



Diseño biomimético para el desarrollo de competencias en materia de sostenibilidad en la formación profesional

KA220-VET-00620D4B

**KA220-VET - Asociaciones de cooperación en la educación y formación
profesional**

**D2.1 Diseño de procesos basados en la biomimética para las
competencias en sostenibilidad en la formación profesional**

**PARTE A – Matriz de resultados de aprendizaje para las
competencias en sostenibilidad en la formación profesional**

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

Información del documento	
Referencia del proyecto	2023-1-EL01-KA220-VET-000158477
Entrega	D2.1 PARTE A – Matriz de resultados de aprendizaje para las competencias en materia de sostenibilidad en la formación profesional
Nivel de difusión	Público
Fecha	14/8/2024
Versión del documento	1
Estado	Definitiva
Compartir	CC-BY-NC-ND
Autores	
Revisores	

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	5
2. ANÁLISIS PRELIMINAR	7
2.1 OBJETIVO DEL ANÁLISIS PRELIMINAR	7
2.2 METODOLOGÍA DEL ANÁLISIS PRELIMINAR.....	7
3. ANÁLISIS DE LAS PRÁCTICAS RELACIONADAS CON LA SOSTENIBILIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN, LA BIOMIMÉTICA Y LAS COMPETENCIAS DE APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS (PBL).....	15
3.1 PRÁCTICAS ACTUALES EN EL DESARROLLO DE COMPETENCIAS EN SOSTENIBILIDAD	15
3.1.1 <i>En Grecia</i>	15
3.1.2 <i>En Rumanía</i>	20
3.1.3 <i>En Turquía</i>	24
3.1.4 <i>En Francia</i>	26
3.1.5 <i>En España</i>	28
3.1.6 <i>En Portugal</i>	30
3.2 PRÁCTICAS ACTUALES EN EL DESARROLLO DE COMPETENCIAS EN BIOMIMÉTICA	32
3.2.1 <i>En Grecia</i>	32
3.2.2 <i>En Rumanía</i>	36
3.2.3 <i>En Turquía</i>	38
3.2.4 <i>En Francia</i>	40
3.2.5 <i>En España</i>	43
3.2.6 <i>En Portugal</i>	45
3.3 PRÁCTICAS ACTUALES EN EL USO DEL PBL	47
3.3.1 <i>En Grecia</i>	47
3.3.2 <i>En Rumanía</i>	49
3.3.3 <i>En Turquía</i>	50
3.3.4 <i>En Francia</i>	52
3.3.5 <i>En España</i>	54
3.3.6 <i>En Portugal</i>	55

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

3.4	RETOS Y OPORTUNIDADES	56
3.4.1	<i>En Grecia</i>	56
3.4.2	<i>En Rumanía</i>	59
3.4.3	<i>En Turquía</i>	62
3.4.4	<i>En Francia</i>	63
3.4.5	<i>En España</i>	64
3.4.6	<i>En Portugal</i>	66
4.	CUESTIONARIOS	69
4.1	CUESTIONARIO PARA ESTUDIANTES DE FORMACIÓN PROFESIONAL	69
	<i>Parte 1: Información general</i>	69
	<i>Parte 2: Conocimientos sobre la biomimética</i>	70
	<i>Parte 3: Evaluación de competencias</i>	73
	<i>Parte 4: Interés y motivación</i>	77
	<i>Parte 5: Aplicación práctica</i>	79
	<i>Parte 6: Comentarios</i>	80
4.2	CUESTIONARIO PARA PROFESORES DE FORMACIÓN PROFESIONAL	82
	<i>Parte 1: Información general</i>	82
	<i>Parte 2: Comprensión y aplicación de la biomimética y el ABP</i>	85
	<i>Parte 3: Habilidades docentes e integración en el plan de estudios</i>	88
	<i>Parte 4: Desarrollo profesional y recursos</i>	93
	<i>Parte 5: Comentarios y sugerencias</i>	95
5.	MATRIZ DE RESULTADOS DE APRENDIZAJE PARA LAS COMPETENCIAS EN SOSTENIBILIDAD DE LOS ALUMNOS DE FP	1
6.	CONCLUSIÓN	1
	REFERENCIAS	4

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

1. Introducción

Los sistemas de educación y formación profesional (EFP) preparan a las personas con los conocimientos, habilidades y competencias necesarios para participar en la economía verde y adoptar activamente prácticas sostenibles. Esto incluye tanto conocimientos básicos o relacionados con el ámbito profesional como habilidades transversales, o «blandas», que ayudan a una persona a destacar independientemente de la materia en cuestión. Entre esas habilidades se encuentran las competencias verdes, cuya importancia no deja de crecer ante los retos industriales y sociales ^{del siglo XXI} relacionados con el cambio climático y los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas (ONU 2024). El PNUMA (2011) afirma que una economía verde busca mejorar el bienestar humano y promover la equidad social, al tiempo que minimiza los riesgos medioambientales y la escasez de recursos ecológicos. Lograr una sociedad así es crucial para la transición hacia un futuro sostenible.

En consonancia con las necesidades emergentes, el proyecto LET'S MIMIC tiene como objetivo desarrollar competencias ecológicas —concretamente, de biomimética— entre los estudiantes de formación profesional, con el fin de preparar a jóvenes profesionales capacitados que cuenten con los conocimientos y las competencias requeridos en el mundo laboral. La biomimética es un enfoque de diseño innovador que pretende aportar soluciones a los retos del mundo real inspirándose en los procesos naturales y respetando el equilibrio de los ecosistemas.

El presente documento presenta un análisis de necesidades sobre el desarrollo de competencias en biomimética y resolución de problemas a través de un aprendizaje innovador basado en proyectos. El estudio se basa en una investigación documental de las prácticas actuales en materia de desarrollo de competencias generales de sostenibilidad y, más concretamente, de biomimética en los países representados en el consorcio a través de los socios del proyecto, a saber, Grecia, Rumanía, Turquía, Francia, España y Portugal. Además, analiza los resultados de una investigación basada en cuestionarios realizada por todos los socios del proyecto sobre las necesidades y expectativas de los estudiantes en relación con este mismo tema. Los resultados del análisis de necesidades se resumen en una Matriz de

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

resultados de aprendizaje para las competencias en sostenibilidad de los alumnos de FP. Esta matriz tiene como objetivo integrar las competencias centradas en la sostenibilidad en las iniciativas de FP, fomentando una generación preparada para contribuir al desarrollo sostenible.

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

2. Análisis preliminar

2.1 Objetivo del análisis preliminar

El análisis preliminar incluyó una investigación documental y dos cuestionarios en línea (uno para alumnos de FP y otro para profesores de FP).

La investigación documental tenía por objeto examinar la situación actual de la FP en Grecia, Rumanía, Turquía, Francia, España y Portugal en lo que respecta a **las competencias** en materia de sostenibilidad: cómo se desarrollan e integran dichas competencias en los planes de estudios, qué instrumentos se utilizan, qué estrategias nacionales relacionadas existen y cuál es el **nivel de conocimiento** y uso de la **biomimética**, así como el **uso del aprendizaje basado en proyectos (ABP)**.

El cuestionario ampliado para los alumnos de FP tenía como objetivo identificar sus conocimientos sobre **sostenibilidad, medio ambiente y biomimética, así como su interés por estos temas**.

El cuestionario ampliado para los profesores de FP tenía como objetivo determinar el lugar que se concede a **las competencias en materia de sostenibilidad en los planes de estudios actuales**, las **metodologías que aplican para impartir dichas competencias**, las herramientas y fuentes que utilizan, sus **conocimientos y la aplicación del enfoque de la biomimética**, y si aplican **la metodología del PBL** y de qué manera.

2.2 Metodología del análisis preliminar

Todos los socios llevaron a cabo una investigación documental preliminar sobre las prácticas actuales relacionadas con la sostenibilidad en la construcción y, más concretamente, con las competencias en biomimética. El estudio se centró además en cómo se aplica actualmente el aprendizaje basado en proyectos (PBL) en la formación profesional. Como se ha indicado anteriormente, se llevó a cabo en Grecia, Rumanía, Turquía, Francia, España y Portugal. Se centró en los siguientes temas:

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

Competencias en materia de sostenibilidad	¿Cómo se desarrollan las competencias en materia de sostenibilidad y cómo se integran en los planes de estudios de la EFP en cada país? ¿Qué instrumentos se utilizan?
	¿Cuál es la estrategia nacional para el desarrollo de competencias en sostenibilidad en la formación profesional?
Biomimética	¿Se aplica la biomimética en la FP? En concreto: • ¿Cómo se integra la biomimética en los planes de estudios de la FP? • ¿Qué ejemplos hay de cursos de formación que incluyan la biomimética?
Aprendizaje basado en problemas (ABP)	¿Se aplica el PBL en el aprendizaje de la FP? ¿Cuáles son algunos ejemplos concretos de cómo se implementa el PBL en los cursos de FP?

Tabla1 . Preguntas de la investigación documental.

Tras completar el análisis documental, los socios del proyecto distribuyeron dos cuestionarios en línea a **201 alumnos de FP** y a **126 profesores de FP**.

El cuestionario para los alumnos incluía las preguntas detalladas en la siguiente tabla:

Selecciona tu país	Grecia/Rumanía/Turquía/Francia/España/Portugal
Información general	¿En qué programa educativo estás matriculado?
	¿Has estudiado anteriormente sostenibilidad medioambiental, biomimética o materias relacionadas,

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

	como soluciones respetuosas con el medio ambiente, diseño de productos sostenibles, ingeniería sostenible, edificios sostenibles, agricultura sostenible, etc.?
	Si la respuesta a la pregunta anterior es «sí», por favor, proporciona una breve descripción.
Conocimientos sobre biomimética	¿Has tenido contacto anteriormente con el concepto de biomimética?
	Si la respuesta a la pregunta anterior es «sí», por favor, ofrécenos una breve descripción.
	¿Puedes dar un ejemplo de una solución medioambiental basada en la biomimética? Por ejemplo, las alas de los aviones se inspiran en las aves; la economía circular se inspira en el ciclo de la vida en la naturaleza; el tejido de los bañadores de los atletas olímpicos se inspira en la piel de tiburón; los mejillones inspiran los adhesivos submarinos; las suelas antideslizantes de los zapatos se inspiran en la piel de serpiente; los termiteros inspiran los edificios con refrigeración autónoma; y los bosques inspiran los sistemas de filtración de agua sin productos químicos.
	¿Cómo crees que la biomimética puede contribuir al diseño sostenible?

Evaluación de competencias	Valora tu nivel de competencia en las siguientes áreas en una escala del 1 (sin experiencia) al 5 (experto): • Creatividad e innovación. • Resolución de problemas. • Dibujo técnico (manual o CAD). • Investigación científica. • Colaboración en equipo.
	¿Has trabajado en algún proyecto en el que hayas aplicado los principios de la biomimética? En caso afirmativo, describe brevemente el proyecto.
Interés y motivación	¿Por qué te interesa la biomimética o el diseño medioambiental?
	¿Qué áreas de la biomimética o del diseño medioambiental te interesan más para profundizar en ellas? • Arquitectura. • Diseño de productos. • Ciencia de los materiales. • Robótica. • Edificios sostenibles. • Ciudades sostenibles. • Agua potable. • Medicina. • Preservación del medio ambiente. • Protección frente a los desastres naturales.

	Otros.
Aplicación práctica	Imagina que te encargan diseñar un nuevo producto para recoger agua en zonas áridas. ¿Cuáles serían los primeros pasos para encontrar una solución?
Comentarios	¿Crees que aprender sobre biomimética puede mejorar tus habilidades profesionales?
	¿Qué recursos o herramientas te ayudarían a comprender y aplicar mejor la biomimética en tus diseños?

Tabla2. Cuestionario para alumnos de formación profesional.

El cuestionario para profesores incluía las preguntas detalladas en la siguiente tabla:

Selecciona tu país	Grecia/Rumanía/Turquía/Francia/España/Portugal
Información general	¿Qué asignaturas imparte?
	¿Cuántos años de experiencia docente tiene?
	¿Ha impartido clases o utilizado conceptos relacionados con la sostenibilidad medioambiental o la biomimética en sus cursos anteriormente? Si la respuesta a la pregunta anterior es «sí», describa brevemente cómo lo ha hecho.
	Defina la biomimética con sus propias palabras.

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

Comprensión y aplicación de la biomimética y el PBL	Mencione cualquier ejemplo de sostenibilidad medioambiental o biomimética que haya tratado con sus alumnos.
	¿Qué papel cree que desempeña la biomimética en el diseño moderno y la educación medioambiental?
	¿Aplica el PBL como método de enseñanza? Si su respuesta es «sí», indique algunos ejemplos y la frecuencia con la que utiliza este método.
Habilidades docentes e integración en el plan de estudios	Valora tu nivel de confianza a la hora de enseñar los siguientes aspectos de la biomimética en una escala del 1 (sin confianza) al 5 (muchísima confianza): • Comprensión de los principios ecológicos. • Aplicación de la biomimética en proyectos prácticos de diseño. • Integración de la biomimética con otras asignaturas (p. ej., matemáticas, ciencias). • Fomentar el pensamiento innovador a través de la biomimética. • Aplicar el aprendizaje basado en problemas (PBL).
	¿Te has enfrentado a algún reto a la hora de integrar la sostenibilidad medioambiental o la biomimética en tu plan de estudios? Si la respuesta a la pregunta anterior es «sí», por favor, comenta brevemente.

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

Formación profesional y recursos	¿Qué tipo de recursos le ayudarían a impartir la sostenibilidad medioambiental o la biomimética de forma más eficaz? (Seleccione todas las opciones que correspondan): • Libros de texto y artículos académicos. • Cursos o talleres en línea. • Conferencias impartidas por profesionales del sector. • Materiales para proyectos prácticos. • Casos o ejemplos de soluciones de sostenibilidad medioambiental o biomimética. • Herramientas de software, como presentaciones digitales, juegos, simulaciones, etc. • Material audiovisual, como imágenes, vídeos u otros. • Intercambio de conocimientos con otros docentes. • Otros (especificar).
	¿Te interesaría asistir a un programa de formación profesional centrado en la biomimética?
	¿Sobre qué temas de biomimética te gustaría aprender más con fines docentes?
Comentarios y sugerencias	¿Cómo cree que se podría integrar la biomimética de forma más eficaz en el aprendizaje?

	¿Tiene algún comentario o sugerencia adicional sobre la enseñanza de la biomimética en la formación profesional?
--	--

Tabla3 . Cuestionario para profesores de formación profesional.

Los dos cuestionarios se tradujeron y se distribuyeron en los idiomas nacionales. Se recopilaron todas las respuestas y se tradujeron al inglés para analizar los resultados. Las principales conclusiones de la investigación documental y de los cuestionarios se resumen en el siguiente párrafo.

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

3. Análisis de las prácticas relacionadas con la sostenibilidad en la construcción, la biomimética y las competencias del aprendizaje basado en proyectos (PBL)

Los resultados que se presentan a continuación proceden de la investigación documental y de los cuestionarios en línea, que se enviaron a los siguientes países: Grecia, Rumanía, Turquía, Francia, España y Portugal.

3.1 Prácticas actuales en el desarrollo de competencias en sostenibilidad

3.1.1 En Grecia

¿Cómo se desarrollan las competencias en materia de sostenibilidad y cómo se integran en los planes de estudios de la formación profesional en cada país? ¿Qué instrumentos se utilizan?

El desarrollo y la integración de las competencias en materia de sostenibilidad en los planes de estudios de la formación profesional están cobrando cada vez más importancia en Grecia. Se están empleando diversos instrumentos y estrategias para alcanzar este objetivo.

En primer lugar, Grecia, al igual que otros Estados miembros de la Unión Europea (UE), se rige por las políticas y los marcos de la UE que hacen hincapié en la sostenibilidad educativa. Estas políticas proporcionan el marco general para integrar las competencias en materia de sostenibilidad en los planes de estudios de la FP. Por ejemplo, el Pacto Verde Europeo (2024) destaca la importancia del desarrollo sostenible en todos los sectores, incluida la educación.

En Grecia, varias iniciativas estratégicas, marcos normativos e instrumentos prácticos orientan el desarrollo de las competencias en materia de sostenibilidad y su integración en los planes

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

de estudios de la FP. Estos esfuerzos garantizan que la población activa cuente con las competencias necesarias para apoyar los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas (2024) y la transición hacia una economía verde.

Entre los marcos estratégicos se encuentra la Estrategia Nacional de Competencias de Grecia. Anunciada en el contexto del Año Europeo de las Competencias 2023, la estrategia tiene por objeto adaptar la EFP a las necesidades del mercado laboral, haciendo hincapié en las competencias en materia de sostenibilidad. Esta estrategia implica la integración de las competencias en materia de sostenibilidad en los planes de estudios de la EFP mediante actividades sistemáticas de anticipación y previsión de competencias. La estrategia cuenta con el respaldo de la Ley 4763/2020, en virtud de la cual se reforma la gobernanza de la FP, promoviendo métodos de enseñanza innovadores y estableciendo escuelas de formación profesional modelo e institutos de formación experimentales que se centran en la sostenibilidad y la excelencia en la educación.

Los marcos de competencias sirven de guía para el desarrollo de los planes de estudios y el reciclaje profesional en materia de sostenibilidad. Los programas de FP se están actualizando para incluir marcos de competencias que hagan hincapié en la concienciación medioambiental, las prácticas sostenibles y las tecnologías verdes. Estos marcos orientan el desarrollo de planes de estudios que incorporan la sostenibilidad en diversos niveles educativos.

En este contexto, se han realizado varias actualizaciones en los planes de estudios de las especializaciones de la FP. Entre ellas se incluyen nuevos perfiles profesionales orientados por el Mecanismo de Identificación de las Necesidades del Mercado Laboral, adaptados para satisfacer las demandas de la economía verde e que incluyen competencias relacionadas con la sostenibilidad (CEDEFOP). Además, los planes de estudios de la FP se están actualizando para incluir módulos de competencias ecológicas, como las tecnologías de energías renovables, la agricultura sostenible, la gestión de residuos y la conservación del medio ambiente. Estos módulos garantizan que los alumnos adquieran conocimientos prácticos y teóricos relevantes para el desarrollo sostenible. La innovación educativa incluye el uso de plataformas digitales y el aprendizaje en línea para mejorar la impartición de la FP mediante

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

contenidos y recursos digitales sobre diversos aspectos de la sostenibilidad y la gestión medioambiental.

Las prácticas de la EFP también se actualizan mediante la colaboración con el sector. Las alianzas con empresas locales y partes interesadas del sector son fundamentales para integrar la sostenibilidad en la EFP. Estas colaboraciones ofrecen oportunidades de formación en el mundo real, prácticas y programas de aprendizaje centrados en prácticas y tecnologías sostenibles.

La formación del profesorado y el desarrollo profesional son esenciales para integrar de manera eficaz las competencias en materia de sostenibilidad en los planes de estudios de la FP. Los educadores necesitan talleres, seminarios y cursos centrados en la educación para la sostenibilidad que les doten de los conocimientos y las herramientas necesarios para enseñar la sostenibilidad de forma eficaz. Las competencias de los educadores se actualizan mediante programas de desarrollo profesional continuo para profesores y formadores de la EFP, que incluyen formación sobre competencias en materia de sostenibilidad y métodos didácticos innovadores. Estos programas garantizan que los educadores estén bien preparados para enseñar e integrar la sostenibilidad en sus planes de estudios. Además, el Ministerio de Educación proporciona apoyo técnico y pedagógico a las instituciones de EFP, ayudándolas a implementar de manera eficaz planes de estudios y prácticas docentes centrados en la sostenibilidad.

Por otra parte, las instituciones de FP pueden servir de modelos de sostenibilidad mediante la implementación de prácticas respetuosas con el medio ambiente. Esto podría incluir medidas de eficiencia energética, estrategias de reducción de residuos y la promoción de opciones de transporte sostenible. La colaboración con empresas, ONG y otras partes interesadas también puede enriquecer los planes de estudios de FP con ejemplos del mundo real y experiencias prácticas relacionadas con la sostenibilidad. Las colaboraciones con la industria, por ejemplo, pueden ofrecer a los alumnos oportunidades de realizar prácticas centradas en prácticas sostenibles.

La incorporación de metodologías de aprendizaje basado en proyectos y de educación experiencial en los planes de estudios de la FP permite a los alumnos involucrarse

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

directamente con los retos y las soluciones en materia de sostenibilidad. Por ejemplo, los proyectos prácticos relacionados con las energías renovables, la gestión de residuos o la agricultura sostenible pueden profundizar en la comprensión de los principios de sostenibilidad por parte de los alumnos. Por último, pueden utilizarse herramientas digitales y plataformas de aprendizaje en línea para ofrecer contenidos centrados en la sostenibilidad a los alumnos de FP. Los módulos en línea, las simulaciones interactivas y los laboratorios virtuales pueden mejorar las experiencias de aprendizaje y llegar a un público más amplio.

En cuanto a los instrumentos utilizados, el Mecanismo para la Identificación de las Necesidades del Mercado Laboral proporciona datos y análisis sobre las tendencias del mercado laboral y las necesidades de competencias, lo que contribuye a alinear los programas de FP con las competencias en materia de sostenibilidad (CEDEFOP, 2023). Además, el Marco Nacional de Cualificaciones (MNC) respalda la clasificación y certificación de las cualificaciones, garantizando que las competencias en materia de sostenibilidad se reconozcan y estandaricen en todos los programas de FP.

En resumen, Grecia está desarrollando e integrando activamente las competencias en materia de sostenibilidad en los planes de estudios de la FP mediante iniciativas políticas estratégicas, actualizaciones curriculares, herramientas educativas y colaboraciones con la industria. Estos esfuerzos cuentan con el respaldo de sólidos instrumentos y marcos diseñados para preparar a la población activa para los retos del desarrollo sostenible.

¿Cuál es la estrategia nacional para el desarrollo de competencias en materia de sostenibilidad en la FP?

El Ministerio de Educación, Investigación y Asuntos Religiosos de Grecia supervisa las políticas y reformas educativas. Aunque puede que no exista una estrategia nacional centrada exclusivamente en las competencias de sostenibilidad en la FP, es probable que los principios de sostenibilidad se integren en iniciativas educativas más amplias. Esta integración puede llevarse a cabo mediante revisiones curriculares, programas de formación del profesorado, colaboraciones con las partes interesadas y la implementación de prácticas sostenibles en las instituciones educativas.

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

Al igual que muchos otros países, Grecia adapta sus estrategias educativas a las políticas y marcos más amplios de la Unión Europea (UE), haciendo hincapié en la sostenibilidad en todos los niveles educativos. La Unión Europea cuenta con varias iniciativas y estrategias relacionadas con la sostenibilidad en la educación, que se espera que los Estados miembros, como Grecia, incorporen a sus agendas nacionales. Una de estas iniciativas es el Pacto Verde Europeo, un plan integral para sostener la economía de la UE. Abarca diversos sectores, incluida la educación, y se centra en integrar los principios de sostenibilidad en todos los aspectos de las políticas y la práctica.

Otra iniciativa significativa es la Agenda Europea de Competencias, cuyo objetivo es garantizar que las personas desarrollen las competencias necesarias para las transiciones ecológica y digital, así como para la recuperación tras la pandemia de la COVID-19. Hace hincapié en la mejora de las competencias y el reciclaje profesional, incluida la formación profesional, para satisfacer las exigencias de una economía sostenible. Además, la UE está trabajando para crear un Espacio Europeo de Educación de aquí a 2025. Esta iniciativa incluye la promoción de valores compartidos, el fomento de una educación inclusiva y la mejora de las competencias digitales y ecológicas entre los alumnos. Proporciona un marco dentro del cual los Estados miembros pueden desarrollar sus estrategias nacionales de educación.

Grecia ha puesto en marcha una estrategia nacional integral para desarrollar competencias en materia de sostenibilidad, en consonancia con los objetivos europeos más amplios y los ODS. Esta estrategia forma parte de la Estrategia Nacional de Competencias, anunciada durante el Año Europeo de las Competencias en 2023, que se centra en anticipar y abordar las necesidades del mercado laboral mediante programas mejorados de educación y formación. Entre los aspectos clave de esta estrategia se incluyen la anticipación y la previsión de competencias, guiadas por el Mecanismo para la Identificación de las Necesidades del Mercado Laboral, que ayudan a diseñar programas de educación y formación profesional (EFP) pertinentes y sirven de base para el desarrollo de nuevos planes de estudios y perfiles profesionales que se ajusten a las necesidades del mercado.

Además, el enfoque de Grecia respecto al desarrollo de competencias está estrechamente vinculado a su compromiso con los ODS. El Informe de Desarrollo Sostenible del país (2023)

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

realiza un seguimiento de los avances en diversos indicadores, garantizando que las iniciativas educativas contribuyan al desarrollo sostenible, incluyendo la energía limpia, el consumo responsable y la acción por el clima.

Por otra parte, en virtud de la Ley 4763/2020, las recientes reformas en la gobernanza de la EFP hacen hincapié en los métodos de enseñanza innovadores y en la creación de centros de formación profesional modelo. Estas reformas tienen por objeto mejorar el atractivo de la EFP y su capacidad de respuesta a las demandas del mercado laboral, fomentando así las competencias que respaldan la sostenibilidad y la transición hacia una economía verde.

La estrategia nacional de Grecia implica la participación de las partes interesadas, concretamente la participación activa de los interlocutores sociales, incluidos los empresarios, los sindicatos y las instituciones educativas. Esto garantiza que las competencias desarrolladas sean pertinentes y estén demandadas. Este enfoque colaborativo contribuye a actualizar y mejorar continuamente los programas de EFP para satisfacer las necesidades cambiantes de la economía.

Por último, el aprendizaje permanente y la mejora continua de las competencias garantizan que la mano de obra siga siendo adaptable y capaz de afrontar nuevos retos, en particular la sostenibilidad y la transformación digital.

Lo anterior demuestra que la estrategia nacional de Grecia para el desarrollo de competencias en materia de sostenibilidad es un enfoque multifacético que integra las políticas, la educación y la colaboración de las partes interesadas con el fin de crear una mano de obra cualificada capaz de respaldar los objetivos de desarrollo sostenible (CEDEFOP, 2020) (Informe sobre el Desarrollo Sostenible 2023).

3.1.2 En Rumanía

¿Cómo se desarrollan las competencias en materia de sostenibilidad y cómo se integran en los planes de estudios de la EFP en cada país? ¿Qué instrumentos se utilizan?

En Rumanía, la formación profesional abarca tanto la educación secundaria como la postsecundaria y forma parte integrante del sistema educativo preuniversitario. Por lo

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

general, es responsabilidad del Ministerio Nacional de Educación (MNE) y del Centro Nacional para el Desarrollo de la Educación Profesional y Técnica.

Sin embargo, la FP se encuentra en una encrucijada entre las políticas educativas, sociales, económicas y laborales. En consecuencia, los actores de estos sectores están vinculados de diversas formas al proceso de toma de decisiones y al establecimiento de los planes de estudios. El marco institucional de la FP en Rumanía está muy fragmentado, y varias organizaciones desempeñan funciones esenciales. Las funciones e es vitales específicas del sistema de FP son desempeñadas, además del NME, por cuatro organizaciones diferentes. Cinco unidades dependientes de la NME llevan a cabo diversas tareas dentro del sistema de educación general, siendo las más importantes las relacionadas con el ámbito de la FP. En general, las múltiples funciones del sistema de FP son desempeñadas por personal de nueve organizaciones diferentes a nivel central.

En cuanto a los planes de estudios, en la Metodología Nacional de Organización y Funcionamiento de la Educación Profesional (NMOFVE) se definen tres perfiles principales para la educación profesional y técnica (VET): técnico, recursos naturales y protección del medio ambiente, y servicios, con un total de 17 niveles básicos de cualificación; el plan de estudios correspondiente a las cualificaciones de la EFP se elabora sobre la base de las Normas de Formación Profesional (PTS) para las cualificaciones profesionales de los niveles 3 y 4 del Marco Nacional de Cualificaciones y de la Estrategia Nacional para el Desarrollo Sostenible en Rumanía 2030, que se centran en la Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS) como parte integrante de los planes de estudios escolares.

El VTS es el documento normativo más importante para el diseño de los planes de estudios de formación profesional y técnica. Se ha elaborado a partir de las normas profesionales vigentes. Estas normas constituyen la base de la evaluación para la certificación y están alineadas con las ocho áreas de competencias clave definidas por el Marco de Referencia Europeo de Competencias Clave para el Aprendizaje Permanente. Las normas se formulan en términos de conocimientos, habilidades y actitudes específicos, integrados en las unidades de competencias técnicas generales y especializadas, y se desarrollan o profundizan en contextos de formación profesional.

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

En Rumanía, la Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS) tiene como objetivo fomentar la concienciación medioambiental, cambiar actitudes y mitigar el impacto de las actividades humanas. A través de los programas de EDS, los alumnos adquieren los conocimientos y habilidades esenciales para promover el desarrollo sostenible, centrándose en varias áreas clave. Un aspecto importante es el desarrollo holístico, que hace hincapié en el crecimiento equilibrado de las personas en las dimensiones cognitiva, emocional, física, espiritual y social. Este enfoque prepara a los alumnos para desenvolverse en un mundo en constante evolución, garantizando que sean personas completas y resilientes a la hora de afrontar retos. Además, la EDS promueve un enfoque equilibrado del desarrollo de competencias, ayudando a los alumnos a identificar sus necesidades de aprendizaje y a establecer prioridades educativas que permitan itinerarios de aprendizaje flexibles.

El espíritu de reflexión es otro elemento fundamental, ya que anima a los alumnos a realizar una autoevaluación y a desarrollar el pensamiento crítico. Esto fomenta una comprensión más profunda de sí mismos y de su entorno, lo que sirve de base para el progreso personal. Además, la EDS inculca una mentalidad orientada a superar las autolimitaciones, motivando a los alumnos a explorar diversas vías educativas, sociales y profesionales, al tiempo que toman decisiones informadas y superan sus límites. La EDS también incorpora enfoques prospectivos que fomentan una actitud proactiva para anticiparse a los retos futuros y desarrollar soluciones innovadoras. Junto con la resiliencia, que enseña a los alumnos a perseverar ante las dificultades, estos aspectos capacitan a los estudiantes para afrontar los obstáculos con autonomía y autodeterminación.

En cuanto a la dinámica social, la EDS hace hincapié en la inclusión y la colaboración. Se centra en la comunicación respetuosa, en la comprensión de los diversos orígenes y en garantizar que todos puedan desarrollarse y alcanzar su potencial. El plan de estudios también destaca la importancia de la sostenibilidad y el cuidado del medio ambiente, enseñando a los alumnos a gestionar de forma responsable los recursos naturales y a contribuir a prácticas sostenibles. Además, la EDS promueve la ciudadanía activa, animando a los alumnos a participar en la toma de decisiones de la comunidad y fomentando un espíritu de solidaridad y cooperación para un futuro mejor. Por último, hace hincapié en la ética y la responsabilidad, promoviendo la

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

integridad y el comportamiento responsable en todos los aspectos de la vida. Estos componentes dotan a los alumnos de las habilidades y actitudes necesarias para una vida sostenible y una participación activa en la comunidad.

Temas como el cambio climático, el medio ambiente y el desarrollo sostenible se abordan en el núcleo del plan de estudios, dirigiéndose a perfiles específicos de la formación profesional, como técnico ecológico y de protección de la calidad medioambiental, técnico agro-montano, hidrometeorólogo, veterinario, etc., dentro de algunas asignaturas como «Energía y vida», «Química y vida», «Sustancias en la naturaleza», «Salud humana y medio ambiente», etc.

Por lo tanto, la cuestión de interés relativa a la educación para el desarrollo sostenible y la adquisición de competencias ecológicas se aborda en los diferentes componentes del plan de estudios escolar por disciplina: competencias específicas, actividades de aprendizaje, contenidos, etc.

¿Cuál es la estrategia nacional para el desarrollo de competencias en materia de sostenibilidad en la formación profesional?

Es importante señalar que Rumanía carece de una estrategia nacional que se centre explícitamente en el desarrollo de competencias en el sector de la formación profesional. Sin embargo, existen referencias relacionadas con la formación profesional en la Ley Nacional de Educación Preuniversitaria (2023), el Plan Nacional de Recuperación y Resiliencia, las Normas de Formación Profesional para las cualificaciones profesionales de los niveles 3 y 4 del Marco Nacional de Cualificaciones (PTS) y la Estrategia Nacional para el Desarrollo Sostenible en Rumanía, 2030. Todas estas referencias tienen como objetivo mejorar la calidad y la equidad de la educación, en consonancia con la ambiciosa visión esbozada en el informe «Rumanía Educada».

En cuanto a las competencias ecológicas identificadas específicamente para la FP, no existe una legislación estricta que se aplique exclusivamente a la FP. Las iniciativas se refieren al conjunto del sistema educativo. La Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS) forma parte integrante del plan de estudios en Rumanía. Su objetivo es desarrollar competencias que ayuden a los alumnos a reflexionar sobre sus acciones, teniendo en cuenta sus repercusiones

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

en el presente y en el futuro, así como sus implicaciones sociales, culturales, económicas y medioambientales. Las materias relacionadas con la EDS, incluida la FP, se integran desde la educación preescolar y postsecundaria hasta el nivel universitario.

3.1.3 En Turquía

¿Cómo se desarrollan las competencias en materia de sostenibilidad y cómo se integran en los planes de estudios de la EFP en cada país? ¿Qué instrumentos se utilizan?

En Turquía, diversas iniciativas estratégicas y actualizaciones curriculares respaldan la integración de las competencias en materia de sostenibilidad en los planes de estudios de la Educación y Formación Profesional (EFP), con el objetivo de mejorar la concienciación y las habilidades medioambientales de los alumnos.

Una de las estrategias clave es la modernización curricular, que ha dado lugar a importantes actualizaciones para incorporar competencias de sostenibilidad en todos los programas existentes. Esta modernización incluye la integración de competencias ecológicas en los planes de estudios y el desarrollo de nuevas ofertas educativas que aborden los retos medioambientales y de sostenibilidad. Además, el énfasis en la educación basada en competencias garantiza que los resultados del aprendizaje estén claramente definidos, lo que permite a los estudiantes adquirir habilidades esenciales relacionadas con la sostenibilidad, mejorando así su desarrollo profesional y personal. La integración de la sostenibilidad en los planes de estudios de la FP también se ve facilitada por proyectos como la iniciativa «Green Skills at Vocational Education». Este proyecto tiene como objetivo mejorar la calidad y la sensibilización en torno a la formación en competencias ecológicas, especialmente en sectores como la construcción y la electricidad, mediante la identificación de buenas prácticas y su incorporación a los marcos educativos. Además, el Fondo Social Europeo (FSE) desempeña un papel fundamental en el apoyo a estas iniciativas, al contribuir a la creación de estructuras de cualificación y normas profesionales que incorporen la sostenibilidad como componente central de los programas de FP.

