



Diseño biomimético para habilidades de sostenibilidad en la formación profesional

KA220-VET-00620D4B

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

D3.3 Manual para uso del profesorado



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones y puntos de vista expresados son, sin embargo, exclusivamente los de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva en el ámbito Educativo, Audiovisual y Cultural (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA pueden ser consideradas responsables de ellos.

Información del documento	
Referencia del proyecto	2023-1-EL01-KA220-VET-000158477
Entrega	D3.3 Manual para uso de profesores de FP
Nivel de difusión	Público
Fecha	28/2/2025
Versión del documento	1
Estado	Definitiva
Compartir	CC-BY-NC-ND
Autores	Stella Regoli, Stella Regoli, Etudes Et Chantiers Corsica Hariklia Tsalapatas, Universidad de Tesalia
Revisores	Ahu Sismek, Yakacik Mesleki Ve Teknik Anadolu Lisesi Ioana Stefan, Advanced Technology Systems



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones y puntos de vista expresados son, sin embargo, exclusivamente los de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva en el

ámbito Educativo, Audiovisual y Cultural (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA pueden ser consideradas responsables de ellos.

Colaboradores

Konstantina Vlachoutsou, Universidad de Tesalia

Olivier Heidmann, Universidad de Tesalia

Christina Taka, Universidad de Tesalia

Dimitris Ziogas, Universidad de Tesalia

Konstantinos Katsimentes, Universidad de Tesalia

Sotiris Evaggelou, Universidad de Tesalia

Apostolos Fotopoulos, Universidad de Tesalia

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. Las opiniones y puntos de vista expresados son, sin embargo, exclusivamente los de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva en el ámbito Educativo, Audiovisual y Cultural (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA pueden ser consideradas responsables de ellos.

Índice

Colaboradores	3
Índice	4
1. Introducción	6
2. Objetivos del manual	8
3. Introducción a la biomímesis	9
3.1 ¿Qué es la biomímesis?	9
3.2 Importancia de la biomímesis en la educación y formación profesional	10
3.3 La biomímesis en la práctica	11
3.3.1 Principios clave de la biomímesis	11
3.3.2 Estudios de casos y ejemplos en diversos campos	12
3.3.3 Retos y soluciones inspirados en la naturaleza	14
4. Metodologías y marcos de aprendizaje	16
4.1 PBL y biomímesis	16
4.1.1 Comparación entre el ABP y la biomímesis	16
4.1.2 Integración de la biomímesis en el PBL	18
4.1.3 Facilitar el aprendizaje colaborativo	19
4.2 Marco práctico de aprendizaje de biomimética LET's MIMIC	20
4.2.1 Resultados del aprendizaje y competencias	20
4.2.2 Aplicación de LET's MIMIC de enfoques pedagógicos innovadores	24
4.2.3 Diseño de actividades de aprendizaje con biomimética	26
4.3.4 Estrategias de evaluación	27



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones y puntos de vista expresados son, sin embargo, exclusivamente los de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva en el

ámbito Educativo, Audiovisual y Cultural (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA pueden ser consideradas responsables de ellos.

5. Enfoque LET's MIMIC para diseñar proyectos de biomimética para estudiantes	30
5.1 Identificación de retos y planteamiento de problemas	30
5.2 Generación de soluciones inspiradas en la biomímesis	31
5.3 Desarrollo y documentación de casos prácticos	32
6. Recursos y herramientas pedagógicas de apoyo.....	34
6.1 Recursos y herramientas digitales convencionales	34
6.2 Bases de datos y redes externas sobre biomímesis	34
6.3 Portal LET's MIMIC	36
6.4 Plataforma de aprendizaje digital LET's MIMIC para biomimética.....	36
6.5 Kit de aprendizaje autorregulado LET's MIMIC	37
6.6 Módulos de formación LET's MIMIC	38
7. Recomendaciones de implementación en contextos locales.....	40
7.1 Adaptación del manual a los contextos locales	40
7.2 Formación y apoyo al profesorado	41
7.3 Seguimiento y evaluación	41
8. Lecturas y investigaciones adicionales	43
Conclusiones	44
Referencias.....	45



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones y puntos de vista expresados son, sin embargo, exclusivamente los de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva en el

ámbito Educativo, Audiovisual y Cultural (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA pueden ser consideradas responsables de ellos.

1. Introducción

La biomímesis, o «innovación inspirada en la naturaleza», se basa en la idea de que la naturaleza ya ha desarrollado soluciones para muchos retos humanos, como la energía, el transporte y la gestión de residuos (Benyus, 2014). Al seguir los principios básicos de la naturaleza, como el uso de energías renovables, la gestión eficiente de los recursos y el reciclaje, la biomímesis desempeña un papel crucial en la promoción de la sostenibilidad. Al hacer hincapié en la colaboración interdisciplinaria, la biomímesis contribuye al diseño sostenible del siglo XXI. También complementa la educación STEM al brindar oportunidades para enseñar materias STEM y ciencias ambientales, al tiempo que fomenta la creatividad y las habilidades para resolver problemas (Biomimicry Institute, 2017). A medida que el mundo se enfrenta a retos medioambientales y sociales cada vez mayores, la biomímesis permite a los diseñadores e ingenieros desarrollar soluciones eficientes, sostenibles y resilientes. La integración de la biomímesis en la educación ayuda a formar estudiantes conscientes del medio ambiente, al tiempo que refuerza su aprecio por la sabiduría de la naturaleza.

El proyecto LET's MIMIC introduce un marco de aprendizaje innovador que integra la biomímesis con el aprendizaje basado en problemas para desarrollar habilidades de innovación y sostenibilidad en los estudiantes de FP y más allá.

El proyecto desarrolla servicios de aprendizaje digital para la colaboración de los estudiantes en actividades de biomímesis. Además, desarrolla contenidos de aprendizaje digital para los estudiantes estructurados en torno a los pasos de la biomímesis, como definir, biologizar, descubrir, abstraer, emular y evaluar. Además, el proyecto desarrolla la capacidad de los educadores para diseñar actividades de aprendizaje de biomímesis e introducirlas en el aula. Con este fin, LET's MIMIC desarrolla contenidos de apoyo para los educadores.



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones y puntos de vista expresados son, sin embargo, exclusivamente los de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva en el

ámbito Educativo, Audiovisual y Cultural (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA pueden ser consideradas responsables de ellos.

Este documento constituye un manual que ayuda a los educadores de formación profesional a diseñar e impartir actividades de aprendizaje sobre biomímesis en el aula. El documento presenta un diseño metodológico de aprendizaje que integra la biomímesis con el aprendizaje basado en problemas y otras metodologías de aprendizaje activo, como el aprendizaje experiencial y basado en la investigación. Presenta los pasos que deben seguir los educadores para diseñar, impartir y evaluar el impacto positivo de las actividades de biomímesis en los estudiantes. Por último, el documento presenta recursos y herramientas de aprendizaje sobre biomímesis, incluidos servicios y redes externos, así como el kit de aprendizaje autorregulado MIMIC de LET, módulos de formación y una plataforma de aprendizaje digital.



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones y puntos de vista expresados son, sin embargo, exclusivamente los de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva en el

ámbito Educativo, Audiovisual y Cultural (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA pueden ser consideradas responsables de ellos.

2. Objetivos del manual

El objetivo principal de este manual es proporcionar a los profesores de FP las herramientas y los recursos necesarios para incorporar la biomímesis en sus prácticas docentes. Los objetivos son los siguientes:

- **Introducir los conceptos de biomímesis:** explicar la biomímesis y su aplicación en diversos contextos.
- **Ofrecer estrategias didácticas prácticas:** dotar a los profesores de metodologías prácticas, incluidos enfoques de aprendizaje basado en problemas (PBL), para integrar la biomímesis en sus clases.
- **Desarrollar competencias críticas:** centrarse en el desarrollo del pensamiento crítico, la creatividad y la capacidad de resolución de problemas de los alumnos a través de proyectos inspirados en la biomímesis.
- **Promover la sostenibilidad:** fomentar la adopción de prácticas sostenibles en la educación y formación profesional haciendo hincapié en las soluciones inspiradas en la naturaleza.
- **Facilitar la colaboración:** apoyar el aprendizaje colaborativo y los enfoques interdisciplinarios, fomentando el trabajo en equipo y la innovación.

A través de este manual, los profesores de FP adquirirán los conocimientos y la confianza necesarios para guiar a sus alumnos en la exploración de la biomímesis y su aplicación a los retos del mundo real, preparándolos para carreras profesionales que den prioridad a la sostenibilidad y la innovación.



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones y puntos de vista expresados son, sin embargo, exclusivamente los de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva en el

ámbito Educativo, Audiovisual y Cultural (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA pueden ser consideradas responsables de ellos.

3. Introducción a la biomímesis

La biomímesis, término derivado de las palabras griegas «bios» (vida) y «mimesis» (imitación), se refiere a la práctica de aprender y emular los diseños, sistemas y procesos de la naturaleza para resolver los retos humanos. Al observar cómo los organismos se adaptan a su entorno y realizan funciones esenciales, los innovadores pueden crear soluciones sostenibles, eficientes y resilientes en diversas disciplinas. La biomímesis ofrece un cambio de paradigma en el pensamiento de diseño, haciendo hincapié en la sostenibilidad y la armonía con el mundo natural.

En esta parte, exploraremos los conceptos fundamentales de la biomímesis, su relevancia en la educación y formación profesional (EFP) y los objetivos de este manual para promover la biomímesis como herramienta de enseñanza y aprendizaje.

3.1 ¿Qué es la biomímesis?

La biomímesis es la práctica de inspirarse en la naturaleza para desarrollar soluciones a los retos humanos. Implica comprender las estrategias que utilizan los organismos vivos para prosperar y aplicarlas en diversos campos, como la ingeniería, la arquitectura, el diseño de productos y la gestión de recursos (Benyus, 1997).

La naturaleza ha evolucionado a lo largo de miles de millones de años, lo que ha dado lugar a soluciones altamente eficientes, adaptables y sostenibles. Por ejemplo:

- **El diseño del Velcro®** se inspiró en la forma en que las bardanas se adhieren al pelaje de los animales mediante pequeños ganchos.
- **Los edificios energéticamente eficientes** suelen imitar los termiteros, manteniendo una temperatura interna estable.
- **Las turbinas eólicas** se han diseñado basándose en la forma de las aletas de las ballenas jorobadas para mejorar su eficiencia.



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones y puntos de vista expresados son, sin embargo, exclusivamente los de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva en el

ámbito Educativo, Audiovisual y Cultural (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA pueden ser consideradas responsables de ellos.

La biomímesis no consiste solo en copiar la naturaleza, sino en comprender los principios subyacentes y aplicarlos a los retos humanos de una manera que se ajuste a la sostenibilidad y las prácticas éticas.

3.2 Importancia de la biomímesis en la educación y formación profesional

La educación y formación profesional (EFP) se centra en dotar a los alumnos de habilidades prácticas que puedan aplicar en el mundo laboral. La integración de la biomímesis en la educación de EFP ofrece varias ventajas clave (Oguntona y Aigbavboa, 2023):

- **Habilidades innovadoras para la resolución de problemas:** la biomímesis anima a los alumnos a pensar de forma crítica y creativa mediante la observación y el aprendizaje de la naturaleza. Esto puede dar lugar a soluciones innovadoras que sean a la vez eficaces y sostenibles.
- **Enfoque en la sostenibilidad:** en un mundo que se enfrenta a retos medioambientales, es esencial enseñar a los alumnos a diseñar soluciones que se ajusten a los principios ecológicos. La biomímesis fomenta una mentalidad que valora la eficiencia de los recursos, la reducción de residuos y la armonía con la naturaleza.
- **Aprendizaje interdisciplinario:** La biomímesis tiende puentes entre disciplinas como la biología, el diseño, la ingeniería y las ciencias ambientales. Los alumnos de FP pueden desarrollar un amplio conjunto de habilidades que los prepara para diversas trayectorias profesionales.
- **Compromiso y motivación:** aprender de la naturaleza puede despertar la curiosidad y el entusiasmo, haciendo que la educación sea más atractiva y relevante para los retos del mundo real.



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones y puntos de vista expresados son, sin embargo, exclusivamente los de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva en el

ámbito Educativo, Audiovisual y Cultural (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA pueden ser consideradas responsables de ellos.



Figura1 . Inspiración de la naturaleza para resolver los complejos retos de sostenibilidad actuales.

Al incorporar la biomímesis, la educación de FP puede formar a profesionales cualificados que estén preparados para el mundo laboral y sean capaces de contribuir a la innovación sostenible en sus sectores.

3.3 La biomímesis en la práctica

En esta sección, exploramos cómo se aplican los principios de la biomímesis en contextos del mundo real. Desde la comprensión de los principios básicos que guían el diseño biomimético hasta el examen de casos prácticos en diversos sectores, esta parte destaca cómo el ingenio de la naturaleza puede inspirar soluciones innovadoras y sostenibles. También profundizaremos en los retos a los que se enfrenta la aplicación de la biomímesis y cómo las estrategias inspiradas en la naturaleza pueden superarlos.

3.3.1 Principios clave de la biomímesis

La biomímesis se rige por principios básicos que ayudan a los diseñadores e innovadores a aprovechar la sabiduría de la naturaleza. Estos principios garantizan que las soluciones innovadoras sean sostenibles y estén en consonancia con los sistemas ecológicos (Benyus, 1997; Vincent et al., 2006). A continuación se enumeran algunos de los principios fundamentales de la biomímesis:



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones y puntos de vista expresados son, sin embargo, exclusivamente los de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva en el

ámbito Educativo, Audiovisual y Cultural (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA pueden ser consideradas responsables de ellos.

- **Emular las formas, los procesos y los sistemas de la naturaleza:** La biomímesis consiste en observar e imitar las formas, los materiales y los métodos de la naturaleza para crear soluciones funcionales y eficientes. Por ejemplo, el cuerpo aerodinámico del martín pescador inspiró el diseño de los trenes de alta velocidad (Benyus, 1997; Bhushan, 2009).
- **Adaptarse a las condiciones locales:** al igual que los organismos evolucionan para prosperar en sus entornos específicos, la biomímesis crea soluciones que se adaptan a las condiciones y recursos locales (El-Zeiny, 2012).
- **Utilizar una química respetuosa con la vida:** los procesos de la naturaleza se basan en recursos renovables y no tóxicos. La biomímesis promueve el uso de materiales y métodos de fabricación respetuosos con el medio ambiente (Kennedy et al., 2015).
- **Optimizar en lugar de maximizar:** Las soluciones de la naturaleza son eficientes, ya que utilizan solo lo necesario. Este principio fomenta la minimización del uso de recursos y la maximización del rendimiento (Vincent et al., 2006).
- **Evolucionar para sobrevivir:** la naturaleza evoluciona constantemente a través de la adaptación y la resiliencia. Las soluciones biomiméticas deben ser flexibles y capaces de evolucionar para adaptarse a las condiciones cambiantes (Benyus, 1997; Pawlyn, 2011).
- **Integrar el desarrollo con el crecimiento:** En la naturaleza, los sistemas crecen en armonía con su entorno, equilibrando las necesidades individuales con la salud del ecosistema (Benyus, 1997).

Al adherirse a estos principios, la biomímesis fomenta la innovación sostenible que aborda las necesidades humanas y respeta los límites ecológicos.

3.3.2 Estudios de casos y ejemplos en diversos campos

La biomímesis se ha aplicado en diversos sectores, desde la arquitectura y el diseño hasta la tecnología y la sanidad. A continuación se presentan algunos ejemplos destacados de biomímesis en la práctica:



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones y puntos de vista expresados son, sin embargo, exclusivamente los de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva en el

ámbito Educativo, Audiovisual y Cultural (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA pueden ser consideradas responsables de ellos.

- **Arquitectura y construcción:**
 - El **Eastgate Centre** de Zimbabue es un edificio que imita los sistemas de ventilación natural de los termiteros para mantener una temperatura interna estable y reducir el consumo de energía.
 - El **Eden Project**, en el Reino Unido, presenta biomas inspirados en la estructura de las burbujas de jabón, optimizando el espacio y la resistencia.
- **Ingeniería y tecnología:**
 - El **Velcro®** se inventó después de que un ingeniero suizo observara cómo las espinas se adherían al pelaje de su perro. El diseño de ganchos y bucles se convirtió en un revolucionario sistema de sujeción.
 - El **tren bala Shinkansen** de Japón se rediseñó para reducir el ruido y mejorar la eficiencia. Su morro imita el de un martín pescador, lo que le permite moverse con suavidad por el aire.
- **Salud y medicina:**
 - **Las patas adhesivas del gecko** inspiraron el desarrollo de nuevos adhesivos médicos y vendajes que se adhieren sin dañar la piel.
 - **Los patrones de la piel del tiburón** han influido en el diseño de superficies antibacterianas, lo que reduce la propagación de infecciones en los hospitales.
- **Gestión de la energía y los recursos:**
 - **Los paneles solares** inspirados en la capacidad del girasol para seguir al sol maximizan la captura de energía a lo largo del día.
 - **Las turbinas eólicas** se han mejorado imitando los bordes dentados de las aletas de las ballenas jorobadas, lo que mejora la eficiencia y reduce el ruido.

Estos ejemplos demuestran cómo la biomímesis puede dar lugar a soluciones innovadoras y sostenibles que abordan retos humanos complejos.



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones y puntos de vista expresados son, sin embargo, exclusivamente los de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva en el

ámbito Educativo, Audiovisual y Cultural (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA pueden ser consideradas responsables de ellos.

3.3.3 Retos y soluciones inspirados en la naturaleza

Aunque la biomímesis ofrece un enorme potencial, su aplicación no está exenta de retos. Comprender estos retos e inspirarse en la naturaleza para superarlos es un aspecto clave del diseño biomimético (Oguntona y Aigbavboa, 2023).

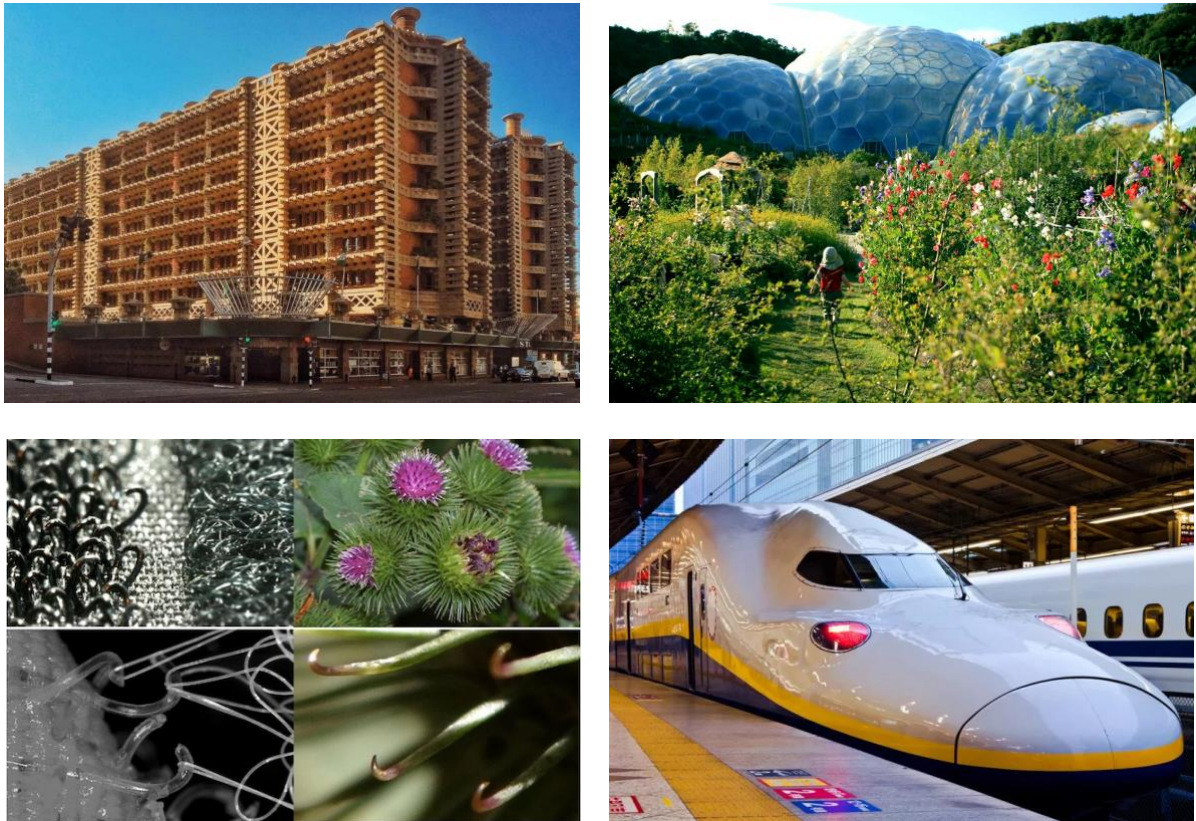


Figura2 . Ejemplos de actividades de biomimética en todo el mundo.

Retos en la aplicación de la biomímesis:

- **Complejidad de los sistemas naturales:** las soluciones de la naturaleza suelen ser intrincadas y requieren un profundo conocimiento de los procesos biológicos. Traducirlas a diseños humanos puede resultar difícil.
- **Coste y viabilidad:** los diseños biomiméticos pueden implicar materiales o procesos especializados que inicialmente son costosos o difíciles de escalar.



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones y puntos de vista expresados son, sin embargo, exclusivamente los de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva en el

ámbito Educativo, Audiovisual y Cultural (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA pueden ser consideradas responsables de ellos.

- **Colaboración interdisciplinaria:** la biomímesis a menudo requiere la colaboración entre biólogos, ingenieros, diseñadores y otros especialistas, lo que puede ser difícil de coordinar.
- **Barreras normativas y de mercado:** los productos nuevos e innovadores pueden encontrar obstáculos para obtener la aprobación normativa o la aceptación del mercado.

La biomímesis en sí misma es una fuente de inspiración para abordar los retos mencionados anteriormente. Algunos ejemplos de soluciones inspiradas en la naturaleza para aplicar la biomímesis a la innovación son:

- **Diseños adaptables:** la naturaleza nos enseña a adaptarnos a los entornos cambiantes. Los productos que son flexibles y pueden evolucionar tienen más probabilidades de triunfar.
- **Eficiencia y uso de los recursos:** Las soluciones biomiméticas pueden reducir los costes y el impacto medioambiental optimizando el uso de los recursos, tal y como se observa en la naturaleza.
- **Modelos de colaboración:** la naturaleza funciona en ecosistemas en los que colaboran diferentes especies. Del mismo modo, el trabajo en equipo interdisciplinario puede fomentarse mediante objetivos comunes y beneficios mutuos.
- **Resiliencia y redundancia:** los sistemas naturales suelen tener una redundancia incorporada para garantizar la resiliencia. Los diseños biomiméticos pueden incorporar características similares para mejorar la durabilidad y la fiabilidad.

Al comprender estos retos y aplicar las estrategias de la naturaleza, la biomímesis puede superar los obstáculos y ofrecer soluciones innovadoras, eficientes y sostenibles.



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones y puntos de vista expresados son, sin embargo, exclusivamente los de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva en el

ámbito Educativo, Audiovisual y Cultural (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA pueden ser consideradas responsables de ellos.

4. Metodologías y marcos de aprendizaje

En esta sección se analiza el papel de las metodologías de aprendizaje innovadoras en la educación y formación profesional (EFP) y cómo se alinean con la biomímesis. Se presta especial atención al PBL, un enfoque centrado en el estudiante que fomenta la resolución activa de problemas y el descubrimiento. La integración de la biomímesis en el PBL permite a los alumnos abordar los retos de forma creativa, inspirándose en las estrategias de la naturaleza.

4.1 PBL y biomímesis

4.1.1 Comparación entre el PBL y la biomímesis

En el contexto de este proyecto, la integración del PBL y el diseño de procesos de biomímesis se estructura a través de una **matriz de resultados de aprendizaje** (proyecto MIMIC de LET, entregable 2.1, parte A: matriz de resultados de aprendizaje para habilidades de sostenibilidad, 2025), que establece correspondencias claras entre los pasos del **PBL** y los de la biomímesis. Esta matriz proporciona un marco para facilitar la incorporación de la biomímesis en las actividades de aprendizaje basadas en el PBL y ayuda a los educadores a establecer esta conexión de manera eficaz. Tanto el PBL como la biomímesis son procesos iterativos. El proyecto LET's MIMIC introduce una metodología para integrar los procesos de biomímesis en actividades más amplias de PBL (informe técnico de LET's MIMIC D2.1 PARTE B - Marco de aprendizaje basado en proyectos para el diseño de procesos de biomímesis, 2025). La naturaleza iterativa de ambos métodos se refleja en los siguientes pasos clave:

Pasos del PBL	Pasos del diseño del proceso de biomímesis



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones y puntos de vista expresados son, sin embargo, exclusivamente los de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva en el

ámbito Educativo, Audiovisual y Cultural (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA pueden ser consideradas responsables de ellos.

Definir: Identificar el problema y establecer criterios de éxito.	Definir: Articular claramente el impacto que debe tener el diseño y definir el reto.
Biologizar: comprender el problema en términos biológicos.	Biologizar: Analizar las funciones esenciales y el contexto del reto en la naturaleza.
Descubrir: Investigar modelos naturales que aborden las mismas funciones.	Descubrir: Identificar estrategias y patrones biológicos que resuelvan retos similares.
Resumir: extraer los principios biológicos clave y reformularlos en términos no biológicos.	Resumen: Estudiar las características o mecanismos esenciales que subyacen a las estrategias biológicas y traducirlos en estrategias de diseño.
Emular: Desarrollar soluciones inspiradas en estrategias naturales.	Emular: aplicar los principios de la biomímesis para generar soluciones innovadoras.
Evaluar: Probar y perfeccionar soluciones basadas en la viabilidad y el impacto.	Evaluar: Evaluar en qué medida el diseño biomimético cumple los criterios y restricciones de sostenibilidad.

Tabla1 . Alineación de los procesos de PBL y biomimética (informe técnico LET's MIMIC D2.1 PARTE B - Diseño de procesos de biomimética para habilidades de sostenibilidad, 2025).

Esta matriz sirve de guía a los educadores y alumnos, garantizando que los principios de la biomímesis se integren perfectamente en las actividades **basadas en el PBL**. Aprovechando las



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones y puntos de vista expresados son, sin embargo, exclusivamente los de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva en el

ámbito Educativo, Audiovisual y Cultural (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA pueden ser consideradas responsables de ellos.

competencias existentes en el PBL, los educadores pueden facilitar la adopción estructurada de la biomímesis como marco de diseño, mejorando la aplicación de soluciones inspiradas en la naturaleza en la educación y formación profesional (EFP).

Este enfoque integrado refleja la dinámica del lugar de trabajo en los entornos de la FP, preparando a los estudiantes para abordar retos complejos y multifacéticos relevantes para su desarrollo profesional.

4.1.2 Integración de la biomímesis en el ABP

La integración de la biomímesis en el ABP mejora la resolución de problemas al animar a los alumnos a inspirarse en los sistemas naturales. La biomímesis hace hincapié en el aprendizaje de las estrategias probadas por la naturaleza para abordar los retos humanos de forma sostenible y eficiente.

A continuación se presentan estrategias para la integración de la biomímesis en el ABP (informe técnico LET's MIMIC D2.1 PARTE B - Marco de aprendizaje basado en proyectos para el diseño de procesos de biomímesis, 2025):

- **Enunciados de problemas inspirados en la naturaleza:** Diseñar escenarios de problemas que animen explícitamente a los estudiantes a buscar soluciones inspiradas en procesos biológicos u organismos. Por ejemplo, los retos de eficiencia energética, conservación del agua o diseño estructural pueden enmarcarse en términos biomiméticos.
- **Exploración biológica:** facilitar oportunidades para que los estudiantes exploren y estudien los entornos naturales, ya sea físicamente o a través de recursos virtuales, para observar patrones, estructuras y funciones en la naturaleza.



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones y puntos de vista expresados son, sin embargo, exclusivamente los de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva en el

ámbito Educativo, Audiovisual y Cultural (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA pueden ser consideradas responsables de ellos.

- **Colaboración interdisciplinaria:** fomentar la colaboración interdisciplinaria que involucre conocimientos de biología, ingeniería, diseño y sostenibilidad. Esto refleja la aplicación del biomimicria en el mundo real, que a menudo requiere conocimientos especializados diversos.
- **Desarrollo de prototipos:** Guiar a los estudiantes en el desarrollo y la prueba de prototipos de sus soluciones biomiméticas, fomentando el aprendizaje iterativo y la innovación.
- **Reflexión sobre la sostenibilidad:** hacer hincapié en la importancia de las soluciones sostenibles, estableciendo paralelismos entre la eficiencia natural y los retos del diseño humano.

La biomímesis en el PBL fomenta la creatividad e inculca una mentalidad centrada en la sostenibilidad y la innovación, en consonancia con los objetivos globales de gestión medioambiental.

4.1.3 Facilitar el aprendizaje colaborativo

La colaboración es fundamental en los proyectos de biomímesis, ya que refleja el enfoque interdisciplinario para resolver problemas complejos.

A continuación se presentan estrategias para fomentar la colaboración de los estudiantes en proyectos de biomímesis (Hmello, 2004):

- **Proyectos en equipo:** Asignar a los estudiantes a equipos diversos para trabajar en retos de biomímesis, animándoles a compartir conocimientos y perspectivas.
- **Ejercicios de juego de roles:** los alumnos pueden asumir los roles de diseñadores, ingenieros o biólogos en escenarios simulados de resolución de problemas.
- **Comentarios entre compañeros:** los alumnos pueden revisar y comentar el trabajo de los demás, lo que fomenta un entorno de aprendizaje colaborativo y solidario.



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones y puntos de vista expresados son, sin embargo, exclusivamente los de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva en el

ámbito Educativo, Audiovisual y Cultural (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA pueden ser consideradas responsables de ellos.

- **Colaboración interdisciplinaria:** fomenta las asociaciones entre estudiantes de diferentes campos, como biología, ingeniería y arte, para desarrollar soluciones innovadoras.
- **Foros de debate en línea:** utilice los foros para facilitar los debates continuos, el intercambio de ideas y el apoyo entre compañeros.
- **Oportunidades de mentoría:** Involucre a expertos y profesionales en biomímesis para que orienten a los estudiantes y les proporcionen conocimientos del mundo real.

4.2 Marco práctico de aprendizaje de biomímesis LET's MIMIC

Esta sección ofrece un enfoque estructurado para implementar la biomímesis en la educación y formación profesional (EFP). Se centra en identificar los resultados y competencias clave del aprendizaje, diseñar actividades de aprendizaje atractivas y desarrollar estrategias de evaluación eficaces alineadas con los principios de la biomímesis.

4.2.1 Resultados de aprendizaje y competencias

Para integrar eficazmente la biomímesis en el plan de estudios, es esencial definir claramente los resultados del aprendizaje y las competencias. Estos resultados deben abarcar las habilidades técnicas y transferibles que los alumnos desarrollarán a través de la educación basada en la biomímesis.

La biomímesis en el PBL contribuye al desarrollo de conocimientos, habilidades y competencias en materia de sostenibilidad muy valorados por la industria y la sociedad. Ayuda a desarrollar (Mejía-Villa et al., 2023):

- **Conocimientos:** Comprensión de los conceptos, principios y teorías clave relacionados con la sostenibilidad en la educación y formación profesional (EFP), basados en la investigación documental y los resultados de los cuestionarios.



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones y puntos de vista expresados son, sin embargo, exclusivamente los de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva en el

ámbito Educativo, Audiovisual y Cultural (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA pueden ser consideradas responsables de ellos.

- **Habilidades:** desarrollar capacidades prácticas a través de experiencias de aprendizaje prácticas que apliquen los principios de sostenibilidad de manera eficaz en contextos de FP.
- **Competencias:** Adquirir habilidades de pensamiento crítico, resolución de problemas y toma de decisiones para integrar la sostenibilidad en los planes de estudios de la formación profesional.
- **Habilidades sociales:** la biomímesis también fomenta el desarrollo de habilidades sociales ecológicas, muy apreciadas en el mercado laboral. Entre ellas se incluyen:
 - **Creatividad e innovación:** reconocer la importancia de la creatividad y la innovación en la vida personal y profesional, generar ideas originales y aplicar enfoques imaginativos a los retos.
 - **Resolución de problemas:** desarrollar una mentalidad estructurada para la resolución de problemas desglosando situaciones complejas, identificando las causas fundamentales y aplicando el razonamiento lógico para encontrar soluciones eficaces.
 - **Colaboración en equipo:** reconocer el valor del trabajo en equipo para alcanzar objetivos comunes, desarrollar estrategias de colaboración y emplear técnicas de comunicación para trabajar eficazmente dentro de un equipo.
 - **Curiosidad e inspiración:** la biomímesis anima a los estudiantes a explorar problemas del mundo real imitando los diseños y procesos de la naturaleza, lo que hace que el aprendizaje sea más atractivo.
 - **Pensamiento crítico y pensamiento sistémico:** animar a los estudiantes a analizar cómo funcionan los sistemas naturales y aplicar estos principios a la resolución innovadora de problemas.
 - **Aprendizaje contextual:** integrar la biología, la ingeniería, el diseño y las ciencias ambientales para fomentar experiencias de aprendizaje interdisciplinarias.



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones y puntos de vista expresados son, sin embargo, exclusivamente los de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva en el

ámbito Educativo, Audiovisual y Cultural (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA pueden ser consideradas responsables de ellos.

- **Conciencia medioambiental y pensamiento ético:** Fomentar el aprecio por la sostenibilidad, las consideraciones éticas y los impactos a largo plazo de las soluciones de diseño.
- **Pensamiento de diseño:** promover la creatividad y los procesos de desarrollo iterativos a través de la resolución de problemas basada en la biomímesis.
- **Comunicación:** mejorar la capacidad de presentar ideas complejas de manera eficaz a través del aprendizaje basado en proyectos (PBL).
- **Resiliencia y adaptabilidad:** aprender de la adaptabilidad de la naturaleza fomenta la resiliencia y la persistencia para superar los retos.
- **Habilidades técnicas:** la biomímesis apoya el desarrollo de habilidades técnicas básicas, entre las que se incluyen:
 - **Investigación científica:** comprender las metodologías de investigación fundamentales y desarrollar la capacidad de investigar fenómenos naturales o sociales.
 - **Dibujo técnico:** aprender los principios básicos y las aplicaciones del dibujo técnico para comunicar visualmente funciones y construcciones con precisión.
- **Habilidades de sostenibilidad:** la biomímesis ayuda a los estudiantes a adoptar hábitos y comportamientos sostenibles mediante:
 - **Sensibilización:** Definición de la sostenibilidad y sus aspectos clave.
 - **Aplicación de la sostenibilidad en diferentes contextos:** comparar y seleccionar actividades sostenibles basadas en contextos específicos y en múltiples sectores.
 - **Aprendizaje interdisciplinario:** desarrollo de enfoques interdisciplinarios de la sostenibilidad.
 - **Comunicación:** selección de herramientas de comunicación prácticas y métodos de divulgación para promover la sostenibilidad.



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones y puntos de vista expresados son, sin embargo, exclusivamente los de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva en el

ámbito Educativo, Audiovisual y Cultural (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA pueden ser consideradas responsables de ellos.

- **Participación activa:** fomento de opciones sostenibles a través de la educación, la sensibilización y la comunicación estratégica.
- **Sensibilidad cívica:** La biomímesis también refuerza la responsabilidad cívica mediante:
 - **Habilidades democráticas:** Comprensión de los principios democráticos y los derechos y responsabilidades de los ciudadanos.
 - **Compromiso cívico:** aplicar los principios del compromiso cívico a la vida cotidiana.
 - **Impacto en la comunidad:** análisis de las cuestiones sociales, políticas y medioambientales que afectan a las comunidades.
 - **Comprensión de las políticas:** evaluar las políticas cívicas teniendo en cuenta múltiples perspectivas e implicaciones sociales.
 - **Inclusividad:** Cultivar la inclusividad y la participación en la vida cívica.
 - **Comunicación en la participación cívica:** desarrollar técnicas de comunicación eficaces para la participación cívica y la defensa de causas.
- **Habilidades específicas de la biomímesis:** los estudiantes que participen en la educación basada en la biomímesis desarrollarán competencias especializadas, tales como:
 - **Comprensión de los sistemas biológicos:** Comprensión de los procesos y modelos de biomímesis.
 - **Comprensión de los principios básicos de la biomímesis:** explicación de los principios básicos de la biomímesis y de cómo los procesos naturales inspiran las innovaciones humanas.
 - **Transferencia de conocimientos al mundo real:** aplicación de los principios de la biomímesis a problemas del mundo real y análisis de casos prácticos.
 - **Evaluación de las soluciones biomiméticas existentes:** identificación de puntos fuertes, puntos débiles y oportunidades de mejora.
 - **Comprensión de los aspectos éticos:** investigar las consideraciones éticas y de sostenibilidad en las aplicaciones de la biomímesis.



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones y puntos de vista expresados son, sin embargo, exclusivamente los de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva en el

ámbito Educativo, Audiovisual y Cultural (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA pueden ser consideradas responsables de ellos.

La integración de estas habilidades técnicas, de sostenibilidad, cívicas y específicas de la biomímesis en el plan de estudios proporcionará a los estudiantes una educación completa que los preparará para las demandas cambiantes del mundo laboral y la sociedad.

4.2.2 Aplicación de LET's MIMIC de enfoques pedagógicos innovadores

El enfoque LET's MIMIC para integrar el PBL y la biomímesis aplica teorías **constructivistas y de aprendizaje social**, lo que permite a los estudiantes aprender de forma activa mediante la resolución de problemas del mundo real. El constructivismo es una teoría pedagógica que defiende que el conocimiento se sintetiza y no se transfiere (Papert, 1993). El constructivismo se basa en el principio de que los estudiantes aprenden mejor mediante enfoques activos, la experimentación y la exploración. LET's MIMIC lleva este enfoque educativo un paso más allá, implementando el aprendizaje activo a través **del diseño de procesos de biomimética** inspirados en la naturaleza para abordar los complejos retos del mundo moderno.

Otros enfoques pedagógicos integrados en el diseño pedagógico de LET's MIMIC incluyen:

- **Gamificación:** los elementos de los juegos se utilizan en contextos distintos al entretenimiento y en el aprendizaje para promover el compromiso a largo plazo (Deterding et al., 2011).
- **Microaprendizaje:** actividades de aprendizaje breves que sirven de andamiaje para los conocimientos de los estudiantes (Hug, 2005; Buchem et al. 2010).
- **Aprendizaje experiencial:** el compromiso de los estudiantes a través de experiencias directas, como paseos por la naturaleza o visitas a sitios, puede ayudar a observar los sistemas biológicos en acción. Los proyectos prácticos permiten a los estudiantes aplicar su aprendizaje a los retos del mundo real siguiendo el paradigma del aprendizaje experiencial (Kolb, 1984).
- **Pensamiento de diseño:** este proceso de innovación anima a los estudiantes a empatizar con las necesidades de los usuarios, definir problemas, proponer soluciones y crear



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones y puntos de vista expresados son, sin embargo, exclusivamente los de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva en el

ámbito Educativo, Audiovisual y Cultural (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA pueden ser consideradas responsables de ellos.

prototipos. El pensamiento de diseño se ajusta bien al enfoque de resolución de problemas de la biomímesis (Brown, 2009).

- **Aprendizaje basado en la investigación:** los estudiantes exploran preguntas y realizan investigaciones para encontrar soluciones inspiradas en la naturaleza. Este método fomenta la curiosidad y el aprendizaje independiente (Pedaste et al., 2015).
- **Aprendizaje basado en proyectos:** los estudiantes trabajan en proyectos a largo plazo que abordan problemas del mundo real, integrando los principios de la biomímesis en sus soluciones (Blumenfeld et al., 1991; Thomas, 2000).
- **Aula invertida:** al revisar materiales, como vídeos y lecturas, antes de la clase, los estudiantes pueden utilizar el tiempo de clase para debates, actividades prácticas y una exploración más profunda de los conceptos de biomímesis (Bergman y Sams, 2012; Bishop y Verleger, 2013).

Este marco de aprendizaje integrado favorece el desarrollo de habilidades de autorregulación entre los estudiantes, tales como:

- Establecimiento de objetivos.
- Motivación interna.
- Autocontrol.
- Autoinstrucción.
- El refuerzo propio.

Los profesores pueden aplicar el marco de aprendizaje MIMIC de LET para desarrollar itinerarios de aprendizaje activos, personalizados y colaborativos, mejorando la participación de los alumnos y los resultados educativos.



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones y puntos de vista expresados son, sin embargo, exclusivamente los de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva en el

ámbito Educativo, Audiovisual y Cultural (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA pueden ser consideradas responsables de ellos.

4.2.3 Diseño de actividades de aprendizaje con biomímesis

Las actividades de aprendizaje prácticas son esenciales para involucrar a los alumnos y fomentar una comprensión profunda de los conceptos de biomímesis. Estas actividades deben fomentar la exploración, la creatividad y la aplicación práctica.

Tipos de actividades de aprendizaje:

- **Análisis de casos prácticos:** presentar a los alumnos casos prácticos de innovaciones biomiméticas exitosas, animándoles a analizar la inspiración biológica, el proceso de diseño y los resultados.
- **Exploración de campo:** Organizar visitas a entornos naturales donde los estudiantes puedan observar y documentar estructuras y sistemas biológicos.
- **Retos de diseño:** Asigne retos de diseño abiertos en los que los estudiantes deban desarrollar una solución a un problema del mundo real utilizando los principios de la biomímesis.
- **Talleres de creación de prototipos:** Organice talleres en los que los estudiantes puedan crear prototipos físicos o digitales de sus diseños biomiméticos.
- **Proyectos colaborativos:** fomente el trabajo en equipo mediante proyectos grupales que requieran la colaboración interdisciplinaria y la resolución colectiva de problemas.
- **Reflexión y diario:** integrar actividades de reflexión en las que los alumnos documenten su proceso de aprendizaje, sus conocimientos sobre la naturaleza y su crecimiento personal.

A continuación se muestra un ejemplo de una actividad de aprendizaje desarrollada a través de enfoques educativos basados en la biomímesis:

Título: Diseño de un sistema de filtración de agua inspirado en la naturaleza.



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones y puntos de vista expresados son, sin embargo, exclusivamente los de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva en el

ámbito Educativo, Audiovisual y Cultural (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA pueden ser consideradas responsables de ellos.

Objetivo: Diseñar un sistema de filtración de agua inspirado en procesos naturales (por ejemplo, manglares, arrecifes de coral).

Pasos:

- Investigar cómo las plantas y los ecosistemas filtran el agua de forma natural.
- Desarrollar un diseño conceptual basado en los principios biológicos observados.
- Crear un prototipo y probar su eficacia.
- Presentar los resultados y reflexionar sobre la sostenibilidad de la solución.

4.3.4 Estrategias de evaluación

La evaluación en el aprendizaje basado en la biomímesis debe ser holística, evaluando el producto final, el proceso y las competencias clave desarrolladas. Una combinación de evaluaciones formativas y sumativas garantiza una evaluación exhaustiva del aprendizaje de los alumnos.

Los métodos de evaluación pueden incluir:

- **Rúbricas:** Desarrollar rúbricas detalladas que evalúen la creatividad, la resolución de problemas, el trabajo en equipo, las consideraciones de sostenibilidad y la precisión técnica.
- **Portafolios:** animar a los alumnos a recopilar un portafolio que documente su investigación, proceso de diseño, prototipos y reflexiones.
- **Presentaciones:** evalúe a los alumnos mediante presentaciones orales en las que expliquen sus soluciones biomiméticas y justifiquen sus elecciones de diseño.
- **Revisión por pares:** Incorporar la evaluación por pares para fomentar el aprendizaje colaborativo y proporcionar comentarios diversos.
- **Autoevaluación:** Permitir a los alumnos reflexionar sobre su rendimiento y su progreso en el aprendizaje mediante herramientas de autoevaluación.



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones y puntos de vista expresados son, sin embargo, exclusivamente los de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva en el

ámbito Educativo, Audiovisual y Cultural (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA pueden ser consideradas responsables de ellos.

- **Prueba y evaluación de prototipos:** evalúe la funcionalidad, la viabilidad y la sostenibilidad de los prototipos desarrollados por los alumnos.

Lo anterior se puede aplicar en contextos de evaluación formativa o sumativa, que se analizan a continuación:

- **Evaluación formativa:** Proporcione comentarios continuos a través de puntos de control, debates y revisiones de borradores. Este enfoque permite una mejora continua, lo que permite a los alumnos perfeccionar su trabajo basándose en comentarios constructivos. Al hacer hincapié en el proceso de aprendizaje y no solo en el resultado, la evaluación formativa fomenta una comprensión más profunda y el desarrollo de habilidades.
- **Evaluaciones sumativas:** Realizar evaluaciones finales basadas en el proyecto completado, la presentación y el portafolio general.

Dado el énfasis en el aprendizaje iterativo y el desarrollo de habilidades en la educación en biomímesis, las evaluaciones formativas son el enfoque preferido. Este método garantiza que los estudiantes reciban comentarios oportunos, lo que fomenta la reflexión, la adaptación y el progreso continuo a lo largo del proceso de aprendizaje.

La evaluación formativa puede apoyarse en herramientas digitales para que los comentarios sean interactivos y atractivos, como las siguientes:

- Kahoot®: se utiliza para realizar cuestionarios rápidos con el fin de comprobar la comprensión de los conceptos de biomímesis por parte de los alumnos.
- Mentimeter®: se utiliza para realizar encuestas en directo o nubes de palabras con el fin de recabar información sobre el progreso del aprendizaje de los alumnos.
- Padlet®: permite a los estudiantes documentar y reflexionar sobre sus ideas de forma colaborativa.
- Google® Docs y Jamboard®: facilitan las revisiones entre compañeros y la lluvia de ideas colaborativa.



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones y puntos de vista expresados son, sin embargo, exclusivamente los de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva en el

ámbito Educativo, Audiovisual y Cultural (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA pueden ser consideradas responsables de ellos.

- Flip® (antes Flipgrid): se utiliza para animar a los alumnos a enviar breves vídeos con sus reflexiones sobre su proceso de aprendizaje.



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones y puntos de vista expresados son, sin embargo, exclusivamente los de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva en el

ámbito Educativo, Audiovisual y Cultural (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA pueden ser consideradas responsables de ellos.

5. Enfoque LET's MIMIC para diseñar proyectos de biomimética para los alumnos

Esta sección se centra en los pasos prácticos para desarrollar proyectos de biomímesis, desde la identificación de retos hasta la generación de soluciones innovadoras inspiradas en la naturaleza. También hace hincapié en la importancia del desarrollo y la documentación de casos prácticos para mejorar el aprendizaje y el intercambio de conocimientos.

5.1 Identificación de retos y formulación de problemas

Una definición clara del reto o problema es la base de cualquier proyecto de biomímesis exitoso. Identificar el reto adecuado garantiza que los estudiantes puedan aplicar eficazmente los principios de la biomímesis para desarrollar soluciones innovadoras.

Los pasos para identificar los retos incluyen:

- **Observar y explorar:** animar a los estudiantes a explorar su entorno y observar las áreas en las que los sistemas creados por el ser humano podrían mejorarse mediante soluciones inspiradas en la naturaleza.
- **Colaborar con las partes interesadas:** Involucrar a miembros de la comunidad, expertos del sector u otras partes interesadas para identificar retos del mundo real que necesitan soluciones.
- **Centrarse en la sostenibilidad:** dar prioridad a los retos que tienen repercusiones medioambientales, sociales o económicas y requieren soluciones sostenibles.
- **Formular la descripción del problema:** Guíe a los estudiantes para que formulen descripciones claras y concisas del problema que definan la cuestión y establezcan el contexto para las soluciones basadas en la biomímesis. Por ejemplo: «¿Cómo podemos



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones y puntos de vista expresados son, sin embargo, exclusivamente los de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva en el

ámbito Educativo, Audiovisual y Cultural (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA pueden ser consideradas responsables de ellos.

diseñar edificios energéticamente eficientes que regulen la temperatura de forma natural, inspirándonos en sistemas biológicos como los termiteros?».

5.2 Generar soluciones inspiradas en la biomímesis

Una vez identificado el reto, el siguiente paso es generar soluciones inspiradas en la naturaleza. Este proceso implica la investigación, la ideación y la aplicación de los principios de la biomímesis (Deldin y Schuknecht, 2014).

Los pasos para generar una solución incluyen:

- **Investigar modelos biológicos:** los estudiantes deben investigar cómo la naturaleza aborda retos similares. Por ejemplo, estudiar cómo las hojas optimizan la captura de luz para el diseño de paneles solares.
- **Lluvia de ideas e ideación:** facilitar sesiones de lluvia de ideas en las que los alumnos propongan múltiples soluciones basadas en su investigación biológica.
- **Seleccionar y perfeccionar:** Proporcione a los estudiantes comentarios iterativos para ayudarles a seleccionar la solución más factible e impactante y perfeccionar sus ideas.
- **Crear prototipos y probar:** animar a los alumnos a crear prototipos, probar sus soluciones y ajustarlas en función del rendimiento y la retroalimentación. Durante la creación de prototipos, los alumnos pueden inspirarse en ejemplos de la naturaleza, como:
 - **Velcro®:** inspirado en las semillas con ganchos que se adhieren al pelaje de los animales.
 - **Superficies autolimpiables:** inspiradas en la hoja de loto, que repele el agua y la suciedad.
 - **Ventilación eficiente desde el punto de vista energético:** inspirada en los termiteros, que regulan la temperatura interna.



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones y puntos de vista expresados son, sin embargo, exclusivamente los de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva en el

ámbito Educativo, Audiovisual y Cultural (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA pueden ser consideradas responsables de ellos.

5.3 Desarrollo y documentación de estudios de casos

Documentar los proyectos de biomímesis como estudios de casos es fundamental para el aprendizaje, la reflexión y el intercambio de conocimientos con un público más amplio. Un estudio de caso bien documentado destaca todo el proceso, desde la identificación del problema hasta la implementación de la solución y los resultados (Pawlin, 2011).

Los elementos clave de un estudio de caso de biomimética incluyen:

- **Introducción y antecedentes:** Proporcione el contexto del proyecto, incluyendo el reto identificado y su importancia.
- **Inspiración biológica:** describir los sistemas naturales u organismos que inspiraron la solución, detallando sus características y funciones relevantes.
- **Proceso de diseño y desarrollo:** describir los pasos para desarrollar la solución, incluyendo la investigación, la ideación, la creación de prototipos y las pruebas.
- **Resultados e impacto:** presentar los resultados del proyecto, incluyendo la eficacia de la solución y su impacto potencial.
- **Reflexiones y aprendizajes:** reflexionar sobre los éxitos, los retos y las lecciones aprendidas a lo largo del proyecto.
- **Documentación visual:** Incluya imágenes, bocetos, diagramas y prototipos para ilustrar la progresión del proyecto.

A continuación se muestra un ejemplo de un estudio de caso desarrollado a través de enfoques educativos basados en la biomímesis:

Título: Sistema de recogida de agua inspirado en la naturaleza.

Objetivo: Diseñar un sistema de recogida de agua para regiones áridas.

Inspiración biológica: estudio del escarabajo del desierto de Namib, que recoge agua de la niebla utilizando su caparazón texturizado.



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones y puntos de vista expresados son, sin embargo, exclusivamente los de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva en el

ámbito Educativo, Audiovisual y Cultural (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA pueden ser consideradas responsables de ellos.

Solución: Un dispositivo de recolección de niebla con una superficie que imita el caparazón del escarabajo, optimizando la eficiencia de la captura de agua.

Resultados: Aumento de las tasas de recolección de agua en las pruebas de campo en comparación con los métodos tradicionales.

- **Reflexiones:** Ideas para mejorar la escalabilidad del diseño y explorar modelos biológicos adicionales para su mejora.



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones y puntos de vista expresados son, sin embargo, exclusivamente los de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva en el

ámbito Educativo, Audiovisual y Cultural (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA pueden ser consideradas responsables de ellos.

6. Recursos y herramientas pedagógicas de apoyo

Para enseñar biomimética de forma eficaz es necesario aprovechar métodos innovadores, herramientas digitales y estrategias que fomenten el aprendizaje colaborativo. En esta sección se proporcionan a los educadores enfoques prácticos y recursos para mejorar la participación de los alumnos y los resultados del aprendizaje.

6.1 Recursos y herramientas digitales convencionales

Las herramientas digitales mejoran la enseñanza de la biomímesis al proporcionar acceso a recursos, facilitar la colaboración y apoyar proyectos creativos.

Entre las herramientas y recursos esenciales se incluyen:

- **Sistemas de gestión del aprendizaje (LMS):** plataformas como Google Classroom o Moodle ayudan a organizar el contenido de los cursos, las tareas y los debates.
- **Recursos específicos sobre biomímesis:** sitios web como AskNature.org ofrecen una base de datos de estrategias y soluciones biológicas que pueden inspirar a los estudiantes.
- **Software de modelado 3D:** herramientas como Tinkercad® o SketchUp® permiten a los estudiantes crear prototipos digitales de diseños inspirados en la biomímesis.
- **Plataformas colaborativas:** Herramientas como Miro®, Trello® y Padlet® permiten realizar lluvias de ideas, realizar un seguimiento de proyectos y compartir ideas.
- **Vídeos y multimedia:** Los vídeos de plataformas como YouTube® o TED Talks® pueden proporcionar explicaciones visuales y ejemplos reales de biomimética.

6.2 Bases de datos y redes externas sobre biomimética

La biomímesis es un movimiento global con numerosos recursos disponibles para su exploración. Las siguientes bases de datos y redes son herramientas valiosas para acceder a casos prácticos de biomímesis, conectar con expertos y descubrir innovaciones inspiradas en la naturaleza.



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones y puntos de vista expresados son, sin embargo, exclusivamente los de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva en el

ámbito Educativo, Audiovisual y Cultural (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA pueden ser consideradas responsables de ellos.

Entre los principales recursos externos sobre biomimética se incluyen:

- **AskNature:** un amplio recurso en línea creado por el Biomimicry Institute. Ofrece una vasta base de datos de estrategias biológicas que los innovadores han traducido en soluciones para retos de diseño. Los profesores y los estudiantes pueden buscar innovaciones inspiradas en la naturaleza basadas en la energía, el transporte, el agua y otros temas.

Sitio web: www.asknature.org

- **Biomimicry Global Network:** una red que conecta a profesionales, educadores y estudiantes para intercambiar ideas y conocimientos y colaborar en proyectos. Esta red permite a las personas aprender de los demás y hacer crecer el movimiento a nivel mundial.

Sitio web: www.biomimicry.org

- **Bioneers Network:** una red que promueve el poder de las soluciones basadas en la naturaleza, Bioneers reúne a personas y organizaciones que trabajan en la intersección del cambio ecológico y social.

Sitio web: www.bioneers.org

- **Bases de datos locales sobre biodiversidad y ecosistemas:** Diversos repositorios nacionales y regionales sobre biodiversidad proporcionan información detallada sobre la flora y la fauna locales. Estos recursos pueden inspirar a los estudiantes a la hora de diseñar proyectos de biomímesis. Algunos ejemplos son las bases de datos europeas y nacionales, como el Instituto Europeo de Bioinformática, y las iniciativas regionales de conservación.
- **Laboratorio de innovación del Instituto de Biomimética:** este espacio colaborativo en línea ayuda a los innovadores y educadores a conectar con las soluciones de la naturaleza para abordar los retos del diseño humano. Los recursos, seminarios web y laboratorio de



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones y puntos de vista expresados son, sin embargo, exclusivamente los de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva en el

ámbito Educativo, Audiovisual y Cultural (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA pueden ser consideradas responsables de ellos.

innovación del Instituto proporcionan acceso directo a investigaciones y proyectos de vanguardia.

Sitio web: www.biomimicry.org/innovation-lab

6.3 Portal LET's MIMIC

El portal LET's MIMIC ofrece información completa que ayuda a los visitantes a:

- **Conceptos de biomímesis:** Comprender los pasos de biomímesis de
- **Diseño metodológico de aprendizaje de LET's MIMIC:** Informes técnicos sobre la implementación de proyectos, incluidas las metodologías.
- **Servicios y contenidos de aprendizaje digital LET's MIMIC:** acceso directo y abierto a servicios digitales para apoyar el proceso de aprendizaje de la biomímesis.
- **Contenido de apoyo para educadores de LET's MIMIC:** El material de apoyo incluye un kit de aprendizaje autorregulado, módulos de formación, un manual de la plataforma de aprendizaje digital y mucho más.
- **Material informativo de LET's MIMIC:** Folletos y boletines informativos.
- **Eventos e información de difusión de LET's MIMIC:** eventos, publicaciones científicas y actividades de difusión, como artículos en Internet, publicaciones en redes sociales, comunicados de prensa y mucho más.

Sitio web: letsmimic.eu

6.4 Plataforma de aprendizaje digital LET's MIMIC para la biomímesis

La plataforma de aprendizaje digital LET's MIMIC para la biomímesis es un espacio digital diseñado para mejorar el aprendizaje a través de **la metodología de diseño de procesos de biomímesis LET's MIMIC** (informe técnico LET's MIMIC D2.1 PARTE B - Marco de aprendizaje basado en proyectos para el diseño de procesos de biomímesis, 2025). La plataforma digital



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones y puntos de vista expresados son, sin embargo, exclusivamente los de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva en el

ámbito Educativo, Audiovisual y Cultural (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA pueden ser consideradas responsables de ellos.

ofrece un entorno colaborativo en el que los estudiantes y profesores de FP pueden explorar **itinerarios de aprendizaje basados en problemas y autorregulados (SRL-P)**.

Las características y componentes clave de la plataforma son:

- **Módulo de microaprendizaje:** este módulo ofrece unidades de aprendizaje breves y específicas que permiten a los alumnos participar en la formación a su conveniencia, lo que fomenta experiencias de aprendizaje personalizadas y flexibles.
- **Módulo de aprendizaje autorregulado:** este módulo ofrece contenidos adaptados a los objetivos individuales, lo que permite a los estudiantes establecer sus propias rutas de aprendizaje a través de retos gamificados.
- **Módulo de trabajo en equipo:** este módulo es un espacio colaborativo que fomenta la interacción, el intercambio de ideas y el pensamiento de orden superior a través de actividades en grupo.
- **Módulo de gamificación:** la gamificación incluye características como puntos, insignias y tablas de clasificación para motivar y atraer a los estudiantes.
- **Módulo de evaluación:** este módulo supervisa el progreso y proporciona comentarios para ayudar a los estudiantes a mejorar su rendimiento.

6.5 Kit de aprendizaje autorregulado LET's MIMIC

El desarrollo de retos educativos y estudios de casos es una piedra angular de esta actividad, que se documenta en un documento exhaustivo que presenta una recopilación de casos abordados a través de la biomímesis y casos abiertos para su uso en el aula (informe técnico de LET's MIMIC D3.2 Kit de aprendizaje autorregulado, 2025). Este kit incluye:

- **Estudios de casos educativos para las habilidades del siglo XXI:** un conjunto completo de 60 estudios de casos basados en problemas de la vida real. Estos retos mejoran las competencias críticas, como la resolución de problemas, el pensamiento analítico, el



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones y puntos de vista expresados son, sin embargo, exclusivamente los de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva en el

ámbito Educativo, Audiovisual y Cultural (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA pueden ser consideradas responsables de ellos.

pensamiento creativo, la alfabetización en TIC y los enfoques interdisciplinarios de las materias STEM.

- **Banco de recursos sobre soluciones inspiradas en la biomímesis:** un repositorio seleccionado de 60 soluciones inspiradas en la biomímesis y relevantes para la edad y los niveles de conocimiento de los alumnos de FP. Estas soluciones ayudan a los estudiantes a establecer paralelismos entre los sistemas naturales y los retos humanos, aplicando la biomímesis para innovar. Las soluciones abordan los casos prácticos mencionados anteriormente. Existe una correspondencia uno a uno entre los retos de aprendizaje y las soluciones inspiradas en la biomímesis.
- **Una colección de retos abiertos que pueden abordarse a través de la biomímesis:** los retos siguen un formato similar al de los casos prácticos, pero son abiertos, sin solución proporcionada. Están pensados para que los educadores los utilicen directamente en el aula y diseñados para que los estudiantes los aborden de forma en equipos para la innovación basada en la biomímesis. Los educadores también pueden utilizarlos como referencia para estructurar actividades adicionales para los estudiantes.

Los casos prácticos y los retos se han diseñado para integrarse en la plataforma de aprendizaje digital MIMIC de LET y utilizarse en un entorno digital muy interactivo y atractivo. Sin embargo, también se pueden utilizar sin conexión si es necesario. Al participar en este proceso, los alumnos adquieren habilidades de sostenibilidad y desarrollan una comprensión más profunda de los principios de la biomímesis y su aplicación práctica.

6.6 Módulos de formación MIMIC de LET

Los módulos de formación LET's MIMIC constituyen actividades integrales que se centran en cada uno de los pasos de la biomímesis: definir, biologizar, descubrir, abstraer, emular y evaluar. Integran contenidos del kit de aprendizaje autorregulado LET's MIMIC y contenidos adicionales organizados de manera que los educadores puedan utilizarlos directamente en el aula.



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones y puntos de vista expresados son, sin embargo, exclusivamente los de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva en el

ámbito Educativo, Audiovisual y Cultural (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA pueden ser consideradas responsables de ellos.

Los módulos de formación son un recurso de aprendizaje adicional para los educadores, que ayuda a desarrollar los conocimientos y habilidades de los estudiantes en el diseño biomimético.



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones y puntos de vista expresados son, sin embargo, exclusivamente los de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva en el

ámbito Educativo, Audiovisual y Cultural (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA pueden ser consideradas responsables de ellos.

7. Recomendaciones de implementación en contextos locales

La integración de la biomímesis en la educación y formación profesional requiere estrategias de implementación bien pensadas, adaptaciones localizadas y un sólido apoyo por parte de los profesores. En esta sección se describen enfoques prácticos para ayudar a los educadores a aplicar eficazmente el contenido del manual y supervisar su impacto.

7.1 Adaptación del manual a los contextos locales

Cada entorno educativo tiene necesidades únicas, y la adaptación de los materiales didácticos sobre biomímesis a los contextos locales garantiza su relevancia y eficacia.

Las estrategias clave de adaptación a los contextos locales incluyen (Maccioni et al., 2024):

- **Comprender los retos locales:** Identificar los retos medioambientales o sociales regionales que pueden abordarse mediante proyectos inspirados en la biomímesis. Por ejemplo, las soluciones a la escasez de agua pueden ser más relevantes en las regiones áridas.
- **Incorporar la biodiversidad local:** hacer hincapié en la flora y la fauna locales en los materiales didácticos, ayudando a los estudiantes a conectar con su entorno inmediato.
- **Relevancia lingüística y cultural:** traducir o modificar el contenido para reflejar los idiomas locales, las referencias culturales y las prácticas docentes.
- **Participación de las partes interesadas:** colaborar con las industrias locales, las organizaciones medioambientales y las partes interesadas de la comunidad para alinear los proyectos de biomímesis con las necesidades del mundo real.



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones y puntos de vista expresados son, sin embargo, exclusivamente los de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva en el

ámbito Educativo, Audiovisual y Cultural (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA pueden ser consideradas responsables de ellos.

7.2 Formación y apoyo al profesorado

Los profesores necesitan formación y apoyo continuo para impartir contenidos de biomímesis y facilitar la participación de los alumnos con confianza (Schunk y Mullen, 2013).

Las estrategias de formación y apoyo al profesorado incluyen:

- **Talleres y seminarios:** Impartir sesiones de formación sobre conceptos de biomímesis, métodos de enseñanza y enfoques de aprendizaje basados en proyectos.
- **Programas de mentoría:** emparejar a los profesores con expertos en biomímesis o educadores experimentados que puedan proporcionar orientación y buenas prácticas.
- **Bibliotecas de recursos:** Desarrollar un repositorio de materiales didácticos, planes de lecciones y estudios de casos para facilitar el acceso y la consulta.
- **Redes de aprendizaje entre pares:** Crear foros o grupos donde los profesores puedan compartir experiencias, retos y soluciones.
- **Desarrollo profesional continuo:** Ofrecer oportunidades de aprendizaje continuo a través de seminarios web, cursos en línea y conferencias centradas en la biomímesis y las prácticas docentes innovadoras.

7.3 Seguimiento y evaluación

El seguimiento y la evaluación de la eficacia de la educación en biomímesis son esenciales para garantizar el cumplimiento de los objetivos de aprendizaje e identificar áreas de mejora (Jituafua, 2024).

Las técnicas de seguimiento y evaluación de la eficacia de una intervención de aprendizaje sobre biomímesis incluyen:

- **Evaluaciones de los estudiantes:** Las evaluaciones formativas pueden ayudar a medir la comprensión y la aplicación de los principios de biomímesis por parte de los estudiantes, garantizando una retroalimentación y una mejora continuas a lo largo del proceso de



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones y puntos de vista expresados son, sin embargo, exclusivamente los de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva en el

ámbito Educativo, Audiovisual y Cultural (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA pueden ser consideradas responsables de ellos.

aprendizaje. Las evaluaciones sumativas pueden utilizarse de forma selectiva para evaluar los proyectos o presentaciones finales.

- **Resultados de los proyectos:** evaluar la calidad y el impacto de los proyectos de los estudiantes, centrándose en la creatividad, la innovación y la aplicabilidad en el mundo real.
- **Mecanismos de retroalimentación:** recopilar comentarios de los estudiantes, profesores y partes interesadas para comprender sus experiencias e identificar los retos.
- **Estudios de impacto:** realizar estudios para medir el impacto a largo plazo de la educación en biomímesis en las habilidades de los estudiantes, sus elecciones profesionales y sus contribuciones a la sostenibilidad.
- **Mejora continua:** utilizar los datos de la evaluación para perfeccionar los materiales didácticos, las metodologías y los sistemas de apoyo, garantizando su relevancia y eficacia continuas.



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones y puntos de vista expresados son, sin embargo, exclusivamente los de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva en el

ámbito Educativo, Audiovisual y Cultural (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA pueden ser consideradas responsables de ellos.

8. Lecturas y investigaciones adicionales

Para los educadores, estudiantes e investigadores que deseen profundizar en el campo de la biomímesis, los siguientes libros, artículos y recursos en línea son esenciales:

Libros recomendados:

- **Biomimicry: Innovation Inspired by Nature**, de Janine Benyus
Este innovador libro presenta los principios de la biomímesis y muestra cómo la innovación inspirada en la naturaleza puede resolver algunos de los retos más acuciantes del mundo.
Editorial: HarperCollins
- **Diseño para la vida: la arquitectura del mundo natural**, de Sim Van der Ryn
Centrado en el diseño ecológico, este libro explora cómo los sistemas y organismos naturales pueden guiar el diseño sostenible en la arquitectura y otros ámbitos.
Editorial: Greenleaf Publishing
- **Nature of Technology: What It Is and How It Evolves**, de W. Brian Arthur
Una exploración de la evolución tecnológica y de cómo los procesos de la naturaleza pueden reflejarse en los avances tecnológicos.
Editorial: Free Press



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones y puntos de vista expresados son, sin embargo, exclusivamente los de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva en el

ámbito Educativo, Audiovisual y Cultural (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA pueden ser consideradas responsables de ellos.

Conclusiones

Este documento presenta una metodología para ayudar a los educadores a diseñar e integrar en el aprendizaje prácticas de biomímesis para la innovación inspiradas en la naturaleza, con especial atención a la formación profesional. El documento es un manual al que los educadores pueden recurrir en busca de inspiración sobre metodologías de aprendizaje de biomímesis y sobre cómo integrar la biomímesis en las prácticas de aprendizaje activo y experiencial existentes, en particular las basadas en problemas y proyectos. El documento proporciona además pasos que guían a los educadores en el diseño de actividades de biomímesis para los estudiantes. Describe recursos digitales de apoyo, tanto desarrollados por el proyecto LET's MIMIC como externos, tales como bases de datos y redes de biomímesis. El documento es un recurso valioso para enriquecer las prácticas de la EFP a través de la biomímesis y desarrollar las habilidades de innovación y sostenibilidad de los estudiantes.



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones y puntos de vista expresados son, sin embargo, exclusivamente los de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva en el

ámbito Educativo, Audiovisual y Cultural (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA pueden ser consideradas responsables de ellos.

Referencias

1. Benyus, J. M. (1997). *Biomimicry: Innovation inspired by nature*. Harper Perennial.
2. Bergmann, J. y Sams, A. (2012). *Dale la vuelta a tu clase: llega a todos los alumnos de todas las clases todos los días*. Sociedad Internacional para la Tecnología en la Educación (ISTE).
3. Bhushan, B. (2009). *Biomimética: Lecciones de la naturaleza – Una visión general*. Transacciones filosóficas de la Royal Society A: Ciencias matemáticas, físicas y de ingeniería, 367(1893), 1445-1486.
4. Instituto de Biomimética (2017). Disponible en línea en: <http://biomimicry.org>.
5. Bishop, J. L. y Verleger, M. A. (2013). *El aula invertida: un estudio de la investigación*. En la 120.ª Conferencia y Exposición Anual de la ASEE (pp. 23.1200.1-23.1200.18). Sociedad Americana para la Educación en Ingeniería. Disponible en línea en: <https://peer.asee.org/22585>.
6. Blumenfeld, P. C., Soloway, E., Marx, R. W., Krajcik, J. S., Guzdial, M. y Palincsar, A. (1991). *Motivating project-based learning: Sustaining the doing, supporting the learning*. Educational Psychologist, 26(3-4), 369–398. Disponible en línea en: <https://doi.org/10.1080/00461520.1991.9653139>.
7. Este artículo ofrece una definición básica del ABP, haciendo hincapié en la investigación impulsada por los estudiantes, la relevancia en el mundo real y la participación sostenida en proyectos significativos.
8. Brown, T. (2009). *Cambio por diseño: cómo el pensamiento de diseño crea nuevas alternativas para las empresas y la sociedad*. Harper Business.
9. Buchem, I. y Hamelmann, H. (2010). Microaprendizaje: una estrategia para el desarrollo profesional continuo. eLearning Papers, 21, 1-15.



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones y puntos de vista expresados son, sin embargo, exclusivamente los de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva en el

ámbito Educativo, Audiovisual y Cultural (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA pueden ser consideradas responsables de ellos.

10. Deldin, J.-M. y Schuknecht, M. (2014). *La base de datos AskNature: soluciones para el diseño biomimético*. En A. K. Goel, D. A. McAdams y R. B. Stone (Eds.), *Diseño inspirado en la biología: métodos y herramientas computacionales* (pp. 17-27). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4471-5248-4_2
11. Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R. y Nacke, L. (2011). *De los elementos del diseño de juegos a la ludicidad: definición de «gamificación»*. Actas de la 15.ª Conferencia Académica Internacional MindTrek, 9-15. ACM. Disponible en línea en: <https://doi.org/10.1145/2181037.2181040>.
12. El-Zeiny, R. M. A. (2012). *La biomímesis como metodología para la resolución de problemas en la arquitectura de interiores*. Procedia - Ciencias sociales y del comportamiento, 50, 502-512.
13. Hmelo-Silver, C. E. (2004). *Aprendizaje basado en problemas: ¿qué y cómo aprenden los estudiantes?* Educational Psychology Review, 16(3), 235-266. <https://doi.org/10.1023/B:EDPR.0000034022.16470.f3>.
14. Hug, T. (2005). Microaprendizaje y narración: exploración de las posibilidades de utilización de las narraciones y la narración de historias para el diseño de «microunidades» y disposiciones didácticas de microaprendizaje. En Actas de la 4.ª Conferencia Internacional sobre Medios de Comunicación en la Educación.
15. Jituafua, A. (2024). *Un programa de desarrollo profesional basado en la biomímesis para mejorar la creatividad en proyectos STEM de los estudiantes de magisterio de ciencias*. Revista de Educación Científica Turca, 21(4), 705-722. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1457788.pdf>.
16. Kennedy, E. B., Marting, L. y Bai, Y. (2015). *El camino hacia la biomímesis: exploración del proceso de búsqueda de estrategias biológicas para soluciones sostenibles*. Sostenibilidad, 7(1), 566-579.



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones y puntos de vista expresados son, sin embargo, exclusivamente los de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva en el

ámbito Educativo, Audiovisual y Cultural (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA pueden ser consideradas responsables de ellos.

17. Kolb, D. A. (1984). *Aprendizaje experiencial: la experiencia como fuente de aprendizaje y desarrollo*. Prentice Hall.
18. Informe técnico del proyecto LET's MIMIC, *Matriz de resultados de aprendizaje para las competencias en materia de sostenibilidad en la EFP* (2025). Disponible en línea en: <https://letsmimic.eu/project-reports/>.
19. Informe técnico del proyecto LET's MIMIC, *Marco de aprendizaje basado en proyectos para el diseño de procesos de biomimética* (2025). Disponible en línea en: <https://letsmimic.eu/project-reports/>.
20. Maccioni, S., d'Angella, F., De Carlo, M. y Sfogliarini, B. (2024). *Participación de las partes interesadas y factores desencadenantes del desarrollo sostenible en ecosistemas complejos y frágiles: evidencia de la región alpina del Trentino*. *Sostenibilidad*, 16(22), 9879. <https://doi.org/10.3390/su16229879>
21. Mejía-Villa, A., Cabra, J. F. y Osman, S. (2023). *Formación para la sostenibilidad a través de la biomimesis y los procesos creativos de resolución de problemas*. *Journal of Cleaner Production*, 382, 135287. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.135287>.
22. Oguntona, O. y Aigbavboa, C. (2023). *Lecciones de biomimesis para la enseñanza y el aprendizaje en la educación superior*. En M. Makua et al. (Eds.), *Actas de la 10.ª Conferencia Focus (TFC 2023)* (pp. 125-134). Atlantis Press. https://doi.org/10.2991/978-2-38476-134-0_12
23. Pawlyn, M. (2011). *Biomimética en arquitectura*. RIBA Publishing.
24. Papert, S. (1993). *Tormentas mentales: niños, ordenadores e ideas poderosas*. Basic Books.
25. Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., de Jong, T., van Riesen, S. A. N., Kamp, E. T., Manoli, C. C., Zacharia, Z. C. y Tsourlidaki, E. (2015). *Fases del aprendizaje basado en la investigación: definiciones y ciclo de investigación*. *Educational Research Review*, 14, 47-61. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2015.02.003>.



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones y puntos de vista expresados son, sin embargo, exclusivamente los de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva en el

ámbito Educativo, Audiovisual y Cultural (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA pueden ser consideradas responsables de ellos.

26. Pawlyn, M. (2011). *Biomimética en arquitectura*. RIBA Publishing.
27. Schunk, D. H. y Mullen, C. A. (2013). *Hacia un modelo conceptual de la investigación sobre la tutoría: integración con el aprendizaje autorregulado*. Educational Psychology Review, 25(3), 361-389. <https://doi.org/10.1007/s10648-013-9233-3>.
28. Thomas, J. W. (2000). *Una revisión de la investigación sobre el aprendizaje basado en proyectos*. Fundación Autodesk.
29. Vincent, J. F. V., Bogatyreva, O. A., Bogatyrev, N. R., Bowyer, A. y Pahl, A.-K. (2006). *Biomimética: su práctica y teoría*. Revista de la Royal Society Interface, 3(9), 471-482.



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. Las opiniones y puntos de vista expresados son, sin embargo, exclusivamente los de los autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agencia Ejecutiva en el

ámbito Educativo, Audiovisual y Cultural (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA pueden ser consideradas responsables de ellos.