doi.org/10.3390/biomimetics8010107>

Youn, S.; Ki, M.-R.; Abdelhamid, M.A.A.; Pack, S.-P. Biomimetic Materials for Skin Tissue Regeneration and Electronic Skin. *Biomimetics* 2024, 9, 278.
<https://doi.org/10.3390/biomimetics9050278>.

Κυριακή Πετρίδου (2017). Βιομιμητισμός (Biomimicry) – Μαθαίνοντας από τη φύση.
Available in: <https://tkm.tee.gr/afierwma-tou-mhna/biomimicry-innovation-inspired-by-nature/>

Bar-Cohen, Y. (2006). Biomimetics: Biologically Inspired Technologies. CRC Press.

Bell, S. (2010). Project-Based Learning for the 21st Century: Skills for the Future. The Clearing House.

Benyus, J. M. (1997). Biomimicry: Innovation Inspired by Nature. Harper Perennial.

Bhushan, B. (2009). Biomimetics: lessons from nature—an overview. Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences, 367(1893), 1445-1486.

Blumenfeld, P. C., Soloway, E., Marx, R. W., Krajcik, J. S., Guzdial, M., & Palincsar, A. (1991). Motivating Project-Based Learning: Sustaining the Doing, Supporting the Learning. Educational Psychologist.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2021). Climate Change 2021: The Physical Science Basis.

International Labour Organization (ILO). (2019). Skills for a Greener Future: A Global View.

Kennedy, E. B., & Marting, T. A. (2016). Biomimicry: Streamlining the Front End of Innovation for Environmentally Sustainable Products. Research-Technology Management, 59(4), 40-48.

Krajcik, J. S., & Blumenfeld, P. C. (2006). Project-Based Learning. In R. K. Sawyer (Ed.), The Cambridge Handbook of the Learning Sciences. Cambridge University Press.

Larmer, J., & Mergendoller, J. R. (2010). Seven Essentials for Project-Based Learning. Educational Leadership.

Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). (2020). Green Skills and Innovation for Inclusive Growth. OECD.

Thomas, J. W. (2000). A Review of Research on Project-Based Learning. Autodesk Foundation.

United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). (2015). The Paris Agreement.

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO). (2017). Education for Sustainable Development Goals: Learning Objectives. UNESCO.

Vincent, J. F. V., Bogatyreva, O. A., Pahl, A. K., Bogatyrev, N. R., & Bowyer, A. (2006). Biomimetics: its practice and theory. *Journal of the Royal Society Interface*, 3(9), 471-482.