Para garantizar una enseñanza eficaz de las competencias en materia de sostenibilidad, Turquía invierte en el desarrollo profesional continuo de los profesores y formadores de EFP

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

a través de programas de formación y talleres específicos. Estos programas se centran en integrar las competencias ecológicas en el proceso docente, dotando así a los educadores de las herramientas necesarias para fomentar la concienciación sobre la sostenibilidad entre los alumnos. Se utilizan diversos instrumentos para mejorar la experiencia educativa. Los programas educativos modulares están diseñados para ser flexibles, lo que permite integrar de forma adaptativa los temas relacionados con la sostenibilidad en función de las demandas cambiantes del mercado laboral. Además, se desarrollan programas de formación específicos para mejorar las competencias digitales y ecológicas en colaboración con las partes interesadas del sector, con el fin de garantizar su pertinencia y actualidad.

Por último, se establecen mecanismos para la validación del aprendizaje previo con el fin de reconocer y certificar las competencias existentes relacionadas con la sostenibilidad. Este enfoque fomenta la inclusividad dentro del sistema de formación profesional y apoya el aprendizaje permanente, lo que, en última instancia, permite adaptar la formación profesional de Turquía a las necesidades de una economía sostenible y verde. Estos esfuerzos combinados ponen de manifiesto el compromiso de Turquía con la integración de las competencias en materia de sostenibilidad en su marco de formación profesional.

¿Cuál es la estrategia nacional para el desarrollo de competencias en materia de sostenibilidad en la formación profesional?

La estrategia nacional de Turquía para el desarrollo de competencias en materia de sostenibilidad en la educación y formación profesional (EFP) se centra en la integración de las competencias ecológicas en los planes de estudios, impulsada por iniciativas como el proyecto «Competencias ecológicas en la educación profesional». Este proyecto tiene como objetivo sensibilizar a los formadores, los responsables políticos y los alumnos de la EFP sobre las competencias ecológicas y mejorar la calidad de la educación profesional en este ámbito. La iniciativa también busca ampliar las oportunidades de empleo verde, contribuyendo a una economía más ecológica y a la mejora de las perspectivas de empleo para los titulados de la FP (CEIPES ETS) (CEDEFOP).

Además, Turquía está adaptando su plan de estudios de EFP a la estrategia más amplia «Europa 2020», que hace hincapié en la protección del medio ambiente y el desarrollo

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

sostenible. La estrategia incluye la realización de entrevistas y cuestionarios a formadores de EFP y responsables políticos para identificar las mejores prácticas e incorporarlas a los planes de estudios de oficios específicos, como electricistas y trabajadores de la construcción. El objetivo es garantizar que los titulados estén bien preparados para las exigencias de una economía verde (CEDEFOP).

Estos esfuerzos forman parte de una agenda nacional más amplia destinada a modernizar la FP en consonancia con las necesidades de la economía y la sociedad, fomentando la conexión entre la educación, el mercado laboral y los objetivos de sostenibilidad (CEDEFOP).

3.1.4 En Francia

¿Cómo se desarrollan las competencias en materia de sostenibilidad y cómo se integran en los planes de estudios de la EFP en cada país? ¿Qué instrumentos se utilizan?

En Francia, la integración de las competencias en materia de sostenibilidad en los planes de estudios de la Educación y Formación Profesional (EFP) se lleva a cabo mediante un enfoque integral y multifacético. Una estrategia fundamental es la integración curricular, en la que los conceptos de sostenibilidad se incorporan en diversas asignaturas de los programas de EFP. Los módulos específicos centrados en la educación medioambiental, el desarrollo sostenible y las prácticas respetuosas con el medio ambiente garantizan que los alumnos reciban una educación completa en materia de sostenibilidad, fomentando una comprensión holística del tema.

El Ministerio de Educación Nacional también ha desarrollado marcos de competencias que definen habilidades y conocimientos específicos relacionados con la sostenibilidad. Estos marcos orientan a los educadores a la hora de diseñar e impartir cursos que se ajusten a los objetivos nacionales de sostenibilidad, tal y como se detalla en el informe de Eurydice «Learning for Sustainability in Europe» (Aprender para la sostenibilidad en Europa), que analiza la inclusión de las competencias de sostenibilidad en los planes de estudios europeos basándose en el marco europeo GreenComp. Las certificaciones profesionales son fundamentales para dotar a los estudiantes de habilidades especializadas para desarrollar su carrera profesional en sectores sostenibles. Los programas de formación profesional ofrecen

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

certificaciones en prácticas de construcción ecológica, tecnologías de energías renovables y agricultura sostenible, lo que garantiza que los titulados cuenten con los conocimientos necesarios para prosperar en estos ámbitos.

El aprendizaje basado en proyectos (PBL) es otro método eficaz para enseñar competencias en materia de sostenibilidad. Los estudiantes desarrollan el pensamiento crítico y las habilidades prácticas necesarias para abordar los retos medioambientales participando en proyectos del mundo real que requieren prácticas sostenibles.

La colaboración con la industria, las organizaciones no gubernamentales (ONG) y las comunidades locales mejora la experiencia práctica de los estudiantes. Estas colaboraciones ayudan a salvar la brecha entre los conocimientos teóricos y su aplicación en situaciones reales. A nivel europeo, iniciativas como GRETA (Greening Responses to Excellence through Thematic Actions) respaldan aún más la ecologización de la FP mediante la identificación de las competencias específicas necesarias para la transición ecológica, la actualización de los planes de estudios y el fomento de la concienciación medioambiental entre los alumnos. Los esfuerzos estratégicos de Francia en materia de FP tienen como objetivo dotar a los alumnos de los conocimientos, las competencias y la mentalidad esenciales para contribuir a un futuro ambientalmente sostenible.

¿Cuál es la estrategia nacional para el desarrollo de competencias en materia de sostenibilidad en la FP?

En Francia, la estrategia nacional para el desarrollo de competencias en materia de sostenibilidad en la Educación y Formación Profesional (EFP) se articula en torno a varias políticas e iniciativas clave, principalmente la Estrategia Nacional de Transición Ecológica hacia el Desarrollo Sostenible (SNTEDD). Puesta en marcha por el Gobierno francés, esta estrategia abarca el periodo de 2015 a 2020 y establece un marco para la coordinación de acciones en diversos sectores con el fin de facilitar la transición ecológica. Uno de los objetivos fundamentales de la SNTEDD es integrar los principios ecológicos en todos los niveles educativos, incluida la FP, haciendo hincapié en el papel de la educación a la hora de fomentar una cultura de sostenibilidad medioambiental.

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

La Ley de Transición Energética para el Crecimiento Verde (2015) respalda aún más la integración de competencias en materia de sostenibilidad al animar a las instituciones educativas a incorporar conceptos relacionados con el crecimiento verde y la transición energética en sus programas. Esta ley alinea los esfuerzos educativos con los objetivos nacionales de reducir las emisiones de carbono y promover las energías renovables. Además, el marco normativo de la Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS) establece objetivos específicos para integrar los principios del desarrollo sostenible en la educación, incluidas directrices claras para que las instituciones de formación profesional garanticen que la sostenibilidad sea un aspecto fundamental de la formación profesional.

Las recientes reformas del plan de estudios nacional también han reforzado el enfoque en la sostenibilidad mediante la actualización de los contenidos de las asignaturas, la introducción de nuevas materias relacionadas con la sostenibilidad y el fomento de métodos de enseñanza interdisciplinarios. El Gobierno francés proporciona recursos y formación a los profesores de formación profesional para capacitarlos, facilitando programas de desarrollo profesional y talleres que mejoran su comprensión de las prácticas de sostenibilidad y las estrategias pedagógicas.

La estrategia nacional de Francia tiene como objetivo formar una mano de obra bien versada en sostenibilidad, que pueda contribuir a la transición ecológica del país y a los objetivos de desarrollo sostenible. Esto se logra mediante una integración curricular integral, políticas de apoyo y la colaboración con las partes interesadas de diversos sectores.

3.1.5 En España

¿Cómo se desarrollan las competencias en materia de sostenibilidad y cómo se integran en los planes de estudios de la FP en cada país? ¿Qué instrumentos se utilizan?

España ha promulgado varias políticas y marcos legislativos para integrar la sostenibilidad como un aspecto fundamental de los planes de estudios de la FP. Estas iniciativas se ajustan a los objetivos de sostenibilidad de la Unión Europea y a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas. Una de las leyes fundamentales es la Ley Orgánica para la Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE), que hace hincapié en la importancia de la educación

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

medioambiental y el desarrollo sostenible en los planes de estudios escolares, ampliando su influencia a los programas de FP. Como complemento, la Estrategia Española de Desarrollo Sostenible (EEDS) articula el compromiso del país con la sostenibilidad e integra estos principios en las políticas educativas.

La integración de la sostenibilidad en los planes de estudios de la FP se refleja en el diseño de los programas educativos, que se centran cada vez más en el aprendizaje basado en competencias. Este enfoque hace hincapié en las competencias relacionadas con la sostenibilidad, como la concienciación medioambiental, la gestión de recursos y las prácticas sostenibles. Además, la sostenibilidad suele tratarse como un tema transversal, lo que garantiza que todos los cursos de FP incorporen el desarrollo sostenible, independientemente de su enfoque específico. Muchos programas de FP ofrecen cursos o módulos específicos sobre sostenibilidad e , que abarcan temas como las ciencias ambientales, las tecnologías de energías renovables y la agricultura sostenible. Además, la formación en competencias ecológicas, entre las que se incluyen la eficiencia energética, la gestión de residuos y las prácticas de construcción sostenible, suele estar incluida en los planes de estudios de la FP.

La integración de las competencias en materia de sostenibilidad en los planes de estudios de la FP en España es integral e implica apoyo político, diseño curricular, formación del profesorado, colaboraciones, formación práctica y una evaluación exhaustiva. Este enfoque holístico garantiza que los alumnos de FP adquieran los conocimientos y las competencias necesarios para contribuir de manera eficaz al desarrollo sostenible en sus futuras carreras profesionales.

¿Cuál es la estrategia nacional para el desarrollo de competencias en materia de sostenibilidad en la FP?

La estrategia nacional de España para el desarrollo de competencias en materia de sostenibilidad en la Educación y Formación Profesional (EFP) está diseñada para alinearse con los objetivos de sostenibilidad europeos y mundiales más amplios, como los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas y el Pacto Verde Europeo. Esta estrategia multifacética abarca diversos elementos, entre los que se incluyen iniciativas políticas, la integración curricular, las colaboraciones y la evaluación continua.

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

La Estrategia Española de Desarrollo Sostenible (EEDS) ocupa un lugar central en esta estrategia, ya que define el compromiso de España con la sostenibilidad en múltiples sectores, incluida la educación. Esta estrategia proporciona un marco integral para integrar prácticas sostenibles en los programas de FP. El Plan Nacional de Formación Profesional también incluye disposiciones específicas para incorporar las habilidades verdes y las competencias en materia de sostenibilidad en el sistema de FP.

Además, la Ley Orgánica para la Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE) desempeña un papel crucial al exigir la inclusión de la educación medioambiental y el desarrollo sostenible en los planes de estudios, lo que repercute de manera significativa en los programas de FP. Estas iniciativas crean un enfoque coherente para mejorar la educación en materia de sostenibilidad en el panorama de la formación profesional española.

3.1.6 En Portugal

¿Cómo se desarrollan las competencias en materia de sostenibilidad y cómo se integran en los planes de estudios de la FP en cada país? ¿Qué instrumentos se utilizan?

El Marco Nacional de Cualificaciones (MNC) de Portugal define ocho niveles de cualificación basados en los ámbitos de «conocimientos, habilidades y actitudes», alineados con el Marco Europeo de Cualificaciones (MEC) para facilitar la comparación de las cualificaciones nacionales entre los Estados miembros de la UE. Aunque el MEC no clasifica explícitamente las competencias ecológicas, subraya la importancia de las habilidades y los conocimientos relacionados con la sostenibilidad en diversos contextos educativos. Cada nivel se caracteriza por descriptores que definen los resultados de aprendizaje esperados, entre los que se incluyen la concienciación y la comprensión medioambientales, o un conocimiento global de las cuestiones ecológicas, la dinámica de los sistemas ecológicos y las implicaciones de las actividades humanas en el medio ambiente.

Además, las competencias en gestión de recursos se centran en el uso eficiente de los recursos naturales, la gestión de residuos, la conservación de la energía y las prácticas de consumo sostenible. El marco también hace hincapié en el desarrollo sostenible, lo que abarca la comprensión de sus dimensiones económicas, sociales y medioambientales, así como la

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

aplicación de estos principios en situaciones de toma de decisiones y resolución de problemas. Por otra parte, las tecnologías y prácticas ecológicas integran conocimientos relacionados con tecnologías respetuosas con el medio ambiente, sistemas de energía renovable, procesos ecoeficientes y prácticas de construcción sostenible. En general, el NQF sirve como instrumento principal para definir las competencias en el ámbito educativo, garantizando que los principios de sostenibilidad se incorporen de manera efectiva al marco educativo de Portugal.

¿Cuál es la estrategia nacional para el desarrollo de competencias en materia de sostenibilidad en la formación profesional?

Aunque Portugal no cuenta con una estrategia nacional centrada específicamente en el desarrollo de competencias para el sector de la formación profesional, sí dispone de una Estrategia Nacional de Educación para el Desarrollo, que estuvo en vigor entre 2018 y 2022 y estaba dirigida a todos los niveles educativos. El documento está en consonancia con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas para reforzar la integración de la educación para el desarrollo y la formación de los agentes educativos en los distintos niveles de educación, enseñanza y formación, desde la educación infantil hasta la educación superior (Caeiro, 2022).

Al mismo tiempo, la Estrategia Nacional de Educación para la Ciudadanía (ENEC) está en marcha desde 2017 en el país para los centros educativos públicos y privados que forman parte del «Proyecto de Autonomía y Flexibilidad Curricular», con el fin de contribuir a la formación de las personas como ciudadanos participativos, iniciando el camino hacia el ejercicio de la ciudadanía a lo largo de toda su vida. La estrategia establece asimismo el «perfil de los alumnos al finalizar la educación obligatoria» y un documento con las «competencias esenciales», en el que se enumeran los conocimientos, habilidades y actitudes que deben desarrollar todos los alumnos, lo que conduce al desarrollo de competencias como parte de un proceso de fomento de la autonomía y la flexibilidad curricular. Las áreas de competencias presentadas no se corresponden con áreas curriculares específicas, sino que implican el desarrollo de múltiples alfabetizaciones, que constituyen la base del aprendizaje. Entre las competencias presentadas se incluyen el bienestar, la salud y el medio ambiente, la

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

sensibilidad estética y artística, el crecimiento personal y la autonomía, las relaciones interpersonales, los conocimientos científicos, técnicos y tecnológicos, el razonamiento y la resolución de problemas.

3.2 Prácticas actuales en el desarrollo de habilidades de biomimética

3.2.1 En Grecia

¿Se aplica la biomimética en la FP? ¿Cómo se integra la biomimética en los planes de estudios de la FP? ¿Cuáles son algunos ejemplos de formación que incluyen la biomimética?

El concepto de biomimética ha suscitado interés en todo el mundo como fuente de innovación y soluciones sostenibles en diversas disciplinas. La biomimética se aplica en la FP en Grecia, aunque su integración aún se encuentra en una fase incipiente y no está muy extendida. El sistema griego de formación profesional, regulado por el Ministerio de Educación, experimentó importantes reformas con la introducción de la Ley 4763/2020, cuyo objetivo es modernizar la formación profesional y adaptarla a las necesidades del mercado laboral mediante la promoción de métodos de enseñanza innovadores y la excelencia a través de escuelas profesionales modelo (EPAL) e institutos experimentales de formación profesional (IEK). Los principios de la biomimética han comenzado a influir en diversos programas educativos, incluida la FP. La integración de los principios de la biomimética en el aprendizaje se centra en potenciar la educación en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM) y la resolución creativa de problemas mediante soluciones inspiradas en la naturaleza. Estas iniciativas forman parte de un esfuerzo más amplio por revolucionar la educación mediante la aplicación de los principios de la biomimética para fomentar el pensamiento sostenible y la innovación entre los estudiantes.

La incorporación de la biomimética en los planes de estudios de la FP en Grecia podría realizarse mediante varios enfoques. Uno de ellos es la integración de módulos interdisciplinarios. Los principios de la biomimética podrían incorporarse a los cursos de FP existentes en disciplinas como la ingeniería, el diseño, la arquitectura y la sostenibilidad. Por

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

ejemplo, podrían incluirse en los cursos pertinentes lecciones sobre cómo los animales y las plantas inspiran el diseño de ingeniería o los procesos de fabricación sostenibles.

Otro enfoque consiste en ofrecer cursos de formación especializados. Los centros de FP podrían ofrecer cursos o talleres especializados centrados específicamente en la biomimética. Estos cursos podrían abarcar temas como el diseño biomimético, la innovación bioinspirada y las tecnologías sostenibles inspiradas en la naturaleza.

Además, el aprendizaje basado en proyectos podría ser un método clave para incorporar la biomimética en los planes de estudios de la FP. Los alumnos podrían participar en experiencias de aprendizaje prácticas en las que apliquen los principios de la biomimética para resolver problemas del mundo real. Por ejemplo, los alumnos de oficios de la construcción podrían explorar cómo las estructuras de los termiteros inspiran diseños de edificios energéticamente eficientes, mientras que los de agricultura podrían estudiar los ecosistemas naturales para desarrollar prácticas agrícolas sostenibles.

¿Se aplica la biomimética en la industria? ¿Cuáles son los ejemplos, casos o buenas prácticas?

Aunque es posible que no se disponga de datos exhaustivos que detallen el alcance de las aplicaciones de la biomimética en las industrias griegas, los principios de la biomimética son cada vez más reconocidos y utilizados en diversos sectores, como la agricultura, el diseño de productos y la tecnología, al igual que ocurre en muchas partes del mundo.

El Centro de Investigación Biomimicry Greece (2024) es una organización cuyo objetivo es imitar los modelos y sistemas de la naturaleza. El centro busca imitar los modelos y sistemas naturales para resolver problemas humanos complejos mediante soluciones innovadoras inspiradas en la naturaleza. Sus proyectos abarcan múltiples disciplinas, entre ellas la salud, la arquitectura y el diseño sostenible. Biomimicry for Humanity (2024), una organización hermana, se centra en inspirar a los líderes para que integren las estrategias de la naturaleza en el diseño humano con el fin de lograr un mundo más sostenible. La organización hace hincapié en la geopolítica ética y en las prácticas de diseño responsables, en consonancia con los objetivos globales de sostenibilidad. Estas organizaciones trabajan para integrar los

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

principios de la biomimética en la industria griega, fomentando una innovación que vaya de la mano de la sostenibilidad medioambiental y la eficiencia.

Con sus diversos ecosistemas y su rica biodiversidad, la agricultura griega ofrece importantes oportunidades para aplicar los principios de la biomimética. Por ejemplo, los agricultores podrían inspirarse en sistemas naturales como los bosques y los humedales para diseñar prácticas agrícolas agroecológicas que mejoren la fertilidad del suelo, la conservación del agua y la conservación de la biodiversidad.

Imitar la estructura y la función de las raíces de las plantas o los comportamientos de los animales podría dar lugar a sistemas agrícolas más resilientes y sostenibles. Las industrias griegas dedicadas al diseño y la fabricación de productos podrían aprovechar la biomimética para desarrollar productos innovadores y sostenibles. Por ejemplo, las empresas podrían estudiar la microestructura de las hojas de loto para crear superficies autolimpiables o explorar la aerodinámica de las plumas de las aves para diseñar aerogeneradores más eficientes. Al emular las estrategias de la naturaleza en materia de eficiencia, durabilidad y optimización de recursos, las industrias griegas pueden desarrollar productos con un impacto medioambiental mínimo y un rendimiento mejorado.

La biomimética también puede inspirar innovaciones tecnológicas en diversos sectores de Grecia. En el ámbito de las energías renovables, por ejemplo, los investigadores podrían fijarse en sistemas naturales como la fotosíntesis o los patrones de vuelo de las aves para mejorar la eficiencia de los paneles solares o los sistemas de energía eólica. En el sector de la construcción, los enfoques biomiméticos en el diseño de edificios podrían dar lugar a estructuras más eficientes desde el punto de vista energético, resistentes a las presiones ambientales y adaptables a las condiciones climáticas cambiantes.

¿Cuáles son algunas de las políticas o iniciativas gubernamentales relacionadas con la biomimética?

El Gobierno griego ha adoptado varias medidas para promover la biomimética a través de diversas políticas e iniciativas, lo que refleja su compromiso con la sostenibilidad y las prácticas innovadoras.

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

Un ámbito relevante en el que la biomimética podría converger con las políticas gubernamentales es la financiación de la investigación y la innovación. El Gobierno griego podría ofrecer oportunidades de financiación para proyectos de investigación e innovación que exploren aplicaciones de la biomimética. Se podrían conceder ayudas, subvenciones o incentivos a empresas, instituciones de investigación y startups dedicadas a la investigación y el desarrollo biomiméticos. Las políticas de protección medioambiental y conservación de la biodiversidad también podrían fomentar la adopción de los principios de la biomimética en sectores como la agricultura, la arquitectura y la industria manufacturera. Al promover prácticas sostenibles que imiten los ecosistemas naturales, el Gobierno puede apoyar los esfuerzos para mitigar la degradación medioambiental y preservar la biodiversidad.

En concreto, la Estrategia Nacional de Investigación e Innovación (NSRI, 2024) hace hincapié en el desarrollo sostenible y las tecnologías verdes. La biomimética se destaca como un área estratégica, promoviendo el uso de soluciones inspiradas en la naturaleza para abordar los retos medioambientales y potenciar el crecimiento económico. Además, el Plan Nacional de Energía y Clima (NECP, 2024) establece objetivos ambiciosos para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, aumentar el uso de energías renovables y mejorar la eficiencia energética. Fomenta la adopción de tecnologías innovadoras, incluida la biomimética, para alcanzar estos objetivos. El plan apoya la investigación y el desarrollo (I+D) en prácticas sostenibles y soluciones basadas en la naturaleza.

Por otra parte, las iniciativas gubernamentales en materia de educación y desarrollo de competencias pueden incluir la incorporación de conceptos de biomimética en los planes de estudios de distintos niveles. Al integrar la biomimética en los programas escolares y universitarios, el Gobierno fomenta una cultura de innovación y sostenibilidad entre las futuras generaciones de profesionales. Esto incluye la integración de conceptos de biomimética en los planes de estudios de las disciplinas STEM, el apoyo a proyectos de investigación y el fomento de colaboraciones entre instituciones educativas y el sector empresarial.

Además, el Gobierno facilita la colaboración entre las partes interesadas del sector, las instituciones de investigación y el mundo académico para promover la investigación en

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

biomimética, el intercambio de conocimientos y la transferencia de tecnología. Las alianzas público-privadas o los clústeres de innovación centrados en la innovación sostenible podrían apoyar el desarrollo y la comercialización de tecnologías y productos biomiméticos.

3.2.2 En Rumanía

¿Se aplica la biomimética en la formación profesional? ¿Cómo se integra la biomimética en los planes de estudios de formación profesional? ¿Cuáles son algunos ejemplos de formación que incluyen la biomimética?

En Rumanía, el concepto de biomimética aún no forma parte de ningún plan de estudios, ni siquiera de la formación profesional. Sin embargo, en los planes de estudios se incluyen materias que reflejan la importancia de la naturaleza, cómo los alumnos pueden aprender de ella y conceptos relevantes para la biomimética.

Además, en Rumanía se ha establecido un programa nacional denominado «Semana Verde» para el curso académico 2022-2023, que se centra en materias que aplican nociones que pueden asociarse al concepto de biomimética, como la biodiversidad, la energía verde, los bosques y la vida terrestre, el agua y la vida submarina, etc. El programa se organiza de acuerdo con las disposiciones del informe «Educación sobre el cambio climático y el medio ambiente en escuelas sostenibles», elaborado por el grupo de trabajo dependiente de la Administración Presidencial de la Estrategia Nacional de Educación para el Medio Ambiente y el Cambio Climático 2023-2030 y de la Estrategia Nacional para el Desarrollo Sostenible de Rumanía 2030.

El programa «Semana Verde» tiene una duración de cinco días laborables consecutivos durante el curso escolar. Se lleva a cabo según un plan, a decisión de cada centro educativo, de conformidad con lo dispuesto en la orden del ministro de Educación relativa a la estructura del curso escolar, vigente en el curso escolar correspondiente.

¿Se aplica la biomimética en la industria? ¿Cuáles son algunos ejemplos, casos o buenas prácticas?

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

Las empresas rumanas no han explorado ni desarrollado la biomimética como concepto independiente, y no se conocen casos de su aplicación.

Sin embargo, temas como la eficiencia energética y los materiales sostenibles, los invernaderos, las casas inteligentes, las construcciones bioinspiradas y la biodiversidad urbana, la arquitectura biónica experimental y el mobiliario inspirado en la naturaleza son cada vez más analizados y aplicados por el sector empresarial dedicado a la construcción.

En Rumanía, varios proyectos innovadores centrados en la sostenibilidad y la eficiencia energética ponen de relieve el compromiso del país con la reducción del impacto medioambiental, al tiempo que se inspiran en las ingeniosas soluciones de la naturaleza. Un proyecto destacado es la «Casa Verde» de Timișoara, que utiliza sistemas avanzados para captar y almacenar energía solar, así como iluminación y ventilación naturales, adaptándose a la perfección a su entorno. Del mismo modo, el «Edificio Inteligente» de Bucarest se inspira en las estructuras orgánicas de las plantas, integrándose armoniosamente en el paisaje urbano al tiempo que optimiza la eficiencia energética y el uso de los recursos.

Otro avance significativo es el complejo Sol Residence, reconocido como la primera calle de prosumidores de Rumanía y de Europa Central y del Este, que además introdujo en 2022 el Módulo de Energía «Zero », diseñado para cumplir con los estándares de sostenibilidad hasta 2050. Además, Ubikubi, una empresa de diseño rumana, crea muebles y elementos decorativos inspirados en la naturaleza, como la lámpara «Slash», que imita las formas orgánicas que se encuentran en las rocas y la madera. Por último, la marca de lujo Malvensky produce joyas inspiradas en elementos naturales, con diseños que reflejan las formas de las flores, las hojas y otras formas orgánicas. Estos proyectos representan una tendencia creciente hacia la integración de la sostenibilidad en el diseño y la arquitectura en Rumanía.

¿Cuáles son las políticas o iniciativas gubernamentales relacionadas con la biomimética?

Hasta la fecha no existen iniciativas ni medidas nacionales centradas específicamente en la biomimética.

Sin embargo, la Estrategia Nacional de Investigación, Innovación y Especialización Inteligente (2022-2027) también se centra en los sectores de la bioeconomía y la biodiversidad, haciendo

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

hincapié en medidas que fomenten la producción sostenible, una bioeconomía circular, un aumento de la contribución de la agricultura a la neutralidad climática y la resiliencia, y modelos de gobernanza innovadores que promuevan la sostenibilidad y la resiliencia.

3.2.3 En Turquía

¿Se aplica la biomimética en la formación profesional? ¿Cómo se integra la biomimética en los planes de estudios de formación profesional? ¿Cuáles son algunos ejemplos de formación que incluyen la biomimética?

La biomimética se está aplicando en los centros de formación profesional de Turquía. Se integra en los planes de estudios de formación profesional principalmente a través de iniciativas educativas en el ámbito de las STEM (ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas), centrándose en la intersección entre las ciencias naturales y las prácticas de ingeniería. La biomimética se incorpora a los planes de estudios de la EFP como parte de actividades más amplias de educación STEM. Estas actividades suelen hacer hincapié en la relación entre estructura y función en los organismos naturales y en cómo estos principios pueden inspirar soluciones de ingeniería y diseño. Por ejemplo, los alumnos participan en proyectos que imitan estructuras biológicas para resolver problemas humanos, lo que les ayuda a comprender y aplicar los principios de la biomimética en contextos prácticos (Inicio) (MDPI).

Los cursos de formación que incorporan la biomimética mejoran los planes de estudios de la educación y formación profesional (EFP) al proporcionar experiencias prácticas que vinculan la teoría con aplicaciones del mundo real. Un ejemplo destacado es una asignatura optativa de Educación Ambiental para alumnos de 8.º curso, en la que diseñan vehículos ecológicos inspirados en el movimiento y la anatomía de insectos como los saltamontes y los escarabajos. Esta asignatura involucra a los alumnos a lo largo de varias sesiones lectivas, utilizando el proceso de diseño de ingeniería para abordar retos medioambientales, como la contaminación atmosférica, a través de la biomimética. Además, los talleres interdisciplinarios de STEM que se llevan a cabo en institutos y universidades sumergen a los alumnos en actividades prácticas que exploran enfoques tanto descendentes como ascendentes de la

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

biomimética. Estos talleres ayudan a los alumnos a desarrollar vocabulario técnico y a mejorar su comprensión interdisciplinar y sus habilidades de diseño. Estas iniciativas fomentan la creatividad, la innovación y una mayor concienciación sobre la sostenibilidad entre los alumnos, integrando de forma eficaz la biomimética en sus experiencias educativas.

Estos ejemplos ponen de relieve cómo la biomimética enriquece el plan de estudios de la formación profesional al proporcionar a los alumnos experiencias prácticas que tienden un puente entre los conocimientos teóricos y las aplicaciones del mundo real. La incorporación de la biomimética no solo fomenta la creatividad y la innovación, sino que también promueve la sostenibilidad y la conciencia medioambiental entre los alumnos.

¿Se aplica la biomimética en la industria? ¿Cuáles son los ejemplos, casos o buenas prácticas?

La biomimética está cobrando cada vez más importancia en diversos sectores de Turquía, especialmente en la arquitectura, la ingeniería y el diseño. En arquitectura, las formas y los procesos naturales influyen en el diseño de sistemas energéticamente eficientes. Por ejemplo, el aeropuerto de Estambul incorpora sistemas de ventilación e iluminación inspirados en el flujo de aire natural y la luz solar, lo que mejora la eficiencia energética. En ciencia de los materiales, las empresas están investigando innovaciones bioinspiradas, como las superficies autolimpiables inspiradas en las hojas de loto, cuyo uso se está barajando en la construcción y el sector textil.

En el sector energético, la Universidad Kadir Has ha estado explorando sistemas energéticamente eficientes inspirados en ecosistemas naturales, incluidas turbinas eólicas que imitan la estructura de las alas de las aves para mejorar la eficiencia y reducir el ruido. Los proyectos de gestión del agua de Estambul también aplican la biomimética imitando sistemas de filtración naturales, como los humedales, para promover la sostenibilidad. En la agricultura, los agricultores turcos están adoptando técnicas de permacultura, que se inspiran en los ecosistemas naturales para potenciar la biodiversidad y la sostenibilidad. Además, la biomimética influye en el diseño de productos, , con el desarrollo de herramientas ergonómicas y envases que minimizan los residuos para reflejar la eficiencia de la naturaleza.

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

Estas iniciativas ponen de manifiesto el creciente interés de Turquía por las prácticas sostenibles e innovadoras a través de la biomimética.

¿Cuáles son las políticas o iniciativas gubernamentales relacionadas con la biomimética?

El Gobierno turco reconoce cada vez más el potencial de la biomimética para promover la sostenibilidad y la innovación, aunque las políticas denominadas explícitamente «biomiméticas» aún no están muy extendidas. Las iniciativas enmarcadas en la Política Nacional de Ciencia y Tecnología, respaldadas por el Ministerio de Industria y Tecnología, fomentan la investigación y el desarrollo de tecnologías sostenibles que se ajustan a los principios biomiméticos. Estos programas ofrecen financiación para innovaciones inspiradas en la naturaleza en el ámbito de los materiales y los procesos. Las iniciativas de sostenibilidad y economía verde respaldadas por el Gobierno también incorporan estrategias biomiméticas para mejorar la eficiencia energética y la gestión de los recursos. Universidades como la de Kadir Has y la Universidad Técnica de Oriente Medio desempeñan un papel crucial en el avance de la investigación biomimética, colaborando a menudo con organismos gubernamentales para promover la educación y la innovación en este campo.

El apoyo a las empresas emergentes y a las pymes también refleja el compromiso del Gobierno con el fomento de soluciones ecológicas y biomiméticas, ofreciendo subvenciones y asistencia a las empresas centradas en la sostenibilidad. Además, la participación de Turquía en las iniciativas medioambientales de la UE contribuye a integrar las prácticas biomiméticas en las políticas nacionales. Las campañas de sensibilización pública aportan un nivel adicional de apoyo al promover el valor de las soluciones inspiradas en la naturaleza, instando a las industrias a explorar la biomimética como herramienta para el crecimiento sostenible. En conjunto, estos esfuerzos ponen de manifiesto el creciente interés del Gobierno turco por la biomimética como motor de la innovación y la sostenibilidad en diversos sectores.

3.2.4 En Francia

¿Se aplica la biomimética en la formación profesional? ¿Cómo se integra la biomimética en los planes de estudios de formación profesional? ¿Cuáles son algunos ejemplos de formación que incluyen la biomimética?

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

La biomimética se está convirtiendo cada vez más en un componente esencial de los planes de estudios de la formación profesional en Francia, especialmente en los programas centrados en las ciencias ambientales, la ingeniería y el diseño. Esta integración adopta diversas formas, empezando por la inclusión de módulos específicos dedicados a la biomimética e . Estos módulos introducen a los estudiantes en los conceptos, principios y aplicaciones fundamentales de la biomimética en diferentes campos. Además, los proyectos interdisciplinarios suelen tener la biomimética como tema central, lo que permite a estudiantes de diversas especialidades colaborar en la resolución de problemas del mundo real utilizando soluciones inspiradas en la naturaleza. Este enfoque colaborativo profundiza en su comprensión de cómo se puede aplicar la biomimética en la práctica.

Además de las asignaturas y los proyectos, las instituciones de formación profesional organizan periódicamente talleres y seminarios centrados en la biomimética, invitando a expertos del sector a compartir sus conocimientos y experiencias. Estos eventos ofrecen oportunidades de aprendizaje práctico y enriquecen la comprensión de los estudiantes sobre la biomimética en la práctica. Entre los ejemplos de cursos de formación que incorporan la biomimética se incluyen los cursos de diseño sostenible en diseño industrial y arquitectura, en los que los estudiantes aprenden a crear diseños eficientes y respetuosos con el medio ambiente inspirados en procesos naturales. Del mismo modo, en los programas de ingeniería medioambiental, los estudiantes exploran soluciones innovadoras a los retos medioambientales, como la utilización de sistemas de filtración naturales para el tratamiento del agua basados en humedales. Los estudios agrícolas también aprovechan los principios de la biomimética para mejorar el rendimiento de los cultivos y desarrollar métodos de control de plagas emulando los procesos naturales. A través de estos diversos enfoques educativos, los estudiantes adquieren habilidades valiosas y conocimientos sobre prácticas sostenibles que pueden tener un impacto significativo en sus futuras carreras profesionales.

¿Se aplica la biomimética en la industria? ¿Cuáles son los ejemplos, casos o buenas prácticas?

En Francia, la incorporación de la biomimética en diversas industrias impulsa el desarrollo de productos y prácticas más eficientes y sostenibles. En el diseño de productos, las empresas

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

aprovechan cada vez más los principios biomiméticos para mejorar su oferta. Un ejemplo destacado es la empresa Festo, que utiliza la biomimética para diseñar sistemas robóticos que reproducen el movimiento de los animales. Este enfoque da lugar a máquinas más eficientes y las hace más versátiles en diversas aplicaciones.

El sector agrícola también adopta la biomimética, aplicando sus principios para fomentar prácticas agrícolas sostenibles. Por ejemplo, algunas explotaciones agrícolas aplican técnicas de rotación de cultivos y policultivo que se inspiran en los ecosistemas naturales. Estos métodos mejoran la salud del suelo y promueven la biodiversidad, lo que da lugar a sistemas agrícolas más resilientes.

En arquitectura y urbanismo, la biomimética se aprovecha para crear edificios energéticamente eficientes que utilizan sistemas naturales de ventilación y refrigeración. Un ejemplo destacado es la Cité du Vin de Burdeos, diseñada según principios biomiméticos para optimizar la luz natural y el control de la temperatura. Este enfoque innovador mejora la sostenibilidad del edificio y crea un entorno más confortable para sus ocupantes. A través de estas diversas aplicaciones, la biomimética constituye una herramienta valiosa para impulsar la sostenibilidad en múltiples sectores en Francia.

¿Cuáles son las políticas o iniciativas gubernamentales relacionadas con la biomimética?

Diversos programas nacionales de investigación, iniciativas de sostenibilidad y políticas educativas apoyan el avance de la biomimética. El Gobierno francés financia activamente programas de investigación centrados en la biomimética, principalmente a través de organismos como el Centro Nacional de Investigación Científica (CNRS) y la Agencia Francesa de Medio Ambiente y Gestión de la Energía (ADEME). Estas iniciativas están diseñadas para apoyar proyectos que exploran las posibles aplicaciones de la biomimética en diversos sectores, fomentando la innovación y las prácticas sostenibles.

Además, la biomimética se destaca como un componente fundamental de iniciativas de sostenibilidad más amplias, entre las que se incluye la Estrategia Nacional de Transición Ecológica. Esta estrategia promueve la adopción de tecnologías innovadoras inspiradas en la

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

naturaleza, con el objetivo de impulsar el progreso ecológico y fomentar el desarrollo sostenible en el país.

En el ámbito educativo, el Ministerio de Educación Nacional desempeña un papel fundamental en la integración de la biomimética en los planes de estudios. Proporciona directrices y financiación para programas piloto que incorporan conceptos biomiméticos, así como formación para el profesorado con el fin de mejorar su capacidad para impartir estos principios. A través de estos esfuerzos concertados, Francia está posicionando la biomimética como un aspecto fundamental de su compromiso con la sostenibilidad y la innovación, fomentando una cultura que valora las soluciones inspiradas en la naturaleza en múltiples sectores.

3.2.5 En España

¿Se aplica la biomimética en la formación profesional? ¿Cómo se integra la biomimética en los planes de estudios de formación profesional? ¿Cuáles son algunos ejemplos de formación que incluyen la biomimética?

Los principios de la biomimética se están incorporando cada vez más a los planes de estudios de la FP, lo que enriquece la experiencia educativa y fomenta una comprensión más profunda del diseño sostenible. Un enfoque fundamental consiste en integrar la biomimética en los módulos existentes de ciencia y tecnología. En estos cursos, los alumnos exploran los sistemas naturales y sus funcionalidades, aprendiendo cómo se pueden aplicar estos principios para desarrollar soluciones innovadoras y sostenibles a diversos retos.

Además, algunos programas de formación profesional ofrecen módulos especializados que se centran exclusivamente en la biomimética. Estos cursos profundizan en los conceptos, las aplicaciones y las metodologías relacionadas con el diseño biomimético, lo que permite a los alumnos explorar la materia en profundidad. Al proporcionar un espacio específico para la biomimética, las instituciones educativas dotan a los alumnos de las habilidades y los conocimientos necesarios para pensar de forma crítica y creativa sobre cómo la naturaleza puede inspirar soluciones en sus respectivos campos.

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

A menudo se emplea un enfoque interdisciplinar en la enseñanza de la biomimética, en el que los estudiantes participan en proyectos interdisciplinares que recurren a conocimientos de biología, ingeniería, diseño y ciencias ambientales. Este entorno colaborativo anima a los estudiantes de diferentes formaciones profesionales a trabajar juntos, fomentando el trabajo en equipo y ampliando sus perspectivas sobre la resolución de problemas.

Además, los planes de estudios de la FP suelen incluir casos prácticos de aplicaciones exitosas de la biomimética, en los que se presentan ejemplos del mundo real, como el diseño del velcro, inspirado en los ganchos de las bardanas, o los diseños de edificios energéticamente eficientes que imitan los sistemas de ventilación naturales. Al estudiar estos casos prácticos, los alumnos obtienen valiosas perspectivas sobre cómo la biomimética puede dar lugar a productos y soluciones innovadores, lo que refuerza la relevancia y la aplicabilidad de los principios que aprenden. A través de estos diversos enfoques, la integración de la biomimética en la formación profesional mejora la implicación de los alumnos y los prepara para contribuir a la innovación sostenible en sus futuras carreras profesionales.

¿Se aplica la biomimética en la industria? ¿Cuáles son los ejemplos, casos o buenas prácticas?

La biomimética se está aplicando en diversos sectores en España, especialmente en la arquitectura, la gestión del agua y las energías renovables. Los arquitectos españoles están integrando diseños inspirados en la naturaleza en edificios sostenibles. Un ejemplo destacado es el Metropol Parasol de Sevilla, que se inspira en formas naturales como los árboles y las setas para crear una estructura de madera que proporciona sombra y ventilación natural, lo que ayuda a reducir el consumo energético en los espacios públicos. En la gestión del agua, el Centro Tecnológico del Agua (CETAQUA) de España utiliza principios de biomimética para desarrollar sistemas sostenibles de filtración y reciclaje de agua que imitan los procesos naturales.

España también está utilizando estrategias biomiméticas en el ámbito de las energías renovables. Investigadores de Tecnalia, un centro español líder en investigación y desarrollo, están estudiando diseños de aerogeneradores inspirados en la estructura de las alas de las aves para mejorar la eficiencia energética y reducir el ruido. Además, varias startups españolas

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

aplican la biomimética al diseño de productos, especialmente en el desarrollo de envases ecológicos y soluciones para la reducción de residuos. Estos ejemplos demuestran cómo la biomimética se está convirtiendo en una parte integral de la innovación sostenible en los sectores industriales españoles.

¿Cuáles son las políticas o iniciativas gubernamentales relacionadas con la biomimética?

España está explorando activamente la biomimética para promover la sostenibilidad en diversos sectores, y el Gobierno, las instituciones educativas y las organizaciones privadas desempeñan un papel significativo en este sentido. Aunque ninguna política se denomina explícitamente «biomimética», los marcos de sostenibilidad e innovación se ajustan a sus principios. Instituciones españolas como Biomimicry Iberia se dedican a promover la innovación biomimética a través de la investigación, la educación y la colaboración con redes internacionales. Esto incluye proyectos en ámbitos como la arquitectura, la ingeniería y el diseño, centrados en soluciones inspiradas en la naturaleza para los retos medioambientales.

Además, varias universidades españolas están integrando la biomimética en sus programas de investigación y académicos, fomentando colaboraciones con el Gobierno para apoyar la innovación inspirada en la naturaleza. Esto incluye la investigación en diseño sostenible y programas de divulgación educativa en los que participan estudiantes y profesionales. Las empresas emergentes y las empresas también se benefician del apoyo gubernamental a la hora de incorporar soluciones ecológicas y biomiméticas a su oferta, especialmente como parte de iniciativas más amplias de economía verde alineadas con la UE. de bi

3.2.6 En Portugal

¿Se aplica la biomimética en la FP? ¿Cómo se integra la biomimética en los planes de estudios de la FP? ¿Cuáles son algunos ejemplos de formación que incluyen la biomimética?

En Portugal, la biomimética aún no forma parte del plan de estudios de la FP. Sin embargo, la materia se está generalizando en el sistema educativo, con conferencias y programas de formación organizados. En 2019, el Centro de Formación «Ciência Viva» organizó un curso de corta duración dirigido a profesores de primaria y secundaria. Su objetivo principal era llevar a cabo actividades experimentales aplicables a diferentes niveles educativos, centrándose en

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

el estudio de las estructuras biológicas y sus funciones para construir ciudades más sostenibles en el futuro. Ese mismo año, también se presentó la ponencia «Biónica y biomimética: la naturaleza como herramienta para la innovación tecnológica» en el ámbito de la educación superior, en el marco del máster en Diseño Industrial y de Producto de la Universidad de Oporto.

En la educación superior, por su parte, la biomimética se está haciendo cada vez más habitual en diferentes ámbitos educativos. La Universidad de Évora cuenta con una asignatura de «Diseño, Sostenibilidad y Biomimética» en su máster en Diseño. Por su parte, en la Universidad de Beira Interior, el programa de Diseño de Moda incluye una asignatura sobre «Diseño de Moda Sostenible Biomimético». El «Instituto Superior Técnico» es la Facultad de Ingeniería y Tecnología de la Universidad de Lisboa y cuenta con una asignatura de «Biomimética» en su máster de Ingeniería Biomédica. Por último, en el ámbito de la salud, existe un curso de posgrado en medicina dental denominado «Rehabilitación Oral Biomimética Avanzada» en el CESPU.

¿Se aplica la biomimética en la industria? ¿Cuáles son los ejemplos, casos o buenas prácticas?

Hasta ahora, las empresas portuguesas no han explorado ni desarrollado la biomimética, y no se conocen casos de su uso. Solo se han presentado estudios de investigación sobre el uso de la biomimética. En la Universidad de Aveiro, el CICECO, un grupo de investigación cuyo objetivo es promover el conocimiento y el desarrollo de materiales, productos y tecnologías eficientes relacionados con la salud, se centra en la producción y aplicación de materiales biomiméticos, biológicos y vivos para mejorar la salud humana. La Facultad de Ciencias de la Universidad de Lisboa creó, en 2018, el «Grupo de Investigación en Bioadhesión y Biomimética», que refuerza el potencial científico y económico de la investigación basada en la biomimética al contribuir al desarrollo de nuevos adhesivos inspirados en la naturaleza para aplicaciones biomédicas y biotecnológicas.

En 2013, los estudiantes de Diseño Industrial del IPCA, el Instituto Politécnico de Cávado y Ave, participaron en un experimento de biomimética titulado «Egg Drop». El proyecto tenía como objetivo promover el desarrollo de conceptos innovadores para proteger físicamente un

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

objeto delicado contra las caídas. Los estudiantes tuvieron que diseñar esta estructura y crear sus prototipos utilizando únicamente materiales sencillos y de uso cotidiano.

Además, en el ámbito de la investigación, existen algunas tesis de máster que presentan ejemplos reales de productos que podrían desarrollarse en el país utilizando la biomimética, como «La biomimética como concepto para una embarcación en la Ría de Aveiro», que propone la creación de una innovadora embarcación biomimética para las zonas de baño del delta de Aveiro (Fernandes, 2011); o la tesis «Biomimética y ecodiseño: desarrollo de una herramienta creativa para apoyar el diseño de productos sostenibles», que propone el desarrollo de una página web titulada «BIODESIGNER», cuyo objetivo es ayudar a los diseñadores a hacer frente a las crecientes exigencias de adquisición de conocimientos en el ámbito medioambiental, aplicando la biomimética (Soares, 2008).

¿Cuáles son las políticas o iniciativas gubernamentales relacionadas con la biomimética?

Hasta la fecha no existen iniciativas ni medidas nacionales centradas específicamente en la biomimética. Sin embargo, el Plan de Acción para una Bioeconomía Sostenible —Horizonte 2025—, aprobado en 2021 por el Consejo de Ministros, incluye medidas para fomentar la producción sostenible y el uso inteligente de los recursos biológicos de origen regional, promover la investigación y la innovación, sensibilizar sobre la importancia de esta transición y generar conocimiento y reconocimiento en este ámbito. Aunque no se describen medidas centradas específicamente en la biomimética, sí se presenta su concepto.

3.3 Prácticas actuales de uso de la PBL

3.3.1 En Grecia

¿Se aplica el PBL en la formación profesional y de qué manera?

El PBL es un enfoque educativo ampliamente reconocido y utilizado en todo el mundo, incluso en contextos de formación profesional. En Grecia, los centros de formación profesional incorporan el PBL en sus cursos para proporcionar a los alumnos experiencias de aprendizaje prácticas y el desarrollo de competencias prácticas. Los planes de estudios de formación profesional están diseñados para incluir problemas del mundo real que los alumnos deben

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

resolver. Estos problemas suelen ser complejos, interdisciplinarios y relevantes para los contextos profesionales. A menudo, el PBL se apoya en entornos de aprendizaje en línea, al tiempo que se fomenta la colaboración entre compañeros, lo que ofrece beneficios para el aprendizaje. El PBL ofrece importantes beneficios de aprendizaje, ya que favorece la transferibilidad de los conocimientos al mundo real. Potencia el pensamiento crítico, la resolución de problemas y las habilidades de colaboración, lo que prepara mejor a los alumnos para el mundo laboral. Además, ofrece vínculos con el sector empresarial, ya que, al trabajar en problemas del mundo real, los alumnos adquieren experiencia práctica y conocimientos directamente aplicables a sus futuras carreras profesionales. Sin embargo, puede requerir muchos recursos, ya que exige docentes formados, colaboraciones con el sector empresarial y acceso a problemas del mundo real. Los profesores necesitan una formación especializada para facilitar el PBL de manera eficaz, lo que puede suponer un obstáculo para su adopción generalizada.

Algunos ejemplos concretos del uso del PBL en los cursos incluyen:

En campos técnicos como la reparación de automóviles, los alumnos podrían participar en actividades de PBL en las que trabajen en proyectos del mundo real, como el diagnóstico y la reparación de vehículos. Este enfoque práctico permite a los alumnos aplicar los conocimientos teóricos a problemas prácticos, mejorando sus habilidades técnicas y su capacidad para resolver problemas.

En los cursos de formación profesional relacionados con el mundo empresarial, los alumnos podrían llevar a cabo proyectos de aprendizaje basado en problemas (PBL) centrados en el emprendimiento y el desarrollo empresarial. Estos proyectos podrían consistir en la elaboración de planes de negocio, el desarrollo de estrategias de marketing o la gestión de las operaciones de pequeñas empresas, lo que proporcionaría a los alumnos una valiosa experiencia en el mundo empresarial.

El PBL podría consistir en el diseño y la construcción de edificios sostenibles o proyectos de infraestructura en los programas de oficios de la construcción. Este enfoque dota a los alumnos de habilidades en el ámbito de la construcción y fomenta la comprensión de los principios del diseño sostenible y la responsabilidad medioambiental.

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

En los programas de hostelería y artes culinarias, los alumnos podrían participar en proyectos de PBL que impliquen la planificación y ejecución de eventos, el desarrollo de menús y la gestión de operaciones de hostelería. Dichos proyectos ofrecen experiencia práctica en los sectores culinario y de la hostelería, preparando a los alumnos para los retos del mundo real.

El PBL podría centrarse en prácticas agrícolas sostenibles, la conservación de la biodiversidad y la restauración de ecosistemas en cursos de ciencias agrícolas y medioambientales. Al trabajar en proyectos relacionados con la preservación del medio ambiente, los estudiantes pueden desarrollar habilidades para gestionar los recursos naturales y promover la sostenibilidad.

En los programas de tecnología de la información o ingeniería, los proyectos de PBL podrían consistir en el diseño y la creación de prototipos de tecnologías innovadoras o aplicaciones de software. Estos proyectos permiten a los estudiantes explorar nuevas soluciones tecnológicas y adquirir experiencia en tecnología e innovación, preparándolos para desarrollar su carrera profesional en sectores en rápida evolución.

3.3.2 En Rumanía

¿Se aplica el PBL en la FP y de qué manera?

La metodología del PBL se utiliza en los centros de formación profesional de Rumanía. La formación profesional forma parte integrante de la educación secundaria y mantiene una estrecha relación con el entorno empresarial. Las actividades prácticas, que forman parte integrante del plan de estudios de la FP, y las prácticas profesionales establecidas mediante colaboraciones entre los centros educativos y el entorno empresarial suelen dar lugar al diseño de proyectos que permiten a los alumnos desarrollar no solo competencias técnicas, sino también las habilidades y competencias necesarias para triunfar en el mundo laboral y en la sociedad del siglo XXI: creatividad e innovación, pensamiento crítico, resolución de problemas; comunicación, colaboración y trabajo en equipo, alfabetización informacional y en TIC; adaptabilidad, iniciativa, autonomía, habilidades sociales e interculturales, liderazgo y responsabilidad.

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

En Rumanía, la metodología se aplica principalmente al final de un periodo de estudios, siguiendo un algoritmo determinado establecido por la institución educativa, en el que se lleva a cabo una evaluación interdisciplinar con múltiples valores formativos. En Rumanía, el PBL se aplica como el método de seis pasos. El método se orienta hacia las preguntas clave del plan de estudios que conectan los estándares de rendimiento, las capacidades cognitivas de nivel superior de los alumnos y los contextos de la vida real. Las unidades educativas que utilizan este método suelen incluir diversas estrategias didácticas diseñadas para involucrar a los alumnos, independientemente de su estilo de aprendizaje. Además, los alumnos colaboran con expertos externos o miembros de la comunidad para alcanzar una mejor comprensión de los contenidos. Otro aspecto importante es la tecnología utilizada para apoyar al alumno a lo largo de la actividad. La realización de un proyecto dentro de las unidades que aplican este método didáctico implica recorrer seis etapas específicas. La primera etapa, «Información», requiere que un e identifique un problema, un tema o una materia, e implica recopilar, organizar, procesar y evaluar la información relacionada con el tema elegido, que está alineado con el plan de estudios. A continuación, la etapa de «Planificación» se centra en desarrollar posibles soluciones al problema o tema identificado. A continuación se encuentra la etapa de Decisión, en la que se evalúan las distintas soluciones y se selecciona la mejor opción. En la fase de Ejecución, los alumnos exploran la aplicación de la solución elegida mediante el desarrollo de un plan de implementación que describe las tareas, los recursos y las responsabilidades. La quinta etapa, Control, se refiere a los medios para supervisar y evaluar los resultados obtenidos, y culmina en un plan concreto documentado por escrito. Por último, en la etapa de evaluación, tanto el profesional como el evaluador analizan los resultados del trabajo, junto con los formularios de evaluación. Este análisis tiene como objetivo consolidar las experiencias adquiridas durante el proyecto y minimizar la probabilidad de cometer errores en el futuro.

La actividad completa se desarrolla a lo largo de varios días o incluso semanas, dependiendo de la complejidad del proyecto.

3.3.3 En Turquía

¿Se aplica el PBL en la FP y de qué manera?

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

El PBL se aplica de forma activa en los centros de FP de Turquía, donde involucra a los alumnos en proyectos del mundo real que combinan el aprendizaje académico con la experiencia práctica. La implementación del PBL en los cursos de FP implica varios elementos fundamentales. En primer lugar, la colaboración con la industria es crucial; los centros de FP trabajan en estrecha colaboración con las empresas locales para crear proyectos que aborden problemas reales, garantizando que los alumnos adquieran experiencia práctica relevante para sus campos. Por ejemplo, los alumnos de disciplinas técnicas como la ingeniería automovilística pueden colaborar con fabricantes de automóviles locales para diseñar y construir prototipos.

Además, el PBL fomenta los proyectos multidisciplinarios al animar a los estudiantes de diferentes programas a trabajar juntos. Por ejemplo, los estudiantes de un programa de informática sanitaria pueden formar equipos para desarrollar un sistema de información sanitaria para clínicas locales, integrando sus conocimientos sobre asistencia sanitaria y tecnologías de la información. Este enfoque mejora sus habilidades técnicas y promueve el trabajo en equipo entre disciplinas.

Otro aspecto significativo del PBL es la resolución de problemas del mundo real, en la que los estudiantes abordan retos dentro de sus comunidades. En estudios medioambientales, por ejemplo, los estudiantes podrían trabajar en el diseño de un sistema sostenible de gestión de residuos, lo que aumenta su concienciación sobre cuestiones medioambientales al tiempo que perfeccionan sus habilidades técnicas. Además, la tecnología desempeña un papel fundamental en estos proyectos. Los estudiantes suelen utilizar diversas herramientas de software para el diseño y la simulación en ingeniería o desarrollar aplicaciones móviles en los cursos de tecnologías de la información. Un ejemplo podría ser la creación de una aplicación móvil que ayude a los agricultores a optimizar el rendimiento de sus cultivos mediante el análisis de datos del suelo.

Entre los ejemplos concretos de PBL en los programas de FP turcos se incluyen los «Proyectos Agrícolas», en los que los alumnos desarrollan técnicas agrícolas innovadoras o prácticas sostenibles mediante el trabajo de campo y la colaboración con explotaciones agrícolas locales. En los «Proyectos de Ingeniería», los alumnos pueden construir sistemas de energía

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

renovable para las comunidades locales, como paneles solares o turbinas eólicas, adquiriendo así una valiosa experiencia práctica. Del mismo modo, los «Proyectos Sanitarios» implican a los alumnos en el desarrollo de iniciativas de salud comunitaria o soluciones sanitarias para poblaciones desfavorecidas, lo que a menudo requiere una colaboración interdisciplinar con profesionales sanitarios.

En general, el PBL en los centros de FP de Turquía tiene como objetivo mejorar las habilidades prácticas de los alumnos y prepararlos para el mundo laboral, sumergiéndolos en proyectos significativos y del mundo real que tienden un puente eficaz entre el aprendizaje académico y la aplicación práctica.

3.3.4 En Francia

¿Se aplica el PBL en la FP y de qué manera?

El PBL se emplea activamente en los centros de FP de Francia. Se reconoce su eficacia a la hora de mejorar las habilidades prácticas y fomentar el pensamiento crítico, cualidades esenciales en la formación profesional. El PBL se integra en el plan de estudios como metodología docente fundamental, con cursos diseñados para abarcar múltiples proyectos que los alumnos deben completar durante su formación. Muchos programas de FP incluyen proyectos de fin de carrera en su último año, en los que los alumnos abordan problemas del mundo real relevantes para su campo de estudio, lo que les permite demostrar sus habilidades y conocimientos en un contexto práctico.

La aplicación del PBL varía según las disciplinas. En los programas técnicos y de ingeniería, por ejemplo, los estudiantes de ingeniería mecánica participan en proyectos que requieren el diseño y la construcción de piezas de maquinaria funcionales o prototipos de sistemas. Estos proyectos exigen la aplicación de principios de mecánica, ciencia de los materiales y diseño asistido por ordenador (CAD). Los estudiantes trabajan en equipo, se les asignan proyectos alineados con las necesidades actuales del sector, llevan a cabo investigaciones, diseñan componentes y los fabrican utilizando herramientas y maquinaria de taller, a menudo bajo la tutoría de expertos del sector que les proporcionan valiosos comentarios.

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

En los programas de tecnologías de la información (TI), los estudiantes pueden desarrollar aplicaciones de software o sitios web para empresas locales u organizaciones comunitarias. Siguen un proceso estructurado de gestión de proyectos, que incluye la planificación, el diseño, la programación, las pruebas y la puesta en marcha. Colaboran utilizando metodologías ágiles y presentan sus productos finales a las partes interesadas para su evaluación.

En los programas de asistencia sanitaria y enfermería, los estudiantes de enfermería participan en entornos clínicos simulados en los que evalúan y tratan a pacientes basándose en casos prácticos inspirados en situaciones de la vida real. Estos proyectos implican juegos de rol con actores o maniquíes avanzados en entornos hospitalarios simulados, donde los estudiantes deben demostrar su capacidad para diagnosticar, planificar los cuidados y realizar procedimientos médicos bajo la supervisión de profesionales con experiencia.

Los programas de ciencias ambientales y agricultura pueden encargar a los estudiantes el diseño y la puesta en marcha de sistemas agrícolas sostenibles, como huertos de permacultura o instalaciones hidropónicas. Este trabajo implica la evaluación del emplazamiento, la planificación, la siembra y el mantenimiento del sistema, teniendo en cuenta el impacto medioambiental, la gestión de recursos y las prácticas de sostenibilidad. Estos proyectos suelen llevarse a cabo en colaboración con granjas locales o huertos comunitarios.

En los programas de hostelería y artes culinarias, los alumnos pueden organizar y llevar a cabo eventos gastronómicos temáticos que implican la planificación del menú, la cocina y el servicio. Los alumnos trabajan en equipo para gestionar diversos aspectos del evento, desde la adquisición de ingredientes hasta la gestión de la cocina y el servicio a los comensales, lo que les permite aplicar sus habilidades culinarias y sus conocimientos sobre gestión de eventos y atención al cliente.

La colaboración con el sector es otro componente fundamental del ABP en los centros de FP franceses. Los centros suelen asociarse con empresas e industrias locales para ofrecer proyectos del mundo real, lo que garantiza que estas iniciativas se ajusten a las necesidades y estándares actuales del sector. Muchos programas de FP también incorporan prácticas o aprendizajes como parte del enfoque del ABP, en los que los alumnos adquieren experiencia

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

práctica dentro de una empresa, lo cual resulta inestimable para aplicar los conocimientos teóricos en entornos prácticos.

El proceso de evaluación y retroalimentación en el PBL es sólido y se caracteriza por una evaluación continua a través de hitos del proyecto, presentaciones e informes finales. Los alumnos reciben comentarios en cada etapa, lo que les permite mejorar su trabajo de forma iterativa. Además, la evaluación entre pares y la autoevaluación fomentan las habilidades de evaluación crítica y contribuyen a crear un entorno de aprendizaje colaborativo.

En general, el PBL en los centros de FP franceses dota a los alumnos de una experiencia práctica que los prepara para el mundo laboral. Hace hincapié en la colaboración, la resolución de problemas y la aplicación de los conocimientos teóricos a los retos del mundo real, lo que convierte al PBL en un componente esencial de la formación profesional en Francia.

3.3.5 En España

¿Se aplica el PBL en la FP y de qué manera?

El PBL se aplica de forma eficaz en los centros de FP de toda España. Reconocido por su impacto educativo, el PBL potencia las habilidades prácticas, el pensamiento crítico y la capacidad de resolución de problemas, esenciales para las carreras profesionales y técnicas. Como componente fundamental del plan de estudios de la FP, el PBL suele incluir cursos diseñados en torno a proyectos que abordan retos del mundo real relevantes para ámbitos profesionales específicos. Estos proyectos suelen integrar diversas materias y habilidades, lo que garantiza una experiencia de aprendizaje integral.

Los proyectos prácticos dentro de este marco hacen hincapié en abordar problemas del mundo real. Los estudiantes colaboran con empresas e industrias locales para desarrollar soluciones prácticas. Este enfoque profundiza su comprensión de la relevancia y la aplicación de sus habilidades y refuerza los vínculos con la industria. Por ejemplo, los proyectos pueden incluir el diseño, la creación de prototipos y la prueba de soluciones, lo que permite a los estudiantes adquirir habilidades técnicas prácticas esenciales.

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

En ingeniería y tecnología, los proyectos pueden consistir en diseñar y construir sistemas mecánicos, desarrollar aplicaciones de software o crear soluciones de energía sostenible. Estos proyectos requieren que los alumnos apliquen los conocimientos teóricos en contextos prácticos, lo que mejora su competencia técnica y su capacidad de innovación.

En el ámbito de la asistencia sanitaria y los servicios, los programas de formación profesional pueden incluir proyectos que abarcan el desarrollo de planes de atención al paciente, la realización de campañas de educación sanitaria o la gestión de emergencias médicas simuladas. Estos proyectos permiten a los alumnos adquirir experiencia práctica y los preparan para los retos reales del sector sanitario.

En el ámbito de la hostelería y el turismo, los alumnos pueden participar en proyectos que organicen eventos, desarrollen estrategias de marketing turístico o creen servicios innovadores de hostelería. Estos proyectos fomentan la creatividad y la aplicación práctica, dotando a los alumnos de las habilidades necesarias para triunfar en entornos laborales dinámicos.

El enfoque del ABP en los centros de FP españoles enriquece la experiencia educativa y prepara a los alumnos para el mundo laboral al vincular el aprendizaje académico con aplicaciones del mundo real. Esto fomenta el desarrollo de profesionales completos y preparados para las carreras que hayan elegido.

3.3.6 En Portugal

¿Se aplica el PBL en la FP y de qué manera?

Las instituciones de FP de Portugal utilizan la metodología del PBL. Los cursos de FP son un tipo de educación secundaria cuyas itinerarias se caracterizan por un fuerte vínculo con el mundo profesional. El aprendizaje que se lleva a cabo en estos cursos hace hincapié en el desarrollo de competencias para una carrera profesional en colaboración con las empresas. De este modo, la formación en el lugar de trabajo forma parte integrante del plan de estudios de estos cursos. Además de las prácticas, los centros de FP suelen desarrollar proyectos que permiten a los alumnos desarrollar competencias técnicas y habilidades sociales fundamentales, como el trabajo en equipo, la resolución de problemas y la comunicación.

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

Un ejemplo de la aplicación del PBL tuvo lugar en el Instituto de Enseñanza Secundaria D. Dinis, en una clase del curso de Técnico en Gestión y Programación de Sistemas Informáticos. La intervención se centró en la programación de sistemas de información. Se adoptó la metodología de aprendizaje basado en proyectos para la enseñanza de estructuras de datos compuestas, con el fin de superar las dificultades y hacer más eficaz el proceso de enseñanza-aprendizaje. El análisis de los datos recopilados reveló que el uso del PBL tuvo un impacto positivo en la asignatura, según la evaluación final de los alumnos (Alves et al., 2019).

3.4 Retos y oportunidades e

3.4.1 En Grecia

¿Cuáles son los retos que plantea la adopción de la biomimética?

Uno de los principales retos es la falta de concienciación y comprensión generalizadas de los principios de la biomimética entre los responsables políticos, las empresas y el público en general en Grecia. Para abordar esta situación, podría ser necesario llevar a cabo campañas educativas y programas de formación que promuevan la concienciación y desarrollen la capacidad para la innovación biomimética. Otro reto importante son los obstáculos normativos. Es posible que los marcos normativos y las normas actuales no aborden ni incentiven explícitamente los enfoques biomiméticos, lo que dificulta que las empresas integren la biomimética en sus prácticas. Simplificar la normativa y ofrecer incentivos para la innovación sostenible podría ayudar a superar esta barrera.

Otro obstáculo es el acceso limitado a la financiación y a los recursos para la investigación y el desarrollo en biomimética. Esta limitación podría obstaculizar la adopción de tecnologías y prácticas biomiméticas en Grecia. Para hacer frente a este reto, podría ser necesario el apoyo gubernamental, la inversión privada y la colaboración con organismos de financiación internacionales. La biomimética requiere la colaboración entre diversas disciplinas, como la biología, la ingeniería, el diseño y los negocios. Crear redes interdisciplinarias y fomentar la colaboración entre expertos de diferentes campos puede resultar complicado, pero es esencial para el éxito de la innovación biomimética.

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

Los diversos ecosistemas y la rica biodiversidad de Grecia proporcionan una gran fuente de inspiración para la innovación biomimética. Inspirándose en los diseños y estrategias de la naturaleza, las empresas y los investigadores griegos pueden desarrollar soluciones innovadoras adaptadas a las condiciones y retos medioambientales locales. El sector turístico en Grecia también ofrece oportunidades para aplicar los principios de la biomimética con el fin de mejorar la sostenibilidad y la resiliencia. Desde el diseño de infraestructuras respetuosas con el medio ambiente hasta experiencias turísticas e s inspiradas en la naturaleza, existe un gran potencial para que la innovación biomimética contribuya de manera significativa al desarrollo del turismo sostenible.

En el ámbito industrial, el concepto de biomimética aún se encuentra en una fase incipiente, y es posible que las empresas no sean plenamente conscientes de sus posibles aplicaciones y beneficios, lo que dificulta el establecimiento de vínculos entre la industria y la educación. La agricultura es un sector importante en Grecia, y la biomimética ofrece numerosas oportunidades para las prácticas agrícolas sostenibles. Al imitar los ecosistemas naturales y los procesos biológicos, los agricultores pueden mejorar la salud del suelo, conservar el agua y aumentar la resiliencia de los cultivos frente al cambio climático. Además, Grecia se ha centrado cada vez más en iniciativas relacionadas con las energías renovables y las tecnologías verdes. La biomimética puede resultar crucial para desarrollar soluciones innovadoras de energía limpia, diseños de edificios eficientes y tecnologías respetuosas con el medio ambiente que contribuyan a la transición de Grecia hacia una economía con bajas emisiones de carbono.

En el ámbito educativo, el desarrollo y la integración de módulos centrados en la biomimética en los programas de formación profesional existentes requieren un esfuerzo y unos conocimientos especializados considerables. Esto implica crear nuevos materiales didácticos, formar a los educadores y garantizar la adecuación a los estándares educativos nacionales. La biomimética abarca múltiples disciplinas, entre ellas la biología, la ingeniería y el diseño. Crear un plan de estudios coherente que integre eficazmente estos diversos campos puede suponer un reto. La implementación de la biomimética en la FP puede requerir financiación adicional para nuevos materiales, programas de formación y equipamientos de laboratorio. Conseguir

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

dichos recursos puede resultar difícil, especialmente en un contexto de restricciones presupuestarias. Además, se necesitan educadores y formadores con conocimientos especializados en biomimética. La contratación y formación de este personal puede requerir mucho tiempo y resultar costosa. La integración de la biomimética en la FP podría tener que comenzar con programas piloto, que pueden requerir muchos recursos y exigir un seguimiento y una evaluación minuciosos. Ampliar los programas piloto exitosos a escala nacional conlleva retos logísticos y administrativos, entre los que se incluyen un control de calidad constante y actualizaciones continuas del plan de estudios.

¿Cuáles son las posibles áreas de crecimiento en la aplicación de la biomimética?

Al mismo tiempo, la biomimética ofrece importantes oportunidades, lo que pone de relieve las ventajas de invertir el esfuerzo adicional necesario para integrar este método en la FP y más allá. La integración de la biomimética en la FP se ajusta al compromiso de Grecia con los ODS, en particular los relacionados con la educación de calidad (ODS 4), las ciudades y comunidades sostenibles (ODS 11) y la acción por el clima (ODS 13). Hacer hincapié en la biomimética en la educación respalda la transición de Grecia hacia una economía verde, preparando a los estudiantes para los mercados laborales emergentes centrados en la sostenibilidad. En el ámbito educativo, la biomimética ofrece formas innovadoras y atractivas de enseñar conceptos complejos, lo que hace que el aprendizaje sea más interactivo e inspira la creatividad entre los estudiantes. Las aplicaciones de la biomimética en el mundo real pueden integrarse en la formación práctica, mejorando las habilidades prácticas y la empleabilidad de los estudiantes. La colaboración con la industria puede proporcionar oportunidades de formación práctica, prácticas profesionales y proyectos del mundo real, lo que ayuda a los estudiantes a adquirir una valiosa experiencia y conocimientos del sector. Al adoptar la biomimética, las industrias pueden impulsar la innovación y mejorar la competitividad, creando una demanda de trabajadores cualificados formados en estos métodos. Por último, la integración de la biomimética en la formación profesional puede estimular iniciativas de investigación, fomentando las colaboraciones entre instituciones educativas y organizaciones de investigación para explorar nuevas soluciones biomiméticas.

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

En resumen, aunque hay retos que superar, Grecia cuenta con importantes oportunidades para aprovechar la biomimética como motor de la innovación, la sostenibilidad y el crecimiento económico. Al abordar las barreras y sacar partido de sus recursos naturales, Grecia puede posicionarse como líder en innovación biomimética dentro de la región mediterránea y más allá.

3.4.2 En Rumanía

¿Cuáles son los retos que plantea la adopción de la biomimética?

Las innovaciones tecnológicas han transformado significativamente los procesos de enseñanza y aprendizaje de las instituciones educativas en los últimos años. El uso generalizado de dispositivos móviles, aplicaciones y plataformas en línea ha permitido a estudiantes y profesores acceder a información y recursos educativos en cualquier momento y lugar. Este avance tecnológico también ha facilitado el desarrollo de métodos de aprendizaje interactivos y personalizados, adaptados a las necesidades individuales de los estudiantes, lo que mejora su capacidad para asimilar información. Sin embargo, la integración de conceptos innovadores como la biomimética en el plan de estudios sigue siendo un reto.

Uno de los principales obstáculos es la falta de concienciación sobre la biomimética en Rumanía, donde el concepto no goza de un amplio reconocimiento y se aplica a muy pequeña escala. Esta limitación se atribuye a la insuficiencia de los esfuerzos de coordinación a nivel nacional, a la ausencia de marcos normativos adecuados y a la falta de promoción en el mercado que destaque el impacto y los procesos de la biomimética. Además, existe una falta de conocimientos específicos sobre la biomimética, ya que su complejidad dificulta su comprensión e integración en diversas materias o actividades prácticas. Los educadores se enfrentan a retos a la hora de abordar las diferentes fases de la biomimética, lo que complica su aplicación en el ámbito de la innovación y la educación.

La colaboración multidisciplinar y el apoyo de las partes interesadas son esenciales para incorporar eficazmente la biomimética. Se recomienda incluir la biomimética en los planes de estudios de la educación superior y organizar talleres y eventos para facilitar la transferencia de conocimientos sobre biomimética entre disciplinas. Además, existe una falta de formación

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

y educación en biomimética dentro del sistema educativo rumano. Aunque algunos programas universitarios se centran en la biotecnología y la bioingeniería, no aplican explícitamente los principios de la biomimética. Esta laguna se debe a que la biomimética no forma parte de ningún plan de estudios ni programa educativo, ni existe colaboración entre los sectores educativo e industrial. Por lo tanto, es necesaria una formación específica en biomimética.

Por otra parte, la falta de colaboración multidisciplinar supone un reto. La integración de diversas disciplinas, como el diseño, la ingeniería, la biología, la ecología, la química, la economía y las ciencias sociales, puede resultar beneficiosa para la aplicación de la biomimética. Sin embargo, la creación de este tipo de equipos colaborativos puede resultar difícil, ya que las personas suelen preferir trabajar con otras de su mismo ámbito. Además, encontrar a las personas adecuadas con los conocimientos necesarios para abordar todos los aspectos de la biomimética puede suponer un obstáculo. Por último, la falta de financiación supone otro reto importante, ya que los elevados costes asociados al funcionamiento de los laboratorios y a la investigación dificultan la aplicación de la biomimética en entornos educativos.

¿Cuáles son las posibles áreas de crecimiento en la aplicación de la biomimética?

En arquitectura y urbanismo, la biomimética puede dar lugar a diseños sostenibles, eficientes desde el punto de vista energético, resilientes e innovadores. La naturaleza y su ecosistema son excelentes ejemplos y fuentes de inspiración para el uso circular de los recursos, la inteligencia, la autosuficiencia y las características de ahorro energético. Los arquitectos pueden inspirarse en los procesos, las tácticas y los sistemas de la naturaleza para diseñar edificios duraderos y sostenibles que vayan más allá de la mera estética.

En medicina y biotecnología, al imitar la eficiencia y la funcionalidad de los sistemas naturales, los científicos e investigadores pueden desarrollar tratamientos innovadores y biomateriales que respondan a señales biológicas y que puedan utilizarse en medicina regenerativa, diagnóstico y administración de fármacos.

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

La biomimética puede tener un amplio uso en la fabricación, especialmente en la fabricación aditiva, un prometedor proceso de fabricación centrado en estructuras complejas con diversas configuraciones que imitan a los materiales biológicos. Muchas industrias, como la automovilística, la aeroespacial, la de defensa y la del transporte, demandan materiales con alta resistencia al impacto y gran capacidad de absorción de energía, y la biomimética podría ser una solución para crear dichos materiales.

En la agricultura, la biomimética puede utilizarse para luchar contra el cambio climático y desarrollar un sistema de producción alimentaria estable y seguro. Por ejemplo, el estudio de diferentes insectos conocidos por su capacidad para recoger la niebla, de aves como los pelícanos o incluso de plantas, cuyo comportamiento puede trasladarse a la tecnología de los invernaderos para la recogida de agua necesaria para el riego de los cultivos. Otros problemas a los que se enfrenta cada vez con mayor frecuencia el sector agrícola, como las inundaciones, la erosión y la degradación del suelo, y la falta de insectos polinizadores, pueden abordarse mediante la biomimética para hacer frente a los problemas medioambientales en la agricultura.

La biomimética puede mejorar significativamente la eficiencia y la rentabilidad de las energías renovables. Al estudiar la naturaleza, los científicos pueden diseñar dispositivos de energía eólica, marina y solar que aumenten la eficiencia y reduzcan el impacto medioambiental. Aunque las nuevas tecnologías inspiradas en la naturaleza son más complejas de implementar y evaluar sin emplazamientos de ensayo específicos y sin financiación específica por parte del gobierno y la industria, la biomimética puede dar lugar a varios avances tecnológicos en el sector energético de cara a un futuro sostenible.

En la industria de la moda, la biomimética puede utilizarse para crear textiles y materiales sostenibles. Esto podría ayudar a reducir el uso de tratamientos químicos nocivos en la producción de prendas de vestir o a disminuir el consumo de agua. También es posible crear textiles y materiales adaptables, termorresistentes, superhidrófobos o autorreparables, al tiempo que se diseñan creaciones estéticas únicas y significativas inspiradas en la naturaleza.

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

3.4.3 En Turquía

¿Cuáles son los retos que plantea la adopción de la biomimética?

La adopción de la biomimética en Turquía se enfrenta a varios retos, especialmente en lo que respecta a la sensibilización y la ampliación de las oportunidades educativas. Muchas industrias y el público en general tienen un conocimiento limitado de los principios biomiméticos, y los programas educativos aún se encuentran en fase de desarrollo. Esta falta de comprensión dificulta la aplicación generalizada de soluciones inspiradas en la naturaleza. Además, aunque existe financiación para la investigación y el desarrollo, se necesita una inversión más específica para proyectos biomiméticos, que a menudo compiten con otros avances tecnológicos urgentes. El carácter interdisciplinar de la biomimética también plantea retos, ya que la colaboración eficaz entre campos como la biología, la ingeniería y el diseño resulta compleja dentro de los marcos académicos e industriales tradicionales.

Otros retos incluyen las barreras normativas y relacionadas con el mercado. Es posible que la normativa vigente no se adapte fácilmente a las soluciones biomiméticas innovadoras, lo que requiere adaptaciones normativas lentas y complejas. Las industrias pueden mostrarse reacias a adoptar estas soluciones debido a preocupaciones sobre la aceptación en el mercado, los riesgos financieros y la preferencia por tecnologías ya consolidadas. Además, la resistencia cultural al cambio, los problemas de escalabilidad y la escasez de conocimientos técnicos en biomimética contribuyen a las dificultades para ampliar su uso en Turquía. Superar estos obstáculos requerirá esfuerzos coordinados por parte del Gobierno, la industria y las instituciones educativas para construir una cultura de innovación y sostenibilidad.

¿Cuáles son las áreas potenciales de crecimiento en la aplicación de la biomimética?

Turquía cuenta con varias áreas prometedoras de crecimiento en la aplicación de la biomimética en diversos sectores. Los enfoques biomiméticos en arquitectura y diseño urbano pueden dar lugar a soluciones de construcción más sostenibles, optimizando el uso de la energía, la gestión del agua y los materiales. Conceptos como los tejados verdes y los sistemas de ventilación natural, inspirados en los ecosistemas, son muy valiosos en entornos urbanos. La gestión del agua es otra área fundamental, especialmente teniendo en cuenta los retos de

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

escasez hídrica a los que se enfrenta Turquía. Las técnicas biomiméticas, como los sistemas de filtración de agua inspirados en los humedales, ofrecen soluciones innovadoras para mejorar la conservación del agua y las prácticas agrícolas. Además, en el ámbito de las energías renovables, los diseños basados en estructuras naturales —como las turbinas eólicas que imitan las alas de las aves o los paneles solares inspirados en las hojas— podrían mejorar significativamente la eficiencia energética y reducir el impacto medioambiental.

Otras áreas en expansión incluyen la agricultura, donde métodos biomiméticos como la permacultura y la agroecología pueden mejorar la biodiversidad y la resiliencia de los cultivos, fomentando prácticas agrícolas sostenibles. La ciencia de los materiales también está llamada a avanzar, con innovaciones en plásticos autorreparables y materiales biodegradables que podrían transformar los envases y los textiles. En el transporte, los diseños inspirados en la locomoción animal podrían mejorar la eficiencia energética. Al mismo tiempo, las soluciones biomiméticas en el ámbito sanitario podrían dar lugar a nuevas tecnologías médicas, como adhesivos inspirados en las patas del gecko o sistemas avanzados de administración de fármacos. La ampliación de los programas educativos sobre biomimética fomentará aún más la innovación, impulsando la sostenibilidad y el crecimiento económico en diversos sectores de Turquía.

3.4.4 En Francia

¿Cuáles son los retos que plantea la adopción de la biomimética?

La adopción generalizada de la biomimética se enfrenta a varios retos clave. Uno de los principales problemas es la falta de concienciación entre los educadores y los profesionales del sector, lo que dificulta la integración de la biomimética en la educación y en las prácticas industriales. Muchos no están familiarizados con el concepto ni con sus posibles aplicaciones, por lo que resulta fundamental aumentar la concienciación a través de la educación y la divulgación para lograr una mayor aceptación.

Las limitaciones de recursos constituyen otra barrera importante. El desarrollo y la implementación de soluciones biomiméticas suelen requerir inversiones sustanciales en

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

investigación y desarrollo, lo que puede suponer un obstáculo para las instituciones y las industrias que operan con presupuestos ajustados o con financiación limitada.

Por último, integrar la biomimética en los sistemas existentes —ya sea en los planes de estudios o en los procesos industriales— puede resultar complicado. Las partes interesadas más acostumbradas a los enfoques tradicionales pueden mostrarse reacias a adaptarse a nuevos métodos, lo que dificulta la revisión de prácticas arraigadas desde hace tiempo. Superar estos obstáculos requerirá un enfoque estratégico que combine la educación, la inversión y los esfuerzos de colaboración para promover la biomimética como una herramienta valiosa para la innovación y la sostenibilidad.

¿Cuáles son las posibles áreas de crecimiento en la aplicación de la biomimética?

La biomimética ofrece un potencial significativo para el avance de diversos sectores. En el ámbito de las energías renovables, la biomimética puede dar lugar a sistemas más eficientes, como turbinas eólicas inspiradas en la aerodinámica de las alas de las aves o paneles solares que imitan la eficiencia de la fotosíntesis. En la gestión del agua se pueden desarrollar sistemas de filtración naturales y técnicas sostenibles de recogida de agua imitando a las plantas y los animales.

La planificación urbana también se beneficia de la biomimética mediante el diseño de ciudades sostenibles con edificios e infraestructuras que reproducen los sistemas naturales, mejorando la eficiencia energética y reduciendo el impacto medioambiental. En el ámbito sanitario, la biomimética puede inspirar nuevas tecnologías y tratamientos médicos, aprovechando las propiedades de autocuración de la naturaleza y sus estructuras eficientes para crear soluciones innovadoras.

Al superar los retos actuales y aprovechar al máximo estas oportunidades, Francia puede potenciar el papel de la biomimética en la educación y la industria, fomentando prácticas más sostenibles e impulsando la innovación en todos los sectores.

3.4.5 En España

¿Cuáles son los retos que plantea la adopción de la biomimética?

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

La adopción de la biomimética en España se enfrenta a varios obstáculos, al igual que en otros países. Un reto clave es la concienciación y la educación. Tanto el público en general como los profesionales del sector tienen un conocimiento limitado de los principios de la biomimética. Aunque existe un interés creciente por la sostenibilidad, la biomimética sigue siendo un concepto relativamente minoritario en el panorama educativo e industrial español. Además, la financiación para investigación y desarrollo (I+D) destinada específicamente a proyectos biomiméticos suele ser escasa, ya que las prioridades de I+D en España se orientan con mayor frecuencia hacia las tecnologías convencionales, lo que dificulta que las soluciones inspiradas en la naturaleza reciban la inversión suficiente.

La colaboración interdisciplinar también plantea retos. La biomimética requiere la cooperación entre biólogos, ingenieros, diseñadores y responsables políticos, pero la cooperación intersectorial en España puede resultar difícil debido a la división tradicional entre los ámbitos académicos y las industrias. Además, la preparación del mercado supone una barrera significativa, ya que las industrias pueden mostrarse cautelosas a la hora de adoptar nuevas tecnologías biomiméticas sin probar, sobre todo cuando les preocupan los costes iniciales o los problemas de escalabilidad. Es posible que los marcos normativos en España también deban adaptarse para dar cabida a las innovaciones inspiradas en la naturaleza, especialmente en sectores como la construcción y la agricultura, donde la biomimética podría desempeñar un papel transformador.

¿Cuáles son las áreas potenciales de crecimiento en la aplicación de la biomimética?

España presenta numerosas oportunidades de crecimiento en la aplicación de la biomimética, especialmente en sectores como la arquitectura y el diseño urbano. Dado el enfoque del país hacia la construcción sostenible, existe potencial para que los principios de diseño biomimético, como los sistemas de ventilación natural y los edificios energéticamente eficientes, se integren en mayor medida en los proyectos de desarrollo urbano. La gestión del agua es otro ámbito con un potencial significativo, ya que España se enfrenta a problemas de escasez de agua en muchas regiones. Las soluciones biomiméticas que imitan los sistemas de filtración naturales podrían mejorar en gran medida la conservación y el reciclaje del agua.

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

Además, el énfasis de España en las energías renovables crea oportunidades para que la biomimética mejore la eficiencia de los paneles solares y las turbinas eólicas, inspirándose en formas y procesos naturales. La agricultura también se presenta como un campo prometedor para prácticas biomiméticas como la permacultura, que podrían ayudar a los agricultores a desarrollar métodos más sostenibles ante el cambio climático. Por último, el diseño de productos y la ciencia de los materiales podrían beneficiarse de las innovaciones bioinspiradas, especialmente en la creación de materiales más eficientes y biodegradables para envases y textiles.

3.4.6 En Portugal

¿Cuáles son los retos que plantea la adopción de la biomimética?

A pesar de sus ventajas, la aplicación de este enfoque de diseño plantea varios retos. Uno de los principales obstáculos para su adopción es su complejidad, lo que dificulta su correcta comprensión y, por consiguiente, su integración en los procesos de diseño. Las limitaciones existentes constituyen uno de los retos, dado que no todos los sistemas naturales son aplicables a los problemas humanos. La propiedad intelectual puede suponer otro problema, ya que la biomimética implica el estudio y la reproducción de sistemas naturales. Por ello, pueden surgir problemas de propiedad intelectual al utilizar estos sistemas en la fase de diseño « ». Además, el proceso de diseño basado en la biomimética puede resultar bastante complejo en sus diferentes fases. En la primera etapa de prospección, los diseñadores suelen seguir un proceso de diseño que les anima a pensar de forma innovadora cuando se enfrentan a un problema que resolver. Sin embargo, no siempre se centran en observar la naturaleza ni la ven como una solución.

Por otra parte, para aplicar la biomimética a un problema, los diseñadores deben ser capaces de descomponer ese mismo problema en partes para poder buscar analogías en la naturaleza. Otro reto podría ser el acceso a la información. Para crear diseños inspirados en la naturaleza, los diseñadores deben comprender ciertos principios biológicos que les orienten hacia la solución. Por último, pueden surgir dificultades en la fase de implementación, ya que no siempre es fácil disponer de los fondos necesarios para producir prototipos.

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

Por último, el diseño bioinspirado se enfrenta a los mismos obstáculos que el diseño de productos convencional. No obstante, resulta especialmente complicado debido a los elevados riesgos que conlleva, a la tecnología de fabricación limitada y a los modelos de negocio inciertos para los productos biomiméticos.

¿Cuáles son las posibles áreas de crecimiento en la aplicación de la biomimética?

La biomimética ofrece numerosas soluciones innovadoras en diversos campos, lo que refleja su potencial para inspirar prácticas y diseños sostenibles. En materia de eficiencia energética, estudiar cómo los organismos y los ecosistemas optimizan el uso de la energía puede conducir al desarrollo de sistemas más eficientes, que abarcan desde métodos de transporte optimizados hasta edificios energéticamente eficientes que reducen el consumo global.

En la ciencia de los materiales, la biomimética permite la creación de materiales sostenibles imitando los materiales naturales y sus procesos de producción. Este enfoque fomenta innovaciones que minimizan el impacto medioambiental al tiempo que mejoran la funcionalidad. La agricultura sostenible también se beneficia de los principios biomiméticos, ya que busca emular las relaciones diversas e interconectadas de los ecosistemas. Esto conduce a la creación de sistemas alimentarios que reducen los residuos, conservan los recursos y mejoran la salud del suelo, promoviendo un enfoque más sostenible de la producción alimentaria.

La arquitectura recurre cada vez más a la biomimética para diseñar estructuras de edificios sostenibles. Los arquitectos se inspiran en las ingeniosas soluciones de la naturaleza, como las capacidades de regulación de la temperatura de los termiteros, que sirven de base para el diseño de fachadas innovadoras. Además, imitar los ecosistemas naturales en la planificación urbana permite una gestión eficaz del agua, lo que da lugar a edificios resilientes y energéticamente eficientes, contribuyendo en última instancia al desarrollo sostenible.

En el ámbito de las tecnologías de la información, la biomimética inspira la creación de algoritmos más eficientes, sistemas de almacenamiento de datos y arquitecturas informáticas basadas en sistemas biológicos que procesan y transmiten información. La medicina y la asistencia sanitaria también se benefician de los enfoques biomiméticos, lo que da lugar a

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

dispositivos médicos innovadores, sistemas avanzados de administración de fármacos y biomateriales adecuados para implantes.

Los productos de consumo son otro ámbito en el que destaca la biomimética, ya que las empresas desarrollan soluciones de embalaje más sostenibles inspiradas en materiales naturales. Además, en el sector textil y en la ciencia de los materiales, se están imitando las propiedades de las fibras naturales —como la resistencia de la seda de araña o la naturaleza hidrófuga de las hojas de loto— para producir materiales más robustos y ligeros con características únicas. A través de estas diversas aplicaciones, la biomimética demuestra su importante potencial para fomentar la innovación sostenible en múltiples sectores.

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

4. Cuestionarios

Los resultados que se presentan a continuación constituyen un análisis global de las respuestas recibidas en los países objeto de este estudio, a saber, Grecia, Rumanía, Turquía, Francia, España y Portugal. En la encuesta participaron 201 alumnos de FP y 126 profesores de FP, que respondieron a los cuestionarios. Para consultar las preguntas detalladas, véanse las tablas 2 y 3: «Cuestionario para alumnos y profesores de FP», más arriba.

4.1 Cuestionario para alumnos de FP

Parte 1: Información general

Pregunta 1.1: ¿En qué programa educativo estás matriculado?

Los estudiantes que respondieron al cuestionario estaban matriculados en diversos programas educativos, entre los que se incluyen Agronomía, Artes Aplicadas, Arquitectura, Administración de Empresas, Comunicación e Informática. Muchos de ellos se están formando para desarrollar carreras en Ciencias Ambientales, Ciencias de la Salud y Marketing. Varios estudiantes también participan en programas de Educación y Formación Profesional (EFP). Otros campos incluyen Economía, Ingeniería Eléctrica, Paisajismo, Medicina y Multimedia. Los programas reflejan la amplia gama de intereses y aspiraciones profesionales de los estudiantes.

Pregunta 1.2: ¿Has estudiado alguna vez sostenibilidad, biomimética o temas similares, como soluciones ecológicas, diseño de productos sostenibles, ingeniería sostenible, edificios sostenibles, agricultura sostenible, etc.?

Las respuestas indican que los estudiantes cuentan con experiencias diversas y han estado expuestos a temas relacionados con la sostenibilidad. Muchos han estudiado áreas como la responsabilidad medioambiental, la innovación medioambiental y la vida y las soluciones sostenibles. También son frecuentes temas como el diseño sostenible de productos, la ingeniería sostenible, los edificios sostenibles y la agricultura sostenible. Varios estudiantes

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

han explorado conceptos especializados como la biomimética, la economía circular, la arquitectura bioclimática y la gestión de los recursos hídricos. Unos pocos se han centrado en soluciones sostenibles « » en lo que respecta al estilo de vida, la energía y el diseño. Sin embargo, algunos encuestados no han recibido ninguna formación reglada sobre sostenibilidad, aunque muchos expresan interés en aprender sobre estas áreas en el futuro. Unos pocos mencionan que no han tenido contacto con estos temas o que desconocen su existencia.

Pregunta 1.2.1 Si la respuesta a la pregunta anterior es «sí», por favor, facilite una breve descripción.

Los estudiantes describieron sus experiencias con la sostenibilidad, la biomimética y temas relacionados. Algunos mencionaron haber recibido formación reglada a través de presentaciones, conferencias o seminarios sobre responsabilidad medioambiental, agricultura sostenible, diseño de productos y energías renovables. Varios destacaron experiencias prácticas como la plantación de árboles, la formación en hidroponía o el trabajo con materiales sostenibles como ladrillos ecológicos y aerogeneradores verticales. Otros compartieron sus ideas sobre iniciativas de protección del medio ambiente, el reciclaje y las decisiones personales para minimizar los residuos y reducir el impacto medioambiental. Unos pocos estudiantes profundizaron en temas avanzados como la gestión de los recursos hídricos, la biomimética y la ingeniería sostenible, donde aprendieron a aplicar soluciones inspiradas en la naturaleza al diseño y a las infraestructuras. A pesar de que algunos no habían tenido contacto directo con estos temas, muchos expresaron su interés por la importancia de los mismos, lo que demuestra una conciencia colectiva sobre la necesidad de soluciones sostenibles para un futuro mejor.

Parte 2: Comprensión de la biomimética

Pregunta 2.1: ¿Has tenido contacto previo con el concepto de biomimética?

La mayoría de los encuestados, concretamente el 83,6 %, no había oído hablar antes de la biomimética.

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

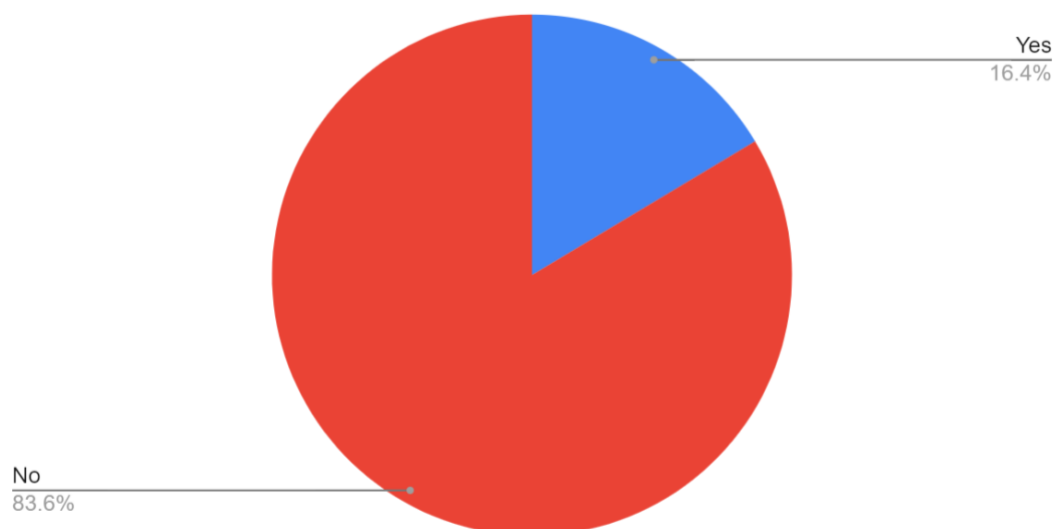


Figura1. ¿Ha tenido contacto con el concepto de biomimética anteriormente?

Pregunta 2.1.1 Si la respuesta a la pregunta anterior es «sí», por favor, ofrézcanos una breve descripción.

Los estudiantes que respondieron «sí» a haber estudiado la biomimética aportaron diversas perspectivas sobre sus experiencias. Muchos describieron la biomimética como un enfoque innovador que imita los patrones, sistemas y elementos de la naturaleza para resolver problemas humanos complejos, especialmente en los ámbitos del diseño, la ingeniería, la arquitectura y la medicina. Algunos estudiantes destacaron ejemplos concretos, como el estudio de las estructuras alveolares para crear materiales sólidos y ligeros o el uso de los patrones de crecimiento de los hongos para diseñar redes de metro. Otros comentaron su contacto con este tema a través de cursos académicos, clases de diseño o el autoaprendizaje, y explicaron cómo la biomimética puede conducir a soluciones sostenibles y eficientes inspiradas en los ecosistemas naturales. Varios mencionaron también aplicaciones en ámbitos como los sistemas de apoyo a la toma de decisiones, la economía circular y los sistemas biológicos, haciendo hincapié en la relevancia de la biomimética a la hora de crear tecnologías y prácticas respetuosas con el medio ambiente.

Pregunta 2.2: ¿Puedes dar un ejemplo de una solución medioambiental basada en la biomimética? Por ejemplo, las alas de los aviones se inspiran en las aves; la economía

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

circular se inspira en el ciclo de la vida en la naturaleza; el tejido de los bañadores de los atletas olímpicos se inspira en la piel de tiburón; los mejillones inspiran el adhesivo subacuático; las suelas antideslizantes de los zapatos se inspiran en la piel de serpiente; los termiteros inspiran los edificios con refrigeración autónoma; los bosques inspiran los sistemas de filtración de agua sin productos químicos.

En el cuestionario, los alumnos proporcionaron respuestas detalladas sobre los beneficios de la biomimética a la hora de crear soluciones sostenibles imitando a la naturaleza. Explicaron que las alas de los aviones se diseñan basándose en las aves para mejorar la aerodinámica y la eficiencia en el consumo de combustible. Al mismo tiempo, los trenes bala de alta velocidad se han diseñado siguiendo el modelo del pico del martín pescador, lo que permite un desplazamiento más rápido y silencioso al reducir el ruido. También mencionaron innovadores edificios con refrigeración autónoma, como el Eastgate Centre de Zimbabue, inspirados en los termiteros para regular la temperatura interior sin energía externa, lo que reduce el uso del aire acondicionado. En materia de gestión del agua, los estudiantes destacaron los sistemas de filtración sin productos químicos que reproducen los procesos naturales de los bosques, así como los tejados verdes que imitan la retención de agua de las plantas del desierto, lo que ayuda a reducir la escorrentía y a refrescar los edificios urbanos. También señalaron el diseño de materiales, como el velcro, inspirado en las semillas de la bardana, y los trajes de baño olímpicos que emulan la piel de tiburón para reducir la resistencia al avance.

Los alumnos señalaron además cómo las palas de los aerogeneradores han ganado en eficiencia al imitar las aletas de la ballena jorobada, los paneles solares se inspiran en la forma en que las hojas captan la luz solar y las agujas inspiradas en los mosquitos permiten realizar inyecciones indoloras en el ámbito médico. Hicieron hincapié en que la naturaleza sigue inspirando avances en adhesivos y otros materiales.

Pregunta 2.3: ¿Cómo crees que la biomimética puede contribuir al diseño sostenible?

Los estudiantes expresaron un firme apoyo a la biomimética como forma de mejorar la eficiencia energética, reducir los residuos y fomentar la innovación. Destacaron que los sistemas naturales, perfeccionados a lo largo de la evolución, son intrínsecamente eficientes desde el punto de vista energético, y señalaron ejemplos como los edificios inspirados en los

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

termiteros, que regulan la temperatura de forma natural, reduciendo así la necesidad de calefacción y refrigeración. El Teatro Esplanade de Singapur, inspirado en el durián, se citó como otro ejemplo de diseño de ahorro energético mediante la optimización de la luz natural, lo que reduce el consumo de energía en un 30 %. La reducción de residuos y la eficiencia en el uso de los recursos también fueron temas clave. Los estudiantes señalaron que la naturaleza funciona mediante sistemas de ciclo cerrado, en los que los residuos se reciclan y se convierten en recursos. Los diseños biomiméticos, como los sistemas de filtración de agua sin productos químicos basados en los ecosistemas forestales, reflejan estos principios, lo que da lugar a productos biodegradables, duraderos y eficientes en el uso de los recursos que se ajustan al enfoque de la naturaleza de generar el mínimo de residuos.

Los estudiantes también destacaron la adaptabilidad y la resiliencia de los diseños inspirados en la naturaleza, sugiriendo que imitar a los organismos naturales puede ayudar a crear sistemas capaces de resistir los cambios medioambientales, especialmente el cambio climático. Las soluciones biomiméticas, argumentaron, son más sostenibles porque se basan en estrategias probadas de la naturaleza. Por último, los estudiantes consideraron la biomimética como un motor fundamental de la innovación. Señalaron ejemplos como la resistencia de la seda de araña y la forma aerodinámica de las alas de las aves, demostrando cómo la naturaleza ofrece una gran fuente de inspiración para resolver problemas de diseño complejos de forma sostenible.

Parte 3: Evaluación de competencias

Pregunta 3.1: Valora tu nivel de competencia en las siguientes áreas en una escala del 1 (sin experiencia) al 5 (experto).

Se planteó a los estudiantes una serie de preguntas relacionadas con su nivel de competencias en materia de:

- Creatividad e innovación.
- Resolución de problemas.
- Dibujo técnico (manual o CAD).

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

- Investigación científica.
- Colaboración en equipo.

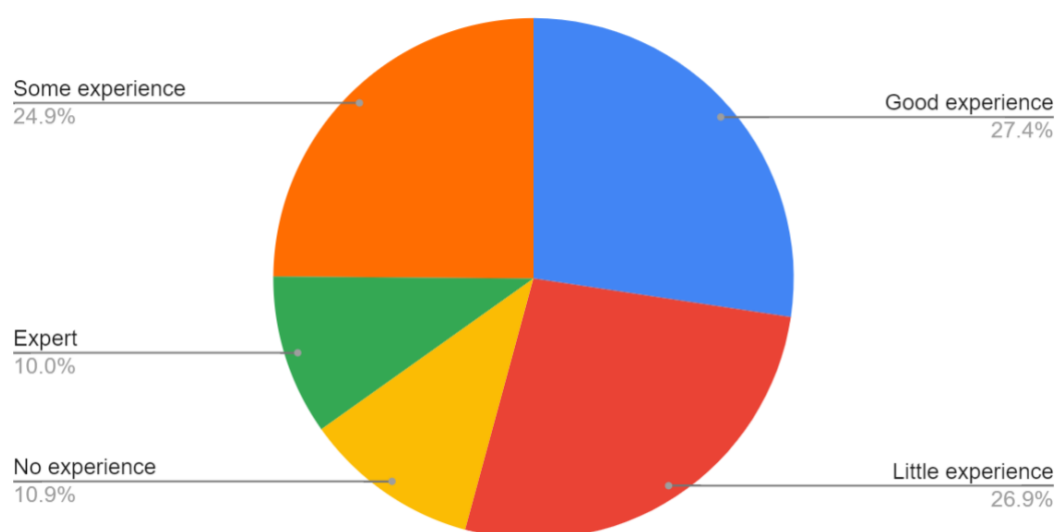


Figura2. Creatividad e innovación.

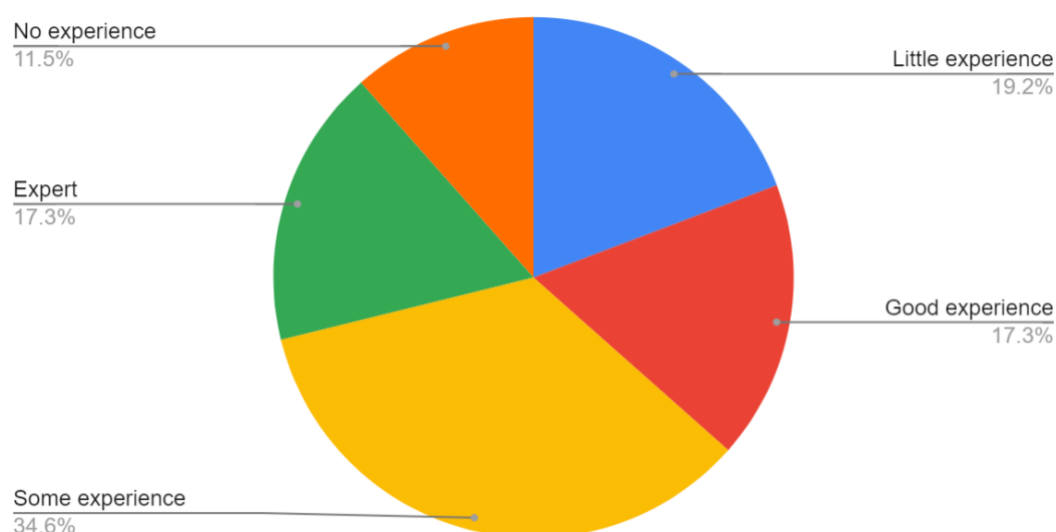


Figura3. Resolución de problemas.

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

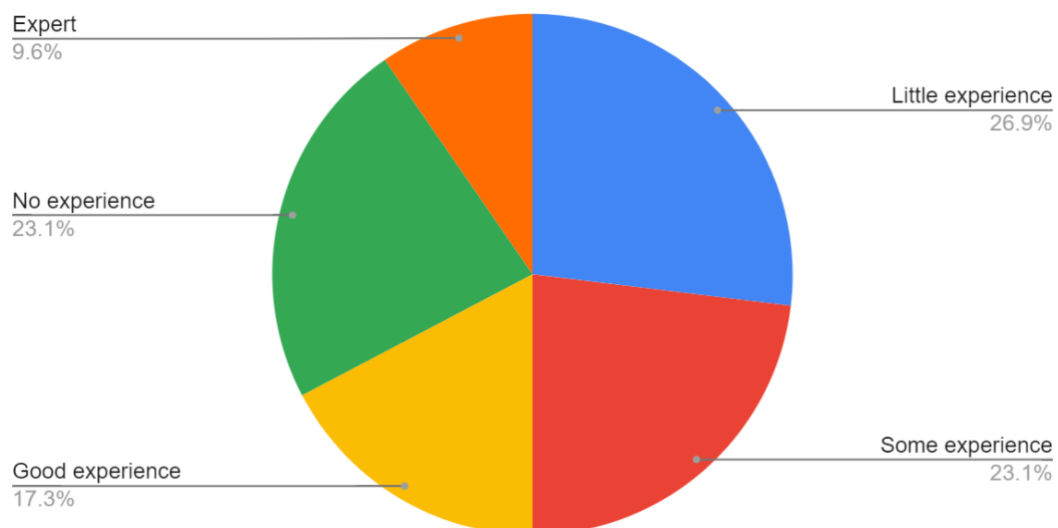


Figura4. Dibujo técnico (manual o CAD).

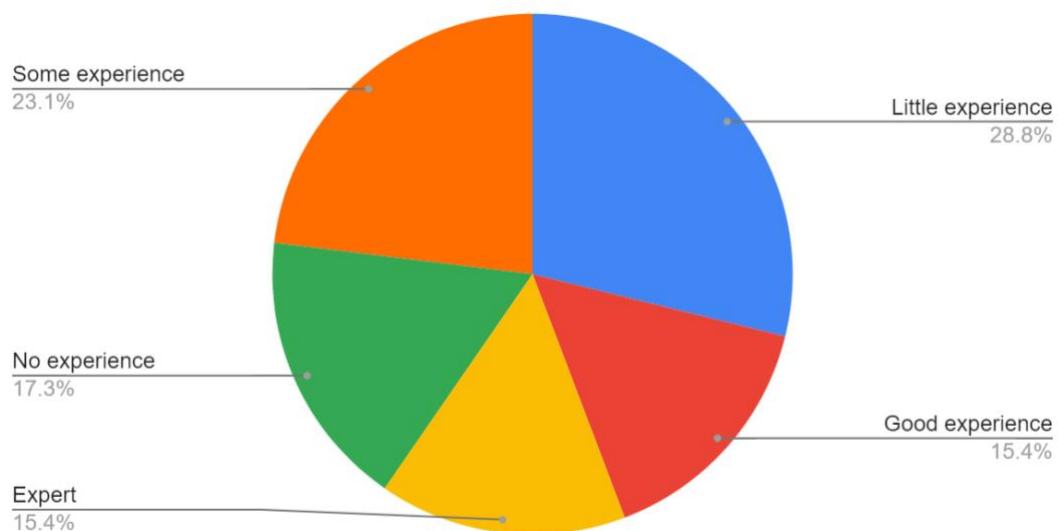


Figura5. Investigación científica.

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

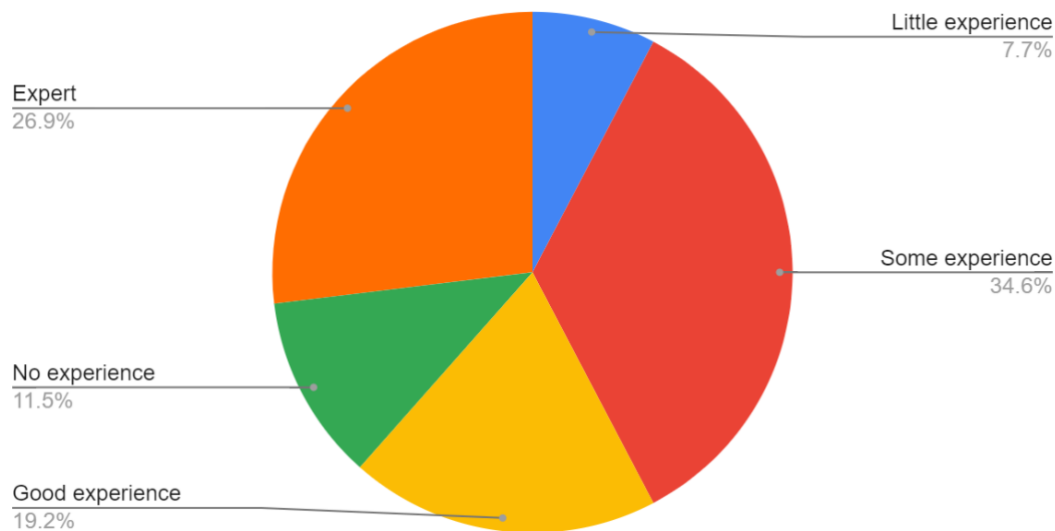


Figura6. Colaboración en equipo.

Los gráficos anteriores muestran que, de media, el 60 % de los estudiantes no tiene ninguna experiencia o tiene poca en creatividad e innovación, resolución de problemas y habilidades de dibujo técnico; el 74 % no tiene experiencia en investigación científica, mientras que casi el 60 % se siente muy seguro o es experto en colaboración en equipo.

Pregunta 3.2 ¿Has trabajado en algún proyecto en el que hayas aplicado los principios de la biomimética? En caso afirmativo, describe brevemente el proyecto.

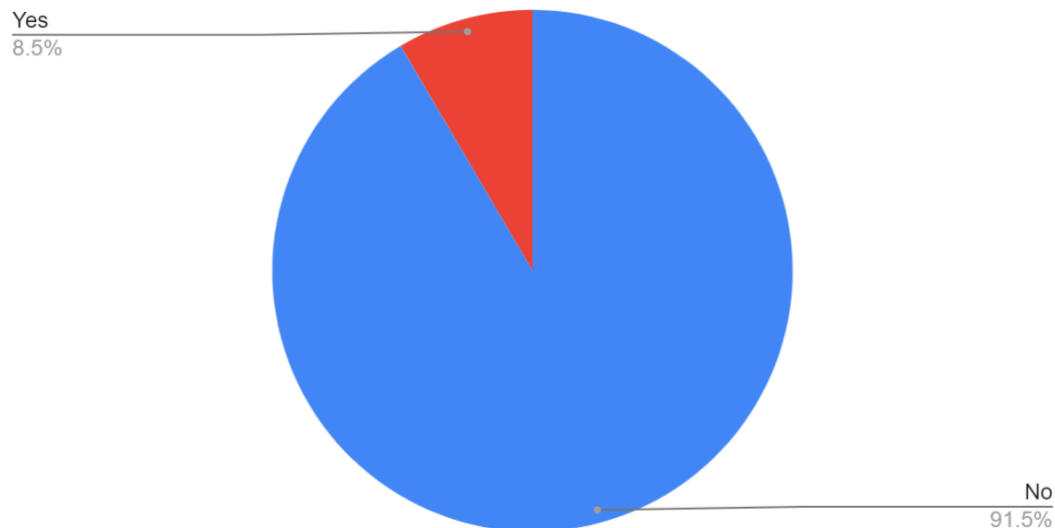


Figura7. ¿Ha trabajado en algún proyecto en el que haya aplicado los principios de la biomimética?

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

De los 201 estudiantes, menos de 15 participaron en proyectos en los que aplicaron principios de biomimética.

Pregunta 3.2.1 Si la respuesta a la pregunta anterior es «sí», describe brevemente el proyecto en el que has trabajado.

Varios estudiantes describieron proyectos que incorporaban principios de biomimética, lo que refleja su compromiso con la sostenibilidad medioambiental. Un estudiante trabajó en el diseño de un submarino inspirado en las poderosas pinzas del camarón pistola, demostrando cómo los mecanismos de la naturaleza pueden impulsar la innovación en ingeniería. Otro estudiante, perteneciente a un grupo de biología de secundaria, investigó la polinización manual, lo que puso de manifiesto su interés por los procesos naturales que podrían contribuir a prácticas sostenibles. En cuanto al diseño, un estudiante creó un telón de fondo flotante inspirado en un nenúfar, con paredes articuladas que se abren como pétalos para optimizar la entrada de luz. Otro proyecto se centró en el uso de paneles solares como solución energética respetuosa con el medio ambiente, haciendo hincapié en la importancia de las energías renovables.

Los alumnos también abordaron cuestiones medioambientales a través de diversos proyectos. Un grupo estudió el aumento del nivel del mar en Grecia utilizando altimetría por satélite, abordando así el cambio climático. Otro proyecto examinó las estructuras de las colmenas para inspirar materiales de construcción ligeros y duraderos, demostrando cómo los diseños naturales pueden mejorar la construcción. Además, un diseño de mobiliario urbano inspirado en los nidos de pájaros tenía como objetivo mejorar la durabilidad y la estética de los bancos públicos. Por último, un estudiante expresó su interés en aplicar la biomimética para crear envases más sostenibles, lo que refleja una amplia aplicación de estos principios en diferentes campos.

Parte 4: Interés y motivación

Pregunta 4.1: ¿Por qué te interesa la biomimética o el diseño medioambiental?

Los estudiantes compartieron diversas motivaciones que explicaban su interés por la biomimética y el diseño medioambiental, señalando a menudo la sabiduría inherente a la

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

naturaleza. Destacaron que los animales y los ecosistemas, tras haber evolucionado a lo largo de millones de años, ofrecen soluciones extraordinarias a los retos humanos. Al aprender de estos sistemas naturales, los estudiantes creen que los seres humanos pueden mejorar su calidad de vida y cultivar una relación más sostenible con el medio ambiente. Muchos destacaron la importancia de alcanzar un equilibrio con la naturaleza y de educar a los demás en materia de conciencia medioambiental. También se destacó la belleza y el encanto de la biomimética, y los estudiantes valoraron cómo la naturaleza puede inspirar y revitalizar el espíritu humano. Ven un gran potencial para futuras aplicaciones de la biomimética, especialmente a la hora de abordar los retos medioambientales y gestionar los recursos de forma eficiente.

Varios estudiantes destacaron el valor educativo de la biomimética, señalando cómo estimula el pensamiento creativo y proporciona conocimientos prácticos de diseño sin crear confusión. Reconocieron que la naturaleza es una fuente fundamental de inspiración, que ofrece soluciones a problemas modernos como el agotamiento de los recursos y la degradación medioambiental. Se mencionaron ejemplos como los submarinos aerodinámicos inspirados en los peces por su eficiencia y durabilidad. Los estudiantes también hicieron hincapié en la importancia de la planificación medioambiental en el desarrollo sostenible, expresando un firme compromiso de contribuir a un mundo más limpio y a reducir la huella de carbono mediante la innovación responsable.

Pregunta 4.2: ¿Qué áreas de la biomimética o del diseño medioambiental te interesan más explorar?

La arquitectura se reveló como el ámbito de interés predominante entre los estudiantes, lo que refleja un fuerte deseo de integrar prácticas sostenibles en el diseño de edificios y la planificación urbana. Muchos estudiantes manifestaron su interés por los edificios sostenibles, lo que indica un compromiso con métodos de construcción respetuosos con el medio ambiente. Están deseosos de explorar cómo la arquitectura puede incorporar principios naturales para mejorar la eficiencia energética y minimizar el impacto medioambiental. Además, los estudiantes mostraron un gran interés por las iniciativas relacionadas con el agua potable, haciendo hincapié en la importancia de abordar la escasez

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

de agua y la contaminación. Esta preocupación concuerda con su interés por la conservación del medio ambiente y la protección frente a los desastres naturales, lo que pone de manifiesto un enfoque holístico de la sostenibilidad que incluye infraestructuras resilientes. El campo del diseño de productos fue mencionado con frecuencia, y los estudiantes se mostraron interesados en crear soluciones innovadoras que promuevan la sostenibilidad y aborden los retos medioambientales. Se centran en integrar la ciencia de los materiales en el desarrollo de productos, con el objetivo de utilizar materiales ecológicos que reduzcan los residuos y el daño medioambiental.

La robótica también captó la atención de los estudiantes, ya que vieron el potencial de la tecnología para contribuir a la conservación del medio ambiente y mejorar los sistemas de gestión del agua. La intersección entre la robótica y el diseño medioambiental sugiere un enfoque con visión de futuro para abordar los problemas ecológicos mediante tecnología avanzada. Muchos estudiantes expresaron interés por la medicina y la asistencia sanitaria, reconociendo el papel de la biomimética en el desarrollo de soluciones para los retos médicos y en la promoción de la salud pública en general. Ven oportunidades para inspirarse en la naturaleza con el fin de crear tecnologías y prácticas médicas más eficaces. Por último, cabe destacar el especial énfasis en las ciudades sostenibles como un ámbito clave de exploración. Los estudiantes están interesados en comprender cómo se pueden diseñar o modificar los entornos urbanos para que sean más sostenibles, integrando elementos como el acceso al agua potable y la preservación del medio ambiente en la planificación urbana.

Parte 5: Aplicación práctica

Pregunta 5.1: Imagina que te encargan diseñar un nuevo producto para recoger agua en zonas áridas. ¿Cuáles serían los primeros pasos de tu solución?

En el cuestionario, los estudiantes describieron su enfoque para diseñar un producto destinado a la recogida de agua en zonas áridas, haciendo hincapié en la importancia de una investigación exhaustiva. Destacaron la necesidad de analizar el clima, la geografía, los patrones de precipitaciones y los retos locales, al tiempo que estudiaban organismos como los cactus y las plantas del desierto que se han adaptado a la escasez de agua. Esperaban

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

desarrollar mecanismos innovadores y eficientes de recogida de agua aprendiendo de estos organismos e es. Los alumnos destacaron la importancia de colaborar con las comunidades locales mediante entrevistas, encuestas y talleres para comprender sus necesidades y garantizar que el producto fuera funcional, culturalmente adecuado y accesible. Esta información orientaría el proceso de diseño, fomentando un sentido de implicación entre los usuarios.

Recurriendo a la biomimética, generaron ideas inspiradas en la naturaleza, como imitar la condensación de la humedad de las plantas para crear superficies que recojan el rocío o el agua de lluvia. La creación de prototipos y la realización de pruebas de estos diseños en entornos controlados y en condiciones reales resultaron esenciales para evaluar la eficiencia en la recogida de agua, la durabilidad y la facilidad de uso. Los comentarios de la comunidad ayudarían a perfeccionar el diseño. Los estudiantes también se centraron en optimizar la capacidad de recogida de agua, la resistencia de los materiales y la sostenibilidad, utilizando materiales ecológicos y garantizando la asequibilidad para la producción en masa. Hicieron hincapié en la importancia de formar a las comunidades locales sobre el uso y el mantenimiento del producto para garantizar el éxito a largo plazo, así como en la supervisión continua para evaluar la eficacia y la adaptabilidad del producto en condiciones reales.

Parte 6: Comentarios

Pregunta 6.1: ¿Crees que aprender sobre la biomimética puede mejorar tus habilidades profesionales?

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

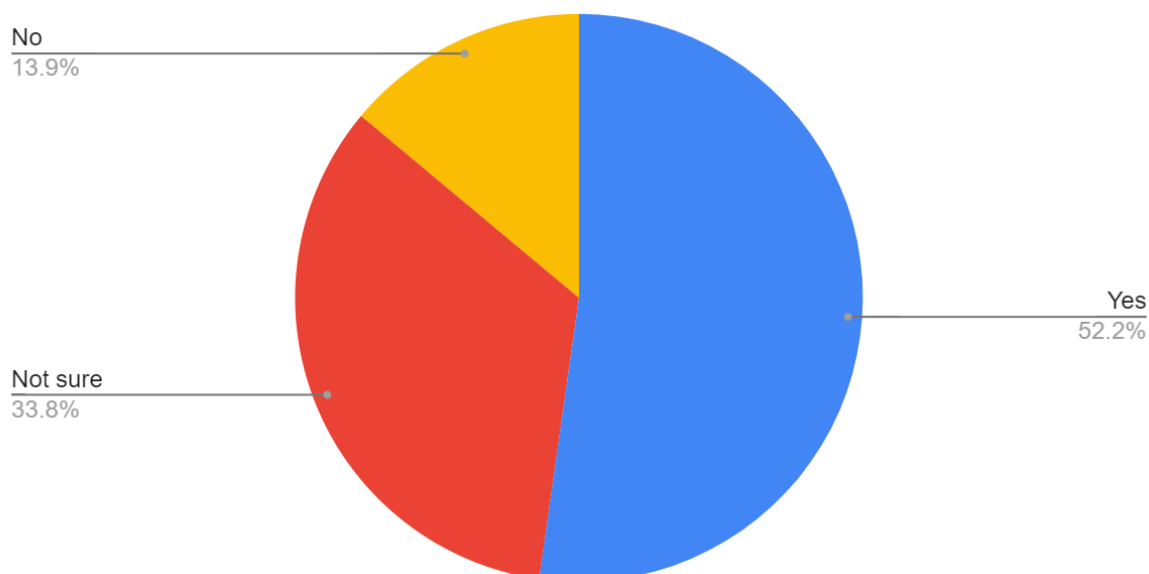


Figura8. ¿Crees que aprender sobre biomimética puede mejorar tus habilidades profesionales?

La mayoría de los encuestados respondió afirmativamente (52 %), algunos estudiantes no estaban seguros (37 %) y solo unos pocos respondieron que no (11 %).

Pregunta 6.2: ¿Qué recursos o herramientas te ayudarían a comprender y aplicar mejor la biomimética en tus diseños?

Los estudiantes identificaron varios recursos y herramientas fundamentales que podrían mejorar su comprensión de la biomimética en el diseño. Destacaron la importancia de la bibliografía educativa, en particular de libros básicos como **Biomimicry: Innovation Inspired by Nature** y de artículos académicos que ofrecen casos prácticos reales. Se destacó que los cursos y talleres en línea son valiosos para el aprendizaje estructurado y la aplicación práctica. Se señaló que la colaboración con biólogos, ecólogos e ingenieros es esencial para comprender mejor los sistemas naturales. Al mismo tiempo, el acceso a herramientas de simulación y modelización, como CAD y ANSYS, ayudaría a probar y perfeccionar los diseños. Los estudiantes también expresaron su deseo de adquirir experiencia práctica a través de laboratorios e instalaciones de investigación, así como de tener la oportunidad de asistir a talleres y conferencias para establecer contactos con profesionales del sector. Participar en actividades prácticas y pasar tiempo en la naturaleza resultaban fundamentales para inspirar

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

diseños innovadores y comprender los principios de la biomimética. En general, los estudiantes destacaron que una combinación de recursos educativos, esfuerzos colaborativos, experiencias prácticas y observación de la naturaleza era crucial para aplicar eficazmente la biomimética en sus diseños.

4.2 Cuestionario para profesores de formación profesional

Parte 1: Información general

Pregunta 1.1: ¿Qué asignaturas imparte?

Los profesores que participan en el cuestionario imparten diversas asignaturas en distintos ámbitos educativos. Muchos de ellos se dedican a las matemáticas, enseñando materias que incluyen las matemáticas generales y su aplicación en las ciencias. Las ciencias ambientales también ocupan un lugar destacado, y varios profesores hacen hincapié en la importancia de la concienciación medioambiental y la sostenibilidad en sus planes de estudios. Esto refleja un creciente reconocimiento de los problemas ecológicos y la necesidad de una educación que incorpore la gestión responsable del medio ambiente. Además de las asignaturas troncales, como las matemáticas y las ciencias ambientales, los profesores aportan sus conocimientos en humanidades y ciencias sociales, incluyendo historia, filosofía y educación intercultural. Esta combinación de asignaturas permite un enfoque educativo integral, que fomenta el pensamiento crítico y las consideraciones éticas en los alumnos. La educación artística, concretamente en artes plásticas y artes aplicadas, pone de relieve los aspectos de creatividad y expresión del plan de estudios, enriqueciendo aún más la experiencia educativa.

Además, asignaturas especializadas como la informática, las ciencias de la computación y las tecnologías de la información ponen de relieve la importancia de la alfabetización digital en el panorama educativo actual. Estas asignaturas preparan a los alumnos para un mundo impulsado por la tecnología, integrando las habilidades necesarias para sus futuras carreras profesionales. Otras disciplinas, como la salud y la nutrición, la psicología del deporte y la enfermería, ponen de manifiesto las conexiones interdisciplinarias entre la educación y el bienestar, abordando la salud física y mental. Los profesores también abordan campos

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

prácticos como el turismo, el emprendimiento y la gestión empresarial, centrándose en aplicaciones del mundo real y preparando a los alumnos para entornos profesionales. Esta orientación pragmática se complementa además con asignaturas como mecánica, ingeniería e integración técnica, que dotan a los alumnos de habilidades prácticas y conocimientos fundamentales para diversos sectores.

Pregunta 1.2: ¿Cuántos años de experiencia docente tiene?

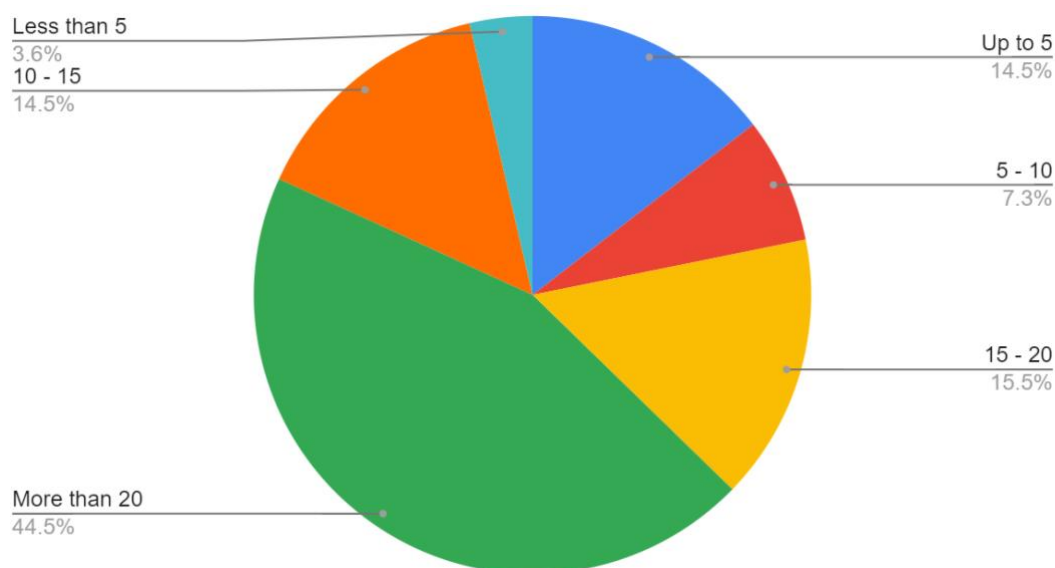


Figura9. ¿Cuántos años de experiencia docente tiene?

La mayoría (concretamente el 44,5 %) de los profesores que participaron en la encuesta respondieron que tienen más de 20 años de experiencia docente; el 15,5 % respondió que tiene entre 15 y 20 años de experiencia docente; el 14,5 % respondió que tiene entre 10 y 15 años de experiencia docente; el 14,5 % respondió que tiene hasta 5 años de experiencia docente, el 7,3 % respondió que tiene entre 5 y 10 años de experiencia docente. Solo el 3,6 % respondió que tiene menos de 5 años de experiencia docente.

Pregunta 1.3: ¿Ha impartido clases o utilizado anteriormente conceptos relacionados con la sostenibilidad medioambiental o la biomimética en sus cursos?

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

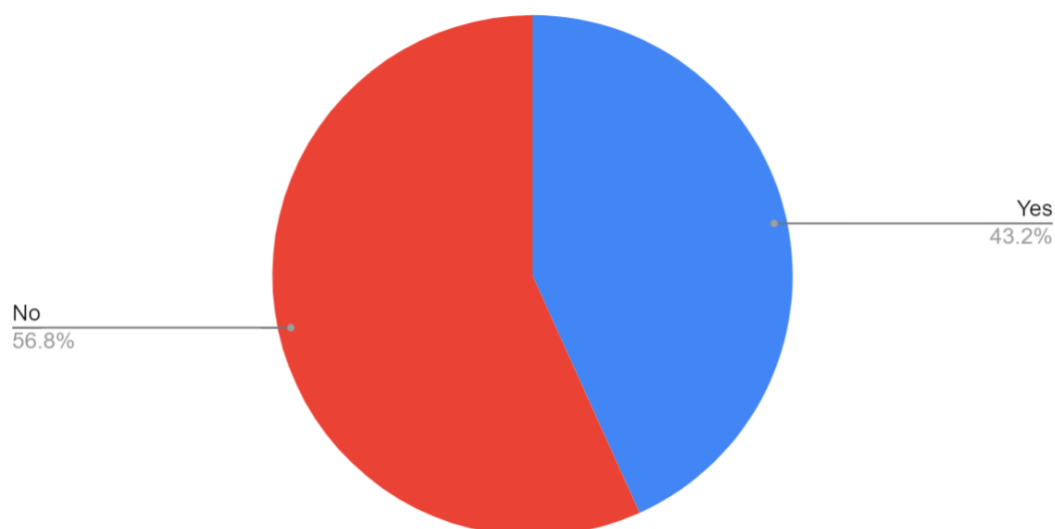


Figura10. ¿Ha impartido o utilizado anteriormente conceptos relacionados con la sostenibilidad medioambiental o la biomimética en sus cursos?

Teniendo en cuenta que solo el 9,5 % de ellos imparte asignaturas directamente relacionadas con el medio ambiente o la sostenibilidad, resulta interesante observar que el 42 % confirmó que imparte (o ha impartido) conceptos relacionados con la sostenibilidad medioambiental o la biomimética en sus cursos.

Pregunta 1.3.1 Si la respuesta a la pregunta anterior es «sí», describa brevemente cómo lo hace.

Los profesores señalaron diversas formas de integrar conceptos de biomimética y sostenibilidad medioambiental en sus clases. Muchos destacaron la importancia de las experiencias de aprendizaje prácticas y al aire libre, como impartir clases en parques para observar los ecosistemas directamente, proyectos de jardinería y actividades de compostaje para enseñar los ciclos de los nutrientes y la reducción de residuos. Varios educadores destacaron el uso de materiales reciclados en proyectos de arte para promover la sostenibilidad e involucrar a los alumnos en la aplicación creativa de estos conceptos. También comentaron la incorporación a sus planes de estudios de casos prácticos relevantes, ejemplos prácticos y debates sobre las aplicaciones en el mundo real de la biomimética y la sostenibilidad medioambiental.

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

Los profesores mencionaron el uso de diversos métodos didácticos, como vídeos, documentales y actividades interactivas, para sensibilizar sobre cuestiones medioambientales. Hicieron hincapié en la relevancia de temas como la huella ecológica, las fuentes de energía renovables y la protección del consumidor, fomentando debates en torno a la sostenibilidad medioambiental en diferentes materias. Además, algunos educadores señalaron la importancia de los enfoques interdisciplinares, vinculando las clases con temas de biología, economía y química. Destacaron los proyectos colaborativos que involucran a los alumnos en el análisis de los impactos medioambientales y en el desarrollo de estrategias para la sostenibilidad.

Parte 2: Comprensión y aplicación de la biomimética y el PBL

Pregunta 2.1: Define la biomimética con tus propias palabras.

Los profesores ofrecieron diversas interpretaciones de la biomimética, describiéndola como un enfoque científico que se inspira en la naturaleza para resolver los retos de la humanidad. Hicieron hincapié en cómo la biomimética implica imitar formas, procesos y ecosistemas biológicos para desarrollar soluciones sostenibles e innovadoras. Los profesores señalaron sus aplicaciones en la tecnología, la arquitectura y la conservación del medio ambiente, mostrando cómo los diseños inspirados en la naturaleza pueden mejorar la vida cotidiana.

Varios educadores destacaron la importancia de utilizar estrategias naturales para abordar problemas humanos complejos, fomentando la creatividad y la conciencia medioambiental. También consideraron la biomimética como una herramienta educativa, que anima a los alumnos a interactuar activamente con la naturaleza, aprender de su eficiencia y aplicar estos conocimientos de forma práctica. En general, las respuestas reflejaron el potencial de la biomimética para conectar el conocimiento científico con soluciones del mundo real, al tiempo que promueve un sentido de responsabilidad medioambiental.

Pregunta 2.2: Por favor, cite ejemplos de sostenibilidad medioambiental o biomimética que haya tratado con sus alumnos.

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

Los profesores compartieron diversos ejemplos de cómo incorporan la sostenibilidad medioambiental y la biomimética en sus clases. Muchos se centraron en problemas medioambientales actuales, como el calentamiento global, la contaminación y el reciclaje, destacando la necesidad de proteger los ecosistemas, preservar la biodiversidad y promover la conservación. Abordaron la biomimética mostrando cómo la naturaleza inspira el diseño y la tecnología, utilizando ejemplos como aviones inspirados en las aves, edificios inspirados en los termiteros para la refrigeración natural y materiales bioinspirados para la eficiencia energética. Algunos profesores también exploraron patrones naturales en el arte y la arquitectura, como la sucesión de Fibonacci. Las prácticas de sostenibilidad fueron un tema central, y los profesores hicieron hincapié en el compostaje, el uso de fuentes de energía renovables como la solar y la eólica, y la promoción de los principios de la economía circular a través del reciclaje y la reutilización de materiales. Fomentaron la reducción de residuos y el consumo responsable, desaconsejando especialmente los productos de un solo uso y promoviendo la recogida selectiva de residuos.

Se debatieron aplicaciones prácticas de la biomimética, como los tejados verdes para el aislamiento térmico y la biodiversidad urbana. Los profesores también utilizaron ejemplos del comportamiento animal, como la eficiencia en el uso de recursos de las hormigas, para enseñar la cooperación y la responsabilidad ecológica. Varios profesores mencionaron la incorporación de los objetivos de la Agenda 2030 en su plan de estudios, fomentando debates sobre el cambio climático, la conservación y la tecnología sostenible para cultivar la conciencia y la responsabilidad medioambientales en sus alumnos.

Pregunta 2.3: ¿Qué papel desempeña la biomimética en el diseño moderno y la educación medioambiental?

Los profesores reconocieron ampliamente la importancia de la biomimética en el diseño moderno y la educación medioambiental. Destacaron su potencial para inspirar soluciones sostenibles al desarrollo energético, la contaminación y la degradación medioambiental. Muchos hicieron hincapié en el valor de utilizar la biomimética para promover materiales sostenibles y principios de diseño basados en la naturaleza con el fin de reducir el impacto

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

ecológico. Los docentes consideran la biomimética una herramienta educativa esencial que fomenta la concienciación sobre los ecosistemas naturales y anima a los alumnos a observar y aprender de la naturaleza, profundizando así en su comprensión de la biodiversidad y la interconexión de los sistemas vivos.

Varios educadores mencionaron aplicaciones específicas de la biomimética en sectores como la aviación, la arquitectura y la medicina, citando ejemplos como diseños de aviones inspirados en las aves y sistemas energéticamente eficientes basados en procesos naturales. Aunque reconocen los beneficios prácticos de la biomimética, algunos expresaron su preocupación por su escasa presencia en los planes de estudios actuales, abogando por una mayor inclusión de la misma en la educación medioambiental para preparar mejor a los alumnos a la hora de afrontar los retos medioambientales.

Pregunta 2.4: ¿Aplica el PBL como método de enseñanza?

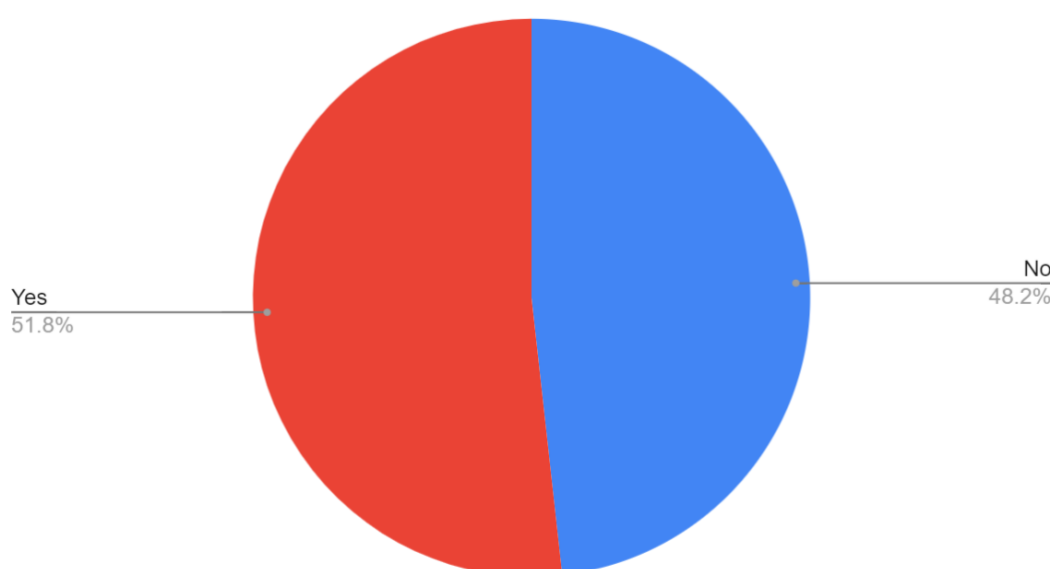


Figura11. ¿Aplica el aprendizaje basado en proyectos (ABP) como método de enseñanza?

El 51,8 % de los profesores que participaron en la encuesta confirmaron que utilizan el PBL como método de enseñanza.

Pregunta 2.5 Si su respuesta es «sí», por favor, facilite algunos ejemplos e indique con qué frecuencia utiliza este método.

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

Los profesores destacaron la importancia del aprendizaje basado en proyectos (ABP) a la hora de ayudar a los alumnos a aplicar los conceptos teóricos de forma práctica. Muchos señalaron que integraban habitualmente el ABP en sus planes de estudios, desde módulos individuales hasta proyectos de un año de duración. Entre los ejemplos se incluían el diseño de planes de negocio, el estudio de prácticas sostenibles y la realización de estudios ecológicos, a menudo vinculados a materias como la economía, la biología y la tecnología. Los temas medioambientales constituían el eje central de estos proyectos, en los que los profesores involucraban a los alumnos en actividades como el diseño de envases biodegradables, la creación de jardines ecológicos y el desarrollo de soluciones de energía renovable inspiradas en la naturaleza. Estos proyectos profundizaban en la comprensión de los alumnos sobre las cuestiones medioambientales, al tiempo que les animaban a proponer soluciones innovadoras basadas en la naturaleza.

La colaboración y el aprendizaje interdisciplinar también fueron estrategias fundamentales, ya que los alumnos trabajaron juntos en materias como historia, ciencias y arte para abordar problemas complejos. Los profesores destacaron que el uso de la tecnología y de plataformas como eTwinning y Erasmus+ para facilitar los proyectos colaborativos, incluidas las colaboraciones internacionales, enriquecía la experiencia de aprendizaje. Sin embargo, algunos educadores expresaron su preocupación por la participación de los alumnos, señalando que, aunque muchos alumnos se desenvuelven muy bien en proyectos prácticos, otros se muestran reacios a participar plenamente. A pesar de este reto, los profesores siguen comprometidos con motivar a los alumnos y mejorar su aprendizaje a través del PBL.

Parte 3: Competencias docentes e integración curricular

Pregunta 3.1: Valora tu nivel de confianza a la hora de enseñar los siguientes aspectos de la biomimética en una escala del 1 (sin confianza) al 5 (muchísima confianza).

Se planteó a los profesores una serie de preguntas relacionadas con su nivel de confianza respecto a:

- La enseñanza de los principios de la ecología.
- La aplicación de la biomimética en proyectos prácticos de diseño.

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

- La integración de la biomimética en otras asignaturas.
- Fomentar el pensamiento innovador a través de la biomimética.
- La aplicación del método de aprendizaje basado en proyectos.

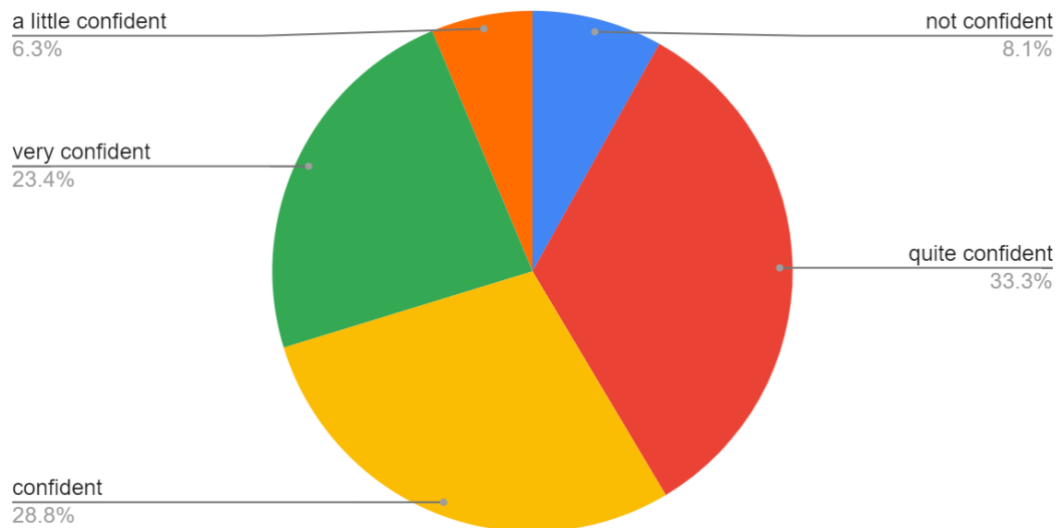


Figura12. Comprensión de los principios ecológicos.

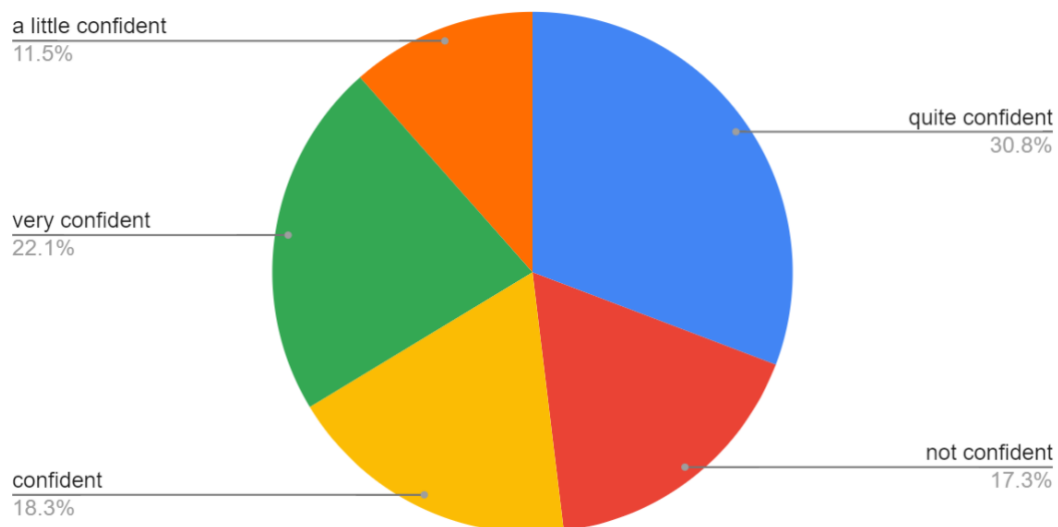


Figura13. Aplicación de la biomimética en proyectos prácticos de diseño.

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

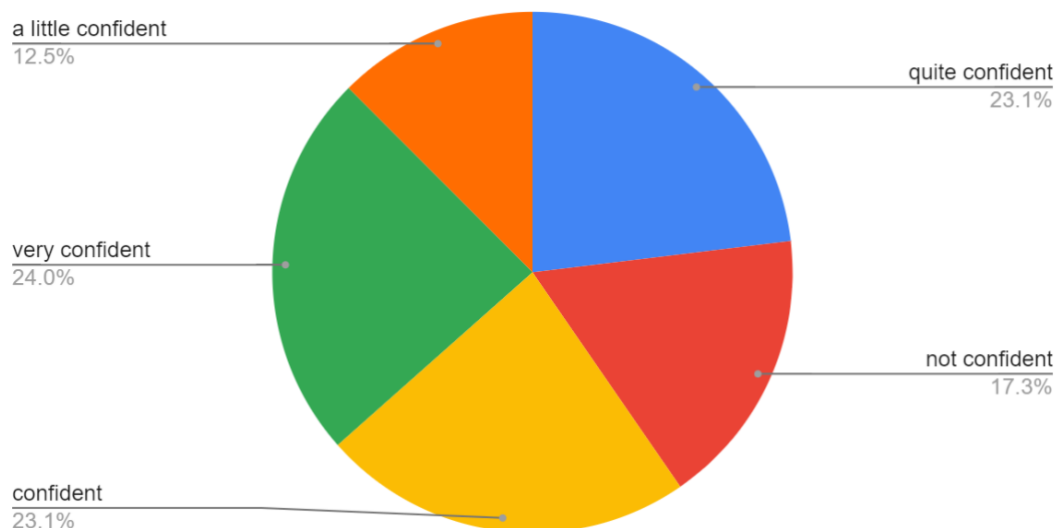


Figura14. Integración de la biomimética con otras asignaturas (por ejemplo, matemáticas, ciencias).

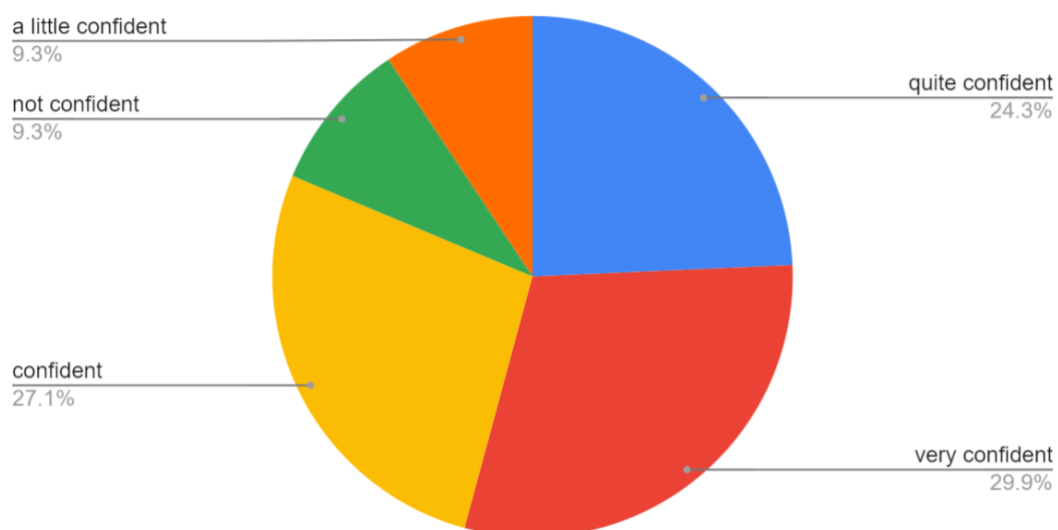


Figura15. Fomento del pensamiento innovador a través de la biomimética.

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

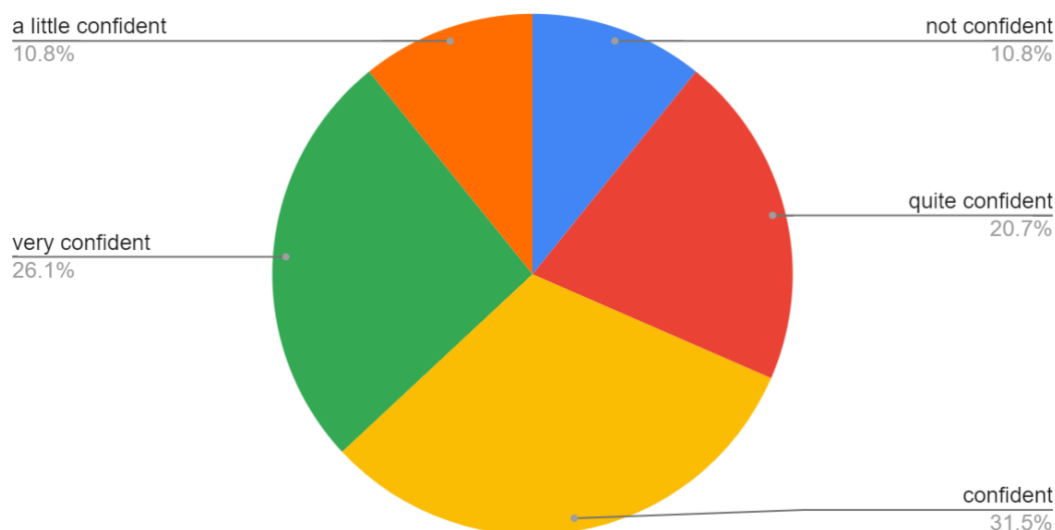


Figura16. Aplicación del método PBL.

El nivel general de confianza en uno mismo con respecto a las materias mencionadas anteriormente es positivo. La mayoría de los profesores se sienten seguros o muy seguros a la hora de enseñar los principios de la ecología, aplicar la biomimética en proyectos prácticos de diseño, integrar la biomimética en otras materias, fomentar el pensamiento innovador a través de la biomimética y aplicar el método de aprendizaje basado en proyectos.

Pregunta 3.2: ¿Ha tenido dificultades para integrar la sostenibilidad medioambiental o la biomimética en su plan de estudios?

El gráfico siguiente muestra que la integración de la sostenibilidad medioambiental o la biomimética en su plan de estudios supone un reto concreto para el 74 %.

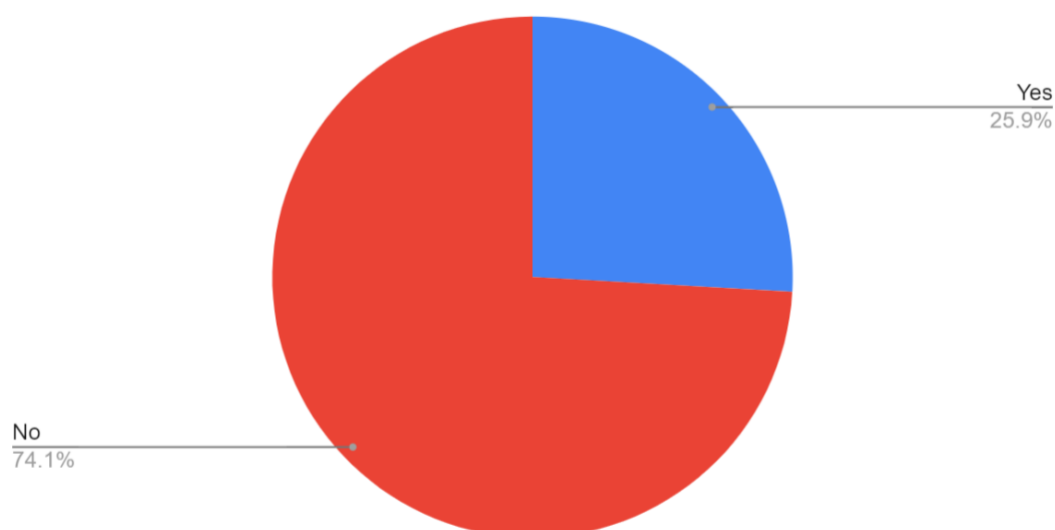


Figura17. ¿Ha tenido alguna dificultad a la hora de integrar la sostenibilidad medioambiental o la biomimética en su plan de estudios?

Pregunta 3.2.1 Si la respuesta a la pregunta anterior es «sí», coméntelo brevemente.

En general, los profesores consideran que integrar la sostenibilidad medioambiental y la biomimética en sus planes de estudios es beneficioso, pero supone un reto. Muchos educadores expresaron que, aunque reconocen la importancia de estos temas, la estructura rígida de los planes de estudios existentes a menudo dificulta su incorporación efectiva. El carácter abrumador de los contenidos prescritos deja poco margen para explorar temas relacionados con la sostenibilidad, lo que hace necesaria una planificación cuidadosa y creatividad a la hora de integrar estos conceptos. Varios encuestados señalaron la falta de recursos y materiales educativos adecuados que se ajusten a los temas de sostenibilidad, lo que dificulta su capacidad para enseñar estos conceptos de forma exhaustiva. Además, algunos profesores indicaron que necesitaban más formación para sentirse seguros a la hora de impartir clases sobre biomimética y sostenibilidad medioambiental, lo que pone de manifiesto una carencia en las oportunidades de desarrollo profesional relacionadas con estas áreas.

Las limitaciones de tiempo impuestas por las exigencias curriculares también constituían una preocupación importante. Muchos profesores se sienten presionados a cubrir un amplio contenido en un tiempo de clase limitado, lo que puede impedir una exploración más

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

profunda de conceptos complejos de sostenibilidad. Esta falta de tiempo puede dar lugar a un tratamiento superficial de la materia, lo que reduce la comprensión y la implicación de los alumnos. Además, los educadores señalaron dificultades en cuanto a la motivación y el interés de los alumnos. Algunos señalaron que los alumnos suelen responder de forma «descuidada» a las clases sobre sostenibilidad y biomimética, posiblemente debido a la falta de ejemplos positivos o modelos a seguir en su entorno. Los profesores hicieron hincapié en la importancia de ofrecer contenidos con los que los alumnos puedan identificarse y que resulten atractivos para fomentar un interés genuino por estos temas.

Parte 4: Desarrollo profesional y recursos

Pregunta 4.1: ¿Qué tipo de recursos le ayudarían a enseñar la sostenibilidad medioambiental o la biomimética de forma más eficaz? (Seleccione todas las opciones que correspondan)

Los participantes identificaron varios recursos que mejorarían de manera efectiva su capacidad para enseñar la sostenibilidad medioambiental o la biomimética. Entre estos recursos se incluyen libros de texto y artículos académicos, cursos o talleres en línea, y conferencias impartidas por profesionales del sector. Además, se consideraron esenciales los materiales para proyectos prácticos y los casos o ejemplos de soluciones de sostenibilidad medioambiental o biomimética. También se destacaron las herramientas de software, como presentaciones digitales, juegos, simulaciones y materiales audiovisuales, como imágenes y vídeos. Por último, el intercambio de conocimientos con otros educadores se reconoció como un recurso valioso para mejorar las prácticas docentes.

Pregunta 4.2: ¿Le gustaría asistir a un programa de desarrollo profesional centrado en la biomimética?

El 78 % de los profesores que participaron en la encuesta afirmaron que estarían interesados en un programa de desarrollo profesional centrado en la biomimética.

Pregunta 4.3: ¿Sobre qué temas específicos de biomimética le gustaría aprender más con fines docentes?

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

Los profesores expresaron un gran interés en diversos aspectos de la biomimética, lo que indica su deseo de profundizar en su comprensión con fines educativos. Muchos encuestados manifestaron su entusiasmo por aprender sobre las aplicaciones prácticas de la biomimética, especialmente en el diseño de productos sostenibles, la ciencia de los materiales y la arquitectura. Hicieron hincapié en la integración de la biomimética en múltiples disciplinas e identificaron aplicaciones específicas como la conversión y el almacenamiento de energías renovables, los sistemas innovadores de producción alimentaria y el desarrollo de la medicina a base de plantas.

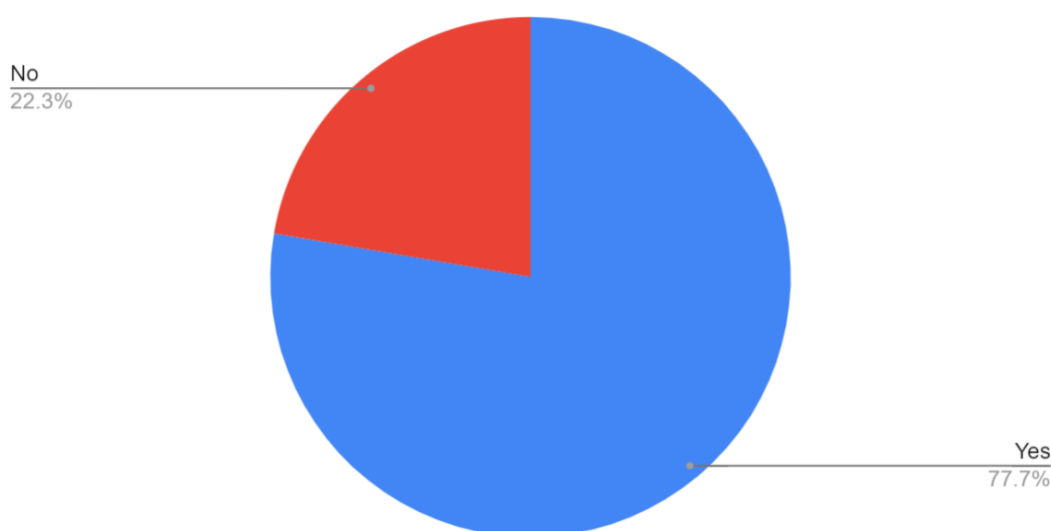


Figura18. ¿Le interesaría asistir a un programa de desarrollo profesional centrado en la biomimética?

Además, los docentes mostraron interés en utilizar la biomimética para abordar retos medioambientales como la contaminación marítima y mejorar la sostenibilidad en sectores como la fontanería y la producción en masa. Destacaron la necesidad de contar con recursos que abarcaran los fundamentos de la biomimética, incluidas las metodologías para integrar estos conceptos en la educación medioambiental. Los profesores solicitaron ejemplos concretos y estudios de casos que mostraran aplicaciones exitosas de la biomimética y temas como la química verde, el reciclaje de nutrientes y la planificación urbana. Además, los educadores hicieron hincapié en la importancia de contar con estrategias docentes eficaces y proyectos prácticos que involucren a los alumnos en el aprendizaje de la biomimética. Muchos

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

señalaron la necesidad de talleres, cursos en línea y recursos de planificación para facilitar la incorporación satisfactoria de la biomimética en el aula.

Parte 5: Comentarios y sugerencias

Pregunta 5.1: ¿Cómo se podría integrar la biomimética en el aprendizaje de forma más eficaz?

Los profesores ofrecieron diversas sugerencias para integrar de forma eficaz la biomimética en los planes de estudios. Un tema clave fue la necesidad de adoptar un enfoque multidisciplinar, abogando por que la biomimética se imparta como una asignatura transversal en distintos módulos. Los educadores sugirieron desarrollar planes de estudios interdisciplinarios que combinen la teoría y las aplicaciones prácticas, permitiendo a los alumnos explorar los fenómenos naturales en contextos relevantes para las matemáticas y las ciencias. Muchos profesores hicieron hincapié en la importancia de las aplicaciones en el mundo real y los proyectos prácticos, y recomendaron clases prácticas en entornos naturales, excursiones, talleres y sesiones de formación con expertos en biomimética. Estas experiencias proporcionarían a los alumnos ejemplos tangibles de cómo se aplican los principios de la biomimética en la vida real, fomentando la curiosidad y el pensamiento crítico sobre sus implicaciones en diversos campos.

Además, los profesores destacaron la necesidad de contar con recursos educativos y formación para el profesorado. Reclamaron nuevos materiales que faciliten la integración de la biomimética en los planes de estudios existentes y propusieron sesiones de formación para profundizar en la comprensión que tienen los profesores de sus aplicaciones prácticas. Algunos sugirieron crear una disciplina independiente o actividades extraescolares centradas en la biomimética, así como asignaturas optativas que exploren sus complejidades. Por otra parte, se consideró esencial aumentar la concienciación y la comunicación sobre la biomimética. Los profesores recomendaron invitar a especialistas para que hablaran sobre su relevancia, lo que podría mejorar la comprensión y despertar el interés de los alumnos. También sugirieron utilizar soportes visuales y recursos multimedia en las clases para captar

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

la atención de los alumnos e ilustrar la importancia de la biomimética a la hora de abordar los retos medioambientales actuales.

Pregunta 5.2: ¿Algún otro comentario o sugerencia sobre la enseñanza de la biomimética en la formación profesional?

Los docentes expresaron un gran interés en mejorar la enseñanza de la biomimética en la formación profesional, destacando la necesidad de un desarrollo profesional integral y de recursos adicionales. Hicieron hincapié en la importancia de los programas de formación continua para los educadores de diversos ámbitos, como la agricultura y la sanidad, con el fin de dotarles de los conocimientos necesarios sobre la biomimética y sus aplicaciones. Muchos educadores sugirieron establecer colaboraciones con la industria y las organizaciones medioambientales para facilitar oportunidades de aprendizaje experiencial, como prácticas y programas de tutoría. Además, se propuso organizar concursos de diseño centrados en la biomimética para estimular la creatividad y proporcionar a los estudiantes experiencia práctica.

Los docentes también destacaron la importancia de incorporar ejemplos prácticos y casos de estudio en el plan de estudios para profundizar en la comprensión de los conceptos de biomimética por parte de los estudiantes. Recomendaron proyectos prácticos relevantes para las profesiones de los estudiantes y la organización de talleres dirigidos por expertos en la materia. Algunos educadores sugirieron ofrecer la biomimética como asignatura optativa, lo que permitiría a los estudiantes explorar el tema con mayor profundidad. Aunque reconocieron la conexión de larga data entre la innovación humana y la naturaleza, destacaron la necesidad de dar a conocer la biomimética como concepto formal en la educación. En general, las respuestas hicieron hincapié en la importancia de contar con una base teórica sólida y demostraciones prácticas para poner de manifiesto la eficacia de la biomimética a la hora de abordar los retos contemporáneos.

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

5. Matriz de resultados de aprendizaje para las competencias en materia de sostenibilidad de los alumnos de formación profesional

La investigación y el estudio descritos en los párrafos anteriores sirvieron de base para determinar los conocimientos que los alumnos deben adquirir para desarrollar hábitos sostenibles, sensibilidad cívica y las habilidades y competencias que exige el mercado laboral.

Esto nos permitió desarrollar una matriz de resultados de aprendizaje para las competencias en materia de sostenibilidad de los alumnos de FP basada en los objetivos de sostenibilidad.

MATRIZ DE RESULTADOS DE APRENDIZAJE SOBRE COMPETENCIAS EN MATERIA DE SOSTENIBILIDAD PARA ALUMNOS DE FORMACIÓN PROFESIONAL

Área	Conocimientos	Habilidades	Responsabilidad y autonomía
COMPETENCIAS TRANSVERSALES Creatividad e innovación, resolución de problemas, trabajo en equipo	Reconocer la importancia de la creatividad y la innovación en la vida personal y profesional.	Explorar estrategias creativas e innovadoras para encontrar soluciones tanto a nivel personal como profesional.	Generar ideas y soluciones originales pensando de forma creativa y aplicando enfoques imaginativos a los retos.
	Describir los principios de la resolución de problemas para encontrar alternativas a una solución.	Adquirir una mentalidad orientada a la resolución de problemas para identificar, priorizar y seleccionar alternativas de solución.	Desarrollar soluciones prácticas para situaciones complejas desglosando los problemas en partes manejables, identificando las causas fundamentales y aplicando el razonamiento lógico para encontrar soluciones prácticas.

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

	Reconocer la importancia de la colaboración en equipo para lograr mejores resultados que de forma individual.	Recurrir a la colaboración en equipo para alcanzar objetivos comunes.	Desarrollar estrategias de colaboración con los miembros del equipo para alcanzar objetivos específicos y compartidos.
HABILIDADES TÉCNICAS Investigación científica, dibujo técnico	Citar los principios y metodologías fundamentales que sustentan la investigación científica.	Ilustrar los principios básicos que guían la investigación científica.	Desarrollar métodos de investigación científica para explicar fenómenos naturales o sociales.
	Describir los fundamentos del dibujo técnico.	Explicar los principios principales del dibujo técnico.	Realizar dibujos técnicos precisos aplicando sus principios fundamentales para comunicar visualmente cómo funciona o cómo está construido algo.

SOSTENIBILIDAD (hábitos y comportamientos sostenibles)	Definir la sostenibilidad y sus aspectos principales.	Comparar posibles actividades sostenibles en función de las circunstancias concretas.	Desarrollar acciones concretas para mejorar la sostenibilidad en un contexto específico.
	Reconocer la aplicación intersectorial de la sostenibilidad.	Aplicar los principios de sostenibilidad en múltiples sectores.	Desarrollar un enfoque interdisciplinar de la sostenibilidad.
	Seleccionar las herramientas y técnicas de comunicación más eficaces para promover la sostenibilidad.	Analizar los métodos de divulgación más eficaces para promover la sostenibilidad en función del contexto y los grupos destinatarios.	Desarrollar estrategias para fomentar opciones sostenibles a través de la educación, la sensibilización y la comunicación.
SENSIBILIDAD CÍVICA	Explicar los derechos y responsabilidades de los	Describir los principios de la democracia y las	Aplicar los principios de la democracia y las responsabilidades

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

	ciudadanos en una sociedad democrática.	responsabilidades de los ciudadanos.	de los ciudadanos en la vida cotidiana.
	Señalar los problemas sociales, políticos y medioambientales actuales que afectan a la comunidad.	Analizar los problemas sociales, políticos y medioambientales actuales que afectan a la comunidad.	Evaluar cuestiones y políticas de carácter cívico, teniendo en cuenta múltiples perspectivas y el posible impacto en los distintos grupos.
	Reconocer las diversas perspectivas y culturas existentes en su comunidad y más allá de ella.	Demostrar razonamiento ético y responsabilidad social.	Fomentar la inclusión y la participación en la vida cívica.
	Identificar técnicas de comunicación eficaces para expresar opiniones e influir en el discurso público en el ámbito de la participación ciudadana.	Aplicar técnicas de comunicación eficaces para expresar opiniones e influir en el discurso público en el marco de la participación ciudadana.	Desarrollar argumentos bien fundamentados sobre cuestiones cívicas y defender soluciones a través de diversas formas de comunicación.

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

BIOMIMÉTICA (fundamentos, principios, aplicaciones)	Comprender los principales sistemas y procesos biológicos que sirven de modelo en la biomimética.	Explicar los principios fundamentales de la biomimética, incluyendo cómo los procesos y organismos naturales inspiran soluciones innovadoras a los retos humanos.	Aplicar los principios de la biomimética para resolver problemas del mundo real.
	Señalar las aplicaciones de la biomimética mediante ejemplos concretos.	Analizar las aplicaciones de la biomimética en el mundo real mediante ejemplos concretos.	Evaluar críticamente los diseños y procesos de biomimética existentes, identificando sus puntos fuertes, puntos débiles y oportunidades de mejora.
	Esbozar las consideraciones éticas y los principios de sostenibilidad en las soluciones basadas en la biomimética.	Investigar la ética y la sostenibilidad de las soluciones basadas en la biomimética.	Evaluar las implicaciones éticas y la sostenibilidad de las soluciones basadas en la biomimética.

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

Tabla4. Matriz de resultados de aprendizaje para las competencias en materia de sostenibilidad en la formación profesional.

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

6. Conclusión

La gestión proactiva de riesgos es un pilar fundamental para garantizar el éxito de la plataforma digital LET'S MIMIC dedicada a las prácticas de biomimética. Mediante la identificación, evaluación y mitigación sistemáticas de los riesgos potenciales, el equipo del proyecto puede afrontar con eficacia los retos que puedan surgir durante el desarrollo y la implantación. La integración de la gestión de riesgos en todas las fases del proyecto protege los recursos y aumenta las posibilidades de que la plataforma alcance sus objetivos a tiempo y dentro del presupuesto.

La gestión de riesgos será un proceso continuo a lo largo de todo el ciclo de vida del proyecto. La evaluación continua y las estrategias de mitigación adaptativas garantizarán que los riesgos emergentes se aborden con prontitud, al tiempo que se controlan los riesgos ya identificados. Al mantener la vigilancia, el equipo del proyecto protegerá la integridad de la plataforma, garantizará su adopción por parte de los usuarios y velará por el cumplimiento de las normas legales y reglamentarias. En última instancia, un enfoque estructurado de la gestión de riesgos contribuirá a ofrecer una plataforma digital robusta, escalable y sostenible que respalde las prácticas de biomimética en el diseño, la investigación y la innovación.

La investigación documental llevada a cabo en seis países europeos diferentes (Grecia, Rumanía, Turquía, Francia, España y Portugal) y la encuesta realizada a 201 estudiantes de FP y 126 profesores de FP nos permitieron definir el nivel de comprensión y aplicación de las competencias en materia de sostenibilidad, biomimética y PBL, así como el nivel de interés y motivación para mejorar los conocimientos y las competencias relativas a estos conceptos.

Los resultados de la encuesta revelan que la mayoría de los alumnos tienen un conocimiento previo limitado de la biomimética, y que solo aquellos matriculados en programas directamente relacionados con el concepto están familiarizados con ella. Esto indica una falta de exposición a la biomimética en entornos educativos más amplios. En cuanto a las competencias, alrededor del 60 % de los alumnos declaró tener poca o ninguna experiencia en creatividad, innovación, resolución de problemas y dibujo técnico. Además, el 74 % de los

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

alumnos indicó que no tenía experiencia en investigación científica, aunque la mayoría se mostraba segura de su capacidad para colaborar eficazmente en equipo. Esto sugiere una brecha entre las competencias de investigación y las capacidades de trabajo en equipo.

Las motivaciones de los estudiantes para explorar la biomimética variaban ampliamente, desde la curiosidad hasta el deseo de ayudar a preservar el planeta. Muchos estudiantes también creen que aprender biomimética podría mejorar sus perspectivas profesionales, lo que pone de relieve la relevancia que le atribuyen para sus futuras carreras. Al preguntarles por los recursos que les ayudarían a comprender y aplicar mejor la biomimética, los estudiantes expresaron interés en cursos en línea, talleres, colaboraciones con expertos y acceso a recursos fiables como libros, artículos y estudios de casos. También valoraron las visitas de estudio a instituciones dedicadas a la biomimética y el acceso a bases de datos con ejemplos prácticos.

Los resultados de la encuesta ponen de relieve que, a pesar de que solo el 9,5 % de los profesores imparte asignaturas directamente relacionadas con el medio ambiente o la sostenibilidad, el 42 % ha incorporado conceptos relacionados con la sostenibilidad medioambiental o la biomimética en sus cursos. Esto demuestra un interés más amplio por integrar la sostenibilidad en diversas asignaturas. La mayoría de los profesores considera la biomimética como un componente crítico o esencial del diseño moderno y la educación medioambiental, y el 55 % confirma que utiliza el aprendizaje basado en problemas (PBL) como método de enseñanza. Muchos docentes se sienten seguros a la hora de enseñar principios ecológicos y aplicar el PBL, aunque el 74 % reconoce el reto que supone integrar la sostenibilidad medioambiental o la biomimética en sus planes de estudios.

El interés por los programas de desarrollo profesional centrados en la biomimética es elevado, y el 78 % de los profesores expresa su deseo de contar con este tipo de oportunidades. Los profesores están especialmente interesados en aprender los fundamentos de la biomimética y en explorar cómo integrarla en diversos campos, como las lenguas, las tecnologías de la información, la gestión alimentaria y las artes. Varios profesores también ofrecieron sugerencias para integrar la biomimética en la educación, como desarrollar planes de estudios interdisciplinares que hagan hincapié en las aplicaciones prácticas y los casos prácticos del

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

mundo real, organizar formación para el profesorado, promover la colaboración entre educadores y llevar a cabo talleres y actividades al aire libre dirigidas por expertos.

Por último, el informe definió los conocimientos, las habilidades, las responsabilidades y la autonomía que deben poseer los alumnos de FP para desarrollar hábitos sostenibles, sensibilidad cívica y las competencias específicas que exige el mercado laboral, elaborando una matriz de resultados de aprendizaje para las competencias de sostenibilidad en los alumnos de FP.

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

Referencias

Alves, P., Morais, C., Miranda, L. (2019). Aprendizaje basado en proyectos en un curso de formación profesional superior en desarrollo de software. Espaço Pedagógico, 26 (2).

Amir Lebdioui. Política de innovación inspirada en la naturaleza: la biomimética como vía para aprovechar la biodiversidad en pro del desarrollo económico. Ecological Economics. Volumen 202, 2022, 107585, ISSN 0921-8009, <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2022.107585> .

Análisis estadístico sobre la implementación y el desarrollo del programa «Semana Verde» en el curso escolar 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, volumen 27, 2019, ISSN 2214-8604, <https://doi.org/10.1016/j.addma.2019.03.033>.

Grupo de Investigación en Bioadhesión y Biomimética (2024). «Innovación basada en la naturaleza». Disponible en: <https://bioadhesion.rd.ciencias.ulisboa.pt/>

Biomimicry for Humanity (2024). Disponible en: <https://biomimicryforhumanity.com/>

Biomimicry Greece (2024). Disponible en https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSdsPaqsCd3h6MWYcdZjEbVVFZGroEwGULvGLvc8XXzjo2HRog/viewform?usp=sf_link

Biomimicry New England (2016). Las innovaciones biomiméticas se ven obstaculizadas por los retos que plantea su implementación, no por la falta de inspiración. Disponible en: <https://www.biomimicryne.org/blog/2016/5/10/biomimetic-innovations-are-hindered-by-their-implementation-not-their-inspiration>

CEDEFOP (2020). Evolución de la política de educación y formación profesional en 2015-2019: Grecia. Seguimiento y análisis de las políticas de EFP por parte del Cedefop. Disponible en:

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

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

CEDEFOP (2020). Evolución de la política de educación y formación profesional en 2015-2019: Portugal. Seguimiento y análisis de las políticas de EFP por parte del Cedefop. Disponible en: <https://www.cedefop.europa.eu/en/publications-and-resources/country-reports/developments-vocational-education-and-training-policy-2015-19-portugal>

CICECO (2023). Materiales biomiméticos, biológicos y vivos. Disponible en: <https://www.ciceco.ua.pt/?tabela=groupdetail&menu=267&language=pt&type=J&page=3>

DGE (2017). Perfil de los alumnos al finalizar la escolaridad obligatoria. Disponible en: https://www.dge.mec.pt/sites/default/files/Curriculo/Projeto_Autonomia_e_Flexibilidade/students_profile_en.pdf

DGERT (2024). Marco Nacional de Cualificaciones. Disponible en: <https://www.dgert.gov.pt/quadro-nacional-de-qualificacoes>

Eadie, Leslie y Ghosh, Tushar K. (2011). «Biomimética en textiles: pasado, presente y potencial. Una visión general». J. R. Soc. Interface. <http://doi.org/10.1098/rsif.2010.0487>

Comisión Europea (2022). Educación y formación profesional: Competencias para el presente y para el futuro. Disponible en: <https://op.europa.eu/webpub/empl/VET-skills-for-today-and-future/en/index.html>

Pacto Verde Europeo (2024). Disponible en: https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en

Fernandes, M.C.S (2011). La biomimética como concepto para una embarcación en la Ría de Aveiro. (Tesis de máster), Universidad de Aveiro. Aveiro, Portugal. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10773/10697>

RESOLUCIÓN relativa a la aprobación de la Estrategia Nacional de Investigación, Innovación y Especialización Inteligente 2022-2027 - <https://www.mcid.gov.ro/wp-content/uploads/2022/12/strategia-na-ional-de-cercetare-inovare-i-specializare-inteligent-2022-2027.pdf>

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

Ilieva L, Ursano I, Traista L, Hoffmann B, Dahy H. La biomimética como metodología de diseño sostenible: presentación del marco «Biomimética para la sostenibilidad». Biomimetics (Basilea). 30 de marzo de 2022; 7(2):37. <https://doi.org/10.3390%2Fbiomimetics7020037>

IPCA (2013). Estudiantes de Diseño Industrial hicieron volar huevos en un experimento biomimético. Disponible en: <https://ipca.pt/noticia/estudantes-de-design-industrial-fizeram-voar-ovos-em-experiencia-biomimetica/>

Katiyar, N.K., Goel, G., Hawi, S. et al. Materiales inspirados en la naturaleza: tendencias emergentes y perspectivas. NPG Asia Mater (2021), <https://doi.org/10.1038/s41427-021-00322-y>

Kleopatra Alamantariotou y Eirini Matsouki (2021). Biomimética: cómo la naturaleza inspira el diseño. Disponible en: <https://www.biomimicrygreece.gr/biomimicry-how-nature-inspires-design/>

Larisa-Emilia Cheran, Alin Cheran, Michael Thompson. CAPÍTULO 1: Biomimética y materiales en medicina. 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>

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

Ley de Educación Preuniversitaria «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). La biomimética más allá de la ingeniería. Disponible en: <https://greekwomeninstem.com/biomimicry-beyond-engineering/>

Muhammed Kamrul Islam, Paul J. Hazell, Juan P. Escobedo, Hongxu Wang. Estrategias de diseño de blindajes biomiméticos para la fabricación aditiva: una revisión. Materials & Design, volumen 205, 2021, 109730, ISSN 0264-1275, <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2021.109730>.

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

Napilay, J. (2023). Explorando la biomimética: historia, ejemplos, beneficios y retos en el diseño moderno. Disponible en: <https://bootcamp.uxdesign.cc/exploring-biomimicry-history-examples-benefits-and-challenges-in-modern-design-1c1cf1fdbf40>

Estrategia Nacional de Investigación e Innovación, Grecia (2024). Disponible en: <https://gsri.gov.gr/en/ncri/NSRI>

ORDEN relativa a la estructura del curso escolar 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 y Kishore, Aditi. (2024). Biomimética: aplicar la sabiduría de la naturaleza para transformar la agricultura. Food and Scientific Reports, 5(2): 1-8.

Soares, M. A. R. (2008). Biomimetismo y ecodiseño: desarrollo de una herramienta creativa de apoyo al diseño de productos sostenibles (Tesis de máster). Facultad de Ciencias y Tecnología de la Universidad Nova de Lisboa. Lisboa, Portugal. Disponible en: <https://run.unl.pt/handle/10362/1529>

Estrategia Nacional para el DESARROLLO SOSTENIBLE de Rumanía 2030 -
<https://www.edu.ro/sites/default/files/Strategia-nationala-pentru-dezvoltarea-durabila-a-Rom%C3%A2niei-2030.pdf>

Informe sobre el desarrollo sostenible de Grecia (2023). Disponible en: <https://dashboards.sdgindex.org/profiles/greece/indicators>

The Biomimicry Institute (2024). La biomimética es una práctica que aprende de las estrategias que se encuentran en la naturaleza y las imita para resolver los retos de diseño de la humanidad y encontrar esperanza. Disponible en: <https://biomimicry.org/what-is-biomimicry/>

Verbrugghe, N.; Rubinacci, E.; Khan, A.Z. «Biomimética en arquitectura: una revisión de definiciones, casos prácticos y métodos de diseño». *Biomimetics* 2023, 8, 107.
<https://doi.org/10.3390/biomimetics8010107>

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

Youn, S.; Ki, M.-R.; Abdelhamid, M.A.A.; Pack, S.-P. «Materiales biomiméticos para la regeneración del tejido cutáneo y la piel electrónica». *Biomimetics* 2024, 9, 278. <https://doi.org/10.3390/biomimetics9050278>.

Kyriaki Petridou (2017). Biomimética (Biomimicry): aprender de la naturaleza. Disponible en: <https://tkm.tee.gr/afierwma-tou-mhna/biomimicry-innovation-inspired-by-nature/>

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.



Diseño biomimético para el desarrollo de competencias en materia de sostenibilidad en la formación profesional

KA220-VET-00620D4B

KA220-VET - Asociaciones de cooperación en la educación y formación profesional

D2.1 Diseño de procesos basados en la biomimética para el desarrollo de competencias en materia de sostenibilidad



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva

Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

PARTE B – Marco de aprendizaje basado en proyectos a través del diseño de procesos de biomimética

Información del documento	
Referencia del proyecto	2023-1-EL01-KA220-VET-000158477
Entrega	D2.1 PARTE B - Marco de aprendizaje basado en proyectos mediante el diseño de procesos de biomimética
Nivel de difusión	Público
Fecha	15/3/2024
Versión del documento	1
Estado	Definitiva
Compartir	CC-BY-NC-ND
Autores	Stella Regoli, Etudes Et Chantiers Córcega Hariklia Tsalapatas, Universidad de Tesalia
Revisores	Ioana Stefan, Advanced Technology Systems Ahu Sismek, Instituto de Formación Profesional y Técnica Yakacik de Anatolia



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

Colaboradoras

Konstantina Vlachoutsou, Universidad de Tesalia

Olivier Heidmann, Universidad de Tesalia

Christina Taka, Universidad de Tesalia

Dimitris Ziogas, Universidad de Tesalia

Konstantinos Katsimantes, Universidad de Tesalia

Sotiris Evaggelou, Universidad de Tesalia

Apostolos Fotopoulos, Universidad de Tesalia

Ioana Stefan, ATS

Antoniú Stefan, ATS

Ancuța Georghe, ATS

Carlos Vaz de Carvalho, Campus Virtual

Laura Trevisan, Infodef



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva

Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

Índice

Colaboradores	3
1. Introducción	6
2. La necesidad de actuar contra el cambio climático y de desarrollar competencias ecológicas	8
3. Visión general del aprendizaje basado en proyectos	12
3.1 Definición del aprendizaje basado en proyectos	12
3.2 Ventajas pedagógicas del aprendizaje basado en proyectos	13
3.3 Pasos y puesta en práctica del aprendizaje basado en proyectos	14
3.4 Retos y consideraciones	14
4. La biomimética y su importancia en el diseño	15
4.1 Definición de biomimética y aspectos principales	15
4.2 Ejemplos de biomimética	16
4.3 Pasos y aplicación de la biomimética	18
4.4 Ventajas de la biomimética en el diseño	19
4.5 Retos y consideraciones	20
5. El marco LET'S MIMIC para integrar el diseño basado en la biomimética en el aprendizaje basado en proyectos	20
5.1 La matriz LET'S MIMIC	23
5.2 Ejemplos que ilustran cómo se puede integrar cada paso del proceso de biomimética en el aprendizaje basado en proyectos	1
6. Resultados del aprendizaje	4
7. Estrategias de evaluación	6



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva

Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

8.1 Evaluación formativa	6
8.2 Evaluación del rendimiento	12
8. Resumen del marco LET'S MIMIC	13
11.1 Impacto previsto	13
11.2 Orientaciones futuras	14
Referencias	15



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva

Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

1. Introducción

La biomimética, o «innovación inspirada en la naturaleza», se basa en la idea de que la naturaleza ya ha resuelto los problemas a los que se enfrentan los seres humanos hoy en día, como la energía, el transporte, la producción de alimentos, la gestión de residuos y la cooperación (Benyus, 2014). Sigue los principios fundamentales de la naturaleza, como la generación de fuentes de energía renovables, el uso eficiente de la energía, el reciclaje y la producción de materiales respetuosos con el medio ambiente. Imitar los principios y diseños de la naturaleza es fundamental para crear un mundo sostenible para el futuro de nuestro planeta. Además, el diseño de un futuro sostenible en el siglo XXI combina diferentes disciplinas mediante métodos de colaboración y cooperación.

La biomimética también está en consonancia con los objetivos de la educación STEM, ya que crea oportunidades para que los docentes impartan materias STEM y ciencias ambientales, y desarrollen las competencias del siglo XXI. Así, la biomimética ofrece un método para aprender del patrimonio del mundo natural con el fin de resolver problemas humanos y tiene como objetivo formar a amantes de la naturaleza y a estudiantes con conciencia medioambiental (Biomimicry Institute, 2017, p. 3). A medida que la comunidad mundial se enfrenta a complejos retos medioambientales y sociales, los diseñadores e ingenieros recurren al mundo natural en busca de inspiración para crear soluciones eficientes, sostenibles y resilientes. La integración de la biomimética en los planes de estudios fomenta la creatividad y las habilidades para la resolución de problemas, e inculca un profundo respeto por la naturaleza y sus procesos.

Hay un gran número de titulados en formación profesional que trabajan en diversos ámbitos económicos. Muchos sectores laborales están regulados por normas que rigen su funcionamiento, y muchos puestos de trabajo cuentan con estándares de competencias definidos. Por lo general, las personas cursan formación profesional para alcanzar el nivel de competencias o las cualificaciones necesarias para ejercer profesiones reguladas o puestos de trabajo para los que se han establecido normas sobre los niveles de competencia requeridos. Lamentablemente, muchas de las



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva

Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

normativas y estándares vigentes datan de una época en la que aún no se comprendía plenamente la necesidad de la sostenibilidad y aún no se han actualizado en profundidad para cumplir los requisitos de la transición hacia una economía verde. Es posible incluso que contribuyan a mantener un modo de funcionamiento, unos procesos de trabajo y unos métodos «como siempre», cuando esto no es sostenible, utilizando materias primas de origen e e y generando residuos y emisiones en un grado que causa un daño medioambiental innecesario.

La implementación de la educación para el desarrollo sostenible (EDS) en la FP puede servir como motor de transformación en las instituciones de FP (técnica y profesional), al ampliar el alcance de la sostenibilidad en la visión institucional y aumentar las oportunidades para desarrollar las capacidades de la comunidad y de las partes interesadas que la integran. De hecho, la EDS en la FP proporciona una herramienta mejorada para dotar a los jóvenes y adultos de las habilidades necesarias en un mundo laboral en constante cambio, incluidos los conocimientos y las competencias requeridas para la transición hacia economías y sociedades verdes.

En este contexto, la combinación del diseño de procesos basado en la biomimética y el aprendizaje basado en proyectos (ABP) surge como una estrategia pedagógica eficaz que se ajusta perfectamente a los principios de la biomimética. El ABP involucra a los alumnos en proyectos del mundo real que requieren pensamiento crítico, colaboración y aprendizaje práctico. Al trabajar en proyectos que abordan retos reales, los alumnos desarrollan una comprensión más profunda de la materia y adquieren habilidades prácticas directamente aplicables a sus futuras carreras profesionales.

Este documento elabora un marco constructivo para incorporar la biomimética en un entorno de PBL con el fin de desarrollar habilidades ecológicas y de resolución de problemas que demandan la industria y la sociedad. El marco LET'S MIMIC define los resultados de aprendizaje deseados, incluidos los conocimientos, habilidades y competencias que se espera que adquieran los estudiantes. Asimismo, describe



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva

Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

actividades de aprendizaje y estrategias de evaluación específicas, garantizando un enfoque integral y coherente de la enseñanza y el aprendizaje.

Este documento ofrece un plan detallado para que los docentes y los responsables del desarrollo curricular faciliten la implementación efectiva del PBL en proyectos de diseño basados en la biomimética a través del marco LET'S MIMIC. El objetivo final es mejorar la participación de los estudiantes y los resultados de aprendizaje, al tiempo que se fomenta la innovación y la sostenibilidad en el diseño.

2. La necesidad de actuar contra el cambio climático y de desarrollar competencias ecológicas

El cambio climático, un problema acuciante del siglo XXI, exige una acción inmediata y sostenida para mitigar sus efectos. La creciente frecuencia y gravedad de los desastres naturales, el aumento de las temperaturas globales y el deterioro de los ecosistemas subrayan la urgencia de abordar el cambio climático (IPCC, 2021). Existe una necesidad crítica de acción climática y de desarrollo de competencias ecológicas como componentes integrales para combatir el cambio climático y fomentar el desarrollo sostenible.

El consenso científico sobre el cambio climático es inequívoco: somos nosotros, las actividades humanas —en particular la quema de combustibles fósiles y la deforestación— los que estamos provocando cambios sin precedentes en el clima de la Tierra. Estos cambios plantean graves riesgos para los sistemas naturales y humanos, entre los que se incluyen:

- **Degradación medioambiental:** la pérdida de biodiversidad, la acidificación de los océanos y la deforestación están directamente relacionadas con el cambio



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva

Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

climático, lo que provoca la alteración de los ecosistemas y la disminución de los recursos naturales.

- **Repercusiones económicas:** el cambio climático afecta a la estabilidad económica debido al aumento de los costes asociados a la respuesta ante desastres, la asistencia sanitaria y los daños en las infraestructuras, lo que podría reducir significativamente el PIB mundial.
- **Riesgos sociales y sanitarios:** Las poblaciones vulnerables, especialmente en las regiones en desarrollo, se enfrentan a un mayor riesgo de escasez de alimentos y agua, problemas de salud y desplazamientos debidos a desastres provocados por el clima.

Es necesario adoptar medidas climáticas urgentes para limitar el calentamiento global a un nivel muy inferior a 2 °C por encima de los niveles preindustriales, tal y como se establece en el Acuerdo de París (CMNUCC, 2015). Alcanzar este objetivo exige un enfoque multifacético que implique cambios políticos, innovación tecnológica y una amplia participación de la sociedad. La transición hacia una economía verde es imprescindible para mitigar los efectos adversos del cambio climático y promover el desarrollo sostenible. Esta transición conlleva cambios significativos en la producción de energía, los procesos industriales, la gestión de residuos y las opciones de estilo de vida. Las competencias verdes son necesarias por varias razones:

- **Transformación económica:** a medida que las industrias adoptan prácticas más ecológicas, existe una creciente demanda de mano de obra cualificada en tecnologías y procesos sostenibles.
- **Protección del medio ambiente:** Las competencias verdes permiten a las personas y a las organizaciones reducir su huella medioambiental, conservar los recursos y proteger los ecosistemas.
- **Equidad social:** Dotar a todos los grupos sociales de competencias ecológicas garantiza una participación inclusiva en la economía verde, fomenta la equidad social y reduce las desigualdades.



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva

Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

El desarrollo de competencias verdes constituye una respuesta estratégica y necesaria al cambio climático (UNESCO, 2017). Las competencias verdes abarcan los conocimientos, las habilidades, los valores y las actitudes necesarios para vivir en una sociedad sostenible y eficiente en el uso de los recursos, así como para desarrollarla y apoyarla (OIT, 2019). La transición hacia una economía verde requiere una mano de obra dotada de estas competencias para aplicar y mantener prácticas sostenibles en diversos sectores (OCDE, 2020).

Las competencias ecológicas pueden contribuir a todos los aspectos del crecimiento social y económico sostenible y a la calidad de vida mediante la introducción de soluciones respetuosas con el medio ambiente en diversos sectores, tales como:

- **Energías renovables:** la biomimética puede inspirar tecnologías de energía renovable más eficientes. Por ejemplo, las palas de los aerogeneradores diseñadas a partir de la forma de las aletas de las ballenas o de la estructura de las alas de las aves pueden captar el viento de forma más eficaz, aumentando la producción de energía.
- **Gestión del agua:** Las soluciones de recogida y purificación de agua inspiradas en la naturaleza pueden mejorar la seguridad hídrica. Técnicas como imitar los métodos de recogida de agua de los escarabajos del desierto o los sistemas de filtración de los manglares pueden dar lugar a prácticas de gestión del agua más sostenibles.
- **Arquitectura sostenible:** La biomimética puede servir de base para el diseño de edificios energéticamente eficientes. Las estructuras que imitan los sistemas de ventilación natural de los termiteros o los mecanismos de refrigeración de los cactus pueden reducir la necesidad de calefacción y refrigeración artificiales, lo que disminuye el consumo de energía.
- **Agricultura y seguridad alimentaria:** La adopción de prácticas agrícolas inspiradas en los ecosistemas naturales, como los policultivos que imitan la diversidad y la resiliencia de las comunidades vegetales naturales, puede mejorar



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva

Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

la salud del suelo, aumentar los rendimientos y reducir la dependencia de los insumos químicos.

- **Gestión de residuos:** La biomimética ofrece soluciones para la reducción y el reciclaje de residuos. Por ejemplo, los modelos de economía circular inspirados en los sistemas de ciclo cerrado de los ecosistemas pueden minimizar los residuos y mejorar la eficiencia en el uso de los recursos.

Los sistemas educativos y los programas de formación desempeñan un papel fundamental en el desarrollo de competencias ecológicas. La integración de la sostenibilidad en los planes de estudios a todos los niveles, desde la educación primaria hasta la educación superior y la formación profesional, garantiza que las generaciones futuras estén preparadas para hacer frente a los retos climáticos. Además, el desarrollo profesional continuo y las oportunidades de recualificación para la mano de obra actual son necesarios para adaptarse a las demandas cambiantes de una economía verde.

Dados los efectos de gran alcance y potencialmente catastróficos del cambio climático, nunca se insistirá lo suficiente en la urgencia de la acción climática. El desarrollo de competencias ecológicas es un imperativo estratégico que respalda la transición hacia un futuro sostenible y con bajas emisiones de carbono. Al invertir en educación y formación, las sociedades pueden capacitar a las personas para que contribuyan a las soluciones climáticas, impulsen el crecimiento económico a través de empleos verdes y garanticen un mundo resiliente y equitativo para las generaciones futuras. Los esfuerzos concertados a nivel local, nacional y mundial son esenciales para alcanzar estos objetivos y asegurar un futuro sostenible para todos.



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva

Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

3. Visión general del aprendizaje basado en proyectos

3.1 Definición del aprendizaje basado en proyectos

El aprendizaje basado en proyectos (ABP) es una metodología didáctica que anima a los alumnos a aprender y aplicar conocimientos y habilidades a través de una experiencia atractiva centrada en proyectos complejos, del mundo real y significativos (Thomas, 2000). A diferencia de los métodos pedagógicos tradicionales, que se basan en la memorización mecánica y el aprendizaje pasivo, el PBL sitúa a los alumnos en el centro del proceso de aprendizaje, permitiéndoles explorar y resolver problemas significativos y haciendo hincapié en el aprendizaje activo, el pensamiento crítico, la colaboración y la aplicación de los conocimientos a situaciones del mundo real. El PBL fomenta el aprendizaje profundo al permitir a los alumnos explorar y dar respuesta a preguntas, problemas o retos complejos.

Entre las características clave del PBL se incluyen (Larmer y Mergendoller, 2010):

- **Aprendizaje centrado en el alumno:** los alumnos se hacen responsables de su propio aprendizaje, trabajando de forma independiente o en grupo para explorar y abordar la pregunta o el reto central del proyecto.
- **Enfoque interdisciplinar:** los proyectos de PBL suelen integrar múltiples áreas temáticas, lo que ayuda a los alumnos a establecer conexiones entre diferentes campos del conocimiento.
- **Investigación y análisis en profundidad:** los alumnos participan en un aprendizaje basado en la investigación, buscando y recopilando información para fundamentar sus proyectos.



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva

Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

- **Colaboración:** los alumnos colaboran con sus compañeros, con los docentes y, en ocasiones, con expertos externos, lo que fomenta el trabajo en equipo y las habilidades de comunicación.
- **Evaluación auténtica:** La evaluación en el PBL se basa en el rendimiento y se centra en el proceso y el producto final, en lugar de en las pruebas y exámenes tradicionales. La evaluación auténtica evalúa las competencias de los alumnos de una manera que simula su uso real en el mundo real. Confirma que los alumnos son capaces de utilizar esas competencias y trasladarlas del entorno académico a la vida cotidiana.
- **Participación y elección de los alumnos:** Los alumnos tienen **voz** y voto en la orientación de su proyecto, incluidas las decisiones sobre el proceso y el resultado.
- **Reflexión:** La reflexión continua sobre las experiencias de aprendizaje, los procesos y los resultados es parte integral del PBL.
- **Crítica y revisión:** Los alumnos ofrecen, reciben y utilizan comentarios para mejorar su trabajo y su comprensión.
- **Beneficios para las comunidades:** Los resultados de los proyectos suelen compartirse con un público más allá del aula.

3.2 Ventajas pedagógicas del aprendizaje basado en proyectos

El ABP ofrece numerosas ventajas que mejoran los resultados educativos y preparan a los alumnos para los retos futuros (Blumenfeld et al., 1991):

- **Aprendizaje más profundo:** Al abordar problemas del mundo real, los alumnos desarrollan una comprensión más profunda de la materia y sus aplicaciones.
- **Pensamiento crítico y resolución de problemas:** el PBL fomenta las habilidades de pensamiento de orden superior, ya que los alumnos analizan, sintetizan y evalúan la información.



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva

Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

- **Colaboración y comunicación:** al trabajar en equipo, los alumnos mejoran su capacidad para colaborar, comunicarse de forma eficaz y gestionar conflictos.
- **Implicación y motivación:** la autenticidad y la relevancia de los proyectos aumentan la implicación de los estudiantes y su motivación intrínseca.
- **Desarrollo de competencias transversales:** el PBL ayuda a los alumnos a adquirir competencias esenciales como la investigación, la gestión de proyectos y el aprendizaje autónomo.
- **Preparación para el futuro:** el PBL prepara a los alumnos para las complejidades del mundo moderno mediante el desarrollo de la adaptabilidad, la creatividad y las habilidades de aprendizaje a lo largo de toda la vida.

3.3 Pasos y puesta en práctica del aprendizaje basado en proyectos

Los cuatro pasos fundamentales del PBL son (Bell, 2010):

1. **Puesta en marcha del proyecto:** presentar el proyecto, establecer objetivos e iniciar sesiones de lluvia de ideas.
2. **Ideación e investigación:** Realizar investigaciones y exploraciones para generar ideas y formular hipótesis.
3. **Desarrollo, crítica y revisión:** Creación de prototipos, recepción de comentarios y realización de mejoras iterativas.
4. **Presentación y defensa de soluciones:** presentar la solución final y defender las decisiones de diseño mediante presentaciones formales y debates reflexivos.

3.4 Retos y consideraciones

La implementación del ABP en entornos educativos requiere una planificación y un apoyo minuciosos. En cuanto al diseño de las actividades, los proyectos deben estructurarse cuidadosamente para que se ajusten a los estándares académicos y a los objetivos de aprendizaje, al tiempo que permiten la autonomía de los alumnos. El papel de los docentes evoluciona hacia el de facilitadores y guías, proporcionando recursos,



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva

Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

andamiaje y apoyo según sea necesario. La evaluación en el ABP es multifacética e incluye evaluaciones formativas, evaluaciones entre pares y evaluaciones sumativas del producto final y del proceso. Los educadores necesitan una formación profesional continua para diseñar, gestionar y evaluar de manera eficaz las experiencias de PBL. La implementación del PBL puede requerir recursos significativos, como tiempo, materiales y acceso a conocimientos especializados (Krajcik y Blumenfeld, 2006).

4. La biomimética y su importancia en el diseño

4.1 Definición y aspectos principales de la biomimética

La biomimética, término derivado de las palabras griegas «bios» (vida) y «mimesis» (imitación), es un enfoque interdisciplinar que busca resolver los retos de la humanidad emulando los patrones y estrategias de la naturaleza, probados a lo largo del tiempo (Benyus, 1997). El concepto consiste en estudiar entidades y procesos biológicos para inspirar soluciones innovadoras en diversos campos, como la ingeniería, el diseño, la arquitectura y la tecnología. El objetivo es crear productos y sistemas más eficientes, e incluso sostenibles y resilientes, aprovechando el ingenio de la naturaleza. La biomimética consiste en estudiar e imitar las formas, los procesos y los ecosistemas de la naturaleza para obtener inspiración a la hora de abordar los retos actuales. Este enfoque interdisciplinar tiende un puente entre la biología, la ingeniería, el diseño y la innovación, con el objetivo de crear soluciones sostenibles aprendiendo de la eficiencia y la resiliencia inherentes a los sistemas naturales. Aprovecha los millones de años de perfeccionamiento evolutivo propios de los sistemas naturales, lo que da lugar a soluciones intrínsecamente sostenibles y eficientes (Vincent et al., 2006).

Los aspectos principales de la biomimética son (Bhushan, 2009):

- **Emulación de formas naturales:** diseñar estructuras y materiales que imiten las formas y figuras que se encuentran en la naturaleza, como el cuerpo



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva

Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

aerodinámico de un pez para vehículos hidrodinámicos o la estructura hexagonal de un panal de abejas para materiales ligeros y resistentes.

- **Emulación de procesos naturales:** adopción de procesos observados en la naturaleza, como la fotosíntesis para la producción de energía o las propiedades autolimpiantes de las hojas de loto para crear superficies que repelen la suciedad y el agua.
- **Emulación de ecosistemas naturales:** Creación de sistemas que funcionan como los ecosistemas naturales, en los que los residuos de un proceso se convierten en materia prima para otro, con el objetivo de lograr sistemas de cero residuos y de ciclo cerrado.

4.2 Ejemplos de biomimética

La biomimética está presente en soluciones ampliamente utilizadas en la vida cotidiana y en el ámbito empresarial. Entre los ejemplos de productos o soluciones diseñados mediante biomimética se incluyen:

- **Velcro®:** Inspirado en la forma en que las bardanas se adhieren al pelaje de los animales, el Velcro utiliza pequeños ganchos y bucles para crear un sistema de sujeción robusto y reutilizable.
- **Diseño del tren bala:** La forma del morro del tren bala Shinkansen se inspiró en el pico del martín pescador, lo que reduce el ruido y mejora la eficiencia energética.
- **Materiales autorreparables:** inspirándose en los sistemas biológicos que se reparan a sí mismos, los investigadores están desarrollando materiales capaces de reparar automáticamente grietas y daños.
- **Efecto loto:** inspiradas en la capacidad de las hojas de loto para repeler el agua y autolimpiarse, las superficies autolimpiables para ventanas, pinturas y textiles repelen el agua y la suciedad.



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva

Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

- **Cinta de gecko:** Inspirada en las patas del gecko, que utilizan estructuras de pelos microscópicos para adherirse a las superficies, las cintas adhesivas y los robots trepadores pueden adherirse a las paredes sin necesidad de pegamento.
- **Aerogeneradores con aletas de ballena:** inspirados en las aletas de las ballenas jorobadas con tubérculos (protuberancias), las palas de los aerogeneradores con borde dentado aumentan la eficiencia y la estabilidad al reducir la resistencia aerodinámica.
- **Termiteros:** Los sistemas de ventilación natural de los termiteros han inspirado diseños de refrigeración y ventilación pasivas en edificios, como el Eastgate Centre de Harare, en Zimbabwe.
- **Alas de mariposa:** Las escamas iridiscentes de las alas de mariposa han inspirado materiales que cambian de color para textiles, sensores y pantallas sin necesidad de tintes ni pigmentos.
- **Piel de tiburón:** Las crestas microscópicas de la piel de tiburón, que reducen la resistencia aerodinámica e impiden que las bacterias se adhieran, han inspirado recubrimientos antiincrustantes para barcos, superficies antibacterianas para dispositivos médicos y trajes de baño aerodinámicos.
- **Condensación del escarabajo:** El escarabajo del desierto de Namib, que recoge agua de la niebla en su caparazón texturizado, ha servido de inspiración para sistemas de recogida de agua en regiones áridas que utilizan superficies capaces de capturar y canalizar la humedad del aire.

La biomimética ofrece una forma de innovar de manera sostenible aprendiendo e imitando las estrategias que han permitido que la vida prospere en la Tierra durante miles de millones de años. La integración de la biomimética en el plan de estudios de diseño a través del aprendizaje basado en proyectos (PBL) dota a los estudiantes de conocimientos y habilidades de vanguardia y fomenta una mentalidad ética y sostenible. Este enfoque holístico de la educación prepara a los estudiantes para convertirse en diseñadores innovadores y responsables, capaces de abordar los retos apremiantes del siglo XXI.



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva

Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

4.3 Pasos y aplicación de la biomimética

El proceso de diseño basado en la biomimética implica varios pasos clave para garantizar que los principios y estrategias que se encuentran en la naturaleza se apliquen de forma eficaz a los retos humanos. A continuación se ofrece una descripción detallada de los pasos típicos de un proceso de diseño basado en la biomimética:

- **Definir:** Define claramente el impacto que deseas que tu diseño tenga en el mundo, así como los criterios y las limitaciones que determinarán su éxito. El objetivo de esta fase no es determinar el contenido de tu diseño o creación, sino comprender su propósito, su público y su contexto. Puede resultar tentador acelerar este proceso; sin embargo, esto puede dar lugar a conclusiones prematuras.
- **Biologizar:** Examina las funciones críticas y el contexto que debe abordar tu solución de diseño. Reformúlalas en términos biológicos para poder «consultar a la naturaleza». Este paso tiene como objetivo formular una o más preguntas del tipo «¿Cómo hace la naturaleza para...?» que puedan servir de base para tu investigación mientras buscas modelos biológicos en el paso siguiente (Descubrir) de la Espiral del Diseño.
- **Descubrir:** Busca modelos naturales (por ejemplo, organismos y ecosistemas) que aborden las funciones y el contexto de tu solución de diseño. Determina las estrategias que facilitan su supervivencia y prosperidad. Esta fase hace hincapié en la adquisición de información y la realización de investigaciones.
- **Abstracción:** Realiza un examen exhaustivo de los componentes o mecanismos críticos que contribuyen a la eficacia de las estrategias biológicas. Asegúrate de comprender las características con precisión utilizando bocetos y anotándolas en un lenguaje claro. El desarrollo de una estrategia de diseño tiene como objetivo facilitar la conversión de los conocimientos biológicos en soluciones de diseño.
- **Emular:** Busca patrones y relaciones entre las estrategias que has identificado y céntrate en las lecciones principales que deben guiar tu solución. Formula



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva

Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

conceptos de diseño basados en estas estrategias. La emulación es el principio fundamental de la biomimética; consiste en aplicar los conocimientos obtenidos de los organismos vivos a los problemas que los seres humanos buscan resolver. La emulación es un proceso exploratorio e e que tiene como objetivo captar una «receta» o «plan» del ejemplo de la naturaleza que pueda replicarse en nuestros diseños, en lugar de una copia mecánica de las estrategias de la naturaleza.

- **Evaluar:** Evalúa los conceptos de diseño en cuanto a su adecuación a los criterios y limitaciones del reto de diseño, así como a su compatibilidad con los sistemas de la Tierra. Evalúa la viabilidad del modelo técnico y de negocio. Revisa y vuelve a examinar los pasos anteriores según sea necesario para generar una solución viable.

Cada paso del proceso de diseño biomimético hace hincapié en aprender de la sabiduría de la naturaleza, garantizando que las soluciones sean eficaces, sostenibles y estén en armonía con el mundo natural.

4.4 Ventajas de la biomimética en el diseño

La biomimética ofrece ventajas en el diseño, que pueden resumirse de la siguiente manera (Kennedy, 2016):

- **Innovación:** La biomimética inspira soluciones de diseño innovadoras que a menudo superan a los enfoques convencionales. Al aprender de la naturaleza, los diseñadores pueden desarrollar nuevos materiales, estructuras y procesos que son a la vez eficaces y sostenibles.
- **Sostenibilidad:** Los sistemas naturales son intrínsecamente sostenibles, ya que funcionan en ciclos cerrados con un mínimo de residuos. La biomimética fomenta el desarrollo de tecnologías y prácticas sostenibles que reducen el impacto medioambiental.
- **Resiliencia:** La naturaleza ha evolucionado para prosperar en diversas condiciones, lo que da lugar a diseños resilientes y adaptables. Los diseños



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva

Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

biomiméticos pueden soportar mejor las condiciones ambientales y sociales cambiantes.

- **Estética:** Los diseños naturales suelen ser intrínsecamente bellos, lo que resulta atractivo para el sentido estético humano y mejora la experiencia del usuario.
- **Eficiencia:** Los diseños de la naturaleza están optimizados para la eficiencia energética y de recursos, lo que da lugar a soluciones que reducen los residuos y minimizan el consumo de recursos.

4.5 Retos y consideraciones

Aunque la biomimética ofrece un gran potencial, es necesario abordar una serie de retos y consideraciones. Entre ellos se encuentra la complejidad de la naturaleza, ya que comprender y replicar la complejidad de los sistemas naturales puede resultar difícil y requiere una investigación exhaustiva y una colaboración interdisciplinar. También está la cuestión de la escalabilidad: traducir los principios biomiméticos en soluciones escalables que puedan adoptarse de forma generalizada sigue siendo un reto. Por último, un reto para la aplicación de la biomimética es la propiedad intelectual, ya que las innovaciones inspiradas en la naturaleza pueden plantear cuestiones sobre los derechos de propiedad intelectual y el intercambio de conocimientos biomiméticos (Bar-Cohen, 2006).

5. El marco LET'S MIMIC para integrar el diseño biomimético en el aprendizaje basado en proyectos

El marco de PBL para el proyecto de diseño basado en la biomimética se estructura en torno a los principios clave del PBL, lo que garantiza un proceso de aprendizaje sistemático y práctico. Como se ha indicado anteriormente, los pasos clave del PBL son



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva

Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

el lanzamiento del proyecto, la ideación y la investigación, el desarrollo, la crítica, la revisión, la presentación y la defensa de las soluciones.

El marco LET'S MIMIC se ha diseñado utilizando el PBL como base de la estructura de aprendizaje, integrando la biomimética. El resultado incorpora lo mejor de ambas metodologías, capacitando a los alumnos para innovar inspirándose en la naturaleza. A continuación se presenta el proceso de diseño biomimético y cómo se alinea con el aprendizaje basado en proyectos (PBL)

1. Identificar el reto (PBL) / Definir el problema (biomimética)

- **PBL:** Identificar un problema del mundo real para explorarlo y resolverlo.
- **Biomimética:** Definir el reto de diseño mediante la comprensión del problema específico que la naturaleza podría haber resuelto ya.
- **Integración:** Enmarcar los proyectos en torno a retos naturales o problemas centrados en la sostenibilidad, como las energías renovables o la reducción de residuos.

2. Investigación y indagación (PBL) / Aportar una perspectiva biológica al reto (biomimética)

- **PBL:** Investigar el problema y buscar posibles soluciones.
- **Biomimética:** Descomponer el reto en sus necesidades y procesos fundamentales, analizando el problema a través de las estrategias de la naturaleza.
- **Integración:** Analizar el problema preguntándose: «¿Cómo resuelve la naturaleza este reto?». Por ejemplo, podrían investigar cómo los animales aíslan sus hogares y aplicar esos principios al diseño de edificios.

3. Ideación y diseño de soluciones (PBL) / Descubrir modelos naturales (biomimética)

- **Paso del PBL:** Hacer una lluvia de ideas y generar propuestas de posibles soluciones.



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva

Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

- **Paso de biomimética:** Busca organismos, ecosistemas o procesos naturales que resuelvan retos similares.
- **Integración:** Explora ejemplos de soluciones de la naturaleza, como la estructura de un panal de abejas para un uso eficiente del espacio o la repelencia al agua de una hoja de loto para materiales autolimpiables.

4. Resumen (biomimética)

- **Biomimética:** Extrae los principios o estrategias subyacentes de los modelos naturales (p. ej., eficiencia, adaptabilidad, resiliencia).
- **Integración:** Generalizar las estrategias de la naturaleza, como la resistencia a pesar de su ligereza de los huesos de las aves, para aplicar estos principios al diseño de su proyecto. Este paso anima a los alumnos a pensar de forma más amplia sobre cómo se pueden adaptar los principios biológicos a los retos humanos.

5. Desarrollo de prototipos (PBL) / Emulación (biomimética)

- **PBL:** Crear prototipos de las soluciones propuestas y comenzar a probarlos.
- **Biomimética:** Emular principios abstraídos de la naturaleza para crear un diseño sostenible que resuelva el problema.
- **Integración:** Construir prototipos que imiten las estrategias de la naturaleza, como crear sistemas de ventilación inspirados en los termiteros o diseñar superficies inspiradas en la piel de tiburón con fines antiincrustantes.

6. Pruebas y retroalimentación (PBL) / Evaluar y perfeccionar (biomimética)

- **PBL:** Probar los prototipos, recabar comentarios y realizar los ajustes necesarios.
- **Biomimética:** Evaluar la eficacia y la sostenibilidad del diseño, perfeccionando la solución en función de los comentarios recibidos y asegurándose de que se ajusta a los principios de la naturaleza.



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva

Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

- **Integración:** Comprobar la eficacia de las soluciones inspiradas en la naturaleza propuestas y realizar iteraciones en función de la eficiencia, el impacto medioambiental y la funcionalidad.

7. Presentar la solución (PBL) / Contextualizar y aplicar (biomimética)

- **PBL:** Presentar las soluciones a la clase o a la comunidad.
- **Biomimética:** Contextualizar la solución biomimética aplicándola a situaciones del mundo real, sin dejar de mantenerla en consonancia con los principios naturales y sostenibles.
- **Integración:** Explicar cómo su diseño final resuelve el problema y sigue el ejemplo de la naturaleza, contribuyendo a soluciones sostenibles.

5.1 La matriz LET'S MIMIC

La siguiente matriz describe la alineación entre los pasos **del Aprendizaje Basado en Proyectos (PBL)** y el **proceso de diseño biomimético dentro del marco LET'S MIMIC**, destacando cómo cada etapa del PBL puede incorporar los principios de la biomimética. Esta integración anima a los alumnos a analizar y resolver problemas del mundo real buscando inspiración en la naturaleza, lo que, en última instancia, fomenta soluciones creativas, sostenibles y eficientes. Al combinar estos procesos, los alumnos participan en un aprendizaje práctico al tiempo que aplican estrategias naturales a retos de diseño centrados en las personas.

Etapa del PBL	Etapa del proceso de diseño biomimético	Ejemplo de integración
Identificar el reto	Definir el problema	Enmarcar el reto como una cuestión de sostenibilidad que la naturaleza puede ayudar a resolver



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva

Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

Investigación y análisis	Enfoque el reto desde una perspectiva biológica	Analizar el problema desde una perspectiva biológica
Generación de ideas y diseño de soluciones	Descubrir modelos naturales	Utilizar ejemplos de la naturaleza, como los patrones de crecimiento de las plantas, para encontrar soluciones
Ideación y diseño de soluciones	Resumen	Generalizar los principios naturales (p. ej., resistencia, eficiencia) para una aplicación más amplia
Desarrollo de prototipos	Emular	Construir prototipos basados en principios naturales abstraídos (por ejemplo, diseñar una estructura inspirada en una telaraña)
Pruebas y retroalimentación	Evaluar y perfeccionar	Probar soluciones que tengan en cuenta la sostenibilidad y la compatibilidad ecológica en un mínimo de
Presentar la solución	Contextualizar y aplicar	Presentar cómo la solución integra la biomimética y la sostenibilidad

Tabla1. Integración del aprendizaje basado en proyectos y el diseño biomimético en el marco metodológico de LET'S MIMIC.



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva

Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

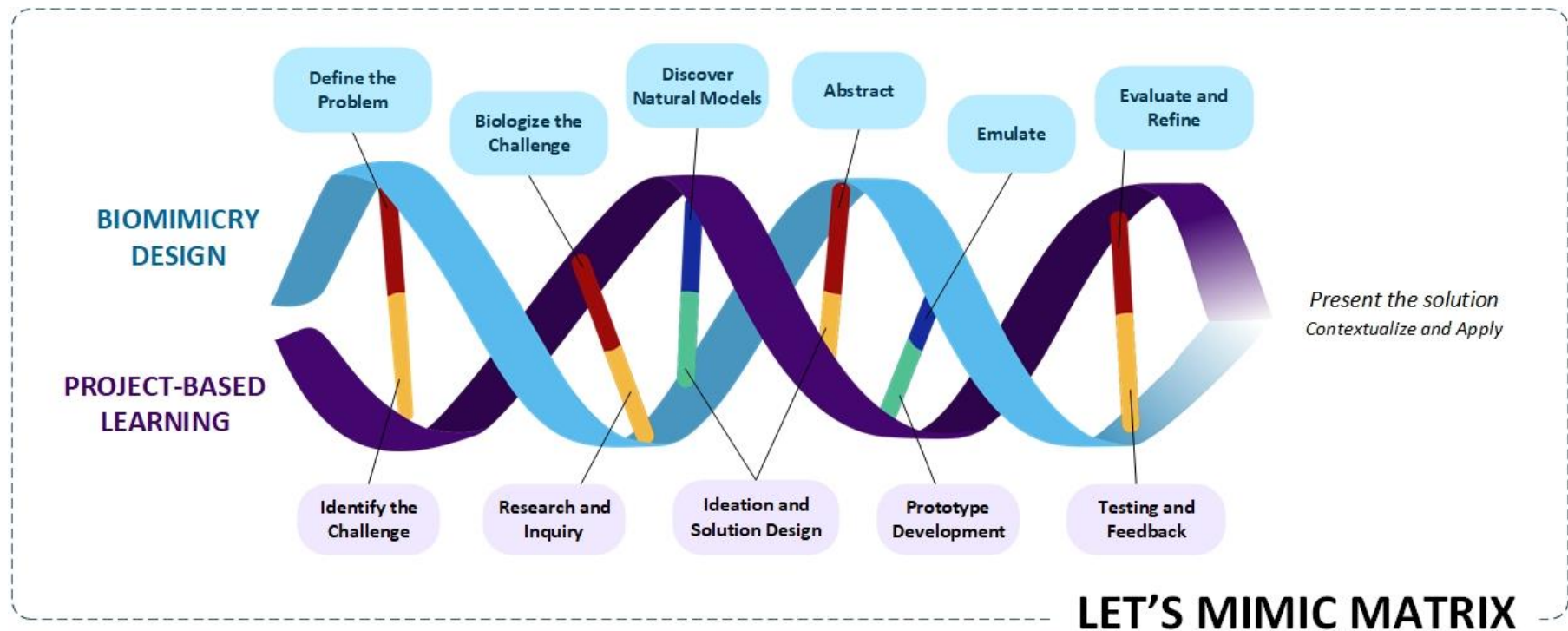


Figura1. Marco metodológico de LET'S MIMIC que integra el proceso de diseño biomimético con el aprendizaje basado en proyectos.



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

5.2 Ejemplos que ilustran cómo se puede integrar cada paso del proceso de biomimética en el PBL

La integración del **proceso de diseño biomimético** con **el aprendizaje basado en proyectos (PBL)** mejora la capacidad de los alumnos para resolver problemas del mundo real buscando soluciones sostenibles en la naturaleza. Cada paso del PBL se alinea con una etapa correspondiente del proceso biomimético, lo que permite a los alumnos abordar los retos con creatividad y pensamiento sistémico. Al estudiar cómo ha evolucionado la naturaleza para hacer frente a retos similares, los alumnos pueden diseñar soluciones innovadoras que sean a la vez eficientes y ecológicamente sostenibles.

Los siguientes ejemplos ilustran cómo se puede integrar cada paso del proceso de biomimética en el PBL, utilizando como tema central un reto relacionado con **la conservación del agua**. Estos ejemplos destacan los modelos y principios naturales en los que los alumnos pueden inspirarse, animándoles a emular las estrategias de la naturaleza, probadas a lo largo del tiempo, en el diseño de sus proyectos.

1. Identificar el reto (PBL) / Definir el problema (biomimética)

- **Ejemplo:** Los alumnos identificaron el reto de la escasez de agua en las zonas urbanas debido al uso ineficiente y al desperdicio de agua.
- **Enfoque de la biomimética:** Definir el problema preguntándose cómo la naturaleza conserva y utiliza el agua de forma eficiente. La naturaleza suele emplear mecanismos eficientes de almacenamiento de agua, con pérdidas mínimas y reutilización.
- **Integración:** Enmarcar el proyecto en torno al diseño de un sistema eficiente en el uso del agua inspirado en la naturaleza, como la forma en que las plantas conservan el agua en entornos áridos.

2. Investigación y indagación (PBL) / Biologizar el reto (biomimética)



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva

Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

- **Ejemplo:** Investiga el problema de la escasez de agua en las zonas urbanas y examina las soluciones existentes, como las tecnologías de filtración y conservación del agua.
- **Enfoque de biomimética:** Desglosa el problema en necesidades fundamentales, como el almacenamiento, la filtración y la minimización de la pérdida de agua. Investiga cómo los sistemas naturales desempeñan funciones similares.
- **Integración:** Investigar soluciones biológicas para la conservación del agua, como la forma en que las plantas del desierto almacenan agua o cómo ciertos animales sobreviven en condiciones áridas.

3. Generación de ideas y diseño de soluciones (PBL) / Descubrimiento de modelos naturales (biomimética)

- **Ejemplo:** Empieza a generar ideas sobre posibles soluciones y descubre modelos naturales. Observa ejemplos de la naturaleza, como la forma en que los cactus almacenan agua o cómo los castores crean sistemas de filtración naturales en sus presas.
- **Enfoque de biomimética:** Busca organismos o ecosistemas específicos que hayan desarrollado soluciones para la conservación del agua.
- **Integración:** Identifica un modelo natural, por ejemplo, cómo ciertos escarabajos del desierto de Namib recogen agua de la niebla en sus alas, y reflexiona sobre cómo esto puede aplicarse a la tecnología humana.

4. Resumen (biomimética)

- **Ejemplo:** Extrae el principio clave de la técnica de recolección de agua de la niebla del escarabajo: **la textura y la forma de la superficie** se utilizan para capturar el agua.
- **Enfoque de biomimética:** Abstrae esta estrategia en un principio de diseño: utilizar superficies especializadas para recoger agua del aire.



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva

Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

- **Integración:** Generalizar el principio de utilizar la estructura y la textura para la recogida de agua y reflexionar sobre cómo se puede aplicar al diseño de sistemas urbanos de agua, como tejados que captan la humedad del aire.

5. Desarrollo de prototipos (PBL) / Emulación (biomimética)

- **Ejemplo:** Desarrollar un prototipo de sistema de recogida de agua para viviendas urbanas. Su diseño emula la estrategia del escarabajo creando una superficie que capta el agua de la niebla o el rocío.
- **Enfoque biomimético:** Diseñar el prototipo emulando la forma y la función de modelos naturales, utilizando los principios abstraídos para orientar el diseño.
- **Integración:** Crear un sistema para tejados con una superficie texturizada similar a las alas del escarabajo, optimizado para recoger y canalizar el agua hacia un depósito de almacenamiento.

6. Pruebas y retroalimentación (PBL) / Evaluar y perfeccionar (biomimética)

- **Ejemplo:** Probar el sistema de recogida de agua propuesto en diferentes condiciones ambientales, midiendo su eficacia a la hora de recoger agua de la humedad del aire.
- **Enfoque biomimético:** Evaluar el rendimiento del diseño y asegurarse de que se ajusta a los principios de sostenibilidad y eficiencia natural.
- **Integración:** Perfeccionar el diseño basándose en los comentarios de las pruebas, ajustando la textura o el tamaño de la superficie para mejorar la recogida de agua. Se aseguran de que el diseño sea eficiente desde el punto de vista energético, al igual que los procesos de la naturaleza.

7. Presentar la solución (PBL) / Contextualizar y aplicar (biomimética)

- **Ejemplo:** Presentar el diseño final del sistema de recogida de agua propuesto ante la clase o la comunidad, explicando cómo su diseño se inspira en la



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva

Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

naturaleza y cómo puede ayudar a abordar la escasez de agua en las zonas urbanas.

- **Enfoque biomimético:** Contextuar el diseño explicando cómo encaja en aplicaciones del mundo real y contribuye a resolver los retos de sostenibilidad.
- **Integración:** Destaca cómo el sistema de recogida de agua propuesto imita los procesos naturales y puede implementarse en zonas urbanas para reducir la dependencia de las fuentes de agua tradicionales y hacer que las ciudades sean más resilientes ante la sequía.

Estos ejemplos ilustran cómo el **proceso de diseño biomimético** puede aplicarse a cada paso del **aprendizaje basado en proyectos**, desde la identificación de un reto hasta la presentación de una solución final, al tiempo que se fomenta la resolución creativa de problemas inspirada en la naturaleza.

6. Resultados del aprendizaje

El marco de aprendizaje propuesto, que integra la biomimética en el aprendizaje basado en proyectos (PBL), contribuye al desarrollo de **los conocimientos, habilidades y competencias** en materia de sostenibilidad que demandan la industria y la sociedad:

- **Conocimientos:** La comprensión y el dominio de conceptos, principios y teorías clave relacionados con las habilidades de sostenibilidad en la formación profesional, según se desprende de la investigación documental y los resultados de los cuestionarios.
- **Habilidades:** Las capacidades prácticas y competencias desarrolladas a través de experiencias y actividades de aprendizaje prácticas destinadas a aplicar eficazmente los principios de sostenibilidad en los contextos de la formación profesional.
- **Competencias:** Las capacidades y aptitudes más amplias adquiridas, entre las que se incluyen el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la toma de



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva

Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

decisiones, necesarias para integrar la sostenibilidad en los planes de estudios de la formación profesional.

Además, contribuye al desarrollo de **habilidades** «verdes» no técnicas, muy valoradas en el mercado laboral. Entre ellas se incluyen:

- **Curiosidad e inspiración:** la biomimética consiste en resolver problemas del mundo real imitando los diseños y procesos de la naturaleza, lo que hace que el aprendizaje resulte más relevante y atractivo para los alumnos. El mundo natural ofrece ejemplos fascinantes que pueden despertar la curiosidad e inspirar a los alumnos a explorar y aprender.
- **Pensamiento crítico, resolución de problemas complejos y habilidades de pensamiento sistémico:** la biomimética desafía a los estudiantes a resolver problemas complejos y reales, fomentando el pensamiento crítico y las habilidades innovadoras para la resolución de problemas. Comprender cómo funcionan los sistemas naturales y aplicar estos principios requiere y desarrolla capacidades de pensamiento sistémico.
- **Aprendizaje contextual:** La biomimética ayuda a desarrollar un conocimiento integrado al combinar de forma inherente la biología, la ingeniería, el diseño y las ciencias ambientales, lo que proporciona una experiencia de aprendizaje rica e interdisciplinar. Los alumnos pueden establecer conexiones e es entre diferentes materias y comprender cómo se aplican en contextos del mundo real.
- **Conciencia medioambiental y pensamiento ético:** Aprender de la naturaleza fomenta el aprecio por el medio ambiente y la importancia de la sostenibilidad. Los estudiantes aprenden a tener en cuenta las implicaciones éticas y el impacto a largo plazo de sus diseños y soluciones.
- **Creatividad e innovación:** La biomimética anima a los estudiantes a pensar de forma creativa, utilizando la naturaleza como modelo, guía y referencia para soluciones innovadoras.



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva

Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

- **Pensamiento de diseño:** La integración de los principios del pensamiento de diseño con la biomimética fomenta la creatividad y los procesos de desarrollo iterativos.
- **Colaboración:** El PBL suele implicar proyectos colaborativos, lo que ayuda a los alumnos a desarrollar habilidades de trabajo en equipo y de comunicación.
- **Comunicación:** Los alumnos presentan con frecuencia sus hallazgos y soluciones, lo que mejora su capacidad para comunicar ideas complejas de forma eficaz.
- **Aprendizaje práctico y experiencial:** el PBL y la biomimética incluyen actividades prácticas, experimentos y aplicaciones en el mundo real, lo que puede mejorar la comprensión y la retención de conocimientos. Los estudiantes adquieren habilidades prácticas en investigación, creación de prototipos, pruebas e iteración.
- **Resiliencia y adaptabilidad:** Estudiar cómo los organismos se adaptan a su entorno enseña a los alumnos resiliencia y adaptabilidad, habilidades esenciales para el mundo moderno. La naturaleza iterativa de los proyectos de biomimética ayuda a los alumnos a aprender a afrontar el fracaso y a persistir ante los retos.

7. Estrategias de evaluación

La evaluación en el contexto del marco LET'S MIMIC se basa en los métodos del PBL y en los enfoques de aprendizaje autorregulado. Implica una evaluación formativa para supervisar el progreso de los alumnos y una evaluación del rendimiento para valorar los resultados. Estas estrategias son fundamentales para garantizar que se alcancen los objetivos de aprendizaje de forma eficaz.

8.1 Evaluación formativa

La evaluación formativa, impulsada por el marco del ABP, se centra en proporcionar retroalimentación continua a los estudiantes. Permite a los mentores supervisar la comprensión de los estudiantes, ajustar las estrategias docentes y orientar a los



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva

Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

estudiantes para que alcancen los resultados de aprendizaje deseados. Los métodos de evaluación formativa pueden incluir:

- **Evaluación entre compañeros:** Oportunidades para que los estudiantes evalúen el trabajo de los demás, lo que fomenta la colaboración y el pensamiento crítico al debatir y reflexionar sobre las aportaciones de sus compañeros.
- **Autorreflexión:** actividades de reflexión en las que los estudiantes evalúan su aprendizaje y su progreso, identificando las áreas en las que necesitan un mayor desarrollo. Esto está relacionado con el enfoque de aprendizaje autorregulado que se fomenta a través de la metodología LET'S MIMIC, cuyo objetivo es mejorar la capacidad de los estudiantes para gestionar sus procesos de aprendizaje, enseñándoles a planificar, supervisar y evaluar sus estrategias de aprendizaje y su progreso. A un nivel más detallado, evalúa la capacidad de los estudiantes para comprender y explorar una tarea, fijar metas y planificar actividades, alcanzar objetivos, etc.

La evaluación formativa respalda la naturaleza iterativa del PBL al fomentar la mejora continua y promover un entorno de aprendizaje propicio en el que los alumnos puedan experimentar y aprender de sus errores.

A continuación se presentan algunos métodos prácticos de evaluación formativa, junto con herramientas que pueden utilizarse para medir la comprensión y el progreso de los alumnos durante el aprendizaje. Estos métodos ayudan a proporcionar retroalimentación oportuna tanto a los educadores como a los alumnos para una mejora continua.

1. Fichas de salida

- **Método:** Al final de una clase, pide a los alumnos que respondan brevemente a una pregunta o consigna concreta.
- **Herramientas:**
 - **Google® Forms o Microsoft® Forms** para las fichas de salida digitales.



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva

Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

- **Padlet®** para fichas de salida compartidas con toda la clase, con comentarios o ideas.

Ejemplo: Pregunta: «¿Qué es lo que más has aprendido hoy y qué duda te queda?». Los alumnos pueden escribir o enviar sus respuestas rápidamente, lo que permite conocer su nivel de comprensión.

2. Cuestionarios y encuestas

- **Método:** Utiliza cuestionarios rápidos o encuestas durante o después de las clases para comprobar la comprensión de los conceptos clave.
- **Herramientas:**
 - **Kahoot®** para realizar cuestionarios divertidos y competitivos.
 - **Mentimeter®** para encuestas en directo y cuestionarios interactivos.
 - **Socrative®** para crear cuestionarios en tiempo real con retroalimentación inmediata.

Ejemplo: Tras una clase sobre ecosistemas, podrías utilizar Kahoot para evaluar los conocimientos de los alumnos sobre las relaciones ecológicas en formato de juego.

3. Pensar, emparejar, compartir

- **Método:** Los alumnos reflexionan sobre una pregunta de forma individual, la debaten con un compañero y, por último, comparten sus respuestas con la clase.
- **Herramientas:**
 - **Salas de trabajo en grupo de Zoom® o de Google® Meet** para debates virtuales en parejas.
 - **Jamboard® o Padlet®** para compartir las respuestas colectivas de la clase.

Ejemplo: Tras presentar un nuevo concepto matemático, pide a los alumnos que reflexionen sobre cómo resolverían un problema, que se pongan por parejas para



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva

Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

debatir estrategias y, a continuación, que las compartan con toda la clase utilizando Jamboard®.

4. Mapas conceptuales

- **Método:** Pide a los alumnos que elaboren mapas visuales para mostrar cómo entienden las relaciones entre las ideas.
- **Herramientas:**
 - **MindMeister®** o **Coggle®** para crear mapas conceptuales digitales.
 - **Lucidchart®** para la creación de mapas mentales y diagramas más avanzados.

Ejemplo: Los alumnos pueden crear un mapa conceptual para visualizar la relación entre los ciclos del agua y los ecosistemas, lo que ayuda al profesor a evaluar su comprensión de las interconexiones.

5. Revisión entre compañeros

- **Método:** Los alumnos ofrecen comentarios a sus compañeros sobre los trabajos o proyectos, ayudándoles a reflexionar sobre su trabajo.
- **Herramientas:**
 - **Google® Docs** o **Microsoft® Word** para las funciones de comentarios compartidos.
 - **Peergrade®** para tareas de retroalimentación entre compañeros estructuradas.

Ejemplo: Tras redactar un ensayo, los alumnos pueden intercambiar sus trabajos y ofrecer comentarios utilizando la función de comentarios de Google Docs. Los profesores también pueden supervisar los comentarios tanto en cuanto al contenido como a la calidad.



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

6. El «papel de un minuto»

- **Método:** Pide a los alumnos que anoten en un minuto lo más importante que hayan aprendido o cualquier duda que les quede.
- **Herramientas:**
 - **Padlet®** o **Google® Keep** para respuestas rápidas y digitales.
 - **Flipgrid** para respuestas en vídeo breves.

Ejemplo: Tras una clase sobre el cambio climático, los alumnos dedican un minuto a anotar lo más importante que han aprendido y cualquier duda que les quede, lo que ayuda al profesor a saber qué debe repasar.

7. Rúbricas de autoevaluación

- **Método:** Mediante una rúbrica, los alumnos pueden reflexionar sobre su progreso en el aprendizaje.
- **Herramientas:**
 - **Hojas de cálculo de Google®** para crear rúbricas personalizadas y realizar un seguimiento.
 - **Seesaw®** para actividades interactivas de autoevaluación, en las que los alumnos pueden
 - añadir comentarios a su trabajo y reflexionar.

Ejemplo: Proporciona a los alumnos una rúbrica para un proyecto en grupo y pídeles que valoren sus aportaciones y los aspectos que deben mejorar. A continuación, realiza un seguimiento con una actividad de reflexión en Seesaw®.

8. Diarios digitales o blogs

- **Método:** Anima a los alumnos a llevar un diario o un blog para reflexionar sobre su aprendizaje, fomentando la metacognición y la evaluación continua.
- **Herramientas:**



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva

Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

- **Google® Docs** o **Microsoft® OneNote** para los diarios digitales.
- **Edublogs®** para crear blogs de alumnos con reflexiones públicas o privadas.

Ejemplo: Después de cada clase, los alumnos escriben una breve reflexión sobre lo que han aprendido y los retos a los que se han enfrentado. Esto ayuda al profesor a hacer un seguimiento de su proceso de pensamiento a lo largo del tiempo.

9. Pizarras interactivas para la retroalimentación en tiempo real

- **Método:** Utilizar pizarras interactivas para la lluvia de ideas o la colaboración en tiempo real. Los profesores pueden evaluar la comprensión a medida que los alumnos aportan sus ideas.
- **Herramientas:**
 - **Miro®** o **Jamboard®** para la colaboración en tiempo real y la visualización de las ideas de los alumnos.
 - **Nearpod®** para presentaciones interactivas en las que los alumnos pueden responder en directo.

Ejemplo: Durante una clase sobre fracciones, los alumnos pueden resolver problemas de forma colaborativa en un Jamboard® compartido, lo que permite al profesor evaluar las estrategias de resolución de problemas.

10. Reflexiones en vídeo y audio

- **Método:** Pide a los alumnos que graben vídeos cortos o notas de voz en los que expliquen su comprensión de un tema o respondan a preguntas.
- **Herramientas:**
 - **Flipgrid®** para las reflexiones en vídeo de los alumnos.
 - **Vocaroo®** o **Audacity®** para las reflexiones de audio.



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva

Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

Ejemplo: Tras un experimento de ciencias, los alumnos graban un vídeo en Flipgrid en el que explican sus conclusiones y qué harían de forma diferente la próxima vez. Esto permite la reflexión y la autoevaluación.

8.2 Evaluación del rendimiento

La evaluación del rendimiento en el marco del ABP se centra en evaluar los productos o soluciones finales desarrollados por los alumnos y su capacidad para comunicar y defender su trabajo de forma eficaz. Su objetivo es medir en qué medida los alumnos han alcanzado los resultados de aprendizaje previstos. Los métodos de evaluación del rendimiento incluyen:

- **Presentaciones finales:** Los alumnos presentan sus soluciones de diseño inspiradas en la biomimética ante un panel formado por profesores, compañeros y, posiblemente, expertos externos. Demuestran su comprensión de los principios de la biomimética, la eficacia de su diseño y sus implicaciones en materia de sostenibilidad.
- **Revisiones de portafolios:** Evaluación de un portafolio que documenta todo el proceso del proyecto, incluyendo la investigación, los prototipos, las iteraciones y las reflexiones. Los portafolios muestran la evolución de las ideas de los estudiantes y su aplicación de los conceptos de biomimética.
- **Sesiones de defensa:** Sesiones estructuradas en las que los estudiantes defienden sus decisiones de diseño, explican cómo los principios de la biomimética han influido en sus decisiones y responden a las preguntas del tribunal evaluador.
- **Rúbricas de rendimiento:** Herramientas de evaluación basadas en criterios que guían a los evaluadores a la hora de valorar la calidad del trabajo y el progreso de los estudiantes, proporcionando comentarios específicos y prácticos. Desde la perspectiva del aprendizaje autorregulado, esto incluye evaluar la disposición y la motivación del estudiante para comprometerse con itinerarios y actividades



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva

Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

de aprendizaje asumidos por sí mismo, fijarse objetivos, planificar y completar tareas de forma independiente.

Por lo tanto, para fomentar una comprensión y aplicación más profundas de los principios de la biomimética en el diseño, la evaluación del rendimiento en el contexto de LET'S MIMIC se basa no solo en estrategias de aprendizaje basado en el rendimiento (PLB) que miden el dominio de los alumnos de los conocimientos y habilidades de los contenidos y evalúan su capacidad para aplicar el aprendizaje en un contexto auténtico, sino también en métodos de evaluación del aprendizaje autorregulado que consolidan la autoconciencia de los alumnos, su autoeficacia, así como sus capacidades para mantener la motivación, gestionar el tiempo, ser resilientes, etc.

8. Resumen del marco MIMIC de LET's

El marco MIMIC de LET'S, desarrollado para integrar el aprendizaje basado en proyectos (PBL) con el proceso de diseño biomimético, representa un enfoque estructurado para fomentar las competencias en materia de sostenibilidad entre los alumnos de la educación y formación profesional (EFP). Presenta la matriz, que resume la correspondencia entre las etapas del aprendizaje basado en proyectos (PBL) y el proceso de diseño biomimético.

8.1 Impacto previsto

Se espera que la implementación de este marco genere varios impactos significativos:

- **Mejora de los resultados del aprendizaje:** los alumnos desarrollarán una comprensión más profunda de los principios de la biomimética y su aplicación en el diseño, junto con competencias esenciales en materia de investigación, pensamiento crítico y colaboración.
- **Fomento de la sostenibilidad:** Los alumnos contribuirán a prácticas e innovaciones sostenibles que aborden retos del mundo real mediante la integración de la biomimética en el plan de estudios.



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva

Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

- **Desarrollo de competencias:** A través de proyectos prácticos y estrategias de evaluación, los estudiantes adquirirán competencias prácticas directamente aplicables a sus futuras carreras profesionales y a sus estudios.
- **Innovación y creatividad:** animar a los estudiantes a explorar soluciones biomiméticas fomenta la creatividad y la innovación, preparándolos para abordar problemas complejos en diversos campos.

8.2 Orientaciones futuras

De cara al futuro, existen varias vías para el desarrollo y la mejora de este marco:

- **Ampliación y adaptación:** Ampliar el marco a otros contextos educativos y disciplinas para promover una adopción más generalizada de la biomimética y las metodologías de aprendizaje basado en problemas (PBL).
- **Integración de la tecnología:** Aprovechar las tecnologías emergentes, como la inteligencia artificial y la simulación digital, para mejorar las capacidades de diseño biomimético y las experiencias de aprendizaje de los estudiantes.
- **Mejora continua:** Perfeccionar de forma iterativa el marco basándose en los comentarios de los educadores, los estudiantes y los socios del sector para garantizar su relevancia y eficacia.
- **Investigación y evaluación:** Realizar estudios longitudinales para evaluar el impacto a largo plazo del marco en los resultados de aprendizaje de los estudiantes, su preparación para la vida profesional y las prácticas de sostenibilidad.

El marco pretende mantenerse a la vanguardia de la innovación educativa mediante una evolución y adaptación continuas. A través del diseño biomimético y las prácticas de « » sostenible, dota a los alumnos de los conocimientos, habilidades y competencias necesarios para abordar los retos globales.



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva

Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

Referencias

Bar-Cohen, Y. (2006). Biomimética: tecnologías inspiradas en la biología. CRC Press.

Bell, S. (2010). Aprendizaje basado en proyectos para el siglo XXI: habilidades para el futuro. The Clearing House.

Benyus, J. M. (1997). Biomimética: innovación inspirada en la naturaleza. Harper Perennial.

Bhushan, B. (2009). Biomimética: lecciones de la naturaleza — una visión general. 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. y Palincsar, A. (1991). «Motivar el aprendizaje basado en proyectos: mantener la acción, apoyar el aprendizaje». Educational Psychologist.

Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). (2021). Cambio climático 2021: Bases de la ciencia física.

Organización Internacional del Trabajo (OIT). (2019). Competencias para un futuro más verde: una visión global.

Kennedy, E. B. y Marting, T. A. (2016). Biomimética: Optimización de la fase inicial de la innovación para productos ambientalmente sostenibles. Research-Technology Management, 59(4), 40-48.

Krajcik, J. S. y Blumenfeld, P. C. (2006). «Aprendizaje basado en proyectos». En R. K. Sawyer (ed.), The Cambridge Handbook of the Learning Sciences. Cambridge University Press.

Larmer, J., y Mergendoller, J. R. (2010). Siete elementos esenciales para el aprendizaje basado en proyectos. Educational Leadership.



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva

Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). (2020). Competencias ecológicas e innovación para un crecimiento inclusivo. OCDE.

Thomas, J. W. (2000). Una revisión de la investigación sobre el aprendizaje basado en proyectos. Fundación Autodesk.

Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC). (2015). El Acuerdo de París.

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). (2017). Educación para los Objetivos de Desarrollo Sostenible: objetivos de aprendizaje. UNESCO.

Vincent, J. F. V., Bogatyreva, O. A., Pahl, A. K., Bogatyrev, N. R. y Bowyer, A. (2006). Biomimética: su práctica y su teoría. *Journal of the Royal Society Interface*, 3(9), 471-482.



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA se hacen responsables de los mismos.