



Módulos de formación del WP3 sobre diseño de procesos biomiméticos

Tarea 3.1/ A1. Desarrollo de un kit de autoaprendizaje para estudiantes de FP - LP: ATS / CPs: TODOS LET'S MIMIC SOLUTIONS

Una solución se refiere a los pasos aplicados para resolver el reto identificado, mediante la biomimética.

Solución: Impresiones 3D que cambian de color

DISEÑO BIOMIMÉTICO	Descripción
Paso 2 – Biologizar	2.a Pregúntate cómo la naturaleza puede resolver esto. ¿Cómo son capaces los animales de cambiar de color rápidamente en situaciones críticas con un menor consumo de energía? Contexto En la naturaleza, el camaleón cambia de color utilizando células especializadas llamadas cromatóforos, que ajustan rápidamente el pigmento y reflejan diferentes longitudes de onda de la luz. Los estímulos externos controlan este proceso y no requieren una gran cantidad de energía. 2.b Pregúntate qué pretende tu diseño. Determina las funciones clave de tu diseño e identifica contextos en la naturaleza. Las funciones pueden referirse al papel que desempeñan las adaptaciones o comportamientos de un organismo que le permiten sobrevivir. También pueden referirse a algo que necesitas que haga tu solución de diseño. • Cambio dinámico de color: los camaleones cambian de color para camuflarse y comunicarse. • Eficiencia de los materiales: la piel del camaleón ajusta los pigmentos sin desperdicio. • Alta precisión: los cromatóforos de la piel del camaleón controlan los tonos. 2.c Da la vuelta a la pregunta. Considera funciones opuestas. ¿Cómo consiguen los organismos de la naturaleza cambiar de color para adaptarse rápidamente a su entorno?
Paso 3 – Descubre	3.a Busca modelos naturales que coincidan con las mismas funciones y el mismo contexto que tu solución de diseño. Función Cambio rápido de color para el camuflaje y la comunicación. Modelos naturales • Cefalópodos: utilizan un complejo sistema de células pigmentarias para adaptarse al instante.



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.

- **Mariposas:** cambian de color según el ángulo de visión, lo que mejora la atracción de la pareja y la protección.
- **Arañas:** utilizan la pigmentación y la textura para mimetizarse con su hábitat.

3.b Identificar a expertos y conectar con comunidades de biólogos y naturalistas.

- Universidades e instituciones de investigación (Universidad de Harvard, Instituto Smithsonian)
- Comunidades profesionales (Sociedad Internacional de Biología, Sociedad de Ecología)
- Foros y grupos en línea (ResearchGate)
- Organizaciones y eventos locales

Paso 4 – Resumen

4.a Resume los elementos clave de la estrategia biológica. Destaque las funciones principales y las palabras clave. Si es posible, cree un diagrama o un dibujo y/o busque imágenes que puedan ilustrar el diseño.

Funciones principales

- **Cambio de color:** Los camaleones cambian de color para camuflarse, comunicarse y regular la temperatura.
- **Pigmentos y colores estructurales:** los camaleones utilizan tanto pigmentos como colores estructurales para lograr sus cambios de color.
- **Cromatóforos:** los camaleones tienen células pigmentarias que contienen pigmentos responsables de su cambio de color.
- **Iridóforos:** los camaleones tienen células iridóforas que producen colores estructurales a través de cristales nanométricos que reflejan la luz.

Palabras clave

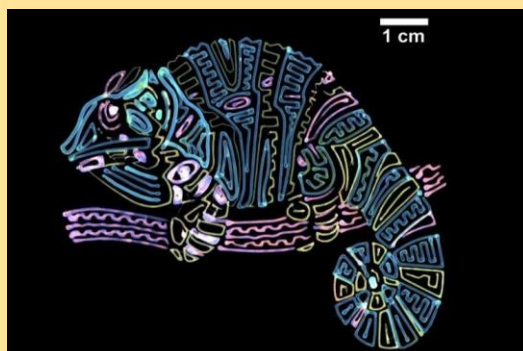
Adaptabilidad, camuflaje, comunicatividad, instantaneidad, control y reflexión.



<https://asknature.org/innovation/colourful-3d-printing-inspired-by-chameleons/>

4.b Traduce las lecciones de la naturaleza en estrategias de diseño. Reescribe la estrategia sin utilizar términos biológicos y conéctala con las funciones y el contexto desde una perspectiva humana.

- **Adaptación dinámica del color:** Crear una impresora que permita cambios de color inmediatos en función de las preferencias del usuario o de señales ambientales.
- **Uso eficiente de los materiales:** Optimizar el proceso de impresión para utilizar un único tipo de material y lograr al mismo tiempo una amplia gama de colores y efectos.
- **Precisión y detalle:** Incorporar mecanismos de control avanzados para garantizar una aplicación precisa y detallada del color durante la impresión.
- **Interfaz centrada en el usuario:** Desarrollar una interfaz intuitiva que permita a los usuarios seleccionar y personalizar fácilmente colores y patrones.



<https://news.illinois.edu/view/6367/809468>

Paso 5 – Emular

5.a Enumera tu información clave y explora tantas ideas como sea posible. Características

Adaptación dinámica del color.

Ideas

Joyería personalizada, ropa adaptativa, arte dinámico, fundas para teléfonos, exteriores o interiores de coches, juguetes interactivos, monitores de salud portátiles, prótesis, embalajes de productos

5.b Organiza tus ideas en categorías que incluyan las características, el contexto, las limitaciones, etc., y selecciona los conceptos de diseño que mejor se adapten a tu solución.

Características

- Cambia el color en función de la iluminación o las preferencias del usuario.
- Ajusta el color para que combine con diferentes atuendos o entornos.
- Cambia el color por motivos estéticos o funcionales.



Paso 6 – Evaluar	● Cambiar el color por motivos de personalización o seguridad. ● Cambia el color para llamar la atención o transmitir diferentes mensajes. Contexto Aplicaciones industriales, educación, entornos militares y asistencia sanitaria. Limitaciones ● Complejidad de integrar la mezcla de colores en tiempo real. ● Dificultades para mantener la calidad de impresión durante las transiciones de color. ● Inversión inicial en tecnología y materiales. ● Equilibrar la asequibilidad con las funciones avanzadas. ● Garantizar que la interfaz sea intuitiva para usuarios sin conocimientos técnicos. ● Ofrecer asistencia y recursos para usuarios con diferentes perfiles. Idea seleccionada Ropa adaptativa que cambia de color para combinar con diferentes conjuntos o entornos. 6.a Evalúa los conceptos de diseño en relación con su adecuación a los criterios y limitaciones del reto de diseño, así como su compatibilidad con los sistemas de la Tierra. Evalúa la viabilidad del modelo técnico y de negocio. Los conceptos de diseño para la impresora 3D que cambia de color se ajustan en gran medida a los criterios del reto de diseño, especialmente en términos de innovación y sostenibilidad. Sin embargo, deben abordarse los retos relacionados con la implementación técnica y la gestión de costes. El modelo de negocio parece viable, especialmente si cuenta con el respaldo de alianzas estratégicas y se centra en la sostenibilidad, lo que se ajusta a las tendencias actuales del mercado y a las preferencias de los consumidores. En general, con una planificación y ejecución cuidadosas, el proyecto tiene potencial para alcanzar el éxito. 6.b Revisar y reconsiderar los pasos anteriores según sea necesario para generar una solución viable. Al revisar y perfeccionar cada paso, la solución propuesta para una impresora 3D que cambia de color puede hacerse más viable. Centrarse en una tecnología simplificada, materiales sostenibles, un diseño centrado en el usuario y un modelo de negocio sólido aumentará las posibilidades de éxito, al tiempo que se garantiza la alineación con los objetivos medioambientales y las demandas del mercado. La retroalimentación y la colaboración regulares serán clave para adaptar la solución a medida que evolucione.
-------------------------	--

Recursos adicionales:

<https://biomimicry.org>

<https://asknature.org/innovation/colourful-3d-printing-inspired-by-chameleons>



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



Módulos de formación del WP3 sobre diseño de procesos biomiméticos

Tarea 3.1/ A1. Desarrollo de un kit de autoaprendizaje para estudiantes de FP - LP: ATS / CPs: TODOS LET'S MIMIC SOLUTIONS

Una solución se refiere a los pasos aplicados para resolver el reto identificado, a través de la biomimética.

Solución: El pigmento blanco natural del escarabajo *Cyphochilus*

DISEÑO BIOMIMÉTICO	Descripción
Paso 2 – Biologizar	2.a Pregúntate cómo la naturaleza puede resolver esto. ¿Cómo pueden ciertos organismos reflejar la luz de manera eficaz para mejorar su camuflaje? Contexto Algunos organismos reflejan la luz de manera eficiente a través de estructuras especializadas, como escamas microscópicas o nanoestructuras, que manipulan la luz a nivel de longitud de onda. Estas adaptaciones les permiten integrarse perfectamente en su entorno, reflejando los colores y patrones que les rodean. Al imitar las condiciones de luz del entorno, mejoran su camuflaje, lo que dificulta que los depredadores o las presas los detecten. Esta reflexión eficiente de la luz suele requerir una energía mínima, lo que permite a estos organismos conservar recursos al tiempo que maximizan su supervivencia. 2.b Pregúntate qué pretende tu diseño. Determina las funciones clave de tu diseño e identifica contextos en la naturaleza. Las funciones pueden referirse al papel que desempeñan las o comportamientos que le permiten sobrevivir. También pueden referirse a algo que necesitas que haga tu solución de diseño. ● Reflejo de la luz: Organismos que utilizan estructuras microscópicas para camuflarse, como el escarabajo <i>Cyphochilus</i>. ● Composición no tóxica: plantas y microorganismos que producen pigmentos naturales como la clorofila. ● Durabilidad y estabilidad: Pigmentos en las alas de las mariposas que resisten los rayos UV y las condiciones climáticas. 2.c Da la vuelta a la pregunta. Considera funciones opuestas. ¿Cómo camuflan los animales sus colores para adaptarse a diferentes entornos de hábitat?
Paso 3 – Descubre	3.a Busca modelos naturales que coincidan con las mismas funciones y el mismo contexto que tu solución de diseño. Función Reflejo de la luz. Modelos naturales



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



Paso 4 – Resumen

- **Alas de mariposa:** Las mariposas tienen estructuras microscópicas en sus alas que interactúan con la luz, generando efectos iridiscentes. Esto les permite camuflarse en su entorno natural y atraer a sus parejas.
- **Piel del camaleón:** los camaleones tienen células especiales llamadas cromatóforos que les permiten cambiar rápidamente de color en función de su entorno o estado emocional, lo que les ayuda a esconderse de los depredadores o a comunicarse con otros camaleones.
- **Corales:** Los corales desarrollan pigmentos naturales que protegen sus tejidos del daño causado por la radiación ultravioleta, al tiempo que presentan colores vivos que contribuyen a la diversidad de los corales en los arrecifes.
- **Arañas:** Ciertas arañas tejen telas con patrones y colores que se mimetizan con su entorno natural, lo que les protege de los depredadores y les ayuda a atraer a sus presas.

3.b Identificar a expertos y conectar con comunidades de biólogos y naturalistas.

- Universidades locales.
- Instituciones de investigación.
- Sociedad Entomológica de América.
- Sociedad de Biología Integrativa y Comparada.
- Comunidades y foros en línea.
- Conferencias y talleres.

4.a Resuma los elementos clave de la estrategia biológica. Destaque las funciones principales y las palabras clave. Si es posible, elabore un diagrama o dibujo y/o busque imágenes que puedan ilustrar el diseño.

Funciones principales:

- **Dispersión de la luz:** La función principal de las microestructuras del exoesqueleto del escarabajo *Cyphochilus* es dispersar la luz, lo que da como resultado un aspecto blanco brillante.
- **Producción de color:** En la naturaleza, las microestructuras pueden producir colores mediante la interferencia y la dispersión de las ondas de luz. Esto difiere de los pigmentos químicos, ya que el color es generado por la estructura física en lugar de por un compuesto químico.
- **Optimización de la interacción con la luz:** Las escamas no uniformes del exoesqueleto del escarabajo *Cyphochilus* están optimizadas para interactuar con la luz de una manera que mejora su visibilidad. Esta optimización garantiza que la coloración blanca del escarabajo sea altamente eficaz en su entorno natural.



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.

Palabras clave

Microestructuras, ondas de luz, dispersión de la luz, exoesqueleto, escamas no uniformes, filamentos espaciados de forma irregular.



<https://asknature.org/innovation/super-white-material-inspired-by-the-typhochilus-beetle/>

4.b Traspasar las lecciones de la naturaleza a estrategias de diseño. Reescribir la estrategia sin utilizar términos biológicos y relacionarla con las funciones y el contexto desde una perspectiva humana.

- **Superficies brillantes y reflectantes:** Desarrollar superficies que reflejen la luz de forma eficaz, creando un aspecto brillante y atractivo.
- **Materiales seguros y ecológicos:** utilizar materiales de origen natural y respetuosos con el medio ambiente, asegurándose de que no supongan un riesgo para la salud de las personas ni dañen el planeta.
- **Rendimiento duradero:** Desarrollar productos resistentes a diversos factores ambientales, garantizando que mantengan su calidad y apariencia a lo largo del tiempo.
- **Opciones de color versátiles:** Desarrolla productos que se adapten a diferentes entornos o preferencias personales, permitiendo cambiar el color o el aspecto según sea necesario.

<https://www.jacksonsart.com/blog/2021/09/10/pigment-colour-index-white-pigments/>

5.a Enumera la información clave y explora tantas ideas como sea posible. Características

Superficies brillantes y reflectantes, materiales seguros y ecológicos, rendimiento duradero, opciones de color versátiles



Paso 5: Emular



	Ideas Alimentos saludables y funcionales, ingredientes de larga duración, pinturas ecológicas, revestimientos para edificios, cosméticos, envases, textiles, decoración de interiores y exteriores, juguetes 5.b Organiza tus ideas en categorías que incluyan las características, el contexto, las limitaciones, etc., y selecciona los conceptos de diseño que mejor se adapten a tu solución. Características ● Superficies brillantes y reflectantes: pinturas ecológicas, revestimientos reflectantes e impermeables para edificios, productos cosméticos. ● Materiales seguros y ecológicos: envases biodegradables, materiales no tóxicos, moda y textiles, alimentos saludables y funcionales, ingredientes de larga duración. ● Rendimiento duradero: equipamiento para exteriores, decoración del hogar duradera. ● Opciones de color versátiles: moda y textiles, juguetes y productos educativos, paletas de colores personalizables. Contexto Bienes de consumo, hogar y estilo de vida, aplicaciones al aire libre, educación y participación comunitaria. Limitaciones ● Limitaciones de los materiales: necesidad de obtener materiales sostenibles y no tóxicos que sean a la vez eficaces y estéticamente agradables. ● Consideraciones de coste: los productos deben ser asequibles para fomentar su adopción generalizada, sin perder calidad. ● Requisitos de durabilidad: los artículos deben resistir los factores ambientales sin degradarse rápidamente. ● Cumplimiento normativo: garantizar que los productos cumplan las normas de seguridad y la normativa medioambiental pertinente. Idea seleccionada Ingredientes de larga duración: Desarrollar productos alimenticios con ingredientes que tengan una larga vida útil sin necesidad de conservantes artificiales, garantizando que se mantengan frescos y sean seguros para el consumo
Paso 6 – Evaluar	6.a Evalúa los conceptos de diseño en cuanto a su alineación con los criterios y limitaciones del reto de diseño, así como su compatibilidad con los sistemas de la Tierra. Evalúa la viabilidad tanto de los modelos técnicos como de los modelos de negocio. Los conceptos de diseño inspirados en el escarabajo Cyphochilus se ajustan bien a los criterios del reto de diseño y demuestran su compatibilidad con los sistemas de la Tierra a través de prácticas sostenibles. Los avances en bioquímica respaldan la viabilidad técnica de la obtención y producción de un





pigmento blanco natural, mientras que el modelo de negocio se ve reforzado por las tendencias del mercado que favorecen los productos ecológicos. Abordar las limitaciones e invertir en investigación y desarrollo será fundamental para llevar con éxito estos conceptos al mercado.

6.b Revisar y reconsiderar los pasos anteriores según sea necesario para generar una solución viable.

Al revisar y perfeccionar los pasos anteriores del proceso de diseño, podemos crear un plan sólido para desarrollar un pigmento blanco natural y no tóxico inspirado en el escarabajo *Cyphochilus*. Centrarnos en el perfeccionamiento del producto, superar los retos y ejecutar un plan de implementación integral mejorará la viabilidad de esta solución en el mercado. Este enfoque no solo satisfará las demandas de los consumidores de productos sostenibles, sino que también promoverá una relación más saludable con nuestro medio ambiente.

Recursos adicionales:

<https://biomimicry.org>

<https://asknature.org/innovation/super-white-material-inspired-by-the-cyphochilus-beetle>



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



Módulos de formación del WP3 sobre diseño de procesos biomiméticos

Tarea 3.1/ A1. Desarrollo de un kit de autoaprendizaje para estudiantes de FP - LP: ATS / CPs: TODOS LET'S MIMIC SOLUTIONS

Una solución se refiere a los pasos aplicados para resolver el reto identificado, a través de la biomimética.

Solución: Los túneles de los termiteros

DISEÑO BIOMIMÉTICO	Descripción
Paso 2 – Biologizar	2.a Pregúntate cómo la naturaleza puede resolver esto. ¿Cuál es la estrategia de la naturaleza para crear sistemas de ventilación natural que regulen la temperatura y el flujo de aire sin necesidad de energía externa? Contexto Los termiteros están diseñados con una red de túneles que aspiran aire fresco desde la base y expulsan aire caliente por la parte superior, aprovechando las corrientes de convección. Los termiteros aprovechan el flujo natural del aire, utilizando las diferencias de temperatura para crear circulación. Incluso en condiciones de calor extremo, los termiteros mantienen un ambiente interno estable. La estructura del termitero proporciona refrigeración y flujo de aire sin ningún aporte de energía, basándose únicamente en el diseño y la dinámica natural del flujo de aire. 2.b Pregúntate qué pretende tu diseño. Determina las funciones clave de tu diseño e identifica contextos en la naturaleza. Las funciones pueden referirse al papel que desempeñan las o comportamientos que le permiten sobrevivir. También pueden referirse a algo que tu solución de diseño debe lograr. ● Mejorar la eficiencia energética: los termiteros utilizan la ventilación natural y la masa térmica para regular las temperaturas internas con un consumo mínimo de energía. ● Mantener el confort térmico: Los materiales de construcción de los termiteros, como la tierra y la arcilla, tienen una alta capacidad térmica. Esto permite que el termitero absorba y almacene calor durante el día y lo libere durante la noche, más fresca, lo que ayuda a estabilizar las temperaturas internas. ● Regulación de la humedad: Las termitas mantienen un ambiente húmedo dentro del termitero, lo que ayuda a regular la temperatura y la humedad. La humedad del suelo y la actividad de las termitas contribuyen a un microclima estable. ● Arquitectura adaptativa: La arquitectura de los termiteros puede variar en función del entorno externo. En hábitats más fríos, los termiteros están diseñados para minimizar la pérdida de calor, mientras que en zonas más cálidas, están estructurados para mejorar la ventilación y el enfriamiento. 2.C Da la vuelta a la pregunta. Considera las funciones opuestas.



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



	¿Cuál es la estrategia de la naturaleza para crear sistemas naturales de control de la humedad que mantengan unos niveles óptimos?
Paso 3 – Descubrir	3.a Busca modelos naturales que coincidan con las mismas funciones y el mismo contexto que tu solución de diseño. Funciones • Regulación térmica: refrigeración pasiva y regulación de la temperatura. • Ventilación natural: consumo energético mínimo. Modelos naturales • Termiteros (Macrotermes michaelseni): los termiteros de África mantienen temperaturas internas estables a pesar de las condiciones externas extremas. Lo consiguen gracias a complejos sistemas de ventilación, masa térmica y materiales aislantes. • Branquias de los peces y pulmones: Las branquias de los peces y los pulmones de los animales que respiran aire son muy eficientes en el intercambio gaseoso, lo que permite una función respiratoria óptima con un consumo mínimo de energía. • Colmenas: Las abejas regulan la temperatura dentro de sus colmenas batiendo las alas para crear un flujo de aire y agrupándose para generar calor. Este sistema de ventilación natural ayuda a mantener un entorno estable para la colmena • Espinas de los cactus: Los cactus de los entornos áridos utilizan sus espinas para recoger y dirigir las gotas de agua de la niebla. Las espinas también proporcionan sombra y reducen el movimiento del aire alrededor del cactus, minimizando la pérdida de agua y ayudando a regular la temperatura • Nidos de hormigas: Algunas especies de hormigas construyen nidos con intrincados sistemas de túneles que favorecen la circulación del aire y regulan la temperatura. Estos túneles permiten una ventilación pasiva, lo que ayuda a mantener el nido fresco en climas cálidos • Estructuras de las hojas: Muchas plantas tienen hojas con estructuras que favorecen la ventilación natural y el enfriamiento. Por ejemplo, los estomas de las hojas se abren y se cierran para regular el intercambio gaseoso y la pérdida de agua, lo que ayuda a mantener unas condiciones internas óptimas • Agrupaciones de pingüinos: Los pingüinos emperador se agrupan para conservar el calor y protegerse del frío. Este comportamiento colectivo reduce la pérdida de calor y ayuda a mantener una temperatura estable dentro del grupo 3.b Identifica a expertos y conéctate con comunidades de biólogos y naturalistas. • Departamentos universitarios e institutos de investigación. • Institutos de investigación. • Instituto de Biomimética.



Paso 4 – Resumen

- Sociedades de ecología (por ejemplo, la Sociedad Ecológica de América (ESA)).
- Museos de historia natural.
- Revistas científicas y congresos.

4.a Resume los elementos clave de la estrategia biológica. Destaca las funciones principales y las palabras clave. Si es posible, crea un diagrama o un dibujo y/o busca imágenes que puedan servir de inspiración para el diseño.

Funciones principales

- **Regulación térmica:** Los montículos se construyen a base de tierra y arcilla, que tienen una alta capacidad térmica. Esto permite que el montículo absorba y almacene calor durante el día y lo libere durante la noche, más fresca, estabilizando así las temperaturas internas.
- **Ventilación natural:** Los termiteros cuentan con una red de túneles y chimeneas que facilitan el flujo de aire natural. El aire caliente asciende y sale por las chimeneas, creando una corriente de convección que atrae aire más fresco desde la base.



Generado con una herramienta de IA.

4.b Traduce las lecciones de la naturaleza en estrategias de diseño. Reescribe la estrategia sin utilizar términos biológicos y conéctala con las funciones y el contexto desde una perspectiva humana.

- **Regulación térmica:** Crear edificios con sistemas de ventilación bien diseñados y elementos de masa térmica. Incorporar características como paredes gruesas o materiales aislantes que mantengan estable la temperatura interior sin depender de la calefacción o la refrigeración mecánicas. Asegurarse de que la distribución del edificio favorezca el flujo de aire natural para mantener el confort en condiciones climáticas variables.
- **Ventilación natural:** Incorpora rejillas de ventilación y aberturas estratégicamente situadas para favorecer el flujo de aire natural en todo el edificio. Utiliza elementos de diseño como techos altos, aberturas de ventilación cruzada y rejillas de ventilación ajustables para mejorar la circulación del aire y mantener una buena calidad del aire interior.

Paso 5 – Emular

5.a Haga una lista de la información clave y explore tantas ideas como sea posible.



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



Características

Temperaturas interiores estables con un consumo energético mínimo, mejora de la calidad del aire y reducción de la dependencia de los sistemas mecánicos.

Ideas

Ventilación por chimenea, captadores de viento, materiales de alta capacidad térmica, materiales de cambio de fase, cubiertas verdes, muros vivos, ventanas y persianas practicables, fachadas dinámicas, ventilación nocturna, dispositivos de sombreado, orientación del edificio, patios y atrios

5.b Organice sus ideas en categorías que incluyan las características, el contexto, las limitaciones, etc., y seleccione los conceptos de diseño que mejor se adapten a su solución.

Características

- **Regulación térmica (temperaturas interiores estables con un consumo energético mínimo):** materiales de alta capacidad térmica, materiales de cambio de fase (PCM), cubiertas verdes, muros vivos, fachadas dinámicas, orientación del edificio.
- **Ventilación natural (mejora la calidad del aire y reduce la dependencia de los sistemas mecánicos):** ventilación por chimenea, captadores de viento, ventanas practicables, persianas de ventilación, ventilación nocturna, dispositivos de sombreado, patios y atrios.

Contexto

- Climas con variaciones de temperatura significativas.
- Climas en los que la ventilación natural puede mejorar significativamente la calidad del aire interior.
- Nuevas construcciones o reformas importantes en las que la gestión térmica pueda integrarse en una fase temprana del proceso de diseño.
- Edificios nuevos y renovaciones en los que se puede optimizar el flujo de aire.

Limitaciones

- Costes iniciales más elevados y posible complejidad en la instalación.
- Puede ser necesario un soporte estructural adicional, y el mantenimiento puede ser intensivo.
- Flexibilidad limitada para estructuras existentes y rehabilitaciones.
- Puede requerir modificaciones estructurales significativas.
- Posibilidad de fallos mecánicos y mantenimiento.

Idea seleccionada

- **Materiales de alta capacidad térmica:** al igual que los termiteros utilizan tierra y arcilla para absorber y almacenar calor, el uso de materiales con alta



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



	masa térmica en los edificios puede ayudar a estabilizar las temperaturas interiores al almacenar calor durante el día y liberarlo por la noche.
Paso 6: Evaluar	6.a Evaluar los conceptos de diseño en cuanto a su adecuación a los criterios y limitaciones del reto de diseño, así como su compatibilidad con los sistemas de la Tierra. Evaluar la viabilidad del modelo técnico y empresarial. Los materiales de alta capacidad térmica tienen la capacidad de absorber, almacenar y liberar cantidades significativas de calor. En los edificios, el uso de materiales con alta masa térmica puede ayudar a estabilizar las temperaturas interiores al moderar las fluctuaciones de temperatura. Limitaciones ● Idoneidad climática: Los materiales de masa térmica son más eficaces en climas con variaciones significativas de temperatura entre el día y la noche. En regiones con temperaturas constantemente suaves o extremas, sus beneficios pueden ser limitados. ● Costes iniciales de construcción: La incorporación de materiales de alta masa térmica, como el hormigón, el ladrillo o la tierra compactada, puede aumentar los costes iniciales de construcción debido a la necesidad de materiales y técnicas de construcción especializados. ● Consideraciones estructurales: El peso de los materiales de masa térmica requiere un soporte estructural sólido, lo que puede complicar el diseño y aumentar los costes. ● Integración en el diseño: El uso eficaz de la masa térmica requiere un diseño y una ubicación cuidadosos dentro del edificio para maximizar la absorción y la liberación de calor. Una integración deficiente puede dar lugar a un rendimiento subóptimo. ● Requisitos de aislamiento: Es necesario un aislamiento adecuado para garantizar que el calor almacenado se retenga y no se pierda hacia el entorno exterior. Compatibilidad con los sistemas de la Tierra ● Reducir el consumo de energía. ● Fomentar la sostenibilidad. ● Mejorar la calidad del aire interior. Viabilidad técnica ● Disponibilidad de materiales: Los materiales de alta masa térmica, como el hormigón, el ladrillo y la tierra compactada, están ampliamente disponibles y pueden obtenerse a nivel local, lo que los hace técnicamente viables para la mayoría de los proyectos de construcción.



- **Flexibilidad de diseño:** Estos materiales pueden integrarse en diversos diseños de edificios, desde los tradicionales hasta los modernos, lo que permite flexibilidad en los estilos arquitectónicos.
- **Rendimiento:** Cuando se diseñan e integran adecuadamente, los materiales de masa térmica pueden mejorar significativamente el rendimiento térmico de los edificios, reduciendo el consumo de energía y mejorando el confort de los ocupantes.

Viabilidad del modelo de negocio

- **Ahorro de costes:** Aunque los costes iniciales de construcción pueden ser más elevados, el ahorro a largo plazo en los costes energéticos puede hacer que los materiales de masa térmica sean económicamente viables. Una menor dependencia de los sistemas mecánicos se traduce en menores costes operativos.
- **Demanda del mercado:** Existe una creciente demanda de soluciones de construcción sostenibles y eficientes desde el punto de vista energético, lo que convierte a los materiales de masa térmica en una opción atractiva para promotores e inversores.
- **Apoyo normativo:** Las normas y reglamentos de construcción cada vez más estrictos que promueven la eficiencia energética y la sostenibilidad respaldan la adopción de materiales de masa térmica.

6.b Revisar y reconsiderar los pasos anteriores según sea necesario para generar una solución viable.

Para generar una solución viable que permita mantener temperaturas interiores estables con un consumo energético mínimo, mejorar la calidad del aire y reducir la dependencia de los sistemas mecánicos, el diseño propuesto debe tener en cuenta: la idoneidad climática, la integración del diseño, la evaluación del soporte estructural y el equilibrio entre los costes iniciales y el ahorro a largo plazo.

Recursos adicionales:

<https://biomimicry.org>

<https://asknature.org/innovation/passively-cooled-building-inspired-by-termite-mounds>



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.

WP3 Módulos de formación sobre diseño de procesos biomiméticos

Tarea 3.1/ A1. Desarrollo de un kit de autoaprendizaje para estudiantes de FP - LP: ATS / CPs: TODOS LET'S MIMIC SOLUTIONS

Una solución se refiere a los pasos aplicados para resolver el reto identificado, a través de la biomimética.

Solución: Aerodinámica de las semillas del sicómoro

DISEÑO BIOMIMÉTICO	Descripción																
Paso 2 – Biologizar	2.a Pregúntate cómo la naturaleza puede resolver esto. ¿Cómo puede la naturaleza resolver el reto con menos energía para crear un flujo de aire considerable? Contexto En la naturaleza, la forma de las alas de la semilla del sicómoro le permite planear por el aire, creando un movimiento en espiral. 2.b Pregúntate qué pretende tu diseño. Determina las funciones clave de tu diseño e identifica contextos en la naturaleza. Las funciones pueden referirse al papel que desempeñan las adaptaciones o comportamientos de un organismo que le permiten sobrevivir. También pueden referirse a algo que tu solución de diseño necesita lograr. Resumen de las funciones clave y los contextos de la naturaleza <table border="1"> <thead> <tr> <th>Función del diseño</th> <th>Contexto de la naturaleza (adaptación)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Circulación eficiente del aire</td> <td>Aletas de los peces, aletas de las ballenas</td> </tr> <tr> <td>Funcionamiento silencioso</td> <td>Alas de búho, piel de tiburón</td> </tr> <tr> <td>Durabilidad y diseño ligero</td> <td>Seda de araña, estructura ósea de las aves</td> </tr> <tr> <td>Regulación térmica</td> <td>Termiteros, orejas de elefante</td> </tr> <tr> <td>Adaptabilidad y flexibilidad</td> <td>Hojas de las plantas (tropismo), termorregulación de los pingüinos</td> </tr> <tr> <td>Sostenibilidad y materiales ecológicos</td> <td>Bambú, conchas de moluscos</td> </tr> <tr> <td>Flujo de aire disperso y uniforme</td> <td>Peces en bancos, regulación del flujo de aire en las colmenas</td> </tr> </tbody> </table> 2.c Dale la vuelta a la pregunta. Considera funciones opuestas ¿Cómo puede la naturaleza limitar o bloquear el flujo de aire? 3.a Busca modelos naturales que coincidan con las mismas funciones y el mismo contexto que tu solución de diseño. Funciones	Función del diseño	Contexto de la naturaleza (adaptación)	Circulación eficiente del aire	Aletas de los peces, aletas de las ballenas	Funcionamiento silencioso	Alas de búho, piel de tiburón	Durabilidad y diseño ligero	Seda de araña, estructura ósea de las aves	Regulación térmica	Termiteros, orejas de elefante	Adaptabilidad y flexibilidad	Hojas de las plantas (tropismo), termorregulación de los pingüinos	Sostenibilidad y materiales ecológicos	Bambú, conchas de moluscos	Flujo de aire disperso y uniforme	Peces en bancos, regulación del flujo de aire en las colmenas
Función del diseño	Contexto de la naturaleza (adaptación)																
Circulación eficiente del aire	Aletas de los peces, aletas de las ballenas																
Funcionamiento silencioso	Alas de búho, piel de tiburón																
Durabilidad y diseño ligero	Seda de araña, estructura ósea de las aves																
Regulación térmica	Termiteros, orejas de elefante																
Adaptabilidad y flexibilidad	Hojas de las plantas (tropismo), termorregulación de los pingüinos																
Sostenibilidad y materiales ecológicos	Bambú, conchas de moluscos																
Flujo de aire disperso y uniforme	Peces en bancos, regulación del flujo de aire en las colmenas																
Paso 3 – Descubre																	



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 pueden ser consideradas responsables de las mismas.

- **Circulación eficiente del aire:** mover el aire de manera eficiente con un consumo mínimo de energía.
- **Funcionamiento silencioso:** Funcionar de forma silenciosa con el mínimo ruido.
- **Semilla de sicómoro (semilla de arce):** La estructura en forma de ala de la semilla le permite girar y planear por el aire de manera eficiente, utilizando principios aerodinámicos para recorrer grandes distancias con un mínimo de energía.

Modelos naturales

- **Alas de libélula:** Las libélulas tienen unas alas muy eficientes que generan sustentación y propulsión con un mínimo de energía, lo que les permite un vuelo rápido y ágil.
- **Alas de murciélago:** Los murciélagos utilizan una membrana alar flexible que adapta su forma para un vuelo eficiente y controlado, optimizando el flujo de aire alrededor de sus alas para una mayor maniobrabilidad.
- **Alas de búho:** Los búhos tienen plumas alares especializadas con bordes dentados que reducen la turbulencia y el ruido, lo que les permite un vuelo casi silencioso.
- **Alas de escarabajo:** Algunos escarabajos, como el escarabajo titán, tienen estructuras alares que reducen el ruido durante el vuelo gracias a la textura única de sus alas.
- **Plumas de colibrí:** Los colibríes utilizan plumas especializadas para minimizar el ruido mientras se mantienen en vuelo estacionario y se mueven rápidamente.

3.b Identificar a expertos y conectar con comunidades de biólogos y naturalistas.

- Universidades e instituciones de investigación (Universidad de California, Berkeley, Universidad de Harvard)
- Expertos específicos (Janine Benyus, Daniel Pauly, Mark Miodownik)
- Instituto de Biomimética
- Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos (ASME)
- Sociedad de Biología de la Conservación.
- Revistas y publicaciones especializadas.
- Foros en línea y redes sociales.
- Conferencias y talleres (Biomimicry Global Design Challenge, Conferencia Internacional sobre Sistemas Biomiméticos y Biohíbridos, Reunión Anual de la Sociedad Ecológica de América (ESA)).
- Sociedad Internacional de Arquitectura Bioclimática (ISBA).
- Instituto Americano de Arquitectos (AIA).

- Centros de naturaleza y jardines botánicos locales.
- Sucursales de la Sociedad Audubon.
- Academia.edu.

Paso 4 – Resumen

4.a Resuma los elementos clave de la estrategia biológica. Destaque las funciones principales y las palabras clave. Si es posible, elabore un diagrama o dibujo y/o busque imágenes que puedan servir de referencia para el diseño.

Funciones principales

- **Circulación eficiente del aire:** Logra un movimiento de aire suave y eficiente con un mínimo de energía y menos ruido
- **Autorrotación:** permite que la vaina permanezca en el aire durante más tiempo y recorra mayores distancias.
- **Forma curvada:** facilita la autorrotación de la vaina.
- **Equilibrio entre el peso y la longitud de las alas:** garantiza una autorrotación fluida durante la caída libre.



Copyright @Adobe Stock

4.b Traduce las lecciones de la naturaleza en estrategias de diseño. Reescribe la estrategia sin utilizar términos biológicos y conéctala con las funciones y el contexto desde una perspectiva humana.

- **Circulación de aire eficiente:** Diseña las aspas del ventilador para crear un flujo de aire suave y sin esfuerzo. Las aspas deben tener una forma que permita mover el aire de manera eficaz utilizando la mínima energía, garantizando un efecto de refrigeración de alto rendimiento.
- **Garantizar un funcionamiento silencioso:** Incorporar características que minimicen el ruido durante el funcionamiento. Diseñar las aspas del ventilador y el motor para reducir las vibraciones y el ruido, creando un entorno tranquilo y agradable.
- **Equilibrio entre peso y longitud de las aspas:** Utilice materiales que sean a la vez resistentes y ligeros. Esto garantiza que el ventilador sea duradero y fácil de manejar, pero lo suficientemente robusto como para soportar un uso habitual.

- **Regule la temperatura de manera eficiente:** integre elementos de diseño que ayuden a gestionar y mantener una temperatura agradable. Esto podría implicar optimizar los patrones de flujo de aire para mejorar la refrigeración y el control general de la temperatura.



Generado con IA

Paso 5 – Emular

5.a Enumera la información clave y explora tantas ideas como sea posible. Características

Maximizar el flujo de aire con un consumo mínimo de energía, reducción del ruido, optimización de materiales y materiales sostenibles

Ideas

Palas curvas, palas aerodinámicas, menos palas y palas equilibradas en cuanto a peso y longitud.

5.b Organiza tus ideas en categorías que incluyan las características, el contexto, las limitaciones, etc., y selecciona los conceptos de diseño que mejor se adapten a tu solución.

Características

- **Diseño de las aspas:** aspas en forma de ala inspiradas en las semillas del sicómoro y las alas de las libélulas para mejorar la eficiencia del flujo de aire.
- **Mecanismo de velocidad variable:** ángulos o velocidades de las aspas ajustables para optimizar el flujo de aire en función del tamaño y las condiciones de la habitación.

Contexto

- **Uso residencial:** El ventilador debe ser adecuado para diversos entornos domésticos, incluyendo salones, dormitorios y despachos.

Restricciones

- **Presupuesto:** Las consideraciones de coste de los materiales y los procesos de producción deben equilibrarse con las características y la funcionalidad deseadas.

Paso 6 – Evaluar

6.a Evalúa los conceptos de diseño en cuanto a su adecuación a los criterios y limitaciones del reto de diseño, así como su compatibilidad



con los sistemas de la Tierra. Evalúa la viabilidad tanto de los modelos técnicos como de los de negocio.

Los conceptos de diseño del ventilador de techo inspirado en la semilla del sicómoro se ajustan bien a los criterios del reto, ya que ofrecen un movimiento de aire eficiente, un funcionamiento silencioso, resistencia, adaptabilidad y sostenibilidad medioambiental. Son compatibles con los sistemas de la Tierra al promover la eficiencia energética y reducir los residuos. Los modelos técnicos y de negocio son viables, aunque será necesario tener en cuenta el coste y la educación del mercado para una implementación exitosa; las características innovadoras y el diseño ecológico posicionan al ventilador favorablemente en un mercado en crecimiento de productos domésticos sostenibles.

6.b Revisar y reconsiderar los pasos anteriores según sea necesario para generar una solución viable.

Al revisar y perfeccionar cada concepto de diseño, el ventilador de techo puede ajustarse mejor a los criterios del reto de diseño, garantizando un movimiento eficiente del aire, un funcionamiento silencioso y adaptabilidad, al tiempo que se aprovechan materiales ecológicos. El enfoque revisado aborda la viabilidad técnica y empresarial, centrándose en la sostenibilidad y la demanda de los consumidores. El diseño final incorporará características avanzadas y prácticas respetuosas con el medio ambiente, posicionándolo como un producto competitivo e innovador en el mercado.

Recursos adicionales:

<https://biomimicry.org/>

<https://asknature.org/innovation/aerodynamic-ceiling-fan-inspired-by-sycamore-seedpods>



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 pueden ser consideradas responsables de las mismas.

Módulos de formación del WP3 sobre diseño de procesos biomiméticos

Tarea 3.1/ A1. Desarrollo de un kit de autoaprendizaje para estudiantes de FP - LP: ATS / CPs: TODOS LET'S MIMIC SOLUTIONS

Una solución se refiere a los pasos aplicados para resolver el reto identificado, a través de la biomimética.

Solución: Baños portátiles y sin agua

DISEÑO BIOMIMÉTICO	Descripción
Paso 2 – Biologizar	2.a Pregúntate cómo la naturaleza puede resolver esto. ¿Cómo resuelve la naturaleza la filtración natural? Contexto La naturaleza ofrece varias soluciones a los retos de saneamiento mediante una gestión eficiente de los residuos y el reciclaje de recursos. Por ejemplo, los humedales filtran los contaminantes del agua gracias a la acción de las raíces de las plantas y la actividad microbiana. Este principio puede aplicarse a los sistemas de saneamiento que tratan los residuos y reciclan el agua, garantizando la limpieza y el equilibrio ecológico. 2.b ¿Qué quiero que haga mi diseño? Determina las funciones clave de tu diseño e identifica contextos en la naturaleza. Las funciones pueden referirse al papel que desempeñan las adaptaciones o comportamientos de un organismo que le permiten sobrevivir. También pueden referirse a algo que tu solución de diseño debe lograr. Funciones clave del diseño ● Contención de residuos. ● Descomposición natural. ● Control de olores. ● Conservación del agua. ● Facilidad de transporte. ● Fácil manejo. Modelos naturales ● Ecosistemas de humedales. ● Sistemas de compostaje. ● Almacenamiento de agua en las plantas. ● Copas de los árboles. ● Hábitats de los insectos. 2.c Da la vuelta a la pregunta. Considera las funciones opuestas. ¿Cómo puede la naturaleza limitar o bloquear la filtración natural?



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.

Paso 3: Descubre

3.a Busca modelos naturales que coincidan con las mismas funciones y el mismo contexto que tu solución de diseño.

Plantas de humedal (por ejemplo, espadañas y juncos).

- **Función:** Contención de residuos y filtración natural
- **Modelo:** Las plantas de humedal prosperan en entornos anegados y ayudan a filtrar los contaminantes del agua a través de sus sistemas radiculares. Retienen y gestionan los nutrientes, lo que las hace eficaces para mantener la salud del ecosistema.

Termiteros

- **Función:** Descomposición natural y control de olores.
- **Modelo:** Los termiteros mantienen un entorno interno estable que favorece la descomposición de los materiales orgánicos. Los termiteros cuentan con sistemas de ventilación que regulan la temperatura y la humedad, lo que ayuda a controlar los olores y facilita la descomposición.

Gusanos de compostaje (p. ej., lombrices rojas).

- **Función:** Descomposición de residuos y ciclo de nutrientes.
- **Modelo:** Estos gusanos desempeñan un papel crucial en el compostaje al descomponer los residuos orgánicos y convertirlos en tierra rica en nutrientes. Su comportamiento excavador airea el compost, favoreciendo la descomposición y mejorando la calidad del suelo.

Plantas suculentas (p. ej., aloe vera).

- **Función:** Conservación y almacenamiento de agua
- **Modelo:** Las suculentas almacenan agua en sus hojas, lo que les permite sobrevivir en condiciones áridas. Esta estrategia de adaptación puede inspirar diseños que minimicen el uso de agua y gestionen eficazmente los residuos sin requerir grandes cantidades de agua.

Ciclo de nutrientes en los ecosistemas forestales.

- **Función:** Descomposición y enriquecimiento del suelo.
- **Modelo:** El proceso natural de los ecosistemas forestales, en el que el material vegetal muerto se descompone y enriquece el suelo, puede servir de base para el diseño de inodoros de compostaje que reciclan los residuos en compost utilizable para enriquecer el suelo.

3.b Identificar expertos y conectar con comunidades de biólogos y naturalistas.

- Universidades con departamentos de ciencias ambientales o biología.
- Centros de investigación.
- Sociedad Ecológica de América (ESA).
- Sociedad para la Biología de la Conservación.
- The Nature Conservancy.

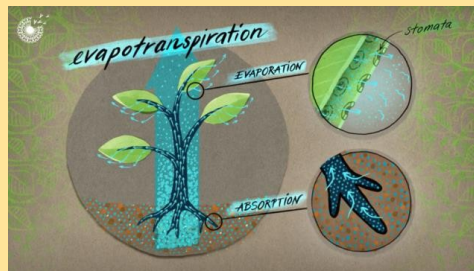
- ResearchGate.
- Conferencias sobre ecología.
- Talleres locales sobre la naturaleza

Paso 4 – Resumen

4.a Resuma los elementos clave de la estrategia biológica. Destaque las funciones principales y las palabras clave. Si es posible, elabore un diagrama o dibujo y/o busque imágenes que puedan ilustrar el diseño.

Funciones principales

- **Transporte de agua:** La evapotranspiración implica el movimiento del agua desde el suelo a través de la planta y hacia el exterior a través de los estomas de las hojas. Este proceso ayuda a transportar nutrientes esenciales desde el suelo a diversas partes de la planta.
- **Mecanismo de enfriamiento:** A medida que el agua se evapora por los estomas, enfría la planta, de forma similar a como la sudoración enfría el cuerpo humano. Esto ayuda a mantener temperaturas óptimas para los procesos metabólicos.
- **Absorción de nutrientes:** El movimiento ascendente del agua a través de la planta favorece la absorción y distribución de los nutrientes disueltos en el agua. Esto es crucial para el crecimiento y desarrollo de la planta.
- **Contribución al ciclo del agua:** La evapotranspiración contribuye al ciclo del agua al devolver el vapor de agua a la atmósfera. Este proceso es esencial para mantener el equilibrio hídrico en el medio ambiente.



<https://thekidshouldseethis.com/post/how-did-trees-inspire-the-sustainable-superstar-of-toilets>

4.b Traduce las lecciones de la naturaleza en estrategias de diseño. Reescribe la estrategia sin utilizar términos biológicos y conéctala con las funciones y el contexto desde una perspectiva humana.

Estrategias de diseño inspiradas en la naturaleza

- **Contención de residuos:** Crear una estructura robusta que retenga los residuos de forma segura para evitar fugas y olores, garantizando la seguridad y la higiene.
- **Descomposición natural:** Implementar un sistema que favorezca la descomposición de los residuos en materiales inocuos, utilizando procesos sencillos y eficaces.
- **Gestión de olores:** Diseñar un sistema de ventilación que permita la circulación de aire fresco al tiempo que controla eficazmente los olores desagradables.

Paso 5 – Emular

- **Eficiencia hídrica:** Utilizar un mínimo de agua o ninguna para su funcionamiento, maximizando la eficiencia y reduciendo la dependencia de los recursos hídricos.
- **Portabilidad:** Hacer que el inodoro sea ligero y fácil de transportar, lo que permite una rápida instalación en diversos lugares, ya sea para eventos, zonas rurales o situaciones de emergencia.



<https://thekidshouldseethis.com/post/how-did-trees-inspire-the-sustainable-wildcat-of-toilets>

«La emulación es un proceso exploratorio que se esfuerza por captar una “receta” o “plan” en el ejemplo de la naturaleza que pueda modelarse en nuestros propios diseños».

<https://toolbox.biomimicry.org/methods/emulate/>

5.a Enumera la información clave y explora tantas ideas como sea posible. Características

Prevención de fugas y olores, almacenamiento seguro de los desechos humanos, descomposición segura de los desechos, uso de procesos microbianos o técnicas de compostaje, ventilación adecuada y control de olores, comodidad e higiene, minimización del consumo de agua, opciones de descarga seca o mínima, fácil transporte y rápida instalación

Ideas

Diseño modular, materiales biodegradables, integración de una función de compostaje y sistemas de ventilación con ventilador o de flujo de aire pasivo.

5.b Organiza tus ideas en categorías que incluyan las características, el contexto, las limitaciones, etc., y selecciona los conceptos de diseño que mejor se adapten a tu solución.

Características

- **Contención de residuos:** almacenamiento seguro para evitar fugas y olores.
- **Descomposición natural:** mecanismo de compostaje para el reciclaje de nutrientes; materiales biodegradables para mejorar la sostenibilidad.
- **Control de olores:** sistema de ventilación eficaz (pasivo o activo).
- **Eficiencia hídrica:** Opciones de funcionamiento en seco o con descarga mínima.
- **Portabilidad:** Diseño ligero y modular para facilitar el transporte.

- **Funciones inteligentes:** Sensores para controlar los niveles de residuos.

Contexto

Zonas rurales con infraestructura limitada, eventos al aire libre (festivales, conciertos), zonas afectadas por catástrofes y áreas urbanas en desarrollo.

Limitaciones

- **Coste:** Límites de la inversión inicial, especialmente para las comunidades de bajos ingresos.
- **Mantenimiento:** Necesidad de formar a los usuarios y de un mantenimiento continuo.
- **Cumplimiento normativo:** Cumplimiento de las normativas locales de salud y seguridad.
- **Impacto medioambiental:** Garantizar que los materiales y procesos no dañen los ecosistemas locales.

Idea seleccionada

- **Inodoro de compostaje modular:** Combina el almacenamiento seguro de residuos con una función de compostaje. Liger y portátil, se puede instalar fácilmente en diversos lugares.



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.

Paso 6 – Evaluar

6.a Evalúa los conceptos de diseño en relación con su adecuación a los criterios y limitaciones del reto de diseño, así como su compatibilidad con los sistemas de la Tierra. Evalúa la viabilidad del modelo técnico y de negocio.

Alineación con los criterios del reto de diseño:

- **Gestión de residuos:** Contiene y descompone los residuos de forma eficaz, promoviendo la sostenibilidad.
- **Eficiencia hídrica:** Requiere un consumo mínimo o nulo de agua, en consonancia con los objetivos de conservación.
- **Portabilidad:** Diseñado para facilitar su transporte e instalación en diversos lugares.

Compatibilidad con los sistemas de la Tierra:

- **Reciclaje de nutrientes:** Convierte los residuos en abono, lo que enriquece el suelo y favorece los ecosistemas locales.
- **Conservación de recursos:** minimiza el consumo de agua y aprovecha los procesos naturales de descomposición.

Viabilidad:

- **Técnica:** Requiere investigación sobre materiales y diseño para lograr un compostaje eficaz y el control de olores. Entre los posibles retos se encuentra garantizar una descomposición eficaz en climas diversos.
- **Modelo de negocio:** Puede dirigirse tanto a consumidores individuales como a organizaciones (por ejemplo, eventos, ONG), pero los costes iniciales pueden limitar la accesibilidad en zonas de bajos ingresos.

6.b Revisar y reconsiderar los pasos anteriores según sea necesario para generar una solución viable.

Inodoro de compostaje modular integrado con ventilación

- **Componentes modulares:** Permiten la personalización en función de las necesidades de los usuarios y las condiciones ambientales (p. ej., unidades de compostaje adicionales, diferentes tamaños).
- **Sistema de ventilación natural:** incorporar elementos como rejillas de ventilación o chimeneas para favorecer el flujo de aire y controlar los olores sin componentes mecánicos.
- **Materiales biodegradables:** utilizar materiales que se descompongan con el tiempo, en consonancia con los objetivos de sostenibilidad.
- **Acceso fácil de usar:** Garantizar un acceso sencillo para el mantenimiento, los materiales educativos y la gestión de residuos.



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



Recursos adicionales:

<https://biomimicry.org/>

<https://asknature.org/innovation/low-cost-portable-toilet-inspired-by-evapotranspiration-in-plants>



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



Módulos de formación del WP3 sobre diseño de procesos biomiméticos

Tarea 3.1/ A1. Desarrollo de un kit de autoaprendizaje para estudiantes de FP - LP: ATS / CPs: TODOS

IMITEMOS LAS SOLUCIONES

Una solución se refiere a los pasos aplicados para resolver el reto identificado, a través de la biomimética.

Solución: formación en V de las aves migratorias

BIOMIMÉTICA	Descripción
DISEÑO	
Paso 2 – Biologizar	2.a Pregúntate cómo la naturaleza puede resolver esto. ¿Cómo vuelan las aves de forma más eficiente y segura para llegar a su destino? Contexto Al mirar al cielo, podemos ver una bandada de aves volando hacia el sur, dispuestas en formación de V. Es una imagen inconfundible en otoño, que nos recuerda que se avecinan días más fríos y oscuros. En realidad, hay una ciencia bastante interesante detrás de por qué ciertas especies de aves grandes se organizan de esta manera, y tiene mucho que ver con la eficiencia, especialmente para los vuelos migratorios de larga distancia. Este patrón de vuelo ayuda a todas las aves a conservar energía. Resulta que cuando las aves grandes baten las alas, se generan circulaciones de aire, llamadas vórtices, que tienen segmentos ascendentes y descendentes, bolsas de aire en remolino. 2.b Pregúntate: ¿qué quiero que haga mi diseño? • Reducir la cantidad de emisiones de CO₂. • Reducir el consumo de combustible. • Garantizar la seguridad de la aeronave y de las personas a bordo. 2.c Da la vuelta a la pregunta. Considera funciones opuestas. ¿Cómo consiguen las aves gastar menos energía?
Paso 3 – Descubrir	3.a Busca modelos naturales que coincidan con las mismas funciones y el mismo contexto que tu solución de diseño. Lee literatura científica. • Modelos naturales • Murciélagos: Los murciélagos son conocidos por su vuelo ágil y su capacidad para orientarse en entornos complejos. Utilizan la ecolocalización para evitar obstáculos y localizar presas, lo que les permite volar de forma eficiente incluso en la oscuridad total. • Insectos: Muchos insectos, como las abejas y las libélulas, tienen mecanismos de vuelo muy eficientes. Las abejas, por ejemplo, utilizan una combinación de rápidos aleteos y movimientos corporales para mantenerse en vuelo estacionario y maniobrar con precisión. Las libélulas pueden cambiar el ángulo de sus alas para maximizar la sustentación y minimizar la resistencia. • Mamíferos planeadores: Animales como las ardillas voladoras y los petauros del azúcar utilizan un enfoque diferente para desplazarse de forma eficiente. Planean de árbol



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 pueden ser consideradas responsables de las mismas.

	árbol a árbol utilizando una membrana extendida entre sus extremidades, lo que les permite cubrir grandes distancias con un gasto energético mínimo. • Peces: Algunos peces, como el pez volador, pueden saltar fuera del agua y planear sobre la superficie para escapar de los depredadores. Utilizan sus aletas pectorales para atrapar el aire y planear de manera eficiente. 3.b Identifica a expertos y conéctate con comunidades de biólogos y naturalistas. • Laboratorio de Ornitología de Cornell. • Real Sociedad para la Protección de las Aves (RSPB). • Partners in Flight (PIF). • Instituto Max Planck de Ornitología.
Paso 4 – Resumen	4.a Resume los elementos clave de la estrategia biológica. Destaca las funciones principales y las palabras clave. Si es posible, haz un diagrama o un dibujo y/o busca imágenes que puedan ilustrar el diseño. • Estrategias biológicas aplicadas por las aves migratorias: • Patrones de vuelo aerodinámicos. • Planeo y vuelo ascendente. • Forma y flexibilidad de las alas (alas de gran envergadura, uso flexible de las alas). • Adaptaciones metabólicas (musculatura eficiente, reservas de grasa). • Optimización del aleteo (aleteo intermitente [aleteo-planeo o aleteo-salto], frecuencia de aleteo eficiente). • Aerodinámica corporal (forma aerodinámica del cuerpo). • Aprovechamiento del entorno (vientos de cola y corrientes ascendentes, elevaciones de cresta y térmicas). • Adaptaciones conductuales (rutas que ahorran energía, coordinación en grupo). 

https://en.wikipedia.org/wiki/V_formation

4.b Traduce las lecciones de la naturaleza en estrategias de diseño. Reescribe la estrategia sin utilizar términos biológicos y conéctala con las funciones y el contexto desde una perspectiva humana.

- Ambas aeronaves deben dirigirse en la misma dirección.
- Dado que es más fácil formar la formación en V en pleno vuelo, los aviones no tienen que despegar ni aterrizar al mismo tiempo.
- A partir de ahí, los pilotos activan una baliza de acoplamiento.
- Una vez sincronizados, el software determina dónde debe situarse el segundo avión para aprovechar el remolino de aire generado por el primero.
- Desde ahí se puede utilizar el piloto automático para mantener la distancia adecuada.



https://en.wikipedia.org/wiki/V_formation

«La emulación es un proceso exploratorio que se esfuerza por captar una “receta” o un “plan” en el ejemplo de la naturaleza que pueda modelarse en nuestros propios diseños».

<https://toolbox.biomimicry.org/methods/emulate/>

Paso 5: Emular

5.a Enumera la información clave y explora tantas ideas como sea posible.

- **Eficiencia energética:** Las aves que vuelan en formación en V se benefician de una menor resistencia al aire. El ave que va en cabeza crea un vórtice que proporciona sustentación a las aves que van detrás, lo que les permite gastar menos energía. Este principio se ha aplicado a los aviones militares para mejorar la eficiencia del combustible y ampliar el alcance de vuelo.
- **Ahorro de combustible:** En la aviación militar, la formación en «V» o «Vic» es una práctica habitual. Se utilizó por primera vez durante la Primera Guerra Mundial y se ha demostrado que mejora la eficiencia del combustible al reducir la resistencia aerodinámica. Esta formación permite a los aviones volar distancias más largas sin repostar.

- **Coordinación y seguridad:** Volar en formación en V requiere una coordinación precisa entre las aves, lo que se traduce en una mayor seguridad y mejor comunicación en la aviación. Los pilotos militares utilizan esta formación para mantener el contacto visual y garantizar maniobras sincronizadas.
- **Investigación y simulación:** Aunque es menos habitual, los principios de la formación en V se aplican ocasionalmente en la aviación comercial, especialmente en vuelos de investigación y experimentales. Los estudios han demostrado un ahorro potencial de combustible y una reducción de las emisiones cuando los aviones comerciales vuelan en formación, aunque su aplicación práctica se encuentra todavía en fase experimental.

5.b Organiza tus ideas en categorías que incluyan las características, el contexto, las limitaciones, etc., y selecciona los conceptos de diseño que mejor se adapten a tu solución.

	Contexto	Características	Limitaciones
Eficiencia energética	militar aviación comercial aviación	mejorar la eficiencia del combustible ampliar el alcance de vuelo	Barreras tecnológicas: requiere una inversión significativa en investigación y desarrollo Cambios operativos: los nuevos procedimientos de vuelo y la optimización de rutas para mejorar la eficiencia del combustible requieren cambios en la formación de los pilotos y en la gestión del tráfico aéreo Factores ambientales: las condiciones meteorológicas, la congestión del tráfico aéreo y otros factores ambientales pueden afectar a la eficacia de las medidas de ahorro de combustible
Ahorro de combustible		mejorar la eficiencia eficiencia del combustible al reducir la resistencia volar distancias más largas sin repostar	
Coordinación y seguridad		Mayor seguridad y comunicación Maniobras sincronizadas mantener la integridad de la formación	
Investigación y simulación		Ahorro de combustible Reducción de emisiones Planificación de vuelos Optimización de rutas Innovación tecnológica	

Paso 6 – Evaluar

6.a Evalúa los conceptos de diseño en cuanto a su alineación con los criterios y restricciones del reto de diseño, así como su compatibilidad con los sistemas terrestres. Evalúa la viabilidad del modelo técnico y de negocio.

Criterios de diseño

- **Aerodinámica:** La aeronave debe tener una forma optimizada para reducir la resistencia aerodinámica. Esto incluye características como fuselajes con alas integradas, winglets y control del flujo laminar.
- **Reducción de peso:** Utilizar materiales ligeros, como compuestos de fibra de carbono, para reducir el peso total de la aeronave.



- **Motores eficientes:** desarrollar motores más eficientes, como turboventiladores con mayores relaciones de derivación o sistemas de propulsión híbridos-eléctricos.
- **Fuentes de energía:** Explorar fuentes de energía alternativas como los biocombustibles, el hidrógeno o los sistemas de propulsión totalmente eléctricos.
- **Eficiencia operativa:** Implementación de sistemas avanzados de gestión de vuelo para una planificación óptima de las rutas y perfiles de vuelo eficientes en cuanto al consumo de combustible.

Limitaciones

- **Viabilidad tecnológica:** La tecnología debe estar lo suficientemente madura como para implementarse de forma segura y fiable tanto en aeronaves comerciales como militares.
- **Cumplimiento normativo:** El diseño debe cumplir con las estrictas normativas de seguridad aérea y medioambientales.
- **Viabilidad económica:** La aeronave debe ser rentable de producir y operar, garantizando que sea financieramente viable para las aerolíneas y los operadores militares.
- **Compatibilidad con la infraestructura:** El diseño debe ser compatible con la infraestructura aeroportuaria y las instalaciones de mantenimiento existentes.

Compatibilidad con los sistemas de la Tierra

- **Impacto medioambiental:** La aeronave debe minimizar las emisiones y la contaminación acústica, contribuyendo a los objetivos de sostenibilidad global.
- **Uso de recursos:** Uso eficiente de los materiales y las fuentes de energía para reducir la huella medioambiental durante la fabricación y la operación.
- **Gestión del ciclo de vida:** Tener en cuenta todo el ciclo de vida de la aeronave, desde la producción hasta la eliminación, para garantizar un impacto medioambiental mínimo.

Viabilidad técnica

- **Tecnologías actuales:** Muchas de las tecnologías necesarias, como los compuestos avanzados y los motores eficientes, ya se utilizan o están en fase de desarrollo. Sin embargo, las aeronaves totalmente eléctricas o propulsadas por hidrógeno se encuentran todavía en fase experimental.
- **Investigación y desarrollo:** Se necesita una inversión significativa en I+D para que las tecnologías emergentes estén listas para su comercialización.

Viabilidad del modelo de negocio

- **Ahorro de costes:** Las aeronaves de bajo consumo pueden ofrecer un ahorro sustancial de costes a lo largo de su vida útil, lo que las hace atractivas para las aerolíneas a pesar de sus mayores costes iniciales.



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 pueden ser consideradas responsables de las mismas.



- **Demanda del mercado:** Existe una creciente demanda de soluciones de aviación sostenibles tanto por parte de los consumidores como de los organismos reguladores, lo que respalda la viabilidad comercial de las aeronaves de bajo consumo.
- **Inversiones e incentivos:** Los incentivos gubernamentales y las inversiones en tecnologías verdes pueden ayudar a compensar los costes de desarrollo y fomentar su adopción.

6.b Revisar y volver a examinar los pasos anteriores según sea necesario para llegar a una solución viable.

Al abordar los criterios y las limitaciones identificados en los pasos anteriores, podemos desarrollar una solución viable para una aeronave más eficiente en el consumo de combustible.

Se debe prestar más atención a la integración de tecnologías avanzadas, la optimización de la eficiencia operativa y la garantía de la sostenibilidad económica y medioambiental. La colaboración entre la industria de la aviación, los organismos reguladores y las instituciones de investigación podría ser la clave para alcanzar estos objetivos.

Recursos adicionales:

<https://biomimicry.org/>

<https://www.airlinepilotcentral.com/articles/news/should-airplanes-follow-bird-flight-formation.html>

<https://www.theweathernetwork.com/en/news/nature/animals/the-science-behind-migratory-birds-v-shaped-formations>

<https://birdsconnectsea.org/2023/09/21/its-a-bird-its-a-plane-aviation-designs-inspired-by-birds-earthcare-northwest/>

<https://www.flyajetfighter.com/why-fighter-planes-fly-in-formation/>

<https://edition.cnn.com/travel/article/airbus-formation-flight/index.html>



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 pueden ser consideradas responsables de las mismas.



Módulos de formación del WP3 sobre diseño de procesos biomiméticos

Tarea 3.1/ A1. Desarrollo de un kit de autoaprendizaje para estudiantes de FP - LP: ATS / CPs: TODOS

IMITEMOS LAS SOLUCIONES

Una solución se refiere a los pasos aplicados para resolver el reto identificado, a través de la biomimética.

Solución: Vuelo rápido y preciso de un colibrí

DISEÑO BIOMIMÉTICO	Descripción
Paso 2 – Biologizar	2.a Pregúntate cómo la naturaleza puede resolver esto. ¿Cómo consiguen los colibríes un vuelo tan preciso? Contexto ¿Es la evolución la mejor inventora? Con cientos de millones de años de trabajo y el mundo natural como lienzo, así parecería. El vuelo rápido y preciso de un colibrí ha inspirado a científicos, investigadores y a la industria de los drones a desarrollar dispositivos voladores que también sean capaces de realizar maniobras complejas. Los colibríes se encuentran entre las aves más pequeñas del mundo y ocupan un lugar único en la naturaleza: vuelan como los insectos, pero poseen el sistema musculoesquelético de las aves. Tienen un torso pequeño y ligero con alas relativamente grandes que les permiten volar a una velocidad extraordinaria con una precisión increíble. 2.b Pregúntate: «¿Qué quiero que haga mi diseño?». ● Ayudar al ejército y a otras organizaciones de las fuerzas del orden a llevar a cabo misiones de vigilancia, reconocimiento, seguridad o encubiertas en zonas sensibles u hostiles con gran precisión y sin ser detectados por las fuerzas enemigas. ● Ofrecer una alternativa más silenciosa a los drones existentes y encontrar una forma más rápida de entregar diferentes mercancías. ● Ofrecer una forma más precisa y silenciosa de recopilar datos sobre la fauna silvestre, sin perturbar a los animales estudiados. ● Crear una forma más precisa y segura para que los equipos de rescate acudan en ayuda de las personas en zonas afectadas por desastres. ● Convertirse en una herramienta importante en la agricultura de precisión mediante la polinización de cultivos, la supervisión tanto de la salud de las plantas como de los campos sin perturbar al ganado ni generar contaminación acústica, resolviendo así uno de los problemas a los que se enfrentan los agricultores hoy en día: la disminución de los polinizadores naturales, como las abejas. 2.c Dale la vuelta a la pregunta. Considera funciones opuestas. ¿Cuáles son los retos a los que se enfrentan los colibríes en condiciones meteorológicas turbulentas y cómo adaptan su vuelo?



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 pueden ser consideradas responsables de las mismas.



Paso 3: Descubre

3.a Busca modelos naturales que coincidan con las mismas funciones y el mismo contexto que tu solución de diseño. Por ejemplo, lee literatura científica.

- **Búhos:** Los búhos logran un vuelo silencioso gracias a unas plumas especializadas que reducen el ruido. Los bordes dentados de sus plumas disipan la turbulencia, y su suave plumaje absorbe el sonido, lo que inspira diseños de drones más silenciosos. La excelente visión nocturna y el agudo oído de los búhos les permiten cazar con precisión en condiciones de poca luz, lo que sugiere el uso de sensores y sistemas de visión avanzados para que los drones operen en diversas condiciones de iluminación.
- **Murciélagos:** Los murciélagos utilizan la ecolocalización para orientarse y cazar en la oscuridad, lo que inspira drones con sonares o lidares avanzados para la navegación con poca visibilidad y la detección de obstáculos. Sus membranas alares flexibles permiten un vuelo ágil, lo que sugiere drones con alas flexibles o transformables para una adaptabilidad y precisión similares.
- **Libélulas:** Las libélulas pueden volar en múltiples direcciones, mantenerse en vuelo estacionario y realizar giros bruscos con precisión, lo que inspira drones con mayor agilidad y control. Sus grandes ojos compuestos proporcionan un amplio campo de visión y una excelente detección de movimiento, lo que sugiere sistemas visuales avanzados para mejorar la conciencia situacional y la navegación en los drones.
- **Halcones:** Las picadas a gran velocidad y las precisas habilidades de caza de los halcones inspiran diseños de drones para un funcionamiento preciso y a gran velocidad. Sus cuerpos aerodinámicos reducen la resistencia del aire, lo que sugiere diseños aerodinámicos para drones más rápidos y eficientes.

3.b Identifica a expertos y conéctate con comunidades de biólogos y naturalistas.

- Universidad de Purdue.
- Agencia de Proyectos de Investigación Avanzada de Defensa de EE. UU. (DARPA).
- Sociedad Americana de Naturalistas (ASN).
- Sociedad Ecológica de América (ESA).
- Sociedad de Biología de la Conservación (SCB).

Paso 4 – Resumen

4.a Resume los elementos clave de la estrategia biológica. Destaque las funciones principales y las palabras clave. Si es posible, elabore un diagrama o dibujo y/o busque imágenes que puedan ilustrar el diseño.

- **Estructura y mecánica de las alas:** Las alas de los colibríes giran en el hombro, lo que les permite un amplio rango de movimiento, permitiéndoles mantenerse en vuelo estacionario, volar hacia atrás y realizar giros bruscos con precisión. Sus alas baten hasta 80 veces por segundo, generando la sustentación y la estabilidad necesarias para un vuelo preciso.
- **Adaptaciones musculares:** Los colibríes tienen grandes músculos pectorales que proporcionan la potencia necesaria para el vuelo estacionario prolongado y las maniobras ágiles. Estos músculos constituyen una parte significativa de su peso corporal.



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 pueden ser consideradas responsables de las mismas.

- **Gestión de la energía:** Los colibríes tienen una de las tasas metabólicas más altas entre los animales, lo que sustenta las demandas energéticas de sus rápidos aleteos y su ágil vuelo. Consumen grandes cantidades de néctar para alimentar sus actividades.
- **Visión y orientación:** Los colibríes tienen una vista aguda y pueden percibir un amplio espectro de colores, incluida la luz ultravioleta, lo que les ayuda a orientarse con precisión y a localizar el alimento. Su rápido procesamiento visual les permite realizar ajustes de vuelo instantáneos para esquivar obstáculos y capturar presas.
- **Aerodinámica:** Sus cuerpos tienen una forma aerodinámica para reducir la resistencia del aire, lo que mejora su capacidad para moverse con rapidez y precisión por el aire. La forma de sus alas está optimizada tanto para la sustentación como para la maniobrabilidad, lo que les permite realizar maniobras aéreas complejas.
- **Integración sensorial:** Los colibríes tienen una excelente coordinación entre sus sistemas visual y motor, lo que les permite ejecutar movimientos precisos y mantener la estabilidad durante el vuelo.

Derechos de autor de la imagen: <https://watchingthebirds.com/how-hummingbirds-fly-the-structure-of-a-flight/>

4.b Traduce las lecciones de la naturaleza en estrategias de diseño. Reescribe la estrategia sin utilizar términos biológicos y conéctala con las funciones y el contexto desde una perspectiva humana.

Las funciones principales identificadas al estudiar a los colibríes pueden trasladarse a un contexto centrado en el ser humano, centrándose en:

Diseño estructural y mecánica

- **Componentes flexibles:** el dron debe tener piezas muy flexibles para permitir un amplio rango de movimiento, lo que le permita mantenerse en vuelo estacionario, moverse hacia atrás y realizar giros bruscos con precisión.
- **Movimiento rápido:** Los componentes del dron deben moverse a altas velocidades para proporcionar la sustentación y la estabilidad necesarias para maniobras precisas.

Potencia y eficiencia

- **Motores potentes:** equipar el dron con motores potentes para un vuelo estacionario sostenido y movimientos ágiles.



Paso 5 – Emular

- **Gestión de la energía:** Diseñar un sistema eficiente de gestión de la energía para soportar movimientos rápidos y mantener las actividades.

Visión y navegación

- **Sistemas de visión avanzados:** Utilice cámaras y sensores de alta resolución para una navegación precisa y la localización de objetivos.
- **Procesamiento rápido de datos:** Permite un procesamiento rápido de la información visual para realizar ajustes de vuelo rápidos y evitar obstáculos.

Aerodinámica

- **Diseño aerodinámico:** Diseñar un cuerpo aerodinámico para reducir la resistencia del aire y mejorar el movimiento rápido y preciso.
- **Forma optimizada de las alas:** Diseña las alas para que proporcionen tanto sustentación como maniobrabilidad, con el fin de realizar maniobras aéreas complejas.

Integración sensorial

- **Sistemas de coordinación:** Garantizar una excelente coordinación entre los sistemas visual y motor para lograr movimientos precisos y estabilidad en vuelo.

<https://www.purdue.edu/newsroom/archive/releases/2019/Q2/hummingbird-robo-robot-go-where-drones-cant.html>



5.a Enumera la información clave y explora tantas ideas como sea posible

- Maniobrabilidad ágil, como un diseño de alas flexible y aleteos rápidos.
- Sistema de navegación avanzado que puede incluir IA o aprendizaje automático y que proporciona retroalimentación táctil.
- Integración sensorial, como cámaras de alta resolución o fusión multisensorial.
- Diseño centrado en la eficiencia energética mediante el uso de materiales ligeros.
- Sistema de navegación autónomo y herramientas de toma de decisiones en tiempo real integradas.
- Mecanismo a prueba de fallos y sistema redundante.

- Aplicación de características específicas que puedan adaptarse a diferentes retos ambientales.

5.b Organiza tus ideas en categorías que incluyan las características, el contexto, las limitaciones, etc., y selecciona los conceptos de diseño que mejor se adapten a tu solución.

	Contexto	Características	Limitaciones
Maniobrabilidad ágil	Permite un control preciso y maniobras ágiles en entornos estrechos y complejos	Diseño de alas flexible y aleteo rápido	● Requiere materiales y ingeniería avanzados para lograr la flexibilidad y la velocidad necesarias sin comprometer la durabilidad
Sistema de navegación avanzado	Mejora la navegación y la evitación de obstáculos, especialmente en entornos con poca visibilidad o con muchos obstáculos	IA Aprendizaje automático. Retroalimentación táctil	● Alta potencia computacional necesaria para el procesamiento en tiempo real ● Posibles retos en el entrenamiento de modelos de IA para entornos diversos
Integración sensorial	Proporciona una conciencia situacional completa y capacidades de navegación precisas	Cámara de alta resolución Fusión multisensor Cámaras termográficas	● La integración de múltiples sensores puede aumentar el peso y el consumo de energía. ● Garantiza una fusión de datos fluida procedente de diferentes sensores.
Eficiencia energética	Reduce el consumo de energía, lo que permite tiempos de vuelo más largos y un mejor rendimiento	Gestión eficiente de la energía Materiales ligeros	● Equilibrio entre un diseño ligero y la integridad estructural y la durabilidad
Capacidades autónomas	Permite a los drones operar de forma independiente en entornos complejos, adaptándose a los cambios	Navegación autónoma Procesamiento de datos en tiempo real y sistemas de toma de decisiones	● Garantizar la fiabilidad y la seguridad de los sistemas autónomos. ● Alto

Paso 6: Evaluar

	condiciones		requisitos computacionales para el procesamiento en tiempo real.
Seguridad y redundancia	Mejora la fiabilidad y la seguridad, garantizando el funcionamiento continuo en caso de fallos.	Funciones de retorno a la base y protocolos de aterrizaje de emergencia. Diseño redundante de los componentes críticos para garantizar la continuidad del funcionamiento en caso de fallo	● Aumento del peso y la complejidad debido a los sistemas redundantes. ● Diseño de protocolos a prueba de fallos eficaces.
Aplicación de características específicas	Adaptación de las capacidades de los drones a casos de uso específicos, mejorando la eficacia y la eficiencia.	Cámaras termográficas u otros sensores. Monitorización medioambiental, como: calidad del aire y salud de la vegetación. Logística urbana.	● La personalización para diferentes aplicaciones puede requerir diseños modulares. ● Equilibrio entre versatilidad y rendimiento especializado.

Idea seleccionada

Sistema de navegación avanzado.

6.a Evaluar los conceptos de diseño en relación con su alineación con los criterios y restricciones del reto de diseño, así como su compatibilidad con los sistemas de la Tierra. Evaluar la viabilidad del modelo técnico y de negocio.

Alineación con los criterios del reto

1. Vuelo de alta precisión

- **IA y aprendizaje automático:** Estas tecnologías mejoran la capacidad del dron para navegar con alta precisión al aprender de su entorno y realizar ajustes en tiempo real. Esto responde directamente a la necesidad de un control preciso en entornos complejos.
- **Retroalimentación táctil:** proporciona información sensorial adicional, lo que permite al dron navegar incluso en condiciones de baja visibilidad, mejorando aún más la precisión.

2. Sigilo

- **Rutas de vuelo optimizadas:** la IA puede optimizar las rutas de vuelo para minimizar el ruido y la visibilidad, lo que hace que el dron sea más sigiloso. Esto es crucial para aplicaciones como la vigilancia y el reconocimiento.
- **Navegación adaptativa:** La capacidad de adaptarse a condiciones cambiantes reduce la probabilidad de detección y mejora las capacidades de sigilo.

3. Versatilidad en entornos complejos

- **Evitación de obstáculos:** Los sistemas de navegación avanzados mejoran la capacidad del dron para evitar obstáculos, lo que lo hace adecuado para diversos entornos, como zonas urbanas, bosques y zonas de desastre.
- **Toma de decisiones en tiempo real:** permite al dron responder de forma dinámica a los cambios del entorno, garantizando un funcionamiento eficaz en diversos escenarios.

Limitaciones

- Elevada potencia de cálculo
- Formación y adaptación
- Integración de múltiples sensores

Compatibilidad con los sistemas terrestres

1. Impacto medioambiental:

- **Eficiencia energética:** Al utilizar materiales ligeros y optimizar el consumo de energía, el dron puede minimizar su huella medioambiental.
- **Materiales sostenibles:** Incorporar materiales sostenibles y reciclables en la construcción del dron para reducir el impacto medioambiental.

2. Adaptabilidad a diversas condiciones:

- **Resistencia a las condiciones meteorológicas:** Diseñar el dron para que resista diferentes condiciones meteorológicas, como la lluvia, el viento y las fluctuaciones de temperatura, garantizando un funcionamiento fiable en diversos entornos.
- **Diseño robusto:** Garantizar que la estructura del dron pueda soportar los factores de estrés ambientales, mejorando la durabilidad y la longevidad.

3. Cumplimiento normativo:

- **Normas de seguridad:** Garantizar que el dron cumpla con las normas de seguridad y reglamentarias para su funcionamiento en espacios públicos, abordando las preocupaciones sobre la privacidad y la gestión del espacio aéreo.
- **Consideraciones éticas:** Implementar directrices éticas para el uso de la IA y la recopilación de datos con el fin de proteger la privacidad y garantizar un uso responsable.

Viabilidad técnica para la implementación de un **sistema de navegación avanzado**

Características	Situación actual	Viabilidad
Integración de la IA y el aprendizaje automático	Las tecnologías de IA y aprendizaje automático están muy desarrolladas y cada vez más	Alta La integración de la IA para la navegación y la detección de obstáculos

	utilizadas en diversas aplicaciones, incluidos los vehículos autónomos y la robótica	es técnicamente viable con la tecnología existente. Los continuos avances en IA mejorarán aún más las capacidades.
Sistemas de retroalimentación táctil	Los sensores táctiles se utilizan en robótica para la navegación y la cartografía basadas en el tacto	De moderada a alta Aunque los sistemas de retroalimentación táctil son menos comunes en los drones, son técnicamente viables y pueden desarrollarse con la tecnología de sensores actual

Viabilidad del modelo de negocio

1. Demanda del mercado

- **Tendencias actuales:** Existe una creciente demanda de drones avanzados en diversos sectores, entre ellos la logística, la vigilancia, la monitorización medioambiental y la respuesta a emergencias.
- **Viabilidad:** Alta. La demanda de mercado de drones de alta precisión y sigilosos es fuerte y se espera que crezca.

2. Costes y precios

- **Costes de desarrollo:** Los costes iniciales de desarrollo pueden ser elevados debido a la integración de tecnologías avanzadas.
- **Estrategia de precios:** Los precios elevados pueden justificarse por las capacidades avanzadas y las aplicaciones especializadas de los drones.
- **Viabilidad:** De moderada a alta. Aunque los costes de desarrollo son significativos, el potencial de obtener altos rendimientos en mercados especializados respalda el modelo de negocio.

3. Panorama competitivo

- **Competidores actuales:** El mercado de los drones es competitivo, con varios actores consolidados.
- **Diferenciación:** Las características únicas de alta precisión y las capacidades de sigilo proporcionan una ventaja competitiva.
- **Viabilidad:** Alta. La diferenciación a través de características avanzadas y aplicaciones especializadas puede posicionar el producto favorablemente en el mercado.

4. Cumplimiento normativo

- **Normativa vigente:** Los drones deben cumplir con la normativa aeronáutica, que varía según la región.
- **Estrategia de cumplimiento:** Es esencial garantizar el cumplimiento de las normativas de seguridad y privacidad.

- **Viabilidad:** De moderada a alta. Aunque el cumplimiento normativo puede suponer un reto, es factible con una planificación adecuada y el respeto de las directrices.

5. Escalabilidad

- **Producción y distribución:** Ampliar la producción y establecer canales de distribución son fundamentales para el crecimiento del negocio.
- **Viabilidad:** Alta. Con una estrategia de producción y distribución bien planificada, es factible ampliar el negocio.

6.b Revisar y volver a examinar los pasos anteriores según sea necesario para generar una solución viable.

Características clave a seguir

- Algoritmos adaptativos.
- Detección y evitación de obstáculos.
- Optimización de rutas.
- Adaptación al entorno.
- Navegación táctil.
- Cartografía del entorno.
- Evitación de colisiones.
- Redundancia para sistemas visuales.

Integración en el diseño de drones

- Fusión de sensores.
- Diseño ligero y eficiente.
- Arquitectura modular.

Plan de implementación

- **Desarrollo del prototipo:** Crear un prototipo que incorpore las características clave y realizar pruebas en entornos controlados.
- **Pruebas y validación:** Realizar pruebas exhaustivas en diversos escenarios para validar el rendimiento y la fiabilidad.
- **Optimización:** Perfeccionar el diseño basándose en los resultados de las pruebas, centrándose en mejorar la eficiencia energética y reducir el peso.
- **Cumplimiento normativo:** Garantizar que el diseño cumple todas las normas de seguridad y reglamentarias.
- **Producción y ampliación:** Desarrollar un plan de producción escalable y establecer canales de distribución.



Recursos adicionales:

<https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rsfs.2016.0078>

<https://www.audubon.org/news/hummingbirds-inspire-drone-design>

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28675148/>

<https://biomimicryuniverse.com/concept/hummingbird-drones>

<https://newsroom.carleton.ca/story/hummingbirds-wings-inspire-technology/>

<https://www.psu.edu/news/engineering/story/hummingbird-flight-could-provide-insights-biomimicry-aerial-vehicles>

<https://spectrum.ieee.org/aerovironments-nano-hummingbird-surveillance-bot-would-probably-fool-you>

<https://www.purdue.edu/newsroom/archive/releases/2019/Q2/hummingbird-robot-uses-ai-to-soon-go-where-drones-cant.html>



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 pueden ser consideradas responsables de las mismas.



- Módulos de formación del WP3 sobre diseño de procesos biomiméticos

Tarea 3.1/ A1. Desarrollo de un kit de autoaprendizaje para estudiantes de FP - LP: ATS / CPs: TODOS LET'S MIMIC SOLUTIONS

Una solución se refiere a los pasos aplicados para resolver el reto identificado, a través de la biomimética.

Solución: El **martín pescador**, el **búho** y el **pingüino**

DISEÑO BIOMIMÉTICO	Descripción
Paso 2 – Biologizar	
	2.a Pregúntate cómo la naturaleza puede resolver esto. • ¿Cómo vuelan los búhos tan silenciosamente? ¿Cómo reducen los pingüinos Adelia la resistencia del aire? ¿Cómo se zambullen los martines pescadores en el agua sin salpicar? Contexto • Búhos: Los búhos son cazadores silenciosos que se valen de la estructura única de sus plumas para reducir el ruido durante el vuelo. Sus grandes alas generan sustentación, pero al batirlas podrían crear turbulencias y ruido. Sin embargo, los búhos han desarrollado plumas dentadas en la parte delantera y estructuras en forma de flecos en la parte trasera, que rompen las turbulencias y las dispersan, minimizando el ruido. Además, sus caras cóncavas y sus cuerpos cubiertos de plumón absorben el sonido, lo que hace que su vuelo sea casi silencioso. • Pingüinos de Adelia: Los pingüinos de Adelia son nadadores excepcionales y pasan alrededor del 75 % de su tiempo en el agua. Sus alas han evolucionado hasta convertirse en poderosas aletas, lo que les permite nadar largas distancias y a mayores profundidades, como si volaran bajo el agua. Sus cuerpos con forma de torpedo y sus patas situadas en la parte trasera minimizan la resistencia, lo que les permite alcanzar velocidades de hasta 40 km/h. Reducen aún más la resistencia esponjando sus plumas y liberando burbujas, lo que triplica su velocidad. Utilizando una técnica llamada «porpoising», nadan justo por debajo de la superficie, saltando dentro y fuera del agua para respirar sin perder velocidad. También son excelentes buceadores, aguantan la respiración durante unos 6 minutos y se sumergen a profundidades de entre 9 y 18 metros. Además, tragan pequeñas piedras para facilitar la digestión y ayudarles a bucear más profundamente. • Martín pescador: La forma de la cabeza y el pico del martín pescador le permiten planear por el aire y zambullirse en el agua de manera eficiente, pasando del aire al agua sin problemas. Al volar a velocidades de hasta 40 km/h, sus picos largos y afilados cortan el agua en silencio, lo que les permite realizar zambullidas sigilosas para capturar peces. A pesar de que la longitud del pico supone un reto en los nidos oscuros, los polluelos de martín pescador tienen picos con puntas blancas y los padres presentan marcas faciales blancas, lo que les proporciona señales visuales para alimentarse. 2.b Pregúntate: ¿Qué quiero que haga mi diseño?



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



- **Transporte de alta velocidad y más seguro:** facilita el crecimiento económico, el desarrollo regional y la integración social al conectar las principales ciudades, mejorando los viajes de negocios, los desplazamientos diarios y el turismo.
- **Reducción de la congestión:** ofrece un servicio ferroviario de alta capacidad para aliviar el tráfico por carretera y aéreo y descongestionar otros sistemas ferroviarios.
- **Respetuoso con el medio ambiente:** Emite una cantidad significativamente menor de CO2 por pasajero-kilómetro en comparación con los coches o los aviones, lo que respalda los objetivos de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y promover el transporte sostenible.

2.c Dale la vuelta a la pregunta. Considera funciones opuestas.

¿Cómo mejoran las aves su eficiencia de vuelo o natación en sus condiciones ambientales?

Paso 3 – Descubrir

3.a Busca modelos naturales que coincidan con las mismas funciones y el mismo contexto que tu solución de diseño. Por ejemplo, lee literatura científica.

- **Tiburones:** La textura de su piel reduce la resistencia y evita la bioincrustación, lo que inspira superficies eficientes para barcos y aviones.
- **Delfines:** sus cuerpos aerodinámicos y sus poderosas colas les permiten nadar a gran velocidad y realizar acrobacias. Utilizan la ecolocalización para navegar y cazar de forma eficiente.
- **Aves rapaces:** La forma de las alas y la mecánica de vuelo de los halcones y las águilas influyen en el diseño de las alas de los aviones para mejorar la sustentación y la maniobrabilidad.
- **Colibríes:** ágiles y rápidos, son capaces de mantenerse en vuelo estacionario, volar hacia atrás y cambiar de dirección rápidamente gracias a la estructura única de sus alas y a su elevado metabolismo.
- **Albatros:** Maestros del vuelo planeado, recorren grandes distancias con un mínimo de energía utilizando alas largas y estrechas para un vuelo ascendente dinámico.
- **Murciélagos:** únicos mamíferos capaces de volar de forma sostenida, poseen alas flexibles que les permiten un control preciso. Utilizan la ecolocalización para orientarse y cazar eficazmente en la oscuridad.

3.b Identifica a expertos y conéctate con comunidades de biólogos y naturalistas.

- National Geographic.
- Revista de Ornitología.
- Departamentos de investigación de universidades.
- iNaturalist.
- Sociedad Americana de Naturalistas.
- AskNature.



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.

Paso 4 – Resumen

4.a Resume los elementos clave de la estrategia biológica. Destaca las funciones principales y las palabras clave. Si es posible, haz un diagrama o un dibujo, o busca imágenes que puedan ilustrar el diseño.

Búhos

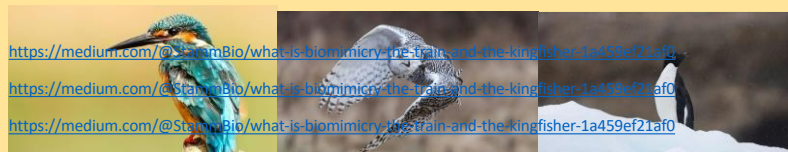
- **Funciones principales:** Vuelo silencioso, reducción del ruido.
- **Palabras clave:** cazadores silenciosos, estructuras de las plumas, plumas dentadas, estructuras en forma de flecos, turbulencia, caras cóncavas, cuerpos cubiertos de plumón.

Pingüinos Adelia

- **Funciones principales:** natación eficiente, reducción de la resistencia, inmersión profunda.
- **Palabras clave:** Nadadores excepcionales, aletas poderosas, cuerpos en forma de torpedo, patas situadas en la parte trasera, reducción de la resistencia, plumas esponjadas, liberación de burbujas, zambullidas, buceo, ingestión de piedras.

Martín pescador

- **Funciones principales:** Buceo eficiente, caza sigilosa.
- **Palabras clave:** forma de la cabeza y el pico, planeo, inmersión, transición, picos afilados, inmersiones silenciosas, señales visuales, picos con punta blanca, destellos faciales blancos.



4.b Traduce las lecciones de la naturaleza en estrategias de diseño. Reescribe la estrategia sin utilizar términos biológicos y conéctala con las funciones y el contexto desde una perspectiva humana.



<https://medium.com/@StammBio/what-is-biomimicry-the-train-and-the-kingfisher-1a459ef21af0>

En 1987, Japón se enfrentó a un problema de ruido con sus trenes bala Shinkansen, que generaban un fuerte «estruido de túnel» al atravesar túneles a gran velocidad. Eiji Nakatsu, inspirándose en el pico del martín pescador, rediseñó la parte delantera del tren para reducir el ruido y mejorar la eficiencia. Este nuevo diseño permitió que el tren circulase un 10 % más rápido, consumiese un 15 % menos de electricidad y eliminase el estruendo de túnel. La carrocería aerodinámica, inspirada en el pingüino Adelia, redujo aún más la resistencia al aire. Esta biomimética no solo resolvió el problema del ruido, sino que también puso de relieve el potencial de la innovación sostenible en diversas industrias.

Estrategias clave de diseño

1. Reducción del ruido y eficiencia

- **Problema:** Los trenes generaban un ruido molesto al salir de los túneles.
- **Solución:** Rediseñar la parte delantera del tren para minimizar el ruido y mejorar la eficiencia.
- **Resultado:** El nuevo diseño permitió que el tren circulase un 10 % más rápido, consumiese un 15 % menos de electricidad y eliminase la necesidad de la barrera del túnel.

2. Optimización aerodinámica

- **Problema:** La alta velocidad provocaba una resistencia aerodinámica significativa.
- **Solución:** Aerodinamizar la carrocería del tren para reducir la resistencia del aire.
- **Resultado:** El diseño aerodinámico redujo aún más la resistencia del aire, lo que contribuyó a mejorar el rendimiento del tren.

Contexto y perspectiva humana

- **Función:** El objetivo principal es crear un tren de alta velocidad más silencioso y eficiente.
- **Impacto humano:** El rediseño no solo resolvió el problema del ruido, haciendo que el entorno fuera más agradable para los residentes cercanos, sino que también mejoró la velocidad y la eficiencia energética del tren. Esta innovación demostró el potencial de las soluciones sostenibles en el transporte y otras industrias, poniendo de relieve cómo el diseño



inspirado en principios naturales puede conducir a avances significativos en tecnología y eficiencia.

Paso 5: Emular

5.a Enumera la información clave y explora tantas ideas como sea posible. Reducción del ruido

- Imita las formas naturales para reducir el ruido aerodinámico.
- Incorpora estrías u otras características de amortiguación del ruido en los componentes críticos.
- Utilice materiales que absorban o desvíen el sonido.

Mejora de la eficiencia

- Optimice los diseños para reducir la resistencia al aire.
- Optimizar el consumo de energía mediante cambios en el diseño.
- Incorporar características que aumenten la velocidad sin incrementar el consumo de energía.

Innovación sostenible

Aplicar los principios de la biomimética a otros medios de transporte.

- Explorar soluciones naturales para problemas de ingeniería comunes.
- Promueve diseños que equilibren el rendimiento con el impacto medioambiental.

5.b Organiza tus ideas en categorías que incluyan las características, el contexto, las limitaciones, etc., y selecciona los conceptos de diseño que mejor se adapten a tu solución.

Características

- **Parte delantera rediseñada:** imita el pico del martín pescador para reducir el ruido.
- **Muecas en el pantógrafo:** reducen el ruido aerodinámico.
- **Carrocería aerodinámica:** inspirada en el pingüino Adelia para reducir la resistencia al aire.

Contexto

- **Viajes a alta velocidad:** Trenes que circulan a más de 320 km/h.
- **Contaminación acústica:** El ruido del túnel molesta a los residentes.
- **Eficiencia energética:** Necesidad de reducir el consumo de electricidad.

Restricciones

- **Límite de decibelios:** Debe cumplir la normativa sobre ruido (70 dB).
- **Retos aerodinámicos:** Las altas velocidades aumentan el ruido y la resistencia.
- **Integración del diseño:** Los cambios deben encajar en la infraestructura ferroviaria existente.



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



	Idea seleccionada Carrocería aerodinámica: diseño inspirado en el pingüino Adelia. • Función: Reducir la resistencia al aire y mejorar la eficiencia. • Contexto: Viajes de alta velocidad y eficiencia energética.
Paso 6 – Evaluar	6.a Evalúa los conceptos de diseño en relación con su adecuación a los criterios y restricciones del reto de diseño, así como su compatibilidad con los sistemas de la Tierra. Evalúa la viabilidad del modelo técnico y de negocio. Alineación con los criterios y limitaciones del reto de diseño 1. Reducción del ruido • Criterios: El diseño debe reducir la contaminación acústica, en particular el «ruido de túnel». • Evaluación: La carrocería aerodinámica inspirada en el pingüino Adelia reduce la resistencia al aire, lo que contribuye indirectamente a la reducción del ruido al minimizar la turbulencia y el ruido aerodinámico. 2. Eficiencia energética • Criterios: El diseño debe mejorar la eficiencia energética. • Evaluación: El diseño aerodinámico reduce la resistencia, lo que permite que el tren circule más rápido consumiendo menos energía. Esto se ajusta al objetivo de reducir el consumo eléctrico en un 15 %. 3. Viajes a alta velocidad • Criterios: El diseño debe permitir el desplazamiento a alta velocidad (más de 200 mph). • Evaluación: La carrocería aerodinámica está optimizada para la circulación a alta velocidad, lo que reduce la resistencia del aire y permite al tren mantener velocidades elevadas de forma más eficiente. 4. Cumplimiento normativo • Criterios: El diseño debe cumplir con la normativa sobre ruido (límite de 70 dB). • Evaluación: Al reducir el ruido aerodinámico, el diseño aerodinámico ayuda al tren a cumplir con la normativa sobre ruido. Compatibilidad con los sistemas de la Tierra • Impacto medioambiental: El diseño aerodinámico reduce el consumo de energía, lo que conduce a menores emisiones de gases de efecto invernadero. Esto respalda los objetivos de transporte sostenible y minimiza la huella medioambiental. • Eficiencia en el uso de los recursos: El diseño aprovecha los principios naturales para lograr la eficiencia, reduciendo la necesidad de recursos adicionales o tecnologías complejas. Viabilidad del modelo técnico y empresarial



- **Viabilidad técnica:** El diseño aerodinámico es técnicamente viable, ya que implica modificar la forma exterior del tren. Esto se puede lograr con las capacidades de ingeniería y los materiales actuales.
- **Viabilidad del modelo de negocio:** El diseño ofrece un ahorro de costes gracias a la reducción del consumo energético y de los costes de mantenimiento. La mejora de la eficiencia y el cumplimiento de la normativa sobre ruido pueden potenciar la comercialización y la viabilidad operativa del tren.

6.b Revisar y reconsiderar los pasos anteriores según sea necesario para generar una solución viable.

Revisar la integración del diseño

- Asegurarse de que el diseño aerodinámico de la carrocería sea compatible con la infraestructura ferroviaria existente y no requiera modificaciones extensas.
- Realizar más pruebas para optimizar la forma con el fin de lograr la máxima reducción de ruido y eficiencia energética.

Mejorar las características de reducción de ruido

Combinar la carrocería aerodinámica con tecnologías adicionales de amortiguación del ruido, como materiales fonoabsorbentes o diseños avanzados de pantógrafos.

Enfoque en la sostenibilidad

Explorar el uso de materiales ecológicos en la construcción de la carrocería aerodinámica.

Implementar sistemas de recuperación de energía para mejorar aún más la eficiencia.

Solución viable final

El diseño aerodinámico de la carrocería, inspirado en el pingüino Adelia, aborda eficazmente el reto de diseño al reducir la resistencia al aire, mejorar la eficiencia energética y minimizar la contaminación acústica. Al integrar este diseño con características adicionales de reducción del ruido y centrarse en la sostenibilidad, la solución se ajusta a los criterios y restricciones, garantizando la viabilidad técnica y del modelo de negocio. Este enfoque no solo resuelve el problema inmediato, sino que también promueve la innovación sostenible en el transporte ferroviario de alta velocidad.

Recursos adicionales:

<https://biomimicry.org/>

https://www.japanfs.org/en/news/archives/news_id027795.html <https://asknature.org/innovation/high-speed-train-inspired-by-the-kingfisher/>

<https://medium.com/@StammBio/what-is-biomimicry-the-train-and-the-kingfisher-1a459ef21af0>

https://labs.blogs.com/its_alive_in_the_lab/2019/04/bbc-the-unexpected-inspiration-behind-japans-bullet-train.html

<https://asknature.org/strategy/beak-provides-streamlining/#introduction>



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



<https://pastcontest.diproinduca.com/how-nature-inspired-japans-shinkansen/>

<https://xshore.com/us/news/penguins-swim-underwater-at-up-to-25-miles-per-hour>



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



Módulos de formación del WP3 sobre diseño de procesos biomiméticos

Tarea 3.1/ A1. Desarrollo de un kit de autoaprendizaje para estudiantes de FP - LP: ATS / CPs: TODOS IMITEMOS SOLUCIONES

Una solución se refiere a los pasos aplicados para resolver el reto identificado, a través de la biomimética.

Solución: Comportamiento adaptativo de los mohos limosos

DISEÑO BIOMIMÉTICO	Descripción
Paso 2: Biologizar	2.a Pregúntate cómo la naturaleza puede resolver esto. ¿Cómo puede el moho limoso conectar diferentes fuentes de alimento? Contexto Physarum polycephalum es un moho limoso de color amarillo verdoso que puede adoptar múltiples formas. A pesar de carecer de cerebro, muestra un comportamiento complejo, formando una red tubular para transferir nutrientes de manera eficiente. Se nutre de materia vegetal en descomposición en entornos frescos, húmedos y oscuros, como la hojarasca del bosque. Los mohos limosos se alimentan de forma amplia y luego optimizan su red para el transporte de nutrientes. En los laboratorios, pueden crecer hasta superar los 30 cm de diámetro. Utilizan experiencias pasadas para ajustar su comportamiento, aunque se desconocen los mecanismos. Su red se asemeja a las sinapsis del cerebro animal, con tubos interconectados y oscilaciones que crean patrones ondulatorios. Los mohos limosos resuelven problemas complejos, como encontrar el camino más corto en un laberinto o equilibrar los niveles de nutrientes. Su capacidad para orientarse y formar redes ha intrigado a los investigadores en campos como la inteligencia artificial. 2.b Pregúntate: «¿Qué quiero que haga mi diseño?». - Diseña una red de transporte más eficiente, adaptable y resiliente imitando el comportamiento natural de los mohos limosos a la hora de encontrar rutas óptimas. Esta red debería utilizar menos recursos, consumir menos energía y tener un menor impacto medioambiental. - Crea un sistema de metro que sea resiliente ante interrupciones como averías, obras o desastres naturales, y que pueda adaptarse al crecimiento urbano y a los patrones demográficos cambiantes. Aborda las complejidades del transporte urbano, como la congestión, optimizando múltiples factores. 2.c Da la vuelta a la pregunta. Considera funciones opuestas. ¿Cómo puede el moho limoso transportar nutrientes de manera eficiente por todo su cuerpo?
Paso 3 – Descubrir	3.a Busca modelos naturales que coincidan con las mismas funciones y el mismo contexto que tu solución de diseño. Por ejemplo, lee literatura científica.



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.

- Redes fúngicas: el micelio forma redes subterráneas que transportan nutrientes y se reorganizan para optimizar la distribución de recursos.
- Sistemas vasculares en las plantas: el xilema y el floema transportan agua, nutrientes y azúcares, adaptándose a los cambios ambientales para una distribución eficiente.
- Rutas de las hormigas: Las colonias de hormigas crean rutas optimizadas mediante señales de feromonas para encontrar los caminos más cortos hacia el alimento.
- Sistemas circulatorios de los animales: Los sistemas circulatorios de los animales transportan de manera eficiente sangre, oxígeno y nutrientes, adaptándose a los cambios en la demanda.
- Colonias microbianas: Las colonias bacterianas forman redes para optimizar la absorción de nutrientes y la eliminación de residuos, reorganizándose en respuesta a los cambios ambientales.

3.b Identificar a expertos y conectar con comunidades de biólogos y naturalistas.

- Instituto de Diseño Experimental y Culturas Mediáticas (IXDM).
- Red Physarum.
- Slime Mould Time Mould.

Paso 4 – Resumen

4.a Resumir los elementos clave de la estrategia biológica. Destacar las funciones principales y las palabras clave. Si es posible, hacer un diagrama o dibujo y/o buscar imágenes que puedan servir de referencia para el diseño.

Elementos clave de la estrategia biológica

- Exploración y detección: Los mohos limosos extienden su red de tubos protoplásmicos en diversas direcciones para explorar su entorno y detectar fuentes de alimento.
- Respuesta a señales: al encontrar alimento, se liberan señales químicas que atraen más protoplasma a la zona y hacen que los tubos se engrosen.
- Refuerzo selectivo: Los tubos que transportan nutrientes de manera eficiente se refuerzan, mientras que los tubos menos eficientes o redundantes se reabsorben.
- Ajuste dinámico: La red se ajusta continuamente en función de la disponibilidad de alimento y las condiciones ambientales.
- Memoria y eficiencia: El moho limoso conserva una «memoria» de las ubicaciones de alimento anteriores manteniendo tubos más gruesos en esas zonas, lo que permite una rápida reconexión si el alimento vuelve a estar disponible.

Funciones principales



- Transporte de nutrientes: transporte eficiente de nutrientes por todo el organismo.
- Adaptabilidad: Ajustar la red en respuesta a los cambios en el entorno.
- Optimización: Mantiene una estructura de red óptima para la distribución de recursos.
- Resolución de problemas: Demuestra la capacidad de resolver problemas complejos, como encontrar el camino más corto a través de un laberinto.

Palabras clave: Tubos protoplásmicos; Señalización química; Refuerzo de la red; Reorganización dinámica; Transporte de nutrientes; Adaptación ambiental; Optimización; Resolución de problemas



Investigadores en Japón utilizaron el comportamiento de un organismo simple para rediseñar el sistema de metro de Tokio. En un estudio de 2010, colocaron el organismo en una placa con restos de comida dispuestos para imitar los principales puntos de Tokio. La formación de la red del organismo reflejaba fielmente el sistema de metro real, mostrando un diseño eficiente y resiliente.

Este experimento demostró que las estrategias naturales pueden inspirar el diseño de infraestructuras urbanas. La red del organismo conectaba de manera eficiente los puntos clave y era resistente a las interrupciones, lo que pone de relieve el potencial para crear redes de transporte más eficientes, adaptables y resilientes.

Paso 5 – Emular

Contexto de aplicación

- **Planificación urbana:** Optimizar el flujo de tráfico y las rutas del transporte público para reducir la congestión y mejorar los tiempos de desplazamiento.
- **Gestión de la cadena de suministro:** Mejorar las redes logísticas para garantizar la entrega puntual de mercancías y reducir los costes de transporte.
- **Telecomunicaciones:** Mejorar el enrutamiento de datos en las redes de comunicación para mejorar la conectividad y reducir la latencia.
- **Distribución de energía:** Optimizar las redes eléctricas para equilibrar la oferta y la demanda, reduciendo el desperdicio de energía y mejorando la fiabilidad.

<https://saugatada.com/analisis-comparativa-que-nos-enseña-a-aprovechar-lessons-from-slime-mold-to-tokyos-subway-265cdb1904ff>

5.a Enumera tu información clave y explora tantas ideas como sea posible.

Principios clave

- Adaptación dinámica.
- Eficiencia de los recursos.
- Resiliencia.
- Escalabilidad.
- Control descentralizado.

Ideas: Supervisa el rendimiento y las condiciones de forma continua, ajusta las rutas en tiempo real para optimizar la distribución de recursos y minimizar las interrupciones, prioriza rutas eficientes, rutas alternativas para gestionar cambios inesperados, redes que crecen y evolucionan sin problemas con el aumento de la demanda y los nuevos nodos, nodos individuales para tomar decisiones más rápidas y realizar ajustes ágiles

5.b Organiza tus ideas en categorías que incluyan las características, el contexto, las limitaciones, etc., y selecciona los conceptos de diseño que mejor se adapten a tu solución.

Adaptación dinámica



	• Supervisa el rendimiento y las condiciones de forma continua. • Ajuste las rutas en tiempo real para optimizar la distribución de recursos y minimizar las interrupciones. Eficiencia de los recursos • Prioriza las rutas eficientes. • Reconfigura rápidamente para evitar atascos y mantener un flujo óptimo. Resiliencia • Aumente la flexibilidad con múltiples rutas alternativas. • Adáptate rápidamente a cambios o retos inesperados. Escalabilidad • Diseña la red para que crezca y evolucione sin problemas. • Integra nuevos nodos y aumenta la demanda sin comprometer el rendimiento. Control descentralizado • Capacitar a los nodos individuales para que tomen decisiones a nivel local. • Permite ajustes más rápidos y con mayor capacidad de respuesta. Idea seleccionada La mejor idea está relacionada con la resiliencia: crear flexibilidad con múltiples rutas alternativas que puedan adaptarse rápidamente a cambios o retos inesperados.
Paso 6 – Evaluar	6.a Evaluar los conceptos de diseño en cuanto a su alineación con los criterios y restricciones del reto de diseño, así como su compatibilidad con los sistemas de la Tierra. Evaluar la viabilidad tanto de los modelos técnicos como de los modelos de negocio. Viabilidad técnica • Optimización de redes: Los diseños inspirados en los mohos limosos pueden optimizar las redes de metro o ferroviarias, reduciendo los tiempos de viaje y aumentando la resiliencia ante las interrupciones. • Desarrollo de algoritmos: Los algoritmos que simulan el comportamiento del moho limoso pueden crear redes que equilibren el coste, el tiempo de viaje y la vulnerabilidad ante las interrupciones. • Integración con los sistemas existentes: La integración de estos diseños con las herramientas actuales de planificación del transporte es factible, pero requiere importantes recursos computacionales y conocimientos especializados. • Escalabilidad: Los modelos inspirados en los mohos limosos pueden adaptarse a diversos tamaños, desde pequeñas redes urbanas hasta grandes sistemas regionales.

Viabilidad del modelo de negocio

- **Rentabilidad:** Los diseños inspirados en los mohos limosos pueden reducir los costes al optimizar la disposición de las redes, reducir las inversiones en infraestructura y atraer a las partes interesadas.
- **Resiliencia y fiabilidad:** Estas redes son menos propensas a sufrir interrupciones, lo que mejora la fiabilidad del servicio y atrae a más usuarios, aumentando así los ingresos.
- **Sostenibilidad:** Las rutas optimizadas reducen el consumo de energía, lo que respalda los objetivos de sostenibilidad y atrae a inversores y gobiernos con conciencia medioambiental.
- **Diferenciación en el mercado:** Los diseños innovadores inspirados en la naturaleza pueden diferenciar a una empresa de transporte, atrayendo a más clientes y socios.
- **Apoyo normativo y político:** Demostrar la eficiencia y la resiliencia de estos diseños puede ayudar a obtener la aprobación normativa y el apoyo político.

6.b Revisar y reconsiderar los pasos anteriores según sea necesario para generar una solución viable.

El diseño debe tener en cuenta los siguientes pasos para lograr una solución viable:

- **Investigación y desarrollo:** Realizar estudios detallados sobre el comportamiento de los mohos limosos y su aplicación al diseño de redes. Desarrollar y probar algoritmos que simulen el comportamiento de los mohos limosos para la optimización de redes.
- **Proyectos piloto:** Poner en marcha proyectos piloto en pequeñas zonas urbanas para probar la viabilidad y la eficacia de los diseños. Supervisar el rendimiento y realizar los ajustes necesarios.
- **Integración y ampliación:** Integrar los diseños de los proyectos piloto exitosos en los sistemas de transporte existentes y ampliar los diseños a redes urbanas y regionales más grandes.
- **Participación de las partes interesadas:** Colaborar con las partes interesadas, incluidos inversores, organismos gubernamentales y el público en general, para destacar las ventajas de la rentabilidad, la resiliencia, la sostenibilidad y la diferenciación en el mercado.

Supervisión y adaptación continuas: Supervisar continuamente el rendimiento de la red y las condiciones ambientales. Ajustar las rutas y conexiones en tiempo real para optimizar la distribución de recursos y minimizar las interrupciones.

Recursos adicionales:

<https://biomimicry.org/>

<https://phys.org/news/2022-01-virtual-slime-mold-subway-network.html>



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



<https://www.sd-zen-zone.in/post/slime-mold-tokyo-subway-a-biomimicry-case-study-in-innovative-design>

<https://blogs.ubc.ca/communicatingscience2017w211/2018/01/29/brainless-slime-mold-grows-in-pattern-like-tokyos-subway-system/>

<https://www.linkedin.com/pulse/harnessing-natures-genius-how-slime-mold-inspired-sahil-srichandan-qa1gf>

<https://saugatadastider.medium.com/nature-as-an-innovator-lessons-from-slime-mold-to-tokyos-subway-265cdb1904ff>

<https://biodesign.berkeley.edu/2022/02/18/brainless-slime-mold-grows-in-pattern-like-tokyos-subway-system/>

<https://knowledge.carolina.com/discipline/life-science/biology/the-slime-mold-physarum-polycephalum/>

<https://www.freethink.com/science/slime-molds-subways>

<https://www.nature.com/articles/s41598-022-05439-w>

<https://www.utoronto.ca/news/researchers-use-virtual-slime-mould-design-ttc-subway-network-less-prone-disruption>

<https://www.ribaj.com/culture/reseaux-mondes-centre-pompidou-paris-ecologicstudio-slime-mould> <https://www.theguardian.com/cities/2014/feb/18/rutas-de-transporte-ferroviario-de-moho-limoso> <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405844023042500> <https://www.slideshare.net/slideshow/slime-mould-inspired-urban-planning-2pptx/266839877>



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



Módulos de formación del WP3 sobre diseño de procesos biomiméticos

Tarea 3.1/ A1. Desarrollo de un kit de autoaprendizaje para estudiantes de FP - LP: ATS / CPs: TODOS LET'S MIMIC SOLUTIONS

Una solución se refiere a los pasos aplicados para resolver el reto identificado, a través de la biomimética.

Solución: Protección resistente y duradera Las escamas del pangolín

DISEÑO BIOMIMÉTICO	Descripción
Paso 2 – Biologizar	2.a Pregúntate cómo la naturaleza puede resolver esto. ¿Cómo mejoran los animales su flexibilidad y resistencia en situaciones críticas? Contexto Las escamas de los pangolines están compuestas de queratina, lo que les proporciona resistencia y adaptabilidad. Las escamas hexagonales superpuestas les otorgan flexibilidad y una protección robusta, lo que permite a los pangolines enrollarse en forma de bola. Estas escamas son resistentes pero elásticas, se doblan sin romperse y se adaptan a diversos terrenos. Los pangolines pueden regenerar las escamas dañadas, lo que garantiza una durabilidad a largo plazo. Las escamas entrelazadas distribuyen la tensión de manera uniforme, lo que ofrece ideas para diseñar productos flexibles y duraderos, como mochilas. 2.b Pregúntate: «¿Qué quiero que haga mi diseño?». • Proporciona flexibilidad y durabilidad como las escamas del pangolín. • Proteja el contenido de la mochila. • Adaptarse a las diversas necesidades de los usuarios. 2.c Da la vuelta a la pregunta. Considera funciones opuestas. ¿Cómo se protegen los pangolines?
Paso 3 – Descubrir	3.a Busca modelos naturales que coincidan con las mismas funciones y el mismo contexto que tu solución de diseño. Funciones • Protección: Las escamas del pangolín, compuestas de queratina, son resistentes y flexibles. Su disposición superpuesta y entrelazada absorbe y distribuye las fuerzas de impacto, actuando como una armadura casi impenetrable cuando el pangolín se enrolla en forma de bola. • Flexibilidad y adaptabilidad: La elasticidad de las escamas les permite doblarse sin romperse, lo que permite a los pangolines adaptarse a diversas posturas defensivas y entornos. • Regeneración: Los pangolines pueden regenerar las escamas dañadas, lo que garantiza que su armadura protectora siga siendo eficaz con el paso del tiempo. Modelos naturales



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 pueden ser consideradas responsables de las mismas.



- **Armadillos:** Al igual que los pangolines, los armadillos tienen una armadura protectora formada por placas óseas recubiertas de queratina. Pueden enrollarse en forma de bola para protegerse de los depredadores.
- **Tortugas:** Las tortugas tienen caparazones duros y protectores formados por placas óseas cubiertas de escamas, que son similares a las escamas de queratina de los pangolines. Sus caparazones proporcionan una excelente protección contra los depredadores.
- **Tortugas caimán:** Estas tortugas tienen caparazones robustos y con púas, y mandíbulas poderosas. Sus caparazones, similares a una armadura, proporcionan una protección significativa, parecida a la de las escamas de los pangolines.
- **Erizos:** Los erizos tienen púas formadas por queratina que utilizan para protegerse. Cuando se sienten amenazados, se enrollan en forma de bola, al igual que los pangolines.
- **Anquilosaurio:** Este dinosaurio extinto tenía el cuerpo cubierto de placas óseas y una cola en forma de maza para defenderse. Su armadura recuerda a las escamas protectoras de los pangolines.

3.b Identificar a expertos y conectar con comunidades de biólogos y naturalistas.

- El Dr. Ravi Sundaram, el Dr. K. S. R. Reddy y el Dr. Andrew J. K. C. Wong publicaron: Journal of Biomimetic Materials and Engineering, 2021.
- El Dr. Jonathan Baillie y la Dra. Susie Ellis han trabajado en la conservación de los pangolines y pueden aportar conocimientos sobre los aspectos estructurales de estos animales.

Paso 4 – Resumen

4. Resuma los elementos clave de la estrategia biológica. Destaque las funciones principales y las palabras clave. Si es posible, elabore un diagrama o dibujo y/o busque imágenes que puedan servir de referencia para el diseño.

Protección

- **Escamas de queratina:** resistentes y flexibles.
- **Disposición superpuesta y entrelazada:** absorbe y distribuye las fuerzas de impacto.
- **Armadura impenetrable:** protege de los depredadores cuando se enrolla en forma de bola.

Flexibilidad y adaptabilidad

- **Elasticidad:** las escamas se doblan sin romperse.
- **Posturas defensivas:** se adaptan a diversos entornos y amenazas.

Regeneración

- **Regeneración de escamas:** Mantiene una armadura protectora eficaz a lo largo del tiempo.



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 pueden ser consideradas responsables de las mismas.



<https://www.discoverwildlife.com/animal-facts/mammals/facts-about-pangolins>

4.b Traduce las lecciones de la naturaleza en estrategias de diseño. Reescribe la estrategia sin utilizar términos biológicos y conéctala con las funciones y el contexto desde una perspectiva humana.

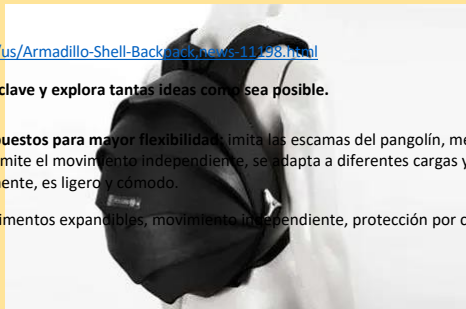
- **Selección de materiales:** Utilizar materiales resistentes, flexibles y elásticos que imiten a la queratina.
- **Diseño estructural:** Incorporar capas superpuestas y entrelazadas para distribuir la tensión y mejorar la flexibilidad.
- **Características de protección:** Incorporar acolchado que absorba los impactos y reforzar las zonas sometidas a mayor tensión.
- **Adaptabilidad:** Diseñar componentes modulares y ajustables para adaptarse a diversas necesidades.
- **Capacidades regenerativas:** Utilizar materiales reparables o autorreparables para mantener la funcionalidad.
- **Ergonomía:** Garantizar un ajuste cómodo con estructuras de soporte flexibles para una mejor usabilidad.

<https://www.tomsguide.com/us/Armadillo-Shell-Backpack,news-11198.html>

5.a Enumera la información clave y explora tantas ideas como sea posible.

- **Paneles superpuestos para mayor flexibilidad:** imita las escamas del pangolín, mejora la flexibilidad y la protección, permite el movimiento independiente, se adapta a diferentes cargas y movimientos, distribuye la fuerza ampliamente, es ligero y cómodo.

Ideas: compartimentos expandibles, movimiento independiente, protección por capas, bisagras flexibles



Paso 5 – Emular



- **Materiales duraderos y ligeros:** inspirados en la queratina, estos materiales avanzados y resistentes soportan condiciones adversas, mejoran la movilidad y reducen la fatiga, lo que los hace resistentes al agua o impermeables.
Ideas: compuestos avanzados, recubrimientos impermeables, resistencia a la abrasión, aislamiento térmico
- **Diseño modular para mayor adaptabilidad:** fácil ajuste y personalización; las secciones independientes mantienen la integridad; se amplían o remodelan según sea necesario; se añaden o eliminan compartimentos; reparaciones y actualizaciones más sencillas; favorece la sostenibilidad.
Ideas: secciones personalizables, piezas intercambiables, módulos ampliables, materiales sostenibles, montaje fácil de usar

5.b Organiza tus ideas en categorías que incluyan las características, el contexto, las limitaciones, etc., y selecciona los conceptos de diseño que mejor se adapten a tu solución.

- **Características estructurales:** compartimentos ampliables, bisagras flexibles, piezas intercambiables, módulos ampliables.
- **Propiedades de los materiales:** compuestos avanzados, recubrimientos impermeables, resistencia a la abrasión, aislamiento térmico, materiales sostenibles.
- **Características funcionales:** movimiento independiente, protección por capas, secciones personalizables, montaje fácil de usar.

Contexto y limitaciones

- **Contexto:** El diseño debe ser adaptable a diversas aplicaciones, como equipamiento para actividades al aire libre, equipos de protección o soluciones de almacenamiento modulares.
- **Restricciones:** Entre las consideraciones se incluyen la rentabilidad, la facilidad de fabricación, la seguridad del usuario y el impacto medioambiental.

Idea seleccionada: Compuestos

avanzados

- **Resistencia y ligereza:** los compuestos avanzados, como la fibra de carbono o el Kevlar, ofrecen una elevada relación resistencia-peso. Esto significa que la mochila puede ser resistente y duradera sin ser pesada, lo que la hace cómoda de llevar.
- **Flexibilidad:** Estos materiales pueden diseñarse para proporcionar flexibilidad, lo que permite que la mochila se doble y se mueva sin romperse ni perder su forma.

Paso 6 – Evaluar

6.a Evalúa los conceptos de diseño en cuanto a su alineación con los criterios y restricciones del reto de diseño, así como su compatibilidad con los sistemas de la Tierra. Evalúa la viabilidad del modelo técnico y de negocio.



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 pueden ser consideradas responsables de las mismas.



Criterios

- **Durabilidad:** Los compuestos avanzados como la fibra de carbono y el Kevlar ofrecen una gran resistencia y durabilidad, ideales para soportar el desgaste diario, las abrasiones y los impactos.
- **Flexibilidad:** Estos materiales pueden diseñarse para ofrecer flexibilidad sin comprometer la integridad estructural, lo que permite que la mochila se adapte a diversos movimientos y cargas.
- **Ligereza:** Los compuestos avanzados proporcionan una alta relación resistencia-peso, lo que hace que la mochila sea ligera y cómoda de llevar.

Limitaciones

- **Coste:** Los compuestos avanzados son costosos de producir, lo que afecta a su rentabilidad. El uso de compuestos reciclados o de origen biológico puede reducir los costes.
- **Fabricabilidad:** Se necesitan equipos y procesos especializados, lo que plantea retos en cuanto a la escalabilidad y la eficiencia de la fabricación.
- **Impacto medioambiental:** Los compuestos tradicionales plantean retos de reciclaje y preocupaciones medioambientales debido a su compleja composición y a su producción, que consume mucha energía. Los compuestos de origen biológico y reciclables están mejorando estos aspectos.

Compatibilidad con los sistemas de la Tierra

- **Sostenibilidad:** Los compuestos de origen biológico y las fibras naturales (por ejemplo, el yute o el lino) reducen el impacto medioambiental, promoviendo la sostenibilidad. Estos materiales son renovables y biodegradables.
- **Reciclabilidad:** Los avances en los compuestos termoplásticos reciclables permiten un enfoque de economía circular.
- **Consumo energético:** Los procesos de fabricación pueden ser intensivos en energía, pero la optimización de estos procesos y el uso de fuentes de energía renovables pueden reducir la huella de carbono.

Viabilidad del modelo técnico:

- **Viabilidad técnica:** Los compuestos avanzados son técnicamente viables, dado su rendimiento probado en sectores como el aeroespacial y el automovilístico. Es fundamental garantizar la tecnología, el equipo y la experiencia necesarios.
- **Creación de prototipos y pruebas:** El desarrollo de prototipos y la realización de pruebas rigurosas (por ejemplo, resistencia a la tracción, resistencia a la abrasión, flexibilidad) son cruciales para validar el rendimiento y la durabilidad de los materiales.

Viabilidad del modelo de negocio



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 pueden ser consideradas responsables de las mismas.



- **Gestión de costes:** La utilización de materiales reciclados y técnicas de fabricación ajustada puede ayudar a gestionar los costes de forma eficaz. El diseño modular permite un mantenimiento y unas actualizaciones rentables.
- **Atractivo de mercado:** hacer hincapié en la sostenibilidad y la durabilidad puede atraer a consumidores con conciencia medioambiental, lo que aumenta el atractivo de mercado.
- **Escalabilidad:** El modelo de negocio debe tener en cuenta la escalabilidad de los procesos de producción y la disponibilidad de materiales para satisfacer la demanda del mercado.

6.b Revisar y reconsiderar los pasos anteriores según sea necesario para generar una solución viable.

Para perfeccionar la mochila inspirada en el pangolín, es fundamental ajustar y revisar continuamente el diseño basándose en los comentarios recibidos y en las pruebas realizadas. Esto implica abordar los problemas señalados por los usuarios, como la incomodidad o el rendimiento de los materiales, y realizar mejoras para potenciar la funcionalidad y la experiencia del usuario. Al perfeccionar componentes como los paneles superpuestos y los elementos modulares, y validar cada versión mediante pruebas, el producto final cumplirá los objetivos de diseño y superará las expectativas de los usuarios, lo que dará como resultado una mochila más eficaz, cómoda y fácil de usar.

Recursos adicionales:

<https://biomimicry.org/>

<https://asknature.org/innovation/durable-backpack-inspired-by-the-pangolin/>



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 pueden ser consideradas responsables de las mismas.

Módulos de formación del WP3 sobre diseño de procesos biomiméticos

Tarea 3.1/ A1. Desarrollo de un kit de autoaprendizaje para estudiantes de FP - LP: ATS / CPs: TODOS IMITEMOS SOLUCIONES

Una solución se refiere a los pasos aplicados para resolver el reto identificado, a través de la biomimética.

Solución: Biodegradabilidad de la materia orgánica de las algas

DISEÑO BIOMIMÉTICO	Descripción
Paso 2 – Biologizar	2.a Pregúntate cómo la naturaleza puede resolver esto. ¿Cómo produce la vida marina compuestos orgánicos biodegradables? Contexto Las algas producen materiales biodegradables mediante la fotosíntesis, convirtiendo la luz solar, el dióxido de carbono y el agua en compuestos orgánicos como carbohidratos, proteínas y lípidos. Algunas algas generan biopolímeros, entre ellos el alginato, el agar y el carragenano, que pueden sustituir a los polímeros sintéticos. Estos compuestos son intrínsecamente biodegradables y respetuosos con el medio ambiente. Las algas se pueden cultivar en diversos entornos, como agua dulce, agua de mar y aguas residuales, lo que las convierte en un recurso sostenible con rápidas tasas de crecimiento. Los investigadores están mejorando las propiedades de los materiales derivados de las algas para aumentar su resistencia, flexibilidad y resistencia al agua, haciéndolos aptos para productos como el calzado biodegradable. Esto se ajusta a la creciente demanda de alternativas ecológicas. 2.b Pregúntate: «¿Qué quiero que haga mi diseño?». • Ofrece opciones de moda biodegradables y sostenibles. • Ofrece características multifuncionales, como la adaptabilidad a diferentes condiciones climáticas o usos. 2.c Da la vuelta a la pregunta. Considera funciones opuestas. ¿Cómo contribuyen los ecosistemas marinos al ciclo de los nutrientes?
Paso 3 – Descubre	3.a Busca modelos naturales que coincidan con las mismas funciones y el mismo contexto que tu solución de diseño. • Cuero de piña: Fabricado a partir de las fibras de las hojas de piña, Piñatex se utiliza en la moda para zapatos, bolsos y accesorios. Es un subproducto de la cosecha de la piña, lo que lo convierte en una alternativa ecológica a los materiales sintéticos. • Cuero de setas: Creado a partir del micelio, la estructura radicular de las setas, Mylo se utiliza en calzado y moda. Ofrece una alternativa sostenible al cuero animal y a los materiales sintéticos. • Corcho: Obtenido de la corteza de los alcornoques, el corcho se utiliza en suelas y plantillas de calzado. Es un recurso renovable que proporciona comodidad y sostenibilidad.



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.

Paso 4 – Resumen

- **Cuero de manzana:** Elaborado a partir de residuos de manzana, AppleSkin se utiliza en la moda para zapatos y accesorios. Combina residuos de manzana con una pequeña cantidad de PU para crear una alternativa sostenible al cuero tradicional.
- **Cuero de cactus:** Elaborado a partir de las hojas del nopal, Desserto se utiliza en calzado y moda. Es una alternativa orgánica y sostenible a los cueros sintéticos.

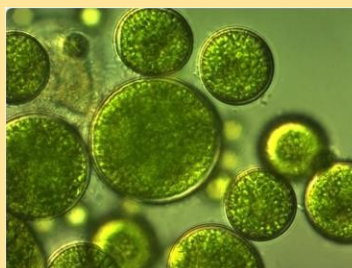
3.b Identificar a expertos y conectar con comunidades de biólogos y naturalistas.

- **Dr. Stephen Mayfield,** profesor de Biología en la Universidad de California en San Diego, director del Centro de Biotecnología de Algas de California y director ejecutivo de BLUEVIEW.

4. Resumir los elementos clave de la estrategia biológica. Destacar las funciones principales y las palabras clave.

Funciones principales:

- **Recurso renovable:** Las algas crecen rápidamente sin necesidad de suelo fértil ni grandes cantidades de agua dulce.
- **Biodegradables:** las algas se descomponen de forma natural, lo que reduce el impacto medioambiental.
- **Durabilidad y flexibilidad:** Las algas poseen propiedades estructurales que les permiten sobrevivir en entornos acuáticos dinámicos, lo que sirve de inspiración para crear materiales duraderos y flexibles para el calzado.
- **Resistencia al agua:** la naturaleza lisa e hidrófuga de las algas ayuda a mantener el calzado seco y limpio.
- **Transpirabilidad:** Inspirada en los procesos naturales de intercambio gaseoso de las algas, garantiza la circulación del aire y evita la acumulación de olores.
- **Sostenibilidad:** El uso de algas reduce la dependencia de materiales sintéticos no degradables y minimiza el impacto medioambiental de la producción.



<https://www.news-medical.net/life-sciences/What-are-Algae.aspx>

4.b Traduce las lecciones de la naturaleza en estrategias de diseño. Reescribe la estrategia sin utilizar términos biológicos y conéctala con las funciones y el contexto desde una perspectiva humana.

Paso 5 – Emular

Funciones básicas

- **Recurso renovable:** Utilizar materiales que crecen rápidamente y no requieren grandes recursos.
- **Biodegradable:** Garantizar que los materiales se descompongan de forma natural, reduciendo los residuos.
- **Durabilidad y flexibilidad:** Crear zapatos que sean resistentes y se adapten a diversas condiciones.
- **Resistencia al agua:** Fabricar zapatos que repelan el agua y se mantengan secos.
- **Transpirabilidad:** Diseñar calzado que permita la circulación del aire para mantener los pies cómodos y sin olores.
- **Sostenibilidad:** Reducir la dependencia de los materiales sintéticos y minimizar el impacto medioambiental.

Elementos clave de la estrategia

- **Materiales ecológicos:** Desarrollar calzado utilizando materiales naturales y sostenibles que se descompongan de forma natural, reduciendo el daño medioambiental.
- **Funcionalidad mejorada:** Asegúrate de que el calzado sea duradero, flexible, resistente al agua y transpirable para satisfacer diversas necesidades.
- **Diseño moderno:** Mantener un aspecto atractivo y contemporáneo para atraer a los consumidores.
- **Versatilidad:** Diseñar zapatos adecuados para diferentes actividades, desde el uso informal hasta el uso deportivo ligero.
- **Responsabilidad medioambiental:** Fomentar la sostenibilidad reduciendo la dependencia de recursos no renovables y minimizando la huella medioambiental.

<https://newatlas.com/environment/blueview-fully-biodegradable-shoes/>

5.a Enumera la información clave y explora tantas ideas como sea posible. Información clave

- Composición de los materiales.
- Características de diseño.
- Sostenibilidad.



Ideas

- Ligero, resistente al agua, compostable.
- Algodón orgánico o cáñamo para mayor transpirabilidad y comodidad.
- Suela duradera y amortiguadora.
- Colorantes no tóxicos.
- Desmontables y cambiables según el terreno.
- Tratamientos hidrófobos a base de algas.
- Ajuste personalizado.
- Formas y texturas orgánicas de las algas, patrones ondulados en la superficie y una paleta de colores inspirada en la naturaleza.
- Todos los componentes son compostables.
- Apto para diversas actividades y entornos.
- Cambia del estilo de zapatilla al de sandalia.

5.b Organiza tus ideas en categorías que incluyan las características, el contexto, las limitaciones, etc., y selecciona los conceptos de diseño que mejor se adapten a tu solución.

Composición del material

- **Bioplástico derivado de algas:** ligero, resistente al agua, compostable.
- **Fibras naturales:** algodón orgánico o cáñamo para mayor transpirabilidad y comodidad.
- **Espuma derivada de algas:** suela duradera y amortiguadora.
- **Pigmentos a base de algas:** coloración no tóxica.

Características de diseño

- **Suela modular:** Desmontable y ajustable para adaptarse a diversos terrenos.
- **Impermeable y transpirable:** tratamientos hidrófobos a base de algas.
- **Sistema de cordones/correas ajustable:** ajuste personalizado.
- **Inspiración estética:** Formas y texturas orgánicas de las algas, patrones de superficie ondulados, paleta de colores inspirada en la naturaleza.

Sostenibilidad

- **Totalmente biodegradable:** todos los componentes son compostables.
- **Versatilidad:** Apto para diversas actividades y entornos.
- **Diseño transformable:** pasa del estilo zapatilla al de sandalia.

Contexto



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.

	Urbano, al aire libre y viajes. Limitaciones • Coste: El bioplástico derivado de algas y los materiales naturales como el cáñamo y el algodón orgánico son más caros que los materiales sintéticos. • Viabilidad de la producción: los materiales biodegradables deben igualar la flexibilidad, la resistencia y las propiedades impermeables de los plásticos tradicionales. • Durabilidad: Es posible que los materiales biodegradables no sean tan resistentes al desgaste como los sintéticos tradicionales. El calzado debe soportar el uso diario, especialmente en contextos al aire libre y de viaje.
Paso 6 – Evaluar	6.a Evalúa los conceptos de diseño en cuanto a su adecuación a los criterios y limitaciones del reto de diseño, así como su compatibilidad con los sistemas de la Tierra. Evalúa la viabilidad tanto de los modelos técnicos como de los modelos de negocio. Evaluar la biodegradabilidad y la funcionalidad del prototipo El prototipo es biodegradable y funcional, ya que utiliza bioplásticos derivados de algas y fibras naturales como el algodón orgánico o el cáñamo para facilitar su compostaje. La certificación lo validaría. La comodidad está garantizada gracias a las fibras transpirables y al cordón ajustable, y las suelas modulares añaden versatilidad. Sin embargo, es necesario probar la durabilidad, el agarre y la resistencia al agua. Sus formas orgánicas y colores naturales resultan atractivos para los consumidores. En general, es ecológico y funcional, pero se requieren pruebas exhaustivas y comentarios de los usuarios antes de la producción en masa. Garantizar que el diseño sea rentable y respetuoso con el medio ambiente Para que los zapatos biodegradables inspirados en las algas sean rentables y ecológicos, utilice algas y fibras naturales de origen local para reducir los costes y apoyar las economías locales; la compra a granel y la fabricación eficiente, como la impresión 3D, reducen los costes y los residuos. Las colaboraciones con marcas con conciencia ecológica permiten compartir recursos y reducir los gastos generales. Los materiales biodegradables y los tintes naturales garantizan una descomposición natural, evitando el uso de productos químicos nocivos. Los envases minimalistas, reciclables o compostables reducen los residuos, y las fuentes de energía renovables minimizan la huella de carbono. Un programa de recogida para el reciclaje o el compostaje fomenta una economía circular, con directrices claras de compostaje que garantizan una eliminación responsable. 6.b Revisa y vuelve a examinar los pasos anteriores según sea necesario para generar una solución viable. Ajustar en función de los comentarios y las pruebas Para perfeccionar los zapatos biodegradables inspirados en las algas, recopile comentarios de los usuarios a través de encuestas, entrevistas, grupos focales y redes sociales. Pruebe los prototipos con usuarios diversos para evaluar el rendimiento, la durabilidad y la flexibilidad. Analice los comentarios para priorizar los ajustes, perfeccionar los materiales, mejorar el diseño y realzar la estética. Desarrolle y pruebe , manteniendo un ciclo continuo de retroalimentación. Este enfoque



garantiza que los zapatos satisfagan las necesidades de los consumidores, mejorando la funcionalidad y la satisfacción al tiempo que se fomenta la sostenibilidad y la innovación.

Iterar en el diseño para mejorar la funcionalidad y la experiencia del usuario.

Para mejorar los zapatos biodegradables inspirados en las algas, analizar los comentarios de los usuarios para identificar los puntos débiles en cuanto a comodidad, ajuste, durabilidad y estética. Mejorar las plantillas para ofrecer un mejor soporte, añadir acolchado y ofrecer tallas ajustables.

Ampliar la gama de suelas modulares para diversas actividades y perfeccionar la estética en función de las preferencias de los usuarios. Probar nuevas características y materiales, desarrollar prototipos actualizados y recabar más opiniones.

Mantener un diálogo constante con los probadores para fomentar el espíritu de comunidad y mejorar continuamente el diseño. Este enfoque mejora la funcionalidad, la satisfacción de los usuarios y la fidelidad de los clientes, en consonancia con la demanda de calzado sostenible y de alto rendimiento.

Recursos adicionales:

<https://biomimicry.org/>

<https://algaepianet.com/ucsd-scientists-create-biodegradable-shoes/> <https://phys.org/news/2020-08-science-biodegradable-algae-based-flip-flops.html>



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



Módulos de formación del WP3 sobre diseño de procesos biomiméticos

Tarea 3.1/ A1. Desarrollo de un kit de autoaprendizaje para estudiantes de FP - LP: ATS / CPs: TODOS IMITEMOS SOLUCIONES

Una solución se refiere a los pasos aplicados para resolver el reto identificado, a través de la biomimética.

Solución: Los ojos de los gatos brillan en la oscuridad

DISEÑO BIOMIMÉTICO	Descripción
Paso 2 – Biologizar	2.a Pregúntate cómo la naturaleza puede resolver esto. ¿Cómo reflejan los ojos de los animales la luz de manera eficiente en diversas condiciones de iluminación? Contexto Los ojos de los animales reflejan la luz de manera eficiente gracias a adaptaciones especializadas que mejoran la visión en diversas condiciones de iluminación. Entre las características clave se encuentra el tapetum lucidum, una capa reflectante situada detrás de la retina que devuelve la luz al interior del ojo, mejorando la visión nocturna. Muchos animales tienen una alta densidad de células bastón en la retina, que son sensibles a la luz escasa, y pupilas grandes y redondeadas que dejan entrar más luz. La curvatura de la córnea y el cristalino está optimizada para enfocar la luz de forma eficaz sobre la retina. Algunos animales también tienen pigmentos reflectantes en los ojos, lo que mejora la visión en entornos oscuros o turbios. Estas adaptaciones mejoran la visión en diversas condiciones de iluminación, lo que favorece la supervivencia en la naturaleza. 2.b Pregúntese: «¿Qué quiero que haga mi diseño?». • Proporcione tachuelas viales altamente reflectantes y duraderas. • Asegúrate de que los reflectores sean respetuosos con el medio ambiente y sostenibles. 2.c Da la vuelta a la pregunta. Considera funciones opuestas. ¿Cómo contribuyen los ojos a la supervivencia de los animales gracias a sus propiedades reflectantes?
Paso 3 – Descubrir	3.a Busca modelos naturales que coincidan con las mismas funciones y el mismo contexto que tu solución de diseño. • Bioluminiscencia de las luciérnagas: Las luciérnagas utilizan una reacción química en la que intervienen la luciferina y la luciferasa para emitir luz, lo que podría inspirar la creación de reflectores viales que brillen por la noche utilizando energía almacenada. • Tapetum lucidum en animales nocturnos: Los animales nocturnos, como los mapaches, tienen una capa reflectante detrás de la retina llamada tapetum lucidum, que mejora la visión nocturna al reflejar la luz de vuelta a través de la retina. Los reflectores viales podrían imitar esta capa reflectante para maximizar el reflejo de la luz cuando son iluminados por los faros de los coches. • Exoesqueletos fluorescentes de los escorpiones: Los escorpiones emiten fluorescencia bajo la luz ultravioleta (UV) debido a los compuestos presentes en su



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.

exoesqueleto. Este brillo natural podría inspirar la creación de reflectores viales que sean visibles tanto bajo los faros como bajo un alumbrado público específico.

- **Escamas reflectantes de los peces:** Peces como las sardinas y los arenques tienen escamas reflectantes que les ayudan a mimetizarse con la luz del agua. Los reflectores viales podrían utilizar materiales reflectantes similares para maximizar la eficiencia lumínica y la visibilidad en condiciones de poca luz.
- **Hongos bioluminiscentes y luciérnagas:** Los hongos bioluminiscentes y las luciérnagas emiten luz para atraer a los insectos o para reproducirse. Estos organismos podrían inspirar el diseño de reflectores viales autosuficientes que proporcionen una iluminación constante durante toda la noche sin necesidad de fuentes de energía externas.

3.b Identificar a expertos y conectar con comunidades de biólogos y naturalistas.

- AskNature.
- Instituto Americano de Ciencias Biológicas (AIBS).
- Sociedad de Biología de la Conservación.
- Foros en línea y grupos en redes sociales.

Paso 4 – Resumen

4.a Resume los elementos clave de la estrategia biológica. Destaca las funciones principales y las palabras clave. Si es posible, haz un diagrama o un dibujo, o busca imágenes que puedan ilustrar el diseño.

Funciones principales

- **Reflejo de la luz:** el tapetum lucidum, una capa reflectante situada detrás de la retina, actúa como un espejo, devolviendo la luz a través de la retina para mejorar la visión en condiciones de poca luz.
- **Amplificación de la luz:** este reflejo aumenta la cantidad de luz disponible para los fotorreceptores, lo que da a los gatos una segunda oportunidad de absorber la luz y mejora su visión nocturna.
- **Brillo ocular:** La luz reflejada sale del ojo, provocando el característico resplandor que se observa en la oscuridad.

Palabras clave

Tapetum lucidum, fotorreceptores, brillo ocular, visión nocturna.



Copyright @Proyecto Let's mimic (diseñado por ATS)

4.b Traduce las lecciones de la naturaleza en estrategias de diseño. Reescribe la estrategia sin utilizar términos biológicos y conéctala con las funciones y el contexto desde una perspectiva humana.

Materiales reflectantes y amplificadores

- Utilizar materiales especiales que reflejen y amplifiquen la luz de los faros de los coches, haciendo que los tacos brillen y destaquen claramente en la carretera.
- Asegúrate de que estos materiales sean lo suficientemente duraderos como para soportar el tráfico intenso y las condiciones climáticas adversas, proporcionando una visibilidad constante a lo largo del tiempo.

Propiedades autoiluminantes

- Explorar materiales que puedan absorber la luz durante el día y brillar por la noche, de forma similar a ciertos materiales naturales. Esto garantiza que los tacos sean visibles incluso sin la luz directa de los faros de los coches, lo que añade una capa adicional de seguridad en carreteras oscuras o sin iluminación.

Sostenibilidad y durabilidad

- Elija materiales ecológicos y duraderos para reducir la necesidad de sustituciones frecuentes.
- Diseña los tacos para que sean eficientes desde el punto de vista energético, minimizando el impacto medioambiental al tiempo que se mejora la seguridad vial.

Pruebas y colaboración

- Realice pruebas exhaustivas y ensayos en condiciones reales para garantizar que los reflectores viales sean eficaces en todo tipo de condiciones meteorológicas y de iluminación.
- Colabora con expertos en seguridad vial, ciencia de los materiales y diseño para garantizar que los reflectores cumplan las normas de seguridad y funcionen bien en diversos entornos de conducción.

<https://www.wistronchina.com/what-is-the-difference-between-cat-eyes-and-road-studs/>

5.a Enumera la información clave y explora tantas ideas como sea posible.

- **Utilice materiales que imiten las propiedades reflectantes de los ojos de gato:** los materiales reflectantes inspirados en los ojos de gato mejoran la visibilidad al reflejar la luz hacia su fuente, de forma similar al tapetum



Paso 5: Emular



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



lucidum. Utilizados en los reflectores viales, mejoran la visibilidad nocturna y en condiciones meteorológicas adversas, guiando a los conductores de forma segura. Estos materiales también se utilizan en equipos de seguridad como chalecos y cascos. Entre las innovaciones recientes se incluyen los reflectores viales inteligentes con LED y sensores para una iluminación dinámica e información en tiempo real.

- **Diseña reflectores viales que sean altamente visibles en diversas condiciones:** El diseño de reflectores viales altamente visibles implica el uso de materiales y tecnologías avanzadas. Las perlas de vidrio retrorreflectantes y las lentes prismáticas garantizan una alta visibilidad al reflejar la luz hacia su fuente. Los materiales duraderos, como el policarbonato o el acero inoxidable, resisten condiciones adversas. Los LED alimentados por energía solar proporcionan iluminación adicional, y los sensores inteligentes ajustan el brillo en función del clima. Los diferentes colores mejoran la seguridad en diversos tipos de carreteras. Los reflectores deben ser visibles desde al menos 100 metros en todas las condiciones. Los paneles solares mejoran la eficiencia energética, y el diseño garantiza una fácil instalación y mantenimiento, lo que hace que los reflectores sean a la vez visibles y duraderos.
- **Asegúrese de que los reflectores sean duraderos y ecológicos:** para garantizar que los reflectores viales sean duraderos y ecológicos, utilice policarbonato reciclado para la carcasa y acero inoxidable para mayor resistencia. Utilice adhesivos no tóxicos y biodegradables. Incorpore paneles solares de alta eficiencia y LED de bajo consumo, con sensores inteligentes para ajustar el brillo. Un diseño modular permite sustituir fácilmente las piezas, lo que prolonga la vida útil y reduce los residuos. Selle los reflectores contra el agua y el polvo para protegerlos. Diseñe el producto para facilitar su reciclaje al final de su ciclo de vida y mantener así su carácter ecológico.

5.b Organice sus ideas en categorías que incluyan las características, el contexto, las limitaciones, etc., y seleccione los conceptos de diseño que mejor se adapten a su solución.

- **Características:** Alta reflectividad, durabilidad, materiales ecológicos.
- **Contexto:** Carreteras, autopistas, pasos de peatones.
- **Limitaciones:** Coste, viabilidad de producción, durabilidad.

Idea seleccionada

Diseñar reflectores viales que sean altamente visibles en diversas condiciones mediante el uso de sensores inteligentes para ajustar el brillo en función del clima.

Paso 6 – Evaluar

6.a Evaluar los conceptos de diseño en cuanto a su alineación con los criterios y limitaciones del reto de diseño, así como su compatibilidad con los sistemas de la Tierra. Evaluar la viabilidad del modelo técnico y de negocio.

- **Evaluar la reflectividad y la durabilidad.** El prototipo de baliza vial inspirado en el ojo de gato demuestra una excelente reflectividad y durabilidad. La alta visibilidad está garantizada por perlas de vidrio retrorreflectantes y lentes prismáticas, incluso con poca luz. El policarbonato reciclado



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.

, reforzada con acero inoxidable, ofrece una protección robusta. El diseño es resistente al agua y al polvo, y cuenta con paneles solares y LED de bajo consumo con sensores inteligentes para un rendimiento duradero. En general, cumple con los estándares de reflectividad y durabilidad, lo que lo convierte en una solución viable para la seguridad vial.

- **Garantizar la rentabilidad y el respeto al medio ambiente:** utilizar policarbonato reciclado para la carcasa con el fin de reducir costes y el impacto medioambiental. El refuerzo de acero inoxidable garantiza la durabilidad, minimizando las sustituciones. Los paneles solares y los LED de alta eficiencia ofrecen un ahorro a largo plazo, mientras que los sensores inteligentes ajustan el brillo de los LED para ahorrar energía. Un diseño modular permite sustituir fácilmente las piezas, lo que prolonga la vida útil y reduce los residuos. Este enfoque equilibra la viabilidad económica y la sostenibilidad medioambiental, mejorando la seguridad vial.

6.b Revisar y reconsiderar los pasos anteriores según sea necesario para generar una solución viable.

Para crear reflectores viales eficaces inspirados en los ojos de gato, es fundamental optimizar todos los aspectos. Utilice policarbonato reciclado para la carcasa a fin de reducir costes y el impacto medioambiental, y refuerce los componentes críticos con acero inoxidable para garantizar la durabilidad. Integre paneles solares de alta eficiencia y LED de bajo consumo con sensores inteligentes para lograr un ahorro energético a largo plazo y un mantenimiento mínimo. Maximice la reflectividad con perlas de vidrio retrorreflectantes y lentes prismáticas para garantizar la visibilidad en diversas condiciones. Un diseño modular permite sustituir fácilmente las piezas, lo que prolonga la vida útil y reduce los residuos. Este enfoque equilibrado garantiza la rentabilidad, la durabilidad y la sostenibilidad medioambiental, mejorando la seguridad vial.

Revisar periódicamente estos pasos garantiza que el producto final cumpla con todas las normas.

Recursos adicionales:

<https://www.road-stud.com/shining-light-on-road-safety-the-ingenious-invention-of-the-cats-eye-road-stud/>

<https://medium.com/@seintodesignstudio/cats-eyes-and-road-safety-how-one-feline-friend-changed-the-course-of-road-safety-history-6111f2a37330>

<https://www.wistronchina.com/what-is-the-difference-between-cat-eyes-and-road-studs/>



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



Módulos de formación del WP3 sobre diseño de procesos biomiméticos

Tarea 3.1/ A1. Desarrollo de un kit de autoaprendizaje para estudiantes de FP - LP: ATS / CPs: TODOS IMITEMOS SOLUCIONES

Una solución se refiere a los pasos aplicados para resolver el reto identificado, a través de la biomimética.

Solución: Cómo la naturaleza inspiró el embalaje sostenible

DISEÑO BIOMIMÉTICO	Descripción								
Paso 2 – Biologizar	2.a Pregúntate cómo la naturaleza puede resolver esto. ¿Cómo consigue la naturaleza mantener la biodiversidad y equilibrar sus ecosistemas a pesar de los cambios ambientales? Contexto La naturaleza ha desarrollado estrategias extraordinarias para mantener la biodiversidad y el equilibrio de los ecosistemas. Los mecanismos de protección son evidentes en diversas especies, como el caparazón de las tortugas, que las protege de los depredadores y de las condiciones ambientales adversas. Esta armadura natural permite a las tortugas prosperar en diversos hábitats, contribuyendo a la salud general de sus ecosistemas. La durabilidad es otro factor clave para la sostenibilidad de los ecosistemas. Las raíces de las plantas, por ejemplo, las anclan firmemente al suelo, proporcionando estabilidad y resistencia a condiciones adversas como los fuertes vientos y las lluvias torrenciales. Esto no solo ayuda a las plantas individuales a sobrevivir, sino que también sustenta todo el ecosistema al prevenir la erosión del suelo y mantener su estructura. La biodegradabilidad desempeña un papel crucial en el ciclo de los nutrientes y la salud del suelo. Las hojas que caen al suelo se descomponen, enriqueciendo el suelo con nutrientes esenciales y favoreciendo el crecimiento de las plantas, lo que a su vez sustenta la red trófica. Este proceso natural de descomposición y reciclaje de nutrientes garantiza que los ecosistemas sigan siendo productivos y resilientes a lo largo del tiempo. 2.b ¿Qué quiero que haga mi diseño? Determina las funciones clave de tu diseño e identifica contextos en la naturaleza. Las funciones pueden referirse al papel que desempeñan las que le permiten sobrevivir. También pueden referirse a algo que necesitas que haga tu solución de diseño. Resumen de las funciones clave y los contextos de la naturaleza <table border="1"><thead><tr><th>Función del diseño</th><th>Contexto de la naturaleza (adaptación)</th></tr></thead><tbody><tr><td>Protección</td><td>El caparazón de las tortugas</td></tr><tr><td>Durabilidad</td><td>Las raíces de las plantas</td></tr><tr><td>Biodegradabilidad</td><td>Las hojas que se descomponen en el suelo</td></tr></tbody></table> 2.C Dale la vuelta a la pregunta. Piensa en funciones opuestas.	Función del diseño	Contexto de la naturaleza (adaptación)	Protección	El caparazón de las tortugas	Durabilidad	Las raíces de las plantas	Biodegradabilidad	Las hojas que se descomponen en el suelo
Función del diseño	Contexto de la naturaleza (adaptación)								
Protección	El caparazón de las tortugas								
Durabilidad	Las raíces de las plantas								
Biodegradabilidad	Las hojas que se descomponen en el suelo								



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



Paso 3 – Descubre	¿Cómo puede el embalaje sostenible proteger los alimentos del deterioro y la contaminación? 3.a Busca modelos naturales que coincidan con las mismas funciones y el mismo contexto que tu solución de diseño. Función Protección natural. Modelos naturales • Caparazón de tortuga: El caparazón actúa como un escudo protector, defendiendo a la tortuga de los depredadores y de las condiciones climáticas adversas. Esta estructura rígida e impermeable es un ejemplo de cómo un material natural puede proporcionar una protección adecuada. • Colores de camuflaje animal: muchos animales, como los ciervos o los leopardos, utilizan el camuflaje para protegerse de los depredadores. Esta estrategia adaptativa puede inspirar envases que se mimetizan con el entorno, protegiendo al evitar ser detectados. • Capullo de mariposa: El capullo proporciona una protección excepcional a las larvas, defendiéndolas de los depredadores y de las condiciones externas. Este modelo puede inspirar envases que creen un entorno seguro para los alimentos, protegiéndolos de la contaminación. 3.b Identifica a expertos y conéctate con comunidades de biólogos y naturalistas. • Biólogos y ecologistas. • Biólogos evolutivos. • Especialistas en bioingeniería. • Expertos en sostenibilidad. • Sociedades biológicas (Instituto Americano de Ciencias Biológicas (AIBS), Sociedad Ecológica de América (ESA)). • Asociaciones de naturalistas (Sociedad Nacional Audubon o The Nature Conservancy). • Plataformas en línea (ResearchGate, LinkedIn). • Universidades y centros de investigación.
Paso 4 – Resumen	4. Resuma los elementos clave de la estrategia biológica. Destaque las funciones principales y las palabras clave. Si es posible, cree un diagrama o dibujo y/o busque imágenes que puedan ilustrar el diseño. Reciclaje natural de materiales Palabras clave: Degradación, circularidad, reutilización, sostenibilidad. Modelos naturales: hongos, bacterias descomponedoras y ciclos de nutrientes del suelo.



- **Función:** Transforma los residuos en nutrientes o materias primas para nuevos procesos biológicos, garantizando un ciclo continuo de reciclaje.

Protección natural

- **Palabras clave:** Resistencia, barrera, conservación, seguridad.
- **Modelos naturales:** Conchas de moluscos, caparazones de crustáceos, cáscara de huevo.
- **Función:** Proporciona una protección adecuada contra la contaminación y los daños, al tiempo que mantiene la integridad del contenido.

Adaptabilidad al entorno

- **Palabras clave:** Flexibilidad, resiliencia, evolución, diversidad.
- **Modelos naturales:** Camuflaje de los camaleones, adaptaciones de las plantas a diversas condiciones climáticas.
- **Función:** Permite que los envases se adapten a diferentes condiciones ambientales y tipos de productos, garantizando que sigan siendo funcionales y eficientes.

Reducción de residuos mediante la reutilización

- **Palabras clave:** Reutilización, reducción, eficiencia, innovación.
- **Modelos naturales:** Comportamientos sociales de algunos animales, ecosistemas que aprovechan los restos.
- **Función:** Maximiza el uso de los recursos disponibles mediante la reutilización de materiales y la minimización de residuos, contribuyendo a un sistema circular.

<https://en.bioxegy.com/post/circular-economy/biomimicry-and-0>

4.b Traduce las lecciones de la naturaleza en estrategias de diseño. Reescribe la estrategia sin utilizar términos biológicos y conéctala con las funciones y el contexto desde una perspectiva humana. Por ejemplo, un bañador inspirado en la piel de tiburón.

- **Reciclabilidad:** Capacidad de descomponerse y reutilizarse sin perder calidad.



- **Protección:** Garantiza la seguridad alimentaria al proporcionar una barrera contra la contaminación y los daños físicos.
- **Adaptabilidad:** Capacidad para adaptarse a diversas condiciones ambientales y a diferentes tipos de productos.
- **Reducción de residuos:** Centrarse en maximizar el uso de los materiales y minimizar los residuos mediante estrategias innovadoras de reutilización.



<https://planetark.org/newsroom/news/how-the-circular-economy-uses-biomimicry-to-imitate-natural-systems>

Paso 5 – Emular

5.a Enumera la información clave y explora tantas ideas como sea posible.

- **Reciclabilidad:** Capacidad para ser reciclado varias veces.
- **Biodegradabilidad:** Se descompone de forma natural sin dañar el medio ambiente.

5.b Organiza tus ideas en categorías que incluyan las características, el contexto, las limitaciones, etc., y selecciona los conceptos de diseño que mejor se adapten a tu solución.

Características

- **Reciclabilidad:** Capacidad para ser reciclado varias veces sin pérdida de calidad y para promover la economía circular.
- **Biodegradabilidad:** Diseñado para descomponerse en un plazo específico y con materiales que se descomponen de forma natural, reduciendo los residuos que van a parar al vertedero.
- **Protección:** Protege los productos contra la contaminación, la humedad y los daños físicos, proporcionando una barrera contra los factores externos nocivos.

Contexto

- **Industria alimentaria:** restaurantes, cafeterías, servicios de reparto de comida a domicilio, empresas de catering.
- **Consumidores:** personas y familias con conciencia ecológica que buscan opciones sostenibles.
- **Minoristas:** Empresas que desean mejorar su imagen en materia de sostenibilidad y satisfacer las expectativas de los consumidores.

Limitaciones



	Limitaciones técnicas, factores económicos y cumplimiento normativo
Paso 6 – Evaluar	6.a Evalúe los conceptos de diseño en cuanto a su alineación con los criterios y limitaciones del reto de diseño, así como su compatibilidad con los sistemas de la Tierra. Evalúe la viabilidad tanto de los modelos técnicos como de los modelos de negocio. Los conceptos de diseño evaluados se ajustan bien a los principios de la economía circular y cumplen los criterios establecidos por el reto de diseño. Demuestran una gran compatibilidad con los sistemas de la Tierra, promoviendo la sostenibilidad, la eficiencia de los recursos y la reducción de residuos. Sin embargo, la viabilidad técnica y comercial de estos conceptos varía, lo que pone de relieve la necesidad de un análisis minucioso de la infraestructura, el comportamiento de los consumidores y los métodos de producción. Con el apoyo y la inversión adecuados, estos conceptos tienen el potencial de contribuir de manera significativa a una economía más sostenible y circular. 6.b Revisar y reconsiderar los pasos anteriores según sea necesario para generar una solución viable. Al volver a examinar y revisar los pasos anteriores, hemos perfeccionado nuestro enfoque para crear una solución viable que no solo se ajusta a los principios de la economía circular, sino que también satisface las necesidades prácticas de los consumidores y las empresas. El sistema integrado de envases ecológicos combina las ventajas de los materiales biodegradables, los sistemas reutilizables, los diseños modulares y la tecnología inteligente, garantizando una solución integral que aborda los retos de los residuos de forma sostenible e innovadora. La retroalimentación y la adaptación continuas serán cruciales para la implementación y la aceptación exitosas de esta solución.

Recursos adicionales:

<https://biomimicry.org/> <https://asknature.org/collection/life-friendly-packaging/>



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



Módulos de formación del WP3 sobre diseño de procesos biomiméticos

Tarea 3.1/ A1. Desarrollo de un kit de autoaprendizaje para estudiantes de FP - LP: ATS / CPs: TODOS LET'S MIMIC SOLUTIONS

Una solución se refiere a los pasos aplicados para resolver el reto identificado, a través de la biomimética.

Solución: Las estructuras óseas de los mamíferos

DISEÑO BIOMIMÉTICO	Descripción
Paso 2 – Biologizar	2.a Pregúntate cómo la naturaleza puede resolver esto. ¿Cómo soporta la estructura porosa y resistente de los huesos de los mamíferos la carga mecánica? Contexto El hueso de los mamíferos, compuesto por el «hueso esponjoso» interno y el «hueso compacto» duro, es un excelente compuesto estructural que combina resistencia y flexibilidad. El «hueso esponjoso» interno es la parte interna blanda del hueso y está estabilizado estructuralmente por el «hueso compacto» duro que lo rodea. El hueso esponjoso posee una superficie diez veces mayor que el hueso compacto. Esto crea el clásico efecto compuesto blando-duro, lo que permite que el hueso se flexione bajo tensión y, sin embargo, soporte estructuralmente la carga del cuerpo. 2.b Pregúntate: «¿Qué quiero que haga mi diseño?». Para un diseño de batería similar a una esponja inspirado en la estructura porosa y resistente de los huesos de los mamíferos, mi diseño tiene como objetivo lograr lo siguiente: • Maximizar la eficiencia del almacenamiento de energía. • Mejorar la durabilidad mecánica. • Apoyar soluciones energéticas sostenibles. • Mantener la practicidad y la rentabilidad. • Garantizar la seguridad y la fiabilidad. 2.c Dale la vuelta a la pregunta. Considera funciones opuestas. ¿Cómo absorben los impactos los huesos esponjosos de los mamíferos?
Paso 3 – Descubrir	3.a Busca modelos naturales que coincidan con las mismas funciones y el mismo contexto que tu solución de diseño. Por ejemplo, lee literatura científica. • Nácar: la estructura en capas del nácar puede inspirar diseños de baterías de alta densidad, eficientes, duraderas, sostenibles, escalables y seguras. • Seda de araña: La estructura molecular de la seda de araña puede inspirar materiales de almacenamiento de energía de alta capacidad, flexibles, duraderos, sostenibles, rentables y seguros.



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 pueden ser consideradas responsables de las mismas.



Paso 4 – Resumen

- **Hoja de loto:** La superficie superhidrófoba de las hojas de loto puede inspirar recubrimientos de baterías ecológicos, duraderos, rentables y seguros que eviten la entrada de humedad y mejoren la longevidad de los componentes.
- **Anguila eléctrica:** La capacidad de la anguila eléctrica para generar electricidad puede inspirar el desarrollo de biobaterías y condensadores de alto rendimiento, duraderos, sostenibles, rentables y seguros.
- **Espinas de cactus:** La estructura única de las espinas de cactus puede inspirar diseños de baterías eficientes desde el punto de vista energético, duraderos, sostenibles, rentables y seguros que mejoren el transporte de iones y la estabilidad mecánica.

3.b Identificar a expertos y conectar con comunidades de biólogos y naturalistas.

- Sociedad Americana de Mamíferos (ASM).
- Sociedad de Biología Integrativa y Comparada (SICB).
- Sociedad Internacional de Biomimética (ISB).
- Universidad de Sungkyunkwan, Universidad de Texas en Austin y Laboratorio Nacional de Brookhaven.

4.a Resuma los elementos clave de la estrategia biológica. Destaque las funciones principales y las palabras clave. Si es posible, elabore un diagrama o dibujo y/o busque imágenes que puedan ilustrar el diseño.

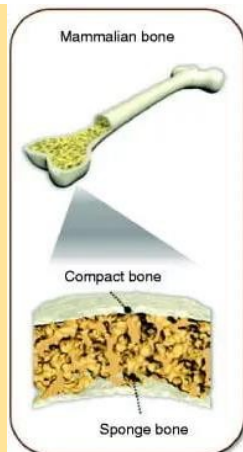
Funciones principales

- **Eficiencia en el almacenamiento de energía:** Los huesos almacenan minerales esenciales como el calcio y el fósforo, que son cruciales para las contracciones musculares, la coagulación de la sangre y la transmisión nerviosa. Este almacenamiento y liberación ayudan a mantener el equilibrio metabólico y la eficiencia energética.
- **Durabilidad mecánica:** Los huesos se remodelan en respuesta a la carga mecánica, fortaleciendo su estructura y minimizando el consumo de energía durante las actividades físicas. Esta adaptación hace que los movimientos sean más eficientes y reduce el riesgo de lesiones.
- **Sostenibilidad:** Los huesos de los mamíferos contribuyen a la sostenibilidad a través de su soporte estructural, la eficiencia de los recursos, su papel en el ciclo de los minerales y su importancia ecológica, así como por el uso de materiales de impacto mínimo.
- **Seguridad y fiabilidad:** Los huesos de los mamíferos garantizan la seguridad y la fiabilidad a través de la integridad estructural, la protección de los órganos, la absorción de impactos, la cicatrización y la remodelación, la regulación del calcio y las funciones endocrinas.



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 pueden ser consideradas responsables de las mismas.



Derechos de autor de la imagen:

<https://pubs.aip.org/aip/apr/article/7/4/041410/832047/Biomimetic-composite-architecture-achieves>

4.b Traduce las lecciones de la naturaleza en estrategias de diseño. Reescribe la estrategia sin utilizar términos biológicos y conéctala con las funciones y el contexto desde una perspectiva humana.

Funciones básicas

1. Eficiencia en el almacenamiento de energía

- **Estructura porosa:** al imitar el hueso esponjoso interno (trábeulas), podría aumentar la superficie para el transporte de iones.
- **Transporte eficiente de iones:** Facilita el movimiento rápido de los iones, mejorando las tasas de carga y descarga.

2. Resistencia mecánica

- **Resistencia:** una estructura similar a la de un hueso esponjoso proporciona resistencia y flexibilidad, lo que permite velocidades de carga ultraaltas y mantiene más del 90 % de la capacidad tras 10 000 ciclos, garantizando la durabilidad y la eficiencia para un uso a largo plazo.
- **Resistencia a los impactos:** Imitar la capa compacta externa del hueso de los mamíferos mejora el transporte de iones de sodio. La combinación de NVP y rGO crea un entorno estable, mejorando la estabilidad de los ciclos de la batería y sus capacidades térmicas.

3. Seguridad y fiabilidad

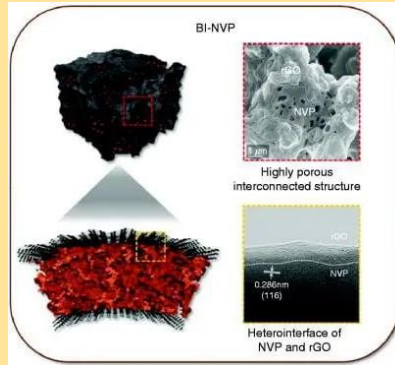
- **Gestión térmica:** gestiona eficazmente el calor para evitar el sobrecalentamiento.
- **Integridad estructural:** Mantiene la estabilidad y la seguridad en diversas condiciones.

4. Sostenibilidad

- **Materiales ecológicos:** permite utilizar materiales y procesos sostenibles para minimizar el impacto medioambiental. Materiales abundantes y rentables como el sodio hacen que esta tecnología

económicamente viable. Las baterías duraderas y eficientes podrían atraer un interés industrial significativo para la reducción de costes y una mayor sostenibilidad.

- **Larga vida útil:** Puede garantizar la durabilidad y la longevidad. Una estructura de este tipo puede hacer que una batería sea muy duradera y eficiente para un uso a largo plazo.



Derechos de autor de la imagen: <https://pubs.aip.org/aip/apr/article/7/4/041410/832047/Biomimetic-composite-architecture-achieves>

5.a Enumera la información clave y explora tantas ideas como sea posible. Información clave e ideas

- Arquitectura porosa.
- Capa exterior densa.
- Composición del material.
- Mejoras en el rendimiento.
- Sostenibilidad.

5.b Organiza tus ideas en categorías que incluyan las características, el contexto, las limitaciones, etc., y selecciona los conceptos de diseño que mejor se adapten a tu solución.

	Contexto	Características	Aplicación
Arquitectura porosa	Bioinspiración Innovación en la industria Colaboración en investigación Electrónica de consumo y	La estructura interna de los huesos de los mamíferos, conocida como hueso trabecular o esponjoso, presenta una arquitectura porosa que proporciona	Este diseño poroso se reproduce en la estructura de la batería para distribuir la tensión mecánica de manera uniforme, lo que evita fracturas y mejora la durabilidad.



		aplicaciones a gran escala.	resistencia a la vez que es ligera.	
		Limitaciones: ● Integridad estructural: Equilibrar la porosidad y la resistencia; un exceso de debilidad o una porosidad insuficiente reducen los beneficios de la distribución de la tensión. ● Compatibilidad de los materiales: Asegurarse de que los materiales sean químicamente compatibles y duraderos. ● Complejidad de fabricación: el control preciso del tamaño y la distribución de los poros es complejo y costoso. ● Gestión térmica: Las estructuras porosas pueden afectar a las propiedades térmicas, con el riesgo de sobrecalentamiento o temperaturas desiguales. ● Escalabilidad: Ampliar la producción del laboratorio a la escala comercial supone un reto. ● Coste: Los materiales y técnicas avanzados aumentan los costes de producción.		
	Capa exterior densa	Innovación bioinspirada en la industria Colaboración en investigación Electrónica de consumo y aplicaciones a mayor escala.	La capa externa de los huesos, denominada hueso cortical, es densa y proporciona soporte estructural.	La carcasa exterior de la batería está fabricada con óxido de grafeno reducido (rGO), que ofrece una alta resistencia mecánica y protege los componentes internos.
		Restricciones: ● Selección de materiales: utilizar materiales con alta resistencia y estabilidad química. ● Optimización del espesor: Optimizar el espesor para garantizar la protección sin exceso de peso ni volumen. ● Complejidad de fabricación: Conseguir un espesor preciso y una uniformidad es complejo y costoso. ● Gestión térmica: Gestionar el calor para evitar el sobrecalentamiento y garantizar una temperatura uniforme. ● Integridad estructural: Mantener la integridad bajo tensión y durante el funcionamiento.		



	Coste: Los materiales y técnicas de alto rendimiento aumentan los costes.		
	Composición de los materiales	Innovación basada en la bioinspiración en las industrias Colaboración en investigación Electrónica de consumo y aplicaciones a mayor escala.	La batería utiliza $\text{Na}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_3$ (NVP) como material catódico, que resulta eficaz en el transporte de iones de sodio. La integración de NVP con rGO crea un entorno estable para los iones de sodio, mejorando así la estabilidad de los ciclos de la batería y su rendimiento térmico. Materiales resistentes a las reacciones químicas con el electrolito y otros componentes de la batería. Por ejemplo, el óxido de grafeno reducido (rGO), el $\text{Na}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_3$ (NVP), combinado con rGO, puede proporcionar las propiedades mecánicas necesarias, y los materiales con alta conductividad térmica pueden ayudar a disipar el calor de manera más eficiente.
	Limitaciones: Estabilidad química: Los materiales deben ser estables en el entorno de la batería para evitar la degradación. Propiedades mecánicas: Aportar resistencia para soportar las tensiones operativas. Gestión térmica: Gestionar eficazmente el calor para evitar el sobrecalentamiento y garantizar una temperatura uniforme. Complejidad de fabricación: Compatible con los procesos existentes para evitar un aumento de la complejidad y los costes. Coste y disponibilidad: Rentable y fácilmente disponible. Impacto medioambiental: Impacto mínimo en el abastecimiento y la eliminación.		
	Mejora del rendimiento	Innovación bioinspirada en la industria	El diseño bioinspirado permite que la batería utilizar materiales con alta capacidad de almacenamiento de energía y diseñar la arquitectura para

		Colaboración en investigación Electrónica de consumo y aplicaciones a mayor escala.	cargarse a velocidades ultraaltas. La batería conserva más del 90 % de su capacidad tras 10 000 ciclos de descarga y recarga, lo que demuestra una durabilidad excepcional.	Maximizar la utilización del material activo. Desarrollar materiales y estructuras que faciliten el transporte rápido de iones y minimicen la resistencia dentro de la batería. Diseñar una arquitectura porosa para mejorar la conductividad térmica e integrar mecanismos de refrigeración si es necesario.
		Limitaciones: ● Densidad de potencia: Lograr una alta densidad de potencia manteniendo la integridad estructural de la arquitectura porosa ● Densidad energética: Garantizar que la batería pueda almacenar una gran cantidad de energía por unidad de volumen o peso. ● Velocidades de carga/descarga: Mantener altas velocidades de carga y descarga sin que el rendimiento de la batería se vea afectado con el paso del tiempo. ● Gestión térmica: Gestionar la generación de calor durante las operaciones de alta potencia para evitar el sobrecalentamiento y garantizar una distribución uniforme de la temperatura. ● Ciclo de vida: Garantizar que la batería mantenga su rendimiento a lo largo de numerosos ciclos de carga y descarga. ● Escalabilidad: Ampliar la producción de baterías con arquitecturas avanzadas desde entornos de laboratorio hasta la fabricación comercial.		
	Sostenibilidad	Innovación bioinspirada en la industria	El uso de sodio, que es abundante y rentable, hace que la batería más	Materiales abundantes y renovables, como el sodio, que es más fácilmente



		Colaboración en investigación Electrónica de consumo y aplicaciones a mayor escala.	sostenible en comparación con las baterías de litio. Imitar las estructuras naturales ayuda a reducir el impacto medioambiental de la producción y la eliminación de las baterías.	.más disponible que el litio. Desarrollar procesos que minimicen el impacto medioambiental, como el uso de materiales biodegradables y la implementación de programas de reciclaje. Optimizar los procesos de fabricación para reducir el consumo de energía y explorar el uso de fuentes de energía renovables en la producción. Diseñar pensando en el desmontaje y el reciclaje, y utilizar materiales que puedan recuperarse y reutilizarse fácilmente.
		Limitaciones ● Escasez de recursos: La disponibilidad de materiales sostenibles puede ser limitada, lo que da lugar a competencia y a mayores costes. ● Impacto medioambiental: La producción y eliminación de los materiales de las baterías puede tener un impacto medioambiental significativo, incluyendo la contaminación y el agotamiento de los recursos. ● Consumo de energía: Los procesos de fabricación de materiales y estructuras avanzados pueden ser muy intensivos en energía. ● Gestión del ciclo de vida: garantizar que todo el ciclo de vida de la batería, desde la producción hasta la eliminación, sea sostenible. ● Viabilidad económica: Los materiales y procesos sostenibles pueden ser más caros, lo que repercute en el coste total de la batería.		





	• Cumplimiento normativo: Cumplir con las estrictas normativas y estándares medioambientales para la producción y eliminación de baterías.
Paso 6 – Evaluar	Idea seleccionada: Arquitectura porosa con una capa exterior densa. 6.a Evalúa los conceptos de diseño en cuanto a su alineación con los criterios y restricciones del reto de diseño, así como su compatibilidad con los sistemas de la Tierra. Evalúa la viabilidad del modelo técnico y de negocio. • Justificación: Este diseño imita la estructura natural de los huesos, proporcionando tanto resistencia como flexibilidad. El interior poroso distribuye la tensión, mientras que la capa exterior densa protege los componentes de la batería. • Implementación: Utilizar técnicas de fabricación avanzadas para crear una estructura compuesta que incluya Na₃V₂(PO₄)₃ (NVP) y óxido de grafeno reducido (rgo). • Compatibilidad con los sistemas terrestres: El uso de materiales ecológicos y abundantes como el sodio ayuda a reducir la huella medioambiental. El sodio es más fácil de obtener y menos perjudicial para el medio ambiente que el litio. Evaluación de viabilidad • Viabilidad técnica: Los conceptos de diseño seleccionados se basan en investigaciones existentes y han mostrado resultados prometedores en entornos de laboratorio. Se necesita un mayor desarrollo y más pruebas para ampliar la producción. • Viabilidad del modelo de negocio: El uso de materiales rentables y sostenibles, combinado con el potencial de mejoras significativas en el rendimiento, hace que este enfoque sea económicamente viable. La demanda del mercado de baterías eficientes y respetuosas con el medio ambiente respalda el caso de negocio. • Compatibilidad medioambiental: El diseño se ajusta a los objetivos de sostenibilidad mediante el uso de materiales respetuosos con el medio ambiente y la reducción del impacto medioambiental de la producción y la eliminación de las baterías. 6.b Revisar y reconsiderar los pasos anteriores según sea necesario para generar una solución viable. Una solución viable consiste en utilizar materiales abundantes y respetuosos con el medio ambiente, como el sodio, para permitir una velocidad de carga ultraalta y mantener más del 90 % de la capacidad tras 10 000 ciclos. En este sentido, una estructura esponjosa inspirada en los huesos de los mamíferos puede proporcionar un diseño que mejore la conductividad térmica y la disipación eficiente del calor.

Recursos adicionales:



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 pueden ser consideradas responsables de las mismas.



<https://link.springer.com/article/10.1007/s10853-011-5914-9> <https://hal.science/hal-04002794/document>

https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4939-3002-9_7

<https://asknature.org/innovation/sponge-like-battery-structure-inspired-by-mammalian-bones/#profile>

https://en.wikipedia.org/wiki/Pore_structure

<https://hbr.org/2021/07/the-green-economy-has-a-resource-scarcity-problem>

<https://www.ansys.com/content/dam/amp/2021/august/webpage-requests/education-resources-dam-upload-batch-2/material-property-data-for-eng-materials-BOKENGEN21.pdf>

https://ocw.mit.edu/courses/3-080-economic-environmental-issues-in-materials-selection-fall-2005/0a9684aa33bdabd205be6b0635d6dcf lec_ms2.pdf



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 pueden ser consideradas responsables de las mismas.



WP3 Módulos de formación sobre diseño de procesos biomiméticos

Tarea 3.1/ A1. Desarrollo de un kit de autoaprendizaje para estudiantes de FP - LP: ATS / CPs: TODOS IMITEMOS SOLUCIONES

Una solución se refiere a los pasos aplicados para resolver el reto identificado, a través de la biomimética. **Solución: La eficiencia aerodinámica, el sigilo y la maniobrabilidad del halcón peregrino. DISEÑO BIOMIMÉTICO Descripción**

Paso 2 – Biologizar

2.a Pregúntate cómo la naturaleza puede resolver esto.

¿Cómo pueden los halcones peregrinos ser sigilosos, precisos y alcanzar una velocidad tan alta al lanzarse en picado para atrapar a su presa?

Contexto

El halcón peregrino está hecho para la velocidad, con alas y un cuerpo diseñados para la eficiencia aerodinámica. Cuando caza, puede alcanzar velocidades cercanas a los 320 km/h plegando sus alas para minimizar la resistencia. Esta increíble velocidad le permite lanzarse en picado sobre su presa con precisión, desplegando sus alas en el último momento para atrapar a su presa.

Los científicos han estudiado cómo los halcones peregrinos logran tales hazañas sin sufrir lesiones. Una teoría sugiere que despliegan sus alas justo antes de impactar para reducir la velocidad y realizar ajustes finales. El sistema de navegación innato del halcón, similar al de los misiles de grado militar, le ayuda a predecir y ajustar su trayectoria.

Los halcones peregrinos utilizan la navegación proporcional, realizando ligeros ajustes en la posición de las alas y la velocidad antes del impacto. Este método, combinado con el picado a alta velocidad, mejora su maniobrabilidad y precisión. La trayectoria controlada del ave es similar a la de un piloto de Fórmula 1 que mantiene la estabilidad a altas velocidades.

2.b Pregúntate: ¿qué quiero que haga mi diseño?

- Lanzar cargas útiles tanto nucleares como convencionales con precisión y eficiencia.
- Evadir la detección mediante un funcionamiento sigiloso y silencioso.
- Realizar misiones de largo alcance por todo el mundo con necesidades mínimas de reabastecimiento.
- Adaptarse a diversos requisitos de misión, desde el reconocimiento hasta la guerra electrónica.
- Integrarse a la perfección en los modernos campos de batalla multidominio.
- Mantener la sostenibilidad y la eficiencia en consonancia con las consideraciones medioambientales en constante evolución.

2.c Da la vuelta a la pregunta. Considera las funciones opuestas.

¿Cómo influyen las condiciones meteorológicas en el éxito de la caza de los halcones peregrinos?



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 pueden ser consideradas responsables de las mismas.



Paso 3: Descubrir

3.a Busca modelos naturales que coincidan con las mismas funciones y el mismo contexto que tu solución de diseño.

- **Aves como los albatros:** los albatros utilizan sus largas alas para planear de forma eficiente a lo largo de grandes distancias con un gasto mínimo de energía, imitando la necesidad de alcance y eficiencia del bombardero.
- **Búhos:** los búhos tienen plumas alares dentadas que reducen el ruido durante el vuelo, lo que les permite cazar en silencio. Su coloración apagada y la forma de su cuerpo los hacen difíciles de detectar, imitando los diseños de sigilo que absorben el radar.
- **Colibríes:** los colibríes tienen un control preciso sobre sus movimientos, lo que les permite mantenerse en vuelo estacionario y maniobrar rápidamente.
- **Aves migratorias** (p. ej., charranes árticos): migran miles de kilómetros, basándose en patrones de vuelo eficientes y en la conservación de energía.
- **Murciélagos:** Los murciélagos utilizan el vuelo silencioso y la ecolocalización para cazar en la oscuridad, evitando ser detectados por sus presas.
- **Pulpos:** Los pulpos pueden adaptar su comportamiento, camuflaje y movimientos para adaptarse a diversos entornos y tareas.
- **Osos polares:** El pelaje y la piel de los osos polares gestionan eficazmente el calor al tiempo que se mimetizan con los entornos nevados.
- **Tiburones:** Los tiburones tienen estructuras cutáneas hidrodinámicas para reducir la resistencia y aumentar la velocidad, al tiempo que mantienen el sigilo.

3.b Identifica a expertos y conéctate con comunidades de biólogos y naturalistas.

Paso 4 – Resumen

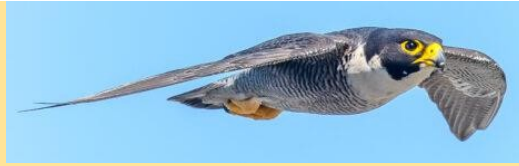
4.a Resume los elementos clave de la estrategia biológica. Destaca las funciones principales y las palabras clave. Si es posible, haz un diagrama o un dibujo, o busca imágenes que puedan servir de inspiración para el diseño.

- **Eficiencia aerodinámica:** El halcón peregrino es conocido por sus excepcionales capacidades aerodinámicas, especialmente durante los picados a gran velocidad.
- **Camuflaje y maniobrabilidad:** Los halcones, con su capacidad para cazar con precisión y velocidad, demuestran una agilidad extraordinaria en el aire.
- **Diseño de las alas:** Las alas del halcón son largas y puntiagudas, lo que reduce la resistencia aerodinámica y permite un vuelo más rápido. Este diseño les ayuda a alcanzar velocidades de más de 240 mph (386 km/h) durante un picado.
- **Adaptabilidad a las condiciones de vuelo:** Los halcones son famosos por ajustar sus alas para adaptarse a diversas condiciones de vuelo.
- **Vuelo silencioso:** Los halcones peregrinos son expertos en volar en silencio para no alertar a sus presas.



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 pueden ser consideradas responsables de las mismas.



https://chirpforbirds.com/nature-advocacy/biomimicry-and-birds/?srsltid=AfmBOopiHtajWZ6_7sjZCwemSmFLUNUOz-pQ_NTtywhyZIDm2NYC8JI5

https://medium.com/@abhishek_sawant/b-2-bomber-nature-inspired-design-marvel-2d717c5c09d8

4.b Traduce las lecciones de la naturaleza en estrategias de diseño. Reescribe la estrategia sin utilizar términos biológicos y relaciónala con las funciones y el contexto desde una perspectiva humana.

El diseño del halcón peregrino ha influido en la ingeniería del bombardero B-2 Spirit, convirtiéndolo en uno de los aviones más emblemáticos del arsenal militar estadounidense. Esta conexión entre la naturaleza y la tecnología aeronáutica avanzada pone de relieve varios aspectos clave:

- **Eficiencia aerodinámica:** Los ingenieros han estudiado los patrones de vuelo y la forma de las alas del halcón para mejorar la eficiencia aerodinámica de los aviones, incluido el bombardero B-2 Spirit.
- **Furtividad y maniobrabilidad:** El diseño del B-2 para misiones de sigilo incorpora aerodinámica avanzada para reducir la sección transversal al radar y mejorar la maniobrabilidad, inspirándose en la eficiencia del halcón en vuelo.
- **Diseño de las alas:** Los principios de las alas aerodinámicas y estilizadas que minimizan la resistencia y mejoran la velocidad se derivan de la observación de aves rapaces como el halcón peregrino.
- **Adaptabilidad a las condiciones de vuelo:** Las alas de geometría variable del B-2 pueden ajustar su configuración en función de las diferentes fases del vuelo, de forma similar a como los halcones adaptan sus alas.
- **Vuelo silencioso:** Aunque el B-2 no es silencioso, su diseño incluye características para reducir su firma radar, lo que le permite operar con un mayor nivel de sigilo.





https://chirpforbirds.com/nature-advocacy/biomimicry-and-birds/?srsltid=AfmBOopiHtaJWZ6_7sjZCwemSmFLUNUOz-pQ_NTtywhyZIDm2NYC8JI5
https://medium.com/@abhishek_sawant/b-2-bomber-nature-inspired-design-marvel-2d717c5c09d8

5.a Enumera la información clave y explora tantas ideas como sea posible. Información clave

Eficiencia aerodinámica, sigilo, maniobrabilidad y silencio.

Ideas

Configuración de ala volante, optimización del perfil aerodinámico, uso de materiales o recubrimientos que absorban el radar y minimicen la detectabilidad, materiales que absorban y amortigüen el sonido, tecnología fly-by-wire, motores integrados en la estructura del ala, motores de ciclo variable y turbofáns avanzados.

5.b Organiza tus ideas en categorías que incluyan las características, el contexto, las limitaciones, etc., y selecciona los conceptos de diseño que mejor se adaptan a tu solución.

Paso 5 – Emular

	Contexto	Características	Limitaciones
Eficiencia aerodinámica	Aplicaciones militares Integración tecnológica	Configuración de ala volante Diseño optimizado del perfil aerodinámico Materiales avanzados Propulsión integrada	Requisitos de sigilo Equilibrio entre peso y carga útil Coste y complejidad Mantenimiento y durabilidad
Furtividad		Baja sección transversal radar (RCS) Materiales que absorben el radar (RAM) Reducción de la firma infrarroja Reducción de la firma acústica	Complejidad del diseño Peso y carga útil Coste y viabilidad Mantenimiento y durabilidad

Paso 6: Evaluar

Maniobrabilidad		Sistemas fly-by-wire Propulsión distribuida Aviónica avanzada Superficies de control	Requisitos de sigilo Integridad estructural Peso y equilibrio Coste y complejidad
Silencio		Diseño del motor Materiales insonorizantes Gestión del escape Diseño aerodinámico	Requisitos de sigilo Peso y equilibrio Coste y complejidad Compromisos de rendimiento

Para el reto planteado, todas las ideas son aplicables.

6.a Evalúa los conceptos de diseño en cuanto a su adecuación a los criterios y restricciones del reto de diseño, así como su compatibilidad con los sistemas terrestres. Evalúa la viabilidad tanto de los modelos técnicos como de los modelos de negocio.

Restricciones

- **Requisitos de sigilo:** Equilibrar la baja observabilidad con el rendimiento aerodinámico.
- **Peso y carga útil:** gestionar el peso de los materiales y tecnologías avanzados sin perder capacidad de carga útil.
- **Coste y complejidad:** Altos costes de desarrollo y producción debido a las tecnologías avanzadas.
- **Mantenimiento y durabilidad:** mantenimiento especializado para materiales y sistemas avanzados.

Compatibilidad con los sistemas terrestres

- **Impacto medioambiental:** El uso de materiales y tecnologías avanzados debe tener en cuenta la sostenibilidad medioambiental. Los esfuerzos por reducir el ruido y las emisiones se ajustan a la normativa medioambiental, minimizando así la huella ecológica.
- **Entornos operativos:** La aeronave debe ser capaz de operar en diversos entornos, desde misiones a gran altitud hasta penetración a baja altura, manteniendo al mismo tiempo el rendimiento y el sigilo.



Evaluación de viabilidad

- **Viabilidad técnica:** La integración de tecnologías de vanguardia en aerodinámica, sigilo y propulsión es técnicamente viable, pero requiere una inversión significativa en I+D. Las aeronaves existentes, como el B-2 Spirit y el próximo B-21 Raider, demuestran la viabilidad de los diseños de ala volante en cuanto a sigilo y eficiencia.
- **Viabilidad del modelo de negocio:** La inversión inicial es considerable, pero los beneficios a largo plazo en términos de capacidades estratégicas y eficiencia operativa justifican el gasto. La fuerte demanda de los sectores militares de bombarderos estratégicos avanzados garantiza un mercado viable. Aunque los costes de mantenimiento y operativos son elevados, las ventajas estratégicas y la vida útil prolongada proporcionan un retorno de la inversión favorable.

6.b Revisar y reconsiderar los pasos anteriores según sea necesario para generar una solución viable.

El diseño de un bombardero estratégico pesado de ala volante, aerodinámicamente eficiente, subsónico, sigiloso, maniobrable y silencioso implica abordar varios retos de diseño, criterios y limitaciones. El principal reto es integrar múltiples tecnologías avanzadas y principios de diseño para lograr un equilibrio entre la eficiencia aerodinámica, el sigilo, la maniobrabilidad y el silencio. Esto implica superar complejidades técnicas y garantizar que la aeronave cumpla con los estrictos requisitos militares.

En conclusión, el diseño de un bombardero estratégico pesado de ala volante, aerodinámicamente eficiente, subsónico, sigiloso, maniobrable y silencioso es viable tanto desde el punto de vista técnico como económico, dadas las importantes ventajas estratégicas y la adecuación a las necesidades militares modernas.

Recursos adicionales:

<https://biomimicry.org/>

<https://www.audubon.org/news/research-reveals-exactly-why-peregrine-falcons-are-so-deadly> <https://www.pnas.org/doi/10.1073/pnas.1714532114#resumen-ejecutivo-resumen> <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0086506> https://web.stanford.edu/group/stanfordbirds/text/essays/Raptor_Hunting.html <https://journals.plos.org/ploscompbiol/article?id=10.1371/journal.pcbi.1006044#resumen1> https://medium.com/@abhishek_sawant/b-2-bomber-nature-inspired-design-marvel-2d717c5c09d8 <https://www.icr.org/article/a-bird-in-the-hand>



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 pueden ser consideradas responsables de las mismas.



Módulos de formación del WP3 sobre diseño de procesos biomiméticos

Tarea 3.1/ A1. Desarrollo de un kit de autoaprendizaje para estudiantes de FP - LP: ATS / CPs: TODOS SOLUCIONES DE IMITACIÓN

Una solución se refiere a los pasos aplicados para resolver el reto identificado, a través de la biomimética.

Solución: Imitar los ecosistemas de pradera

DISEÑO BIOMIMÉTICO	Descripción
Paso 2 – Biologizar	2.a Pregúntate cómo la naturaleza puede resolver esto. ¿Cómo mantienen los ecosistemas de la pradera de forma natural la fertilidad y la estructura del suelo? Contexto La variedad de especies en un ecosistema de pradera permite a las plantas hacer un uso eficiente del agua y los nutrientes. Además, los sistemas naturales muestran una mayor resiliencia ante las perturbaciones, poseen capacidades de autorregulación, mantienen suelos más estables y mejoran el secuestro de carbono, el ciclo de los nutrientes, la producción de alimentos y la biodiversidad. 2.b Pregúntate: «¿Qué quiero que haga mi diseño?». Determina las funciones clave de tu diseño e identifica contextos en la naturaleza. Las funciones pueden referirse al papel que desempeñan las que le permiten sobrevivir. También pueden referirse a algo que necesitas que haga tu solución de diseño. • Mejora la salud del suelo: utiliza plantas de raíces profundas y la aireación natural del suelo para mejorar la estructura y la fertilidad del suelo. • Fomenta la biodiversidad: integra cultivos diversos para crear un sistema resiliente frente a plagas, enfermedades y estrés. • Optimizar el uso del agua: Implementar estrategias de gestión del agua, como cultivos de cobertura y mantillos orgánicos, para retener la humedad del suelo. • Control natural de plagas: Fomenta la presencia de insectos beneficiosos y depredadores para reducir la necesidad de pesticidas químicos. • Fijación de nitrógeno: Utiliza plantas fijadoras de nitrógeno para enriquecer el suelo de forma natural, reduciendo el uso de fertilizantes sintéticos. • Secuestro de carbono: Adoptar prácticas que mejoren el almacenamiento de carbono en el suelo para mitigar el cambio climático y mejorar la salud del suelo. • Apoyo a los polinizadores: Plantar flores autóctonas y mantener áreas naturales para apoyar a los polinizadores y mejorar el rendimiento de los cultivos. • Resiliencia ante perturbaciones: Diseñar sistemas que se recuperen de las perturbaciones mediante la incorporación de estrategias de adaptación. • Eficiencia energética: Utilizar fuentes de energía renovables para reducir la huella de carbono de las operaciones agrícolas.



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



	• Comunidad y educación: Promover programas educativos y la participación de la comunidad en prácticas agrícolas sostenibles. 2.c Dale la vuelta a la pregunta. Considera las funciones opuestas. ¿Cómo responden los ecosistemas de pradera a las perturbaciones derivadas del cambio climático y cómo se recuperan de ellas?
Paso 3 – Descubrir	3.a Busca modelos naturales que coincidan con las mismas funciones y el mismo contexto que tu solución de diseño. Existen varios modelos naturales que coinciden con las funciones y el contexto de la solución de diseño para una agricultura sostenible y eficiente, similares al ecosistema de la pradera: • Ecosistemas forestales: Los bosques mantienen la salud del suelo, favorecen la biodiversidad y gestionan los recursos hídricos. • Ecosistemas de humedales: Los humedales filtran el agua, almacenan carbono y sustentan una vida vegetal y animal diversa. • Ecosistemas de sabana: las sabanas se caracterizan por una mezcla de pastos y árboles, que sustentan diversas poblaciones de herbívoros y mantienen la salud del suelo. • Ecosistemas de arrecifes de coral: los arrecifes de coral albergan una gran biodiversidad y protegen las costas de la erosión. • Ecosistemas desérticos: Los desiertos cuentan con plantas adaptadas a condiciones extremas, que conservan el agua y los nutrientes. • Ecosistemas de manglares: Los manglares protegen las costas, almacenan carbono y proporcionan hábitats de cría para la vida marina. • Ecosistemas de praderas: Las praderas sustentan a los herbívoros, mantienen la salud del suelo y capturan carbono. 3.b Identifica a expertos y conéctate con comunidades de biólogos y naturalistas. • The Land Institute. • Sociedad Americana de Naturalistas (ASN). • Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. • Red de Historia Natural. • Sociedad de Biología de la Conservación (SCB).
Paso 4 – Resumen	4. Resume los elementos clave de la estrategia biológica. Destaque las funciones principales y las palabras clave. Si es posible, elabore un diagrama o dibujo y/o busque imágenes que puedan ilustrar el diseño. Funciones principales • Salud y fertilidad del suelo (sistemas radiculares profundos, ciclo de nutrientes). • Gestión del agua (retención de agua, resistencia a la sequía).





Paso 5 – Emular

<https://youtu.be/ljv7y-WEgE4?si=Sf5mf0CmeUeGe4q>

<https://youtu.be/RwUyL9ox-ts?si=uaPg94zC7cx6Xm4Z> Derechos de autor del vídeo:

<https://www.youtube.com/@KansasCityPBS> <https://www.youtube.com/@thelandinstitute>

5.a Enumera la información clave y explora tantas ideas como sea posible. Información clave e ideas

- Agricultura vertical.
- Permacultura.
- Acuaponía.
- Agricultura regenerativa.
- Agroecología.
- Agricultura de precisión.
- Agricultura urbana.
- Agroforestería.

5.b Organiza tus ideas en categorías que incluyan las características, el contexto, las limitaciones, etc., y selecciona los conceptos de diseño que mejor se adapten a tu solución.

Contextos aplicables a todas las ideas: Policultivo y biodiversidad,

ciclo de nutrientes, eficiencia hídrica, eficiencia energética, gestión integrada de plagas, producción local de alimentos, avances tecnológicos

	Características	Aplicación
Agricultura vertical	• Cultivos múltiples: Cultivar varias especies de cultivos juntas. • Estabilidad del ecosistema: mejora la estabilidad y la productividad. • Reciclaje de recursos: Utiliza los residuos de un proceso como insumo para otro. • Reciclaje de agua y nutrientes: Reciclar agua y nutrientes. • Integración urbana: Integrarse en entornos urbanos.	• Agricultura urbana • Agricultura en entornos controlados • Explotaciones agrícolas especializadas • Investigación y desarrollo • Aplicaciones comerciales e industriales
	Limitaciones:	



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



		Alto consumo energético, Costes de capital iniciales, Conocimientos técnicos, Variedad limitada de cultivos, Eficiencia en el uso de recursos, Viabilidad económica, Impacto medioambiental	
	Permacultura	● Cultivos diversos: Fomentar el cultivo conjunto de una variedad de cultivos. ● Estabilidad del ecosistema: mejora la estabilidad. ● Resistencia a las plagas: mejora la resistencia a las plagas. ● Resiliencia frente a las enfermedades: Aumenta la resiliencia frente a las enfermedades. ● Reciclaje de recursos: Utilizar los residuos de un proceso como insumo para otro. ● Participación de la comunidad: A menudo se involucra a las comunidades locales.	● Huertos domésticos ● Huertos comunitarios ● Permacultura urbana ● Permacultura rural ● Granjas de permacultura ● Centros educativos y de demostración
		Limitaciones: Altos costes iniciales, Intensidad de mano de obra, Conocimientos y formación, Adaptación a las condiciones locales, Demanda del mercado y viabilidad económica, Escalabilidad, Gestión de plagas y enfermedades	
	Acuaponía	● Múltiples especies pueden coexistir y apoyarse mutuamente ● El cultivo de una variedad de plantas en el sistema acuapónico puede mejorar la resiliencia y la productividad ● Los residuos de los peces pueden utilizarse como fertilizante, aportando nutrientes a las plantas ● Reciclaje del agua, lo que puede reducir significativamente el desperdicio de agua ● La introducción de depredadores naturales e insectos beneficiosos puede reducir la necesidad de pesticidas químicos ● Se puede integrar en entornos urbanos	● Huertos domésticos ● Granjas comerciales ● Agricultura urbana ● Instituciones educativas ● Ayuda humanitaria





		Limitaciones: Altos costes iniciales, consumo de energía, complejidad técnica, gestión de la calidad del agua, variedad limitada de cultivos, viabilidad económica, escalabilidad, impacto medioambiental	
	Agricultura regenerativa	● La agricultura sin labranza reduce la alteración del suelo ● La siembra de cultivos de cobertura ayuda a prevenir la erosión del suelo, mejora su fertilidad y aumenta la retención de agua ● La rotación de cultivos puede romper los ciclos de plagas y enfermedades, mejorar la salud del suelo y aumentar la resiliencia ● El pastoreo rotativo del ganado puede ayudar a gestionar la vegetación ● Los paisajes regenerativos pueden ayudar a la retención de agua, previniendo la erosión y mejorando la infiltración del agua ● Los cultivos de cobertura pueden reducir la labranza, y los abonos orgánicos pueden aumentar la materia orgánica del suelo y secuestrar carbono, lo que ayuda a mitigar el cambio climático	● Siembra directa o explotaciones agrícolas con labranza reducida ● Explotaciones con cultivos de cobertura ● Agroforestería ● Policultivo ● Granjas con zanjas y cultivos en curvas de nivel ● Sitios de cultivos asociados ● Agricultura urbana ● Aplicaciones comerciales e industriales
		Limitaciones: Periodo de transición, conocimientos y habilidades, costes iniciales, acceso al mercado, políticas y apoyo, investigación y datos, variabilidad climática y medioambiental, viabilidad económica	
	Agroecología	● La diversificación de cultivos puede mejorar la salud del suelo, reducir los brotes de plagas y aumentar la resiliencia ● La siembra de cultivos de cobertura como el trébol o el centeno previene la erosión del suelo, mejora su fertilidad y aumenta la retención de agua	● Explotaciones de policultivo y rotación de cultivos ● Agroforestería ● Explotaciones de pequeños agricultores ● Agricultura urbana y periurbana ● Pesca y acuicultura



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



		● Reduce la necesidad de fertilizantes sintéticos y mantiene la fertilidad del suelo ● Mantiene el equilibrio ecológico y reduce la contaminación ambiental ● Reduce los brotes de plagas y enfermedades, mejora la salud del suelo y aumenta la productividad general de las explotaciones agrícolas ● Mejora la resiliencia de los sistemas agrícolas frente al cambio climático ● Mejora la seguridad alimentaria y potencia los medios de vida de los pequeños agricultores	● Educación y desarrollo comunitario
		Limitaciones: Conocimientos y formación, costes iniciales, necesidad de mano de obra, acceso al mercado y viabilidad económica, apoyo político e institucional, investigación y datos, adaptación a las condiciones locales, escalabilidad	
	Agricultura de precisión	● Insumos específicos: Aplicar agua, fertilizantes y pesticidas solo donde sea necesario para reducir el desperdicio y el impacto ambiental. ● Técnicas de precisión: Optimizar el uso de los recursos, mejorar la salud de los cultivos y aumentar los rendimientos, minimizando al mismo tiempo la huella ambiental. ● Decisiones informadas: Permitir a los agricultores tomar decisiones informadas. ● Monitoreo continuo: Detectar problemas de forma temprana e intervenir a tiempo para mejorar la productividad y la sostenibilidad. ● Optimización del agua: Utilizar sensores de humedad del suelo y sistemas de riego automatizados. ● Reducción de productos químicos: Reducir el uso general de productos químicos.	● Rendimientos de los cultivos en diferentes zonas de campo ● Sistemas de riego automatizados ● Sistemas de cartografía del suelo ● Silvicultura ● Puntos de monitorización medioambiental ● Agricultura urbana y periurbana ● Acuicultura



		● Salud del suelo: Promover prácticas como la labranza reducida y los cultivos de cobertura para mantener y mejorar la salud del suelo.	
		Limitaciones: Altos costes iniciales, conocimientos técnicos, gestión de datos, consumo de energía, requisitos de infraestructura, viabilidad económica, impacto ambiental	
	Agricultura urbana	● Cultivos diversos y espacios verdes: Cultivar diversos cultivos e integrar espacios verdes. ● Producción urbana de alimentos: Aprovechar azoteas, solares vacíos y huertos comunitarios para maximizar el espacio y crear sistemas alimentarios resilientes. ● Salud del suelo: Mejorar el suelo mediante el compostaje, los abonos orgánicos y los bancales elevados. ● Optimización del agua: Recoger agua de lluvia, utilizar riego por goteo y aprovechar las aguas grises. ● Equilibrio ecológico: Reducir el uso de pesticidas químicos y promover el equilibrio ecológico. ● Participación comunitaria: Fomentar la cohesión social y empoderar a los residentes. ● Resiliencia climática: Aumentar los espacios verdes, mejorar la calidad del aire y reducir la escorrentía de aguas pluviales.	● Huertos en azoteas ● Agricultura vertical ● Granjas hidropónicas y acuapónicas ● Huertos comunitarios ● Zonas urbanas y periurbanas sin uso ● Terrenos industriales abandonados o infrautilizados
		Limitaciones Limitaciones de espacio, contaminación del suelo, altos costes iniciales, gestión del agua, conocimientos técnicos, viabilidad económica, barreras normativas y reglamentarias, participación de la comunidad	
	Agroforestería	● Fomenta la diversidad: mejora la resiliencia de los ecosistemas, favorece los hábitats de la fauna silvestre y mejora la polinización gracias a la diversidad de especies vegetales.	● Cultivo en hileras ● Silvopastoreo ● Zonas de amortiguación ribereñas



Paso 6 – Evaluar	● Salud del suelo: Aporta materia orgánica, mejora la estructura del suelo y potencia el ciclo de los nutrientes. ● Calidad del agua: mejora la calidad y la disponibilidad del agua. ● Resiliencia climática: Proporciona sombra, reduce la velocidad del viento y actúa como sumidero de carbono. ● Control natural de plagas: favorece a los depredadores naturales de plagas, reduciendo la necesidad de pesticidas químicos. ● Múltiples fuentes de ingresos: Produce frutas, frutos secos, madera y otros productos forestales. ● Servicios ecosistémicos: Ofrece secuestro de carbono, provisión de hábitats y embellecimiento del paisaje. ● Optimización de recursos: da lugar a sistemas agrícolas más eficientes y productivos.	● Madera y productos de madera ● Sistemas de producción de bioenergía ● Industrias farmacéuticas y botánicas ● Áreas urbanas ● Rehabilitación de tierras degradadas ● Entornos afectados por el cambio climático
	Limitaciones Altos costes iniciales, intensidad de mano de obra, conocimientos y formación, acceso al mercado y viabilidad económica, apoyo político e institucional, adaptación a las condiciones locales	

6.a Evaluar los conceptos de diseño en cuanto a su adecuación a los criterios y limitaciones del reto de diseño, así como su compatibilidad con los sistemas de la Tierra. Evaluar la viabilidad del modelo técnico y empresarial.

Concepto de diseño seleccionado: Permacultura

El cultivo de cereales perennes, o permacultura, es una forma de agricultura desarrollada para imitar los sistemas naturales. La agricultura de sistemas naturales es un sistema de agricultura industrial que utiliza policultivos perennes y relaciones mutuamente beneficiosas para aumentar la salud y la productividad de los cultivos. Esta estrategia aprovecha los beneficios que se encuentran en los sistemas naturales, como el control de plagas, la fertilidad y el ciclo de nutrientes, el control de la erosión, la resistencia a la sequía, la gestión del agua y el secuestro de carbono.

Alineación con una agricultura sostenible y eficiente



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



- **Armonía ecológica:** Trabaja con los procesos naturales para mejorar la fertilidad del suelo, gestionar las plagas y conservar el agua.
- **Diversidad y resiliencia:** Fomenta la diversidad de especies y los policultivos para mejorar la estabilidad del ecosistema y reducir los brotes de plagas.
- Maximiza el uso de los recursos integrando elementos en los que los productos de uno sirven como insumos para otro.
- **Salud del suelo:** Utiliza el compostaje, el acolchado y los cultivos de cobertura para mejorar la estructura del suelo y el ciclo de los nutrientes.

Compatibilidad con los sistemas de la Tierra

- **Biodiversidad y servicios ecosistémicos:** mejora la biodiversidad y proporciona servicios esenciales, como la polinización y la regulación del agua.
- **Resiliencia climática:** Fomenta sistemas diversos para resistir el cambio climático y amortiguar los fenómenos meteorológicos extremos.
- **Secuestro de carbono:** el mantenimiento de plantas perennes y la mejora de la salud del suelo secuestran carbono y mitigan el cambio climático.
- **Conservación del agua:** Esto incluye técnicas como la recogida de agua de lluvia y el riego eficiente para gestionar el agua de forma sostenible.

Viabilidad técnica

- **Viabilidad técnica:** Utiliza principios ecológicos para diseñar sistemas que mejoren la biodiversidad, la salud del suelo y la resiliencia.
- **Eficiencia de los recursos:** integra elementos para reducir los residuos y mejorar la productividad.
- **Salud del suelo y gestión del agua:** Mejora la estructura del suelo y conserva el agua mediante el compostaje, el acolchado y el uso de zanjas de drenaje.
- **Resiliencia climática:** Diseña sistemas resilientes al cambio climático, utilizando plantas perennes y de gran diversidad.

Viabilidad del modelo de negocio

- **Inversión inicial y costes:** Requiere una inversión inicial, pero ofrece ahorros a largo plazo y una mayor productividad.
- **Viabilidad económica:** Diversifica los ingresos mediante diversos cultivos, ganado y productos de valor añadido.
- **Acceso al mercado:** Desarrolla canales de venta directa al consumidor y encuentra mercados que valoran los productos sostenibles.
- **Apoyo político e institucional:** Necesita políticas de apoyo e incentivos para su adopción generalizada.



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



- **Comunidad y educación:** Genera apoyo comunitario y educa sobre los principios de la permacultura para alcanzar el éxito.

6.b Revisar y reconsiderar los pasos anteriores según sea necesario para generar una solución viable.

Para generar una solución viable que permita implementar la permacultura de forma sostenible y eficiente, podemos revisar y perfeccionar los siguientes aspectos clave:

- **Diseño ecológico:** Crear policultivos diversos e integrar la agrosilvicultura utilizando especies autóctonas y perennes. Desarrollar diseños específicos para cada emplazamiento, adaptados a las condiciones locales.
- **Eficiencia de los recursos:** Optimizar el uso de los recursos mediante la recogida de agua de lluvia, el compostaje y las energías renovables. Implementar sistemas de reciclaje de nutrientes y agua.
- **Salud del suelo y gestión del agua:** Mejorar el suelo con cultivos de cobertura, acolchado y enmiendas orgánicas. Utilizar zanjas de drenaje para gestionar el agua y supervisar la salud del suelo y el uso del agua.
- **Resiliencia climática:** Utilizar especies resilientes al clima y desarrollar planes de contingencia para fenómenos meteorológicos extremos. Adaptar las prácticas basándose en el seguimiento y la retroalimentación.
- **Secuestro de carbono:** Potenciar el almacenamiento de carbono con plantas perennes y mejorar la salud del suelo. Comunicar los beneficios para atraer apoyo y financiación.
- **Inversión inicial y costes:** Buscar apoyo financiero a través de ayudas, subvenciones y préstamos. Desarrollar un plan financiero integral con un enfoque de implementación por fases.
- **Viabilidad económica:** Diversificar los ingresos con diversos cultivos, ganado y productos de valor añadido. Explorar nichos de mercado y canales de venta directa.
- **Acceso al mercado:** Establecer relaciones con los mercados locales y los consumidores. Invertir en la creación de una marca y en la divulgación para informarles sobre los beneficios de la permacultura.

Recursos adicionales:

<https://asknature.org/innovation/sustainable-industrial-agriculture-inspired-by-prairie-ecosystems/> <https://asknature.org/strategy/natural-ecosystem-demonstrates-sustainability/> <https://www.youtube.com/watch?v=RwUyL9ox-ts>
<https://landinstitute.org/>



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



Módulos de formación del WP3 sobre diseño de procesos de biomimética

Tarea 3.1/ A1. Desarrollo de un kit de autoaprendizaje para estudiantes de FP - LP: ATS / CPs: TODOS

IMITEMOS LAS SOLUCIONES

Una solución se refiere a los pasos aplicados para resolver el reto identificado, a través de la biomimética.

Solución: El vuelo sostenido y propulsado, la estructura aerodinámica, la eficiencia energética y el movimiento aéreo controlado por los músculos de los murciélagos

BIOMIMÉTICA	Descripción DISEÑO
Paso 2 – Biologizar	2.a Pregúntate cómo la naturaleza puede resolver esto. ¿Cómo pueden los murciélagos utilizar el vuelo para todo, desde capturar presas, reproducirse y evitar a los depredadores hasta la migración a larga distancia? Contexto Los murciélagos son los únicos mamíferos voladores y se dividen en dos grupos principales: los megamurciélagos, que se alimentan de fruta, y los micromurciélagos, que se orientan mediante ecolocalización. Son en su mayoría nocturnos y viven en cuevas. Los murciélagos utilizan la ecolocalización para orientarse y cazar, emitiendo sonidos ultrasónicos que producen ecos. Sus llamadas pueden alcanzar los 140 decibelios y oscilan entre los 14 000 y más de 100 000 Hz. Los oídos de los murciélagos son sensibles a los sonidos de las presas y pueden construir una imagen mental de su entorno mediante exploraciones repetidas. Los murciélagos se encuentran en todo el mundo, excepto en regiones muy frías, y son esenciales para la polinización de las flores y la dispersión de semillas. Han desarrollado características especializadas para el vuelo, como alas flexibles y músculos fuertes. Los murciélagos tienen una buena visión adaptada a su entorno, aunque algunos dependen más de la ecolocalización que de la vista. 2.b ¿Qué quiero que haga mi diseño? Determina las funciones clave de tu diseño e identifica contextos en la naturaleza. Las funciones pueden referirse al papel que desempeñan las adaptaciones o comportamientos de un organismo que le permiten sobrevivir. También pueden referirse a algo que necesitas que haga tu solución de diseño. El objetivo principal de un nuevo vehículo aéreo micro (MAV) robótico, ligero, altamente eficiente y sigiloso, diseñado específicamente para aplicaciones militares, es mejorar las capacidades operativas en diversos entornos difíciles. Además, mi diseño tiene como objetivo proporcionar inteligencia en tiempo real, rastrear amenazas, asistir a las fuerzas terrestres, localizar supervivientes, actuar como centro de comunicaciones, detectar amenazas y utilizar tácticas de engaño. Por otra parte, puede adaptarse a aplicaciones civiles, como la respuesta ante desastres, la vigilancia medioambiental, la planificación urbana y la agricultura. Resumen de las funciones clave y los contextos de la naturaleza Funciones clave



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 pueden ser consideradas responsables de las mismas.



	• Vigilancia y reconocimiento: Recopilar y transmitir información de inteligencia en tiempo real desde entornos hostiles o inaccesibles sin ser detectado. • Identificación y seguimiento de objetivos: utilizar sensores y algoritmos avanzados para localizar, identificar y monitorizar con precisión los objetivos, incluso en entornos complejos, abarrotados o dinámicos. • Apoyo táctico: Proporcionar a las fuerzas sobre el terreno conciencia situacional, entregar cargas útiles o ayudar en ataques de precisión. • Monitorización ambiental: Detecta amenazas químicas, biológicas o radiológicas y evalúa las condiciones ambientales en tiempo real. • Eficiencia energética y autonomía de vuelo: Maximizar la autonomía de vuelo mediante un uso eficiente de la energía y sistemas de alimentación sostenibles. • Sigilo y camuflaje: Evita la detección por radar, imágenes térmicas u observación visual. • Comunicación y retransmisión de señales: Actuar como centros de comunicación móviles para apoyar a las unidades militares en zonas con señales comprometidas. • Navegación autónoma en entornos complejos: Operar de forma independiente en zonas sin cobertura GPS mediante la detección de obstáculos y la planificación dinámica de rutas. 2.c Dale la vuelta a la pregunta. Considera funciones opuestas. ¿Cómo utilizan los murciélagos sus otros sentidos, como la ecolocalización y la visión, para compensar la imposibilidad de volar en determinadas situaciones?
Paso 3 – Descubrir	3.a Busca modelos naturales que coincidan con las mismas funciones y el mismo contexto que tu solución de diseño. • Los búhos son conocidos por su vuelo silencioso gracias a unas plumas especializadas que amortiguan el sonido; destacan en la caza sigilosa, lo que los convierte en una inspiración ideal para los MAV sigilosos. • Las libélulas, con su excelente agudeza visual y su capacidad para mantenerse suspendidas en el aire, pueden servir de modelo para drones de vigilancia que requieren una observación estable y precisa. • Los halcones peregrinos utilizan la navegación proporcional durante sus picados a alta velocidad para interceptar a sus presas, lo que proporciona un modelo para el seguimiento y la interceptación en los MAV. • Las abejas melíferas utilizan la búsqueda de alimento y la navegación coordinadas para entregar recursos con precisión a su colmena, lo que se asemeja a los MAV que transportan pequeñas cargas útiles en entornos complejos. • Las aves rapaces, como los halcones, pueden soltar o manipular objetos con precisión en pleno vuelo, lo que puede inspirar el diseño de la carga útil de los MAV.





- **Las mariposas y las polillas** son sensibles a los cambios ambientales, como la temperatura y la humedad; pueden inspirar los sensores de los MAV para detectar cambios atmosféricos sutiles.
- **Los buitres** pueden localizar cadáveres en áreas extensas; esta capacidad puede destacar estrategias aéreas para la vigilancia a gran escala.
- **Los albatros** utilizan el vuelo planeado dinámico para aprovechar las corrientes de viento y conservar energía, y pueden inspirar estrategias de vuelo de los MAV orientadas a la autonomía.
- **Los colibríes** son muy eficientes en el vuelo estacionario con un gasto energético mínimo y pueden influir directamente en el diseño de MAV de alto rendimiento.
- **Insectos** como los insectos palo y las polillas se mimetizan perfectamente con su entorno, y pueden inspirar diseños de MAV para el camuflaje urbano o en la naturaleza.
- **Las criaturas nocturnas**, como los búhos, operan sin ser detectadas por la noche y pueden inspirar la investigación en MAV sobre la optimización para misiones con poca luz.
- **Las colonias de hormigas** utilizan rastros de feromonas para comunicarse a largas distancias, de forma muy similar a como los MAV retransmiten señales.
- **Las luciérnagas**, con su señalización bioluminiscente, pueden inspirar sistemas de comunicación eficientes y de bajo consumo energético en los MAV.
- **Las palomas** se basan en los campos geomagnéticos y en puntos de referencia visuales para una navegación precisa, lo que a su vez influye en la autonomía de los MAV.

3.b Identificar a expertos y conectar con comunidades de biólogos y naturalistas.

- Universidad de California en Berkeley.
- Universidad de Nuevo México.
- Southampton e Imperial College.
- Instituto Tecnológico de California.
- Universidad de Boston.
- Universidad de Maryland.
- El Pentágono.
- Ecologistas de varios estados.
- Escuela Politécnica Federal de Lausana (EPFL).
- Investigadores dirigidos por el Dr. Stefan Seelecke, de la Universidad de Carolina del Norte.
- Universidad Northeastern, dirigida por Alireza Ramezani.



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 pueden ser consideradas responsables de las mismas.



Paso 4 – Resumen

4.a Resume los elementos clave de la estrategia biológica. Destaque las funciones principales y las palabras clave. Si es posible, elabore un diagrama o dibujo y/o busque imágenes que puedan servir de referencia para el diseño.

Adaptaciones al vuelo

- **Las extremidades delanteras a modo de alas:** los murciélagos son los únicos mamíferos capaces de volar de forma auténtica y prolongada.
- **Superficie de la membrana:** mayor entre los dedos, las extremidades delanteras y las traseras.
- **Hueso cortical más delgado:** reduce las tensiones torsionales.
- **Innervación y musculatura:** Innervación redirigida y mayor fuerza muscular para un aleteo potente.
- **Adaptaciones metabólicas:** alta tasa metabólica, mayor capacidad pulmonar y respiración aeróbica.

Ecolocalización

- **Sonidos ultrasónicos:** Emitidos por los micromurciélagos y algunos megamurciélagos para producir ecos.
- **Intensidad del sonido:** Depende de la presión subglótica, con llamadas que alcanzan hasta 140 decibelios.
- **Rango de frecuencias:** de 14 000 a más de 100 000 Hz, más allá del oído humano.
- **Detección de presas:** Los murciélagos comparan los pulsos emitidos con los ecos que reciben para localizar a sus presas.
- **Trago y patrones de interferencia:** se utilizan para estimar la elevación del objetivo.

Alimentación y comportamiento:

- **Dieta:** Insectívoros, frugívoros, nectarívoros y algunas especies se alimentan de animales.
- **Nocturnos:** la mayoría de los murciélagos son activos por la noche y suelen vivir en cuevas o refugios.
- **Papel en el ecosistema:** Polinizan flores y dispersan semillas, lo cual es crucial para muchas plantas tropicales.

Capacidades visuales

- **Visión funcional:** Contrariamente a los mitos, los murciélagos suelen tener una visión adaptada a su entorno.
- **Adaptaciones nocturnas:** Ojos adaptados a condiciones de poca luz.
- **Visión dicromática:** Capacidad para ver dos colores, normalmente el verde y el ultravioleta.



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 pueden ser consideradas responsables de las mismas.

- **Células bastón y cono:** Ricas en células bastón para la luz tenue, con menos células cono para la detección del color.

Maniobrabilidad y destreza

- **Articulaciones flexibles:** Más maniobrables y diestros que los mamíferos planeadores.
- **Estructura alar:** Alas más delgadas con más huesos, lo que permite maniobrar con precisión.
- **Eficiencia energética:** el plegado de las alas en la fase ascendente ahorra energía.

Características especializadas:

- **Músculo occipito-policalis:** exclusivo de los murciélagos, necesario para el vuelo.
- **Plagiopatagio:** Piel que recubre la extremidad anterior, similar a la de las ardillas voladoras.
- **Membranas regenerativas:** Delicadas, pero pueden regenerarse y curarse rápidamente.



<https://dronelife.com/2018/01/05/laser-powered-bat-drones-really/>

4.b Traduce las lecciones de la naturaleza en estrategias de diseño. Reescribe la estrategia sin utilizar términos biológicos y conéctala con las funciones y el contexto desde una perspectiva humana.

Características clave y adaptaciones Mecánica de vuelo

- **Membranas flexibles:** imitando las alas de los murciélagos, los MAV pueden diseñarse con materiales flexibles para navegar por pasillos estrechos.
- **Movimiento de aleteo eficiente:** utilizando aleaciones metálicas con memoria de forma, los MAV pueden replicar el movimiento de aleteo de los murciélagos, proporcionando un rango de movimiento completo y volviendo a la posición original.

Sistemas de control autónomos

- **Imágenes térmicas 3D y radar:** Estas tecnologías permiten a los investigadores estudiar el vuelo de los murciélagos en grupos y seguir su migración, lo que proporciona información valiosa para la navegación de los MAV.

Microelectrónica y sensores

- **Cámaras estéreo y micrófonos:** los MAV pueden equiparse con cámaras y micrófonos diminutos para recopilar datos visuales y auditivos.
- **Sensores ambientales:** Se pueden integrar en los MAV sensores para detectar radiación nuclear, gases tóxicos y otras amenazas.
- **Radar de baja potencia:** permite a los MAV navegar en la oscuridad y detectar obstáculos.

Eficiencia energética

- **Recuperación de energía:** los MAV pueden aprovechar la energía solar, eólica y de las vibraciones para recargar sus baterías, lo que garantiza un funcionamiento continuado.
- **Diseño ligero:** gracias al uso de materiales avanzados, los MAV pueden diseñarse para ser ligeros pero resistentes, de forma similar al esqueleto de los murciélagos.



<https://record.umich.edu/articles/com-bat-research-takes-flight/> <https://newatlas.com/bat-inspired-drone-flies-walks/35744/>

Paso 5 – Emular

5.a Enumera la información clave y explora tantas ideas como sea posible.

- **Construcción ligera:** uso de materiales avanzados, miniaturización.
- **Eficiencia aerodinámica:** diseño optimizado del perfil aerodinámico, mecanismos de alas batientes.
- **Capacidades de sigilo:** materiales que absorben el radar (RAM), reducción de la firma infrarroja y acústica.
- **Sensores y aviónica avanzados:** cámaras de alta resolución, transmisión de datos en tiempo real.
- **Funcionamiento autónomo:** IA y aprendizaje automático, capacidades de enjambre.

5.b Organiza tus ideas en categorías que incluyan las características, el contexto, las limitaciones, etc., y selecciona los conceptos de diseño que mejor se adapten a tu solución.

	Contexto	Características	Limitaciones
Ligero Construcción	Aplicaciones Aplicaciones	Materiales materiales	Integridad estructural

		Integración tecnológica	Miniaturización Diseño eficiente Construcción modular	Coste Factores medioambientales Complejidad de fabricación
	Eficiencia aerodinámica		Relación sustentación/resistencia (L/D) Diseño del ala Superficie lisa Perfiles aerodinámicos optimizados	Integridad estructural Peso y equilibrio Factores ambientales Coste y complejidad
	Capacidades de sigilo		Baja sección transversal al radar (RCS) Supresión de infrarrojos Reducción de la firma acústica Camuflaje visual	Complejidad del diseño Peso y carga útil Coste y viabilidad Mantenimiento y durabilidad
	Sensores avanzados y aviónica		Sensores de alta resolución Sistemas de navegación autónoma Procesamiento de datos en tiempo real Sistemas de comunicación seguros Conjunto integrado de aviónica	Tamaño, peso y potencia (SWaP) Resistencia ambiental Coste y complejidad Mantenimiento y capacidad de actualización
	Funcionamiento autónomo		IA y aprendizaje automático Sensores avanzados Procesamiento de datos en tiempo real	Consideraciones normativas y éticas Factores ambientales Tamaño, peso y potencia (SWaP)

			Sistemas de comunicación seguros Mecanismos de redundancia y a prueba de fallos	Coste y complejidad Mantenimiento y capacidad de actualización
	Idea seleccionada Capacidades de sigilo.			
Paso 6 – Evaluar	6.a Evalúa los conceptos de diseño en cuanto a su adecuación a los criterios y restricciones del reto de diseño, así como su compatibilidad con los sistemas terrestres. Evalúa la viabilidad tanto de los modelos técnicos como de los modelos de negocio. Capacidades de sigilo • Materiales que absorben el radar (RAM): Uso de materiales que absorben las ondas de radar para reducir la sección transversal al radar (RCS) del MAV y mejorar el sigilo. • Reducción de la firma infrarroja y acústica: Sistemas de refrigeración avanzados y materiales amortiguadores del ruido para minimizar las emisiones de calor y sonido, lo que dificulta la detección del MAV. Restricciones • Potencia y autonomía: es fundamental equilibrar los requisitos de potencia del MAV con su autonomía. Se necesitan sistemas eficientes de almacenamiento y gestión de energía para maximizar el tiempo de vuelo. • Capacidad de carga útil: El MAV debe ser capaz de transportar los sensores y el equipo de comunicación necesarios sin comprometer su rendimiento de vuelo. • Factores ambientales: El MAV debe ser capaz de operar en diversas condiciones ambientales, incluyendo viento, lluvia y temperaturas variables. • Coste y escalabilidad: Desarrollar MAV rentables que puedan fabricarse a gran escala sin perder alto rendimiento y fiabilidad. Compatibilidad con los sistemas terrestres • Impacto medioambiental: Utilizar materiales respetuosos con el medio ambiente y sistemas energéticamente eficientes para minimizar la huella ecológica. Garantizar que el MAV no interfiera con la fauna y los ecosistemas locales. • Entornos operativos: El MAV debe ser lo suficientemente versátil como para operar en diversos entornos, desde zonas urbanas hasta lugares remotos, manteniendo al mismo tiempo el sigilo y la eficiencia.			

Viabilidad técnica

- **Tecnologías avanzadas:** La integración de materiales, sensores y tecnologías de IA de vanguardia es técnicamente viable, pero requiere una inversión significativa en I+D.
- **Conceptos probados:** Los MAV existentes y tecnologías similares demuestran la viabilidad de diseños ligeros, eficientes y sigilosos para aplicaciones militares.

Viabilidad del modelo de negocio

- **Altos costes de desarrollo:** La inversión inicial es considerable, pero los beneficios a largo plazo, en términos de capacidades estratégicas y eficiencia operativa, justifican el gasto.
- **Demanda del mercado:** La fuerte demanda de los sectores militares de capacidades avanzadas de reconocimiento y vigilancia garantiza un mercado viable.

Costes del ciclo de vida

Aunque los costes de mantenimiento y operativos son elevados, las ventajas estratégicas y la vida útil prolongada proporcionan un retorno de la inversión favorable.

6.b Revisar y reconsiderar los pasos anteriores según sea necesario para generar una solución viable.

El diseño de un vehículo aéreo micro (MAV) robótico, ligero, altamente eficiente y sigiloso para aplicaciones militares implica abordar varios retos de diseño, criterios y limitaciones.

El principal reto consiste en integrar múltiples tecnologías avanzadas y principios de diseño para lograr un equilibrio entre una construcción ligera, la eficiencia aerodinámica, las capacidades de sigilo y el funcionamiento autónomo. Esto implica superar complejidades técnicas y garantizar que el MAV cumpla con los estrictos requisitos militares.

En conclusión, el diseño de un MAV robótico ligero, altamente eficiente y sigiloso para aplicaciones militares es viable tanto desde el punto de vista técnico como económico, dadas las importantes ventajas estratégicas y la adecuación a las necesidades militares modernas.

Recursos adicionales:

<https://biomimicry.org/> <https://en.wikipedia.org/wiki/Bat#References>

<https://news.umich.edu/sensors-for-bat-inspired-spy-plane-under-development/>

<https://www.popsci.com/science/article/2010-11/bat-research-inspires-disciplines-far-beyond-biology/>

<https://newatlas.com/bat-inspired-drone-flies-walks/35744/> <https://newatlas.com/metal-muscled-robo-bat/12188/>



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 pueden ser consideradas responsables de las mismas.



<https://www.popsci.com/technology/bats-weird-wings-inspired-this-drone/>

https://en.wikipedia.org/wiki/Bat_wing_development https://en.wikipedia.org/wiki/Bat_flight#Evolution



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 pueden ser consideradas responsables de las mismas.



Módulos de formación del WP3 sobre diseño de procesos biomiméticos

Tarea 3.1/ A1. Desarrollo de un kit de autoaprendizaje para estudiantes de FP - LP: ATS / CPs: TODOS IMITEMOS SOLUCIONES

Una solución se refiere a los pasos aplicados para resolver el reto identificado, a través de la biomimética.

Solución: Un novedoso mecanismo de alimentación antiobstrucción de las mantarrayas

DISEÑO BIOMIMÉTICO	Descripción
Paso 2 – Biologizar	2.a Pregúntate cómo la naturaleza puede resolver esto. ¿Cómo pueden las mantarrayas filtrar el alimento de forma más eficiente y alimentarse sin obstrucciones? Contexto Las mantarrayas, pertenecientes al género Mobula, pueden alcanzar una envergadura de hasta 7 metros (23 pies) y pesar hasta 1.360 kg. Son parientes cercanas de los tiburones y habitan en aguas templadas cálidas, subtropicales y tropicales. Las mantarrayas son filtradoras y macropredadoras, y consumen grandes cantidades de zooplancton y peces de tamaño pequeño a mediano. Se alimentan por filtración nadando con la boca abierta, utilizando órganos filtradores especializados para atrapar partículas de alimento. Su sistema de filtración es muy eficiente y resistente a las obstrucciones, ya que utiliza lóbulos en forma de hoja para alejar las partículas de alimento del filtro. Las mantarrayas desempeñan un papel crucial en sus ecosistemas al concentrar la biomasa y eliminar el exceso de nutrientes del agua. Muestran diversos comportamientos alimenticios, como la natación horizontal, las volteretas y formaciones de alimentación en grupo como los «ciclones». Lamentablemente, las mantarrayas están clasificadas como «Vulnerables» por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza debido a amenazas como la contaminación, el enredo en redes de pesca y la recolección de sus branquias. Están protegidas en aguas internacionales, pero siguen siendo vulnerables cerca de la costa. 2.b Pregúntate: «¿Qué quiero que haga mi diseño?» • Reducir la contaminación por microplásticos: El objetivo principal es filtrar las partículas finas de plástico del agua, reduciendo así la contaminación y sus efectos nocivos sobre la vida marina y los ecosistemas. • Mejorar la eficiencia de filtración: Inspirado en el sistema de filtración natural de la manta raya, el diseño tiene como objetivo lograr una alta eficiencia de filtración al tiempo que se minimiza la obstrucción y el mantenimiento. • Proporcionar una solución sostenible para el reto planteado: El filtro pretende diseñarse para ser energéticamente eficiente y sostenible, en consonancia con objetivos medioambientales como los esbozados en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas, en particular el Objetivo 11: Ciudades y comunidades sostenibles.



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 pueden ser consideradas responsables de las mismas.



Paso 3 – Descubrir

2.c Dale la vuelta a la pregunta. Considera funciones opuestas.

¿Cómo consiguen las mantarrayas filtrar e ingerir plancton evitando al mismo tiempo una ingesta excesiva de agua de mar?

3.a Busca modelos naturales que coincidan con las mismas funciones y el mismo contexto que tu solución de diseño.

- **Espojas:** Las esponjas marinas filtran el agua a través de sus cuerpos porosos, capturando partículas tan pequeñas como las bacterias. Su estructura y la dinámica de flujo que crean pueden inspirar sistemas de filtración de bajo consumo y alta eficiencia.
- **Hojas de los árboles:** Las microestructuras de la superficie de las hojas de los árboles pueden capturar partículas en suspensión del aire. Este proceso de filtración natural puede inspirar diseños que utilicen estructuras superficiales similares para mejorar la captura de partículas.
- **Panales:** La estructura hexagonal de los panales proporciona una gran superficie para la filtración al tiempo que mantiene la integridad estructural. Este diseño puede imitarse para crear filtros que sean a la vez eficientes y duraderos.

3.b Identifica a expertos y conéctate con comunidades de biólogos y naturalistas.

- Ingenieros del MIT.
- Instituto de Biomimética.
- Universidad Estatal de California-Fullerton.
- AskNature.
- ResearchGate.
- Red Global de Biomimética.

Paso 4 – Resumen

4.a Resume los elementos clave de la estrategia biológica. Destaque las funciones principales y las palabras clave. Si es posible, elabore un diagrama o dibujo y/o busque imágenes que puedan servir de referencia para el diseño.

- **Alimentación por filtración:** Las mantarrayas son filtradoras, consumen zooplancton y peces pequeños filtrando el agua a través de estructuras branquiales especializadas.
- **Filtración sin obstrucciones:** utilizan un mecanismo de separación por rebote para filtrar partículas más pequeñas que el tamaño de los poros, lo que permite altos caudales y evita las obstrucciones.
- **Adquisición de nutrientes:** Recogen nutrientes alimentándose de materia orgánica y organismos más pequeños suspendidos en el agua.
- **Ingeniería de ecosistemas:** Las mantarrayas desempeñan un papel en la condensación de biomasa, la eliminación del exceso de nutrientes y la bioacumulación, actuando como organismos indicadores.



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 pueden ser consideradas responsables de las mismas.



<https://www.earth.com/news/manta-rays-inspire-a-new-design-for-water-filters/>

4.b Traduce las lecciones de la naturaleza en estrategias de diseño. Reescribe la estrategia sin utilizar términos biológicos y conéctala con las funciones y el contexto desde una perspectiva humana.

Filtración eficiente

- **Objetivo:** Desarrollar un sistema de filtración capaz de gestionar caudales elevados y capturar eficazmente pequeñas partículas de plástico.
- **Inspiración:** Las mantarrayas utilizan un método en el que el agua fluye a través de estructuras que crean turbulencias, lo que hace que las partículas reboten y sean capturadas.
- **Aplicación:** Diseñar filtros con aletas o placas inclinadas que generen corrientes de remolino, dirigiendo las partículas de plástico hacia una zona de recogida y permitiendo al mismo tiempo el paso del agua limpia.

Mecanismo anti-obstrucción

- **Objetivo:** Garantizar que el sistema de filtración siga funcionando sin necesidad de un mantenimiento frecuente.
- **Inspiración:** El sistema de filtración de las mantarrayas evita las obstrucciones mediante un mecanismo de rebote.
- **Aplicación:** Incorporar estructuras que hagan que las partículas reboten en las superficies, evitando la acumulación y la obstrucción. Utilizar aletas ajustables para redirigir el flujo de agua y eliminar cualquier partícula atrapada.

Diseño modular

- **Objetivo:** Crear un sistema escalable y adaptable que pueda implementarse en diversos cuerpos de agua.
- **Inspiración:** La naturaleza modular de las estructuras branquiales de las mantarrayas.
- **Aplicación:** Desarrollar unidades modulares que puedan combinarse para formar sistemas de filtración más grandes. Cada unidad debe tener una abertura para aspirar agua y estructuras internas para filtrar los plásticos.

Economía circular



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 pueden ser consideradas responsables de las mismas.

- **Objetivo:** Utilizar los residuos plásticos recogidos para crear nuevas unidades de filtración, promoviendo la sostenibilidad.
- **Inspiración:** El ciclo continuo de captura y utilización de nutrientes en las mantarrayas.
- **Implementación:** Diseñar el sistema para recoger y compactar los residuos plásticos, que luego pueden reciclarse en nuevas unidades de filtración, reduciendo así los residuos plásticos totales y apoyando una economía circular.

Impacto en la comunidad y el ecosistema

- **Objetivo:** Involucrar a las comunidades locales en la instalación y el mantenimiento de los sistemas de filtración.
- **Inspiración:** Los comportamientos de alimentación colaborativa de las mantarrayas.
- **Implementación:** Involucrar a las comunidades locales en la instalación y el mantenimiento de los sistemas de filtración, proporcionando educación sobre la contaminación plástica y sus impactos. Fomentar la implicación y la participación de la comunidad para garantizar el éxito a largo plazo.



5.a Enumera la información clave y explora tantas ideas como sea posible. Información clave

- **Mecanismo de filtración:** El filtro debe emplear un mecanismo que capture eficazmente las partículas finas de plástico, lo que puede incluir barreras físicas, atracción electrostática o adsorción química.
- **Selección de materiales:** La elección de los materiales adecuados es crucial. Materiales como el polipropileno, el poliéster y el nailon se utilizan habitualmente debido a su durabilidad y eficiencia de filtración. El material también debe ser resistente a las obstrucciones y fácil de limpiar o sustituir.
- **Estructura del filtro:** La estructura del filtro desempeña un papel importante en su eficiencia. Los filtros de profundidad, que tienen múltiples capas, pueden capturar partículas de diferentes tamaños. El diseño debe maximizar la superficie mientras se mantiene el flujo de aire.

Paso 5 – Emular

- **Eficiencia energética:** El filtro debe funcionar con un bajo consumo de energía. Esto implica optimizar el diseño para reducir la resistencia al flujo de aire, lo que puede ayudar a reducir la energía necesaria para la filtración.
- **Durabilidad y mantenimiento:** El filtro debe ser duradero y requerir un mantenimiento mínimo. Esto incluye garantizar que los materiales utilizados puedan soportar el entorno operativo y que el filtro se pueda limpiar o sustituir fácilmente.

Ideas innovadoras

uso de nanomateriales como nanofibras u otros materiales sostenibles, filtros electrostáticos, filtros inteligentes, diseño modular, mecanismo de autolimpieza, filtrado adaptativo

5.b Organiza tus ideas en categorías que incluyan las características, el contexto, las limitaciones, etc., y selecciona los conceptos de diseño que mejor se adapten a tu solución.

	Contexto	Características	Limitaciones
Mecanismo de filtración	Aplicaciones medioambientales	Eficiencia de filtración Filtración multietapa Estructura porosa Altos caudales y baja obstrucción Mecanismos de autolimpieza Materiales avanzados	Rango de tamaño de las partículas Caudal y caída de presión Durabilidad y mantenimiento Coste y escalabilidad Compatibilidad e impacto medioambiental
Selección de materiales		Alta eficiencia de filtración Durabilidad y resistencia química Baja caída de presión No tóxico y respetuoso con el medio ambiente	Coste Facilidad de fabricación Mantenimiento y longevidad Compatibilidad con los sistemas existentes
Estructura del filtro		Estructura porosa Diseño multicapa Alta permeabilidad	Rango de tamaño de partículas Durabilidad y mantenimiento

Paso 6: Evaluar			Mecanismo de autolimpieza	Coste y escalabilidad Compatibilidad medioambiental
	Eficiencia energética		Baja caída de presión Alta permeabilidad Materiales avanzados Mecanismos de autolimpieza	Coste Durabilidad y mantenimiento Escalabilidad Compatibilidad medioambiental
	Durabilidad y mantenimiento		Materiales duraderos Resistencia a la humedad y a los productos químicos Diseño estructural robusto Mecanismos de autolimpieza	Coste Facilidad de mantenimiento Compatibilidad medioambiental Vida útil
	Idea seleccionada Mecanismos de filtración. 6.a Evalúa los conceptos de diseño en cuanto a su adecuación a los criterios y limitaciones del reto de diseño, así como su compatibilidad con los sistemas de la Tierra. Evalúa la viabilidad tanto de los modelos técnicos como de los modelos de negocio. • Filtración en varias etapas: Incorporación de múltiples etapas para capturar una amplia gama de tamaños de partículas, desde residuos de gran tamaño hasta microplásticos. • Estructura porosa: Utilización de una estructura porosa tridimensional para maximizar la superficie de filtración y mejorar la eficiencia. Restricciones • Rango de tamaños de partículas: El filtro debe capturar una amplia gama de tamaños de partículas, lo que requiere un control preciso del tamaño y la distribución de los poros. • Caudal y caída de presión: Mantener caudales elevados y minimizar la caída de presión es crucial para la eficiencia y el coste operativo. • Coste y escalabilidad: El desarrollo de una solución rentable que pueda producirse a gran escala es esencial para su adopción generalizada.			



- **Durabilidad y mantenimiento:** Garantizar que los materiales y el diseño del filtro puedan soportar un uso prolongado y los factores de estrés ambiental, a la vez que sean fáciles de mantener.

Compatibilidad con los sistemas de la Tierra

- **Impacto ambiental:** Utilizar materiales respetuosos con el medio ambiente y sistemas energéticamente eficientes para minimizar la huella ecológica. Garantizar que el filtro no interfiera con la fauna y los ecosistemas locales.
- **Entornos operativos:** El filtro debe ser lo suficientemente versátil como para funcionar en diversos entornos, desde zonas urbanas hasta lugares remotos, sin perder eficiencia.

Viabilidad técnica

- **Tecnologías avanzadas:** La integración de materiales y principios de diseño de vanguardia es técnicamente viable, pero requiere una inversión significativa en I+D.
- **Conceptos probados:** Las tecnologías de filtración existentes y los mecanismos de filtración natural demuestran la viabilidad de diseños eficientes y duraderos.

Viabilidad del modelo de negocio

- **Altos costes de desarrollo:** La inversión inicial es considerable, pero los beneficios a largo plazo en términos de impacto medioambiental y eficiencia operativa justifican el gasto.
- **Demanda del mercado:** La fuerte demanda de soluciones para la contaminación por microplásticos garantiza un mercado viable para el filtro.
- **Costes del ciclo de vida:** Aunque los costes de mantenimiento y operativos son elevados, las ventajas estratégicas y la vida útil prolongada proporcionan un retorno de la inversión favorable.

6.b Revisar y reconsiderar los pasos anteriores según sea necesario para generar una solución viable.

El diseño de un **filtro de partículas plásticas finas** implica abordar varios retos de diseño, criterios y limitaciones.

El principal reto es crear un filtro que capture eficazmente las partículas plásticas finas del agua, al tiempo que mantiene altos caudales, minimiza la caída de presión y garantiza la durabilidad y la facilidad de mantenimiento. Esto implica integrar materiales avanzados y principios de diseño innovadores inspirados en mecanismos de filtración naturales, como los que utilizan las mantarrayas.

En conclusión, el diseño de un filtro de partículas plásticas finas es viable tanto desde el punto de vista técnico como económico, dados los importantes beneficios medioambientales y la alineación con los objetivos de sostenibilidad.

Recursos adicionales



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 pueden ser consideradas responsables de las mismas.



<https://biomimicry.org/>

https://en.wikipedia.org/wiki/Filter_feeder#See_also https://en.wikipedia.org/wiki/Manta_ray#Feeding

<https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.aat9533> <https://asknature.org/innovation/rticulate-matter-filters-inspired-by-manta-rays/>

<https://asknature.org/strategy/fins-funnel-food/>

<https://asknature.org/innovation/plastic-filtering-device-inspired-by-the-manta-ray-and-basking-shark/>

<https://scitechdaily.com/what-mit-scientists-discovered-about-manta-rays-is-revolutionizing-water-filtration/>

<https://www.kickstarter.com/projects/367174604/floating-coconet-cleaning-plastic-rivers>

<https://www.weforum.org/stories/2016/12/using-technology-inspired-by-manta-rays-to-count-the-plastic-in-our-oceans/>

<https://marinemegafauna.org/field-updates/microplastics-no-small-problem>



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 pueden ser consideradas responsables de las mismas.



WP3 Módulos de formación sobre diseño de procesos biomiméticos

Tarea 3.1/ A1. Desarrollo de un kit de autoaprendizaje para estudiantes de FP - LP: ATS / CPs: TODOS IMITEMOS SOLUCIONES

Una solución se refiere a los pasos aplicados para resolver el reto identificado, a través de la biomimética.

Solución: Las sustancias señalizadoras únicas de las frutas y verduras

DISEÑO BIOMIMÉTICO	Descripción
Paso 2 – Biologizar	2.a Pregúntate cómo la naturaleza puede resolver esto. ¿Cómo activan las frutas y verduras sus mecanismos de defensa al separarse de la planta madre? Contexto Cuando las frutas y verduras se separan de la planta madre, activan varios mecanismos de defensa para protegerse del deterioro y los ataques microbianos, tales como: • Activación de los mecanismos de defensa: producción y regulación del etileno, producción de fitoalexinas, antimicrobianos naturales, producción de especies reactivas de oxígeno (ROS), respuesta antioxidante • Interacción hormonal, señales químicas y comunicación: compuestos orgánicos volátiles (COV), ácido jasmónico y ácido salicílico, efectos sinérgicos • Cambios estructurales: refuerzo de la pared celular, fortalecimiento de la cutícula 2.b Pregúntate: «¿Qué quiero que haga mi diseño?» El objetivo del diseño es desarrollar sobres innovadores que aprovechen los mecanismos de defensa naturales de las frutas y verduras para prolongar su vida útil, analizando las señales únicas de las plantas. Los sobres deben funcionar a temperatura ambiente, manteniendo los alimentos frescos incluso en zonas sin acceso a instalaciones de almacenamiento en frío ni a una cadena de suministro refrigerada. Las bolsitas deben prolongar la vida útil de las frutas y verduras seleccionadas entre un 40 % y un 60 %. Esto reducirá el desperdicio de alimentos, mejorará la seguridad alimentaria y apoyará los medios de vida de los pequeños agricultores, las comunidades locales y las zonas afectadas. 2.C Dale la vuelta a la pregunta. Considera funciones opuestas. ¿Cómo influyen factores ambientales como la temperatura y la humedad en la producción y la respuesta a las señales de maduración de los productos cosechados?
Paso 3: Descubre	3.a Busca modelos naturales que coincidan con las mismas funciones y el mismo contexto que tu solución de diseño.



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 pueden ser consideradas responsables de las mismas.

Paso 4 – Resumen

- **Cereales y semillas:** letargo natural, cáscara exterior dura.
- **Frutos secos:** contenido en aceite, cáscaras protectoras.
- **Hierbas y especias:** aceites esenciales, conservantes naturales.
- **Algas:** polisacáridos, compuestos antioxidantes.
- **Miel:** propiedades antimicrobianas naturales, larga vida útil.

3.b Identificar a expertos y conectar con comunidades de biólogos y naturalistas.

- GreenPod Labs.
- Estrategia «De la granja a la mesa» de la Unión Europea.
- Políticas nacionales sobre seguridad alimentaria.

4.a Resumir los elementos clave de la estrategia biológica. Destacar las funciones principales y las palabras clave. Si es posible, hacer un diagrama o dibujo y/o buscar imágenes que puedan servir de referencia para el diseño.

- **Regulación del etileno:** Modular los niveles de etileno para controlar el proceso de maduración.
- **Defensa antimicrobiana:** Estimular la producción de compuestos antimicrobianos naturales para proteger contra las infecciones microbianas.
- **Actividad antioxidante:** Aumentar las defensas antioxidantes para reducir el estrés oxidativo y retrasar el deterioro.
- **Compuestos orgánicos volátiles (COV):** Liberar COV para mejorar la señalización de defensa y disuadir a las plagas y los patógenos.
- **Integridad estructural:** Reforzar las defensas estructurales, como las paredes celulares y las cutículas, para crear barreras contra los patógenos.
- **Interacción hormonal:** Facilita la interacción entre diferentes vías hormonales para garantizar una respuesta de defensa equilibrada.

Derechos de autor de la imagen
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27005823>



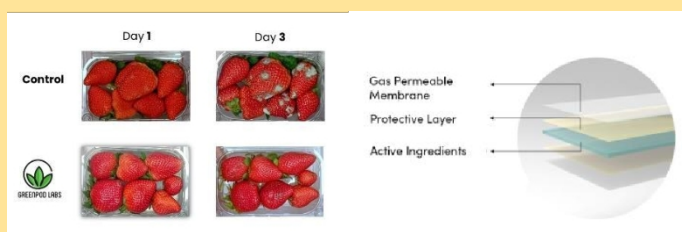
4.b Traduce las lecciones de la naturaleza en estrategias de diseño. Reescribe la estrategia sin utilizar términos biológicos y conéctala con las funciones y el contexto desde una perspectiva humana.

Una estrategia consiste en crear una forma de aprovechar las sustancias de señalización naturales únicas de diferentes frutas y verduras y capturarlas en pequeños sobres que puedan colocarse en cajas de productos específicos.

Los puntos clave que la estrategia podría implementar son:

- **Control de la maduración:** uso de materiales que puedan gestionar los gases naturales producidos por las frutas y verduras para ralentizar su proceso de maduración.
- **Perspectiva humana:** implementar una solución para evitar que las frutas y verduras maduren demasiado rápido, de modo que se mantengan frescas durante más tiempo y se reduzca el desperdicio.
- **Prevención de infecciones:** incorporar sustancias que combatan de forma natural las bacterias y el moho, manteniendo los productos seguros para el consumo.
- **Perspectiva humana:** disponer de un desinfectante integrado que proteja los alimentos de la descomposición causada por gérmenes y moho.
- **Reducción del deterioro:** mejorar la capacidad de los productos para mantenerse frescos mediante el uso de elementos que protejan contra los daños del entorno.
- **Perspectiva humana:** Investigar los antioxidantes que se utilizan en el cuidado de la piel para mantenerla sana y joven, y aplicarlos a las frutas y verduras.
- **Ahuyentar las plagas:** Implementar una solución que libere aromas naturales que repelan a los insectos y otras plagas, evitando que dañen los productos.
- **Perspectiva humana:** Investigar soluciones como repelentes naturales de insectos que mantengan a los bichos alejados de los alimentos, garantizando que estos permanezcan intactos.
- **Refuerzo de la protección:** Implementar una solución para reforzar las capas externas de los productos, de modo que resulte más difícil que las plagas y los microbios penetren en ellos.
- **Perspectiva humana:** Añadir una capa extra de protección, como un recubrimiento duradero para evitar arañazos y daños.

Derechos de autor de la imagen <https://greenpodlabs.com>



Paso 5 – Emular

5.a Enumera la información clave y explora tantas ideas como sea posible.

- Sobres de ingrediente activo añadidos al envase.
- Envases con indicadores que cambian de color o de propiedades.
- Bolsitas de control de humedad.
- Recubrimiento comestible.
- Envasado en atmósfera modificada.
- Envasado al vacío.
- Envases antimicrobianos.

5.b Organiza tus ideas en categorías que incluyan las características, el contexto, las limitaciones, etc., y selecciona los conceptos de diseño que mejor se adapten a tu solución.

	Contexto	Características	Restricciones
Sobres de ingrediente activo añadidos al envase	Conservación de alimentos Reducción del desperdicio de alimentos Regiones en desarrollo Sostenibilidad	Extractos naturales de plantas Materiales biodegradables Versatilidad Facilidad de uso Rentabilidad	Sensibilidad a la temperatura Vida útil limitada Adopción inicial Escalabilidad Aprobación reglamentaria
Envases con indicadores que cambian de color o de propiedades	Reducción del desperdicio de alimentos Demanda de los consumidores Avances tecnológicos	Indicadores visuales de frescura Monitorización en tiempo real Personalizable	Coste Precisión y fiabilidad Sensibilidad ambiental Aprobación normativa Aceptación por parte del consumidor
Paquetes de control de humedad	Conservación de alimentos Amplia aplicación de	Control de la humedad Larga duración Fácil de usar	Coste Sensibilidad medioambiental Eliminación

	Productos en la industria alimentaria Regiones en desarrollo	Uso de ingredientes naturales en la composición	Aprobación reglamentaria
Recubrimiento comestible	Conservación de alimentos Aplicación global Sostenibilidad	Ingredientes naturales Propiedades de barrera Propiedades antimicrobianas Biodegradable Versátil	Coste Técnicas de aplicación Vida útil del recubrimiento Aprobación reglamentaria Aceptación por parte del consumidor
Envasado en atmósfera modificada	Conservación de alimentos Avances tecnológicos	Mezcla de gases Láminas barrera Vida útil prolongada	Complejidad de los costes Impacto medioambiental Sensibilidad a la temperatura Aprobación reglamentaria
Envasado al vacío	Amplia aplicación de los productos en la industria alimentaria Productos no consumibles	Mayor vida útil Conservación de la calidad Aprovechamiento del espacio Versatilidad Protección de barrera	Coste Limitación de materiales Preocupaciones medioambientales

Envases antimicrobianos	Amplia aplicación de los productos en la industria alimentaria	Mayor vida útil Seguridad alimentaria	Coste Compatibilidad de los materiales
	Productos ecológicos	Calidad Conservación	Aprobación Aprobación
	Productos exportados	Control de liberación	Impacto impacto

El mejor concepto de diseño son los **sobres de ingrediente activo añadidos al envase**:

- **Mayor vida útil:** los sobres de ingrediente activo mantienen las condiciones óptimas en el interior del envase, reduciendo el deterioro de los alimentos y el desperdicio.
- **Protección específica:** Diseñados para abordar mecanismos de deterioro específicos, preservando la calidad y la seguridad del producto.
- **Menor necesidad de conservantes:** minimiza la necesidad de conservantes químicos, lo que hace que los alimentos sean más saludables y reduce el impacto medioambiental.
- **Reducción del material de envase:** Protección más eficiente en comparación con las múltiples capas de envase, lo que reduce los residuos.
- **Sostenibilidad:** Muchos sobres son biodegradables o reciclables, lo que contribuye a ofrecer soluciones de envasado sostenibles.
- **Comodidad para el consumidor:** Mantiene la frescura incluso después de abrirlo, lo que reduce la probabilidad de tirar productos parcialmente consumidos.
- **Rentabilidad:** El coste inicial se compensa con la reducción del desperdicio de alimentos y la prolongación de la vida útil, lo que se traduce en un ahorro de costes a largo plazo.

Paso 6 – Evaluar

6.a Evalúa los conceptos de diseño en cuanto a su adecuación a los criterios y limitaciones del reto de diseño, así como su compatibilidad con los sistemas de la Tierra. Evalúa la viabilidad del modelo técnico y de negocio.

Restricciones	Premisa	Evaluación de la solución
Vida útil limitada	Las frutas y verduras frescas tienen una	Implementar tecnologías de envasado activo, como bolsitas de ingredientes activos añadidas en

	vida útil corta, lo que genera un desperdicio significativo.	embalaje, para prolongar la frescura y la vida útil de los productos
Comportamiento de los consumidores	Los consumidores suelen desechar alimentos debido a la confusión sobre las fechas de caducidad o a un almacenamiento inadecuado	Educar a los consumidores sobre los beneficios y el uso adecuado de estos sobres
Ineficiencias en la cadena de suministro	Las ineficiencias en la cadena de suministro pueden provocar retrasos y el deterioro de los productos frescos	Desarrollar sobres adaptados a tipos específicos de productos. Las diferentes frutas y verduras tienen requisitos de almacenamiento únicos, por lo que las soluciones personalizadas pueden optimizar su conservación en caso de retrasos en el suministro
Estándares estéticos	Los minoristas suelen rechazar envases que restan valor a la experiencia general del usuario	Las bolsitas se pueden diseñar en diversas formas, tamaños y colores para adaptarse a la estética del envase. Esta personalización ayuda a mantener la armonía visual del producto
Alto coste de los envases avanzados	Las soluciones de envasado avanzadas pueden resultar caras, lo que limita su adopción	Invertir en investigación y desarrollo para crear alternativas de envase rentables
Impacto medioambiental de los envases	Los materiales de envase tradicionales contribuyen a la contaminación ambiental	Desarrollar y utilizar materiales de envasado biodegradables o reciclables
Falta de infraestructura para la donación de alimentos	Los excedentes de productos agrícolas suelen desperdiciarse debido a una infraestructura de donación inadecuada	Establecer redes sólidas para la donación de alimentos, incluyendo colaboraciones con bancos de alimentos y organizaciones benéficas

Compatibilidad con los sistemas de la Tierra



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 pueden ser consideradas responsables de las mismas.

- **Biodegradabilidad:** Las bolsitas fabricadas con materiales biodegradables se descomponen de forma natural, lo que reduce el impacto medioambiental.
- **Reciclabilidad:** Las bolsitas reciclables reducen los residuos al permitir que los materiales se reprocesen y reutilicen.
- **Componentes no tóxicos:** el uso de materiales no tóxicos evita que las sustancias químicas nocivas afecten a la calidad del suelo y del agua.
- **Eficiencia energética:** la producción energéticamente eficiente minimiza la huella de carbono, utilizando fuentes de energía renovables.
- **Reducción de residuos:** Alargar la vida útil reduce el desperdicio de alimentos, disminuyendo las emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de los vertederos.
- **Abastecimiento sostenible:** Los materiales deben proceder de fuentes sostenibles, utilizando recursos renovables sin dañar el medio ambiente.

Viabilidad técnica de la implementación de un sobre de ingrediente activo añadido al envase para reducir los residuos

Situación actual

Las tecnologías de envases activos están bien investigadas y se han implementado de diversas formas. La innovación continua está dando lugar a soluciones más eficientes y rentables. Los avances en nanotecnología y ciencia de los materiales están mejorando la eficacia de los envases activos.

Viabilidad

Aunque el desarrollo y la implementación de estos sobres suponen una inversión inicial, la reducción del desperdicio de alimentos y la prolongación de la vida útil pueden generar un ahorro significativo de costes a largo plazo. Los sobres de ingredientes activos pueden adaptarse para satisfacer las necesidades de diversos productos alimenticios y tamaños de envase. Esta flexibilidad los hace adecuados para una amplia gama de aplicaciones.

Viabilidad del modelo de negocio

1. Propuesta de valor

- **Vida útil prolongada:** El valor principal es prolongar la vida útil de las frutas y verduras, reduciendo el desperdicio de alimentos y ahorrando costes tanto para los minoristas como para los consumidores.
- **Sostenibilidad:** Destacar los beneficios medioambientales, como la reducción del desperdicio de alimentos y el uso de materiales biodegradables o reciclables.
- **Garantía de calidad:** Asegurar que los productos se mantengan frescos y de alta calidad durante más tiempo, mejorando la satisfacción del cliente.

2. Segmentos de clientes

- **Minoristas:** Supermercados y tiendas de alimentación que buscan reducir el desperdicio y mejorar la vida útil de sus productos.

- **Distribuidores de alimentos:** Empresas que transportan y almacenan grandes cantidades de productos perecederos.
- **Consumidores:** Usuarios finales que desean mantener sus productos frescos durante más tiempo.
- **Agricultores y productores:** Empresas agrícolas que buscan reducir las pérdidas poscosecha.

3. Fuentes de ingresos

- **Ventas directas:** Venta de sobres directamente a minoristas, distribuidores y consumidores.
- **Servicios de suscripción:** Ofrecer un modelo de suscripción en el que los clientes reciben envíos periódicos de sobres.
- **Alianzas:** Colaborar con empresas de envasado para integrar los sobres en sus productos.
- **Concesión de licencias:** Concesión de licencias de la tecnología a otras empresas del sector del envasado de alimentos.

6.b Revisa y vuelve a examinar los pasos anteriores según sea necesario para generar una solución viable.

Plan de implementación

- Llevar a cabo actividades de I+D y desarrollar prototipos.
- Obtener las autorizaciones reglamentarias y poner en marcha la fabricación.
- Realizar una producción piloto y perfeccionar los procesos.
- Lanzar una campaña de marketing y comenzar las ventas.
- Recopilar opiniones y realizar mejoras continuas.

Recursos adicionales

<https://greenpodlabs.com/> <https://www.youtube.com/channel/UCilmiV8719puQI1NwnBQoPA> <https://asknature.org/innovation/natural-produce-preservative-packets-inspired-by-plants/>
<https://changestarted.com/solving-food-wastage-through-a-small-sachet-greenpod-labs-deepak-rajmohan/>
<https://www.foodinfotech.com/greenpod-labs-sailing-against-odds-with-tiny-sachets-of-wonder/>



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 pueden ser consideradas responsables de las mismas.



Módulos de formación del WP3 sobre diseño de procesos biomiméticos

Tarea 3.1/ A1. Desarrollo de un kit de autoaprendizaje para estudiantes de FP - LP: ATS / CPs: TODOS RETOS Y SOLUCIONES DE

LETSMIMIC

Un **reto** se refiere a un ejemplo de un problema real del pasado que se resolvió mediante la biomimética. Esta tarea tiene como objetivo identificar y documentar el reto y la solución que se aplicó.

Solución: La superficie de las alas de las mariposas

DISEÑO BIOMIMÉTICO	Descripción
Paso 2 – Biologizar	2.a Pregúntate cómo la naturaleza puede resolver esto. ¿Cómo consiguen las mariposas absorber la luz y no reflejar prácticamente nada de ella? Contexto Las mariposas han desarrollado mecanismos fascinantes para absorber la luz y no reflejar casi nada de ella, principalmente gracias a las estructuras únicas de sus alas. Las alas de las mariposas poseen propiedades antirreflectantes, que son muy eficaces para atrapar la luz, lo que hace que las alas parezcan casi negras. 2.b Pregúntate: «¿Qué quiero que haga mi diseño?». Determina las funciones clave de tu diseño e identifica contextos en la naturaleza. Las funciones pueden referirse al papel que desempeñan las adaptaciones o comportamientos de un organismo que le permiten sobrevivir. También pueden referirse a algo que tu solución de diseño debe lograr. • Absorción de luz y conversión de energía: Absorber la luz de manera eficiente y convertirla en energía utilizable para alimentar el sensor. • Detección de hidrógeno: Detectar con precisión la presencia de gas hidrógeno en diversas concentraciones. • Adaptabilidad ambiental: Funcionar de forma fiable en condiciones ambientales variables, incluidos los cambios en la intensidad de la luz, la temperatura y la humedad. • Durabilidad y longevidad: Asegurarse de que el sensor sea duradero y mantenga su rendimiento a lo largo del tiempo. • Eficiencia energética: Funcionar con un consumo mínimo de energía para maximizar la eficiencia. 2.c Da la vuelta a la pregunta. Considera funciones opuestas. ¿Cómo canalizan las mariposas la luz para comunicarse?
Paso 3 – Descubrir	3.a Busca modelos naturales que coincidan con las mismas funciones y el mismo contexto que tu solución de diseño. • El pelaje blanco de los osos polares: los osos polares tienen un pelaje blanco que refleja la mayor parte de la luz solar, lo que les ayuda a camuflarse en su



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 pueden ser consideradas responsables de las mismas.



entorno nevado y evitar el sobrecalentamiento. La estructura de su pelaje dispersa la luz, haciendo que parezca blanco y reflectante.

- **Escamas plateadas de los peces:** Muchos peces, como las sardinas y los arenques, tienen escamas plateadas que reflejan la luz, lo que los hace menos visibles para los depredadores en el agua. Las escamas contienen capas de cristales de guanina que crean un efecto similar al de un espejo, reflejando la luz y proporcionando camuflaje.
- **Hojas reflectantes de las plantas del desierto:** Algunas plantas del desierto, como la solanácea de hoja plateada, tienen hojas cubiertas de finos pelos o de una capa cerosa que refleja la luz solar. Esta adaptación ayuda a reducir la pérdida de agua y a proteger a la planta de la intensa radiación solar.
- **Plumas de colores vivos de las aves:** Aves como los pavos reales y los colibríes tienen plumas con estructuras microscópicas que reflejan la luz, creando colores iridiscentes. Estas estructuras, como los cristales fotónicos, reflejan longitudes de onda específicas de la luz, lo que da como resultado un plumaje vibrante y reflectante.
- **Superficies reflectantes en los insectos:** Ciertos insectos, como los escarabajos, tienen exoesqueletos con superficies reflectantes. Estas superficies suelen estar compuestas por estructuras multicapa que reflejan la luz, creando un aspecto metálico o iridiscente. Esto puede servir como camuflaje o como medio para atraer a las parejas.

3.b Identifica a expertos y conéctate con comunidades de biólogos y naturalistas.

- Red de Historia Natural.
- Sociedad de Biología de la Conservación (SCB).
- ResearchGate.
- INaturalist.

Paso 4 – Resumen

4.a Resume los elementos clave de la estrategia biológica. Destaque las funciones principales y las palabras clave. Si es posible, elabore un diagrama o dibujo y/o busque imágenes que puedan ilustrar el diseño.

Funciones principales

Absorción y reflexión de la luz

- **Coloración estructural:** Las mariposas utilizan estructuras a nanoescala y microescala en las escamas de sus alas para difractar e interferir con la luz, creando colores vibrantes.
- **Escamas reflectantes:** unas escamas especializadas reflejan longitudes de onda específicas de la luz mediante interferencia constructiva, lo que da lugar a colores iridiscentes.

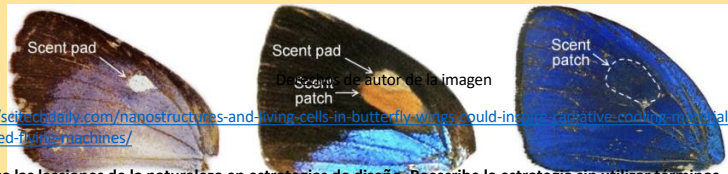
2. Comunicación ultravioleta:



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 pueden ser consideradas responsables de las mismas.

- **Reflectancia UV:** Ciertas mariposas tienen escamas alares que reflejan la luz UV, la cual se utiliza para la comunicación, especialmente durante los rituales de apareamiento.
- **Reflectancia direccional:** La reflexión de los rayos UV es altamente direccional, visible solo desde ángulos específicos, lo que facilita una comunicación discreta.
- **Pigmentación** (pigmentos pterínicos): Algunas mariposas utilizan pigmentos que absorben la luz UV, impidiendo que se refleje y mejorando el contraste para la comunicación.



<https://scitechdaily.com/nanostructures-and-living-cells-in-butterfly-wings-could-inspire-radiative-cooling-materials-advanced-thermo-machines/>

4.b Traduce las lecciones de la naturaleza en estrategias de diseño. Reescribe la estrategia sin utilizar términos biológicos y conéctala con las funciones y el contexto desde una perspectiva humana.

Funciones principales

- **Absorción y reflexión de la luz:** Implementación de superficies con microestructuras y nanoestructuras en los sensores de hidrógeno para maximizar la absorción de la luz. Estas estructuras pueden aumentar la sensibilidad del sensor al incrementar la interacción entre la luz y el material del sensor, mejorando así la detección del gas hidrógeno.
- **Comunicación ultravioleta:** Utilización de materiales sensibles a los rayos UV en los sensores de hidrógeno. Estos materiales pueden cambiar sus propiedades cuando se exponen a la luz UV, lo que permite la detección de gas hidrógeno a través de cambios en la reflectancia o la absorción de los rayos UV. Este enfoque puede proporcionar un mecanismo de detección más preciso y sensible.
- **Pigmentación:** Incorporar pigmentos o colorantes en los sensores de hidrógeno que reaccionen a la presencia de gas hidrógeno cambiando de color. Esta indicación visual puede ser una característica adicional para la detección fácil y rápida de fugas de hidrógeno.



Derechos de autor de la imagen: <https://www.rmit.edu.au/news/all-news/2020/dec/hydrogen-sensor>

Paso 5 – Emular

5.a Enumera la información clave y explora tantas ideas como sea posible. Información clave e ideas

- **Integración de cristales fotónicos:** Incorporar cristales fotónicos en el diseño del sensor para aprovechar la luz como fuente de energía. Esto puede mejorar la eficiencia energética y permitir el funcionamiento a temperatura ambiente.
- **Uso de titanio-paladio:** Crea una estructura en capas con nanodiscos de paladio como capa superior. Estos discos cambiarán sus propiedades ópticas en presencia de hidrógeno, proporcionando un mecanismo de detección fiable.
- **Sistemas de lectura óptica:** Implementar una configuración acoplada a fibra con un LED, un cuerpo de sensor que contenga la muestra reactiva y un fotodiodo para leer los cambios de reflectancia. Esta configuración garantiza una detección precisa y fiable.
- **Uso de materiales para funcionar a temperatura ambiente:** Utilizar materiales que permitan que el sensor funcione a temperatura ambiente, reduciendo así el consumo de energía y mejorando la seguridad.
- **Diseño con amplio rango de detección:** Diseña sensores para detectar un amplio rango de concentraciones de hidrógeno, desde niveles muy bajos para diagnósticos médicos hasta niveles más altos para la seguridad industrial.

5.b Organice sus ideas en categorías que incluyan las características, el contexto, las limitaciones, etc., y seleccione los conceptos de diseño que mejor se adapten a su solución.

Contexto aplicable a todas las ideas

Centrales nucleares, sistemas de energía renovable, exploración espacial, aplicaciones industriales, transporte, edificios residenciales y comerciales, investigación y desarrollo

	Características	Aplicación
Integración de cristales fotónicos	Alta sensibilidad relacionada con la interacción luz-materia mejorada Estabilidad térmica Eficiencia energética Compacto y ligero	Seguridad industrial Energías renovables Monitorización medioambiental
	Limitaciones ● Complejidad de fabricación en cuanto a precisión y control de calidad ● Sensibilidad ambiental relacionada con la temperatura, la humedad y la contaminación ● Retos de integración en cuanto a la compatibilidad del sistema y el procesamiento de señales	
Uso de titanio-paladio	Gran superficie Sensibilidad Reversibilidad	Detección de fugas en diferentes sectores de actividad Sector energético, incluidas las energías renovables Industria automovilística
	Limitaciones ● Sensibilidad a la temperatura ● El paladio es un material caro ● Durabilidad	
Sistemas de lectura óptica	Lectura no eléctrica Alta sensibilidad Tiempo de respuesta rápido	Seguridad industrial Sector energético Monitorización medioambiental
	Limitaciones ● Sensibilidad a la temperatura ● Complejidad y coste ● Interferencias	
Uso de materiales que funcionen a temperatura ambiente	Alta sensibilidad Alta afinidad Compatibilidad con tecnologías de semiconductores	Seguridad industrial Sector energético Monitorización medioambiental

		Absorción y desorción reversibles Gran superficie	
		Limitaciones ● Sensibilidad a la temperatura ● Coste ● Durabilidad	
	Diseño con amplio rango de detección	Amplio rango de concentración Alta sensibilidad y selectividad Respuesta y recuperación rápidas	Seguridad industrial Sector energético Industria automovilística
		Limitaciones ● Factores ambientales ● Coste y complejidad ● Calibración y mantenimiento	

Idea seleccionada

Integración de cristales fotónicos.

6.a Evaluar los conceptos de diseño en cuanto a su adecuación a los criterios y limitaciones del reto de diseño, así como su compatibilidad con los sistemas terrestres. Evaluar la viabilidad del modelo técnico y empresarial.

El concepto de diseño seleccionado es la integración de cristales fotónicos

1. Características

- Alta sensibilidad y selectividad: los cristales fotónicos pueden diseñarse para que tengan propiedades ópticas específicas que cambien en presencia de hidrógeno, lo que proporciona una alta sensibilidad y selectividad.
- Lectura óptica: Estos sensores pueden alimentarse con luz, lo que elimina la necesidad de energía eléctrica y reduce el riesgo de ignición en entornos ricos en hidrógeno.
- Tiempo de respuesta rápido: los sensores basados en cristales fotónicos suelen presentar tiempos de respuesta rápidos, lo cual es crucial para la monitorización en tiempo real.

Aplicaciones

- **Seguridad industrial:** Se utilizan en entornos donde se produce, almacena o utiliza hidrógeno, como plantas químicas y refinerías, para detectar fugas y prevenir accidentes.
- **Sector energético:** Son fundamentales para la monitorización del hidrógeno en pilas de combustible y sistemas de almacenamiento, garantizando un funcionamiento seguro y eficiente.
- **Industria automovilística:** se integran en vehículos propulsados por hidrógeno para monitorizar los niveles de hidrógeno y garantizar un funcionamiento seguro.

Compatibilidad con los sistemas de la Tierra

- **Sostenibilidad:** Los sensores de cristal fotónico, al funcionar con luz, encajan bien con las prácticas sostenibles, ya que reducen la dependencia de la energía eléctrica y minimizan el impacto medioambiental.
- **Uso de materiales:** Los materiales utilizados en los cristales fotónicos, como el dióxido de silicio, el óxido de tantalio y el paladio, no son tóxicos; sin embargo, algunos de ellos pueden resultar costosos.

Viabilidad técnica

- **Tecnología probada:** Los sensores basados en cristales fotónicos han demostrado su eficacia en entornos de laboratorio, con resultados prometedores.
- **Potencial de integración:** Estos sensores pueden integrarse en los sistemas de detección de hidrógeno existentes, mejorando su rendimiento y fiabilidad.

Viabilidad del modelo de negocio

- **Demanda del mercado:** Existe una creciente demanda de sensores de hidrógeno fiables en diversas industrias, impulsada por la creciente adopción del hidrógeno como fuente de energía limpia.
- **Consideraciones de coste:** Aunque el coste inicial de los sensores de cristal fotónico puede ser elevado, las economías de escala y los avances en las técnicas de fabricación podrían conducir a una reducción de los costes con el tiempo.
- **Apoyo normativo:** Los gobiernos y los organismos reguladores apoyan cada vez más el desarrollo y el despliegue de tecnologías de hidrógeno, lo que podría facilitar su adopción en el mercado.

6.b Revisar y reconsiderar los pasos anteriores según sea necesario para generar una solución viable.

- **Definir requisitos y objetivos:** Identificar el rango de detección, establecer los objetivos de sensibilidad y selectividad, y definir las condiciones operativas.
- **Selección de materiales:** cristales fotónicos, capa catalítica.
- **Diseño y fabricación:** estructura de cristal fotónico, deposición de capas, integración con lectura óptica.



- **Pruebas y calibración:** pruebas de sensibilidad, pruebas de selectividad, pruebas ambientales.
- **Optimización:** Ajuste del rendimiento, mejora de la durabilidad.
- **Desarrollo de prototipos:** Fabricación de prototipos, pruebas de campo.
- **Comercialización:** Análisis de costes, cumplimiento normativo, estrategia de mercado.

Recursos adicionales:

<https://asknature.org/innovation/precise-hydrogen-sensor-inspired-by-butterflies/> <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acssensors.0c01387>
<https://www.rmit.edu.au/news/all-news/2020/dec/hydrogen-sensor>
https://www.photonics.com/Articles/Light_Powers_Butterfly-Inspired_Hydrogen_Sensor/a66469 <https://www.mdpi.com/2673-4141/5/1/7>
<https://blog.msasafety.com/hydrogen-big-potential-big-safety-challenges-are-you-ready/>
<https://light.nju.edu.cn/upload/20140227/201402272036572070.pdf> <https://h2tools.org/>



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 pueden ser consideradas responsables de las mismas.



Módulos de formación del WP3 sobre diseño de procesos biomiméticos

Tarea 3.1/ A1. Desarrollo de un kit de autoaprendizaje para estudiantes de FP - LP: ATS / CPs: TODOS IMITEMOS SOLUCIONES

Una solución se refiere a los pasos aplicados para resolver el reto identificado, a través de la biomimética.

Solución: Curación natural de los huesos mediante mineralización osteoblástica

DISEÑO BIOMIMÉTICO	Descripción
Paso 2 – Biologizar	2.a Pregúntate cómo la naturaleza puede resolver esto. ¿Cómo podemos inspirar al cuerpo humano para que imite su regeneración y curación? 2.b Pregúntate qué pretende tu diseño. Determina las funciones clave de tu diseño e identifica contextos en la naturaleza. Las funciones pueden referirse al papel que desempeñan las adaptaciones o comportamientos de un organismo que le permiten sobrevivir. También pueden referirse a algo que tu solución de diseño necesita lograr. Funciones clave del diseño • Capacidad de autocuración: los osteoclastos y los osteoblastos trabajan juntos para facilitar la curación ósea promoviendo el crecimiento celular y la mineralización. • Detección de fracturas y respuesta: Los osteoblastos trabajan en grupos para depositar cristales de calcio y fosfato en la zona dañada, que se combinan con el colágeno para formar hueso nuevo. • Restauración de la resistencia estructural: Las células osteoclastas eliminan cualquier hueso sobrante alrededor de la zona de la fractura, lo que permite que el hueso reparado adopte una forma similar a su aspecto original antes de la lesión. Al incorporar estos principios biológicos, este diseño tendrá como objetivo crear un nuevo hormigón que no solo sea capaz de reparar grietas de forma autónoma, sino que también detecte o responda a la formación de grietas, activando los mecanismos de autorreparación en el momento adecuado. También es fundamental que este proceso de autorreparación no solo rellene las grietas, sino que también restaure la resistencia original del hormigón, garantizando que el material reparado pueda soportar cargas y tensiones similares a las anteriores. 2.c Dale la vuelta a la pregunta. Considera las funciones opuestas. ¿Cómo cura automáticamente el cuerpo humano sus huesos? ¿Cómo se mantienen fuertes los huesos y se regeneran tras una fractura? En la naturaleza, los huesos tienen la extraordinaria capacidad de curarse a sí mismos cuando se fracturan. El cuerpo deposita nuevo tejido mineral para unir las secciones rotas, restaurando la resistencia del hueso. Este proceso es paralelo al concepto del hormigón autorreparable, en el que el material se regenera para reparar las grietas y recuperar su integridad.
Paso 3 – Descubrir	3.a Busca modelos naturales que coincidan con las mismas funciones y el mismo contexto que tu solución de diseño. Función Capacidad de autocuración.



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



Modelos naturales

- **Cicatrización ósea (humanos y animales):** cuando los huesos se fracturan, el cuerpo inicia un proceso de cicatrización, seguido de la generación de nuevo tejido óseo para cerrar la brecha.
- **Regeneración de la piel (humanos y animales):** la piel puede regenerarse y curarse por sí misma cuando se corta o se lesiona.
- **Regeneración de la corteza de los árboles:** cuando la corteza de un árbol se daña, puede regenerarse haciendo crecer nuevo tejido de corteza alrededor de la herida para sellarla y evitar la entrada de plagas o enfermedades.
- **Curación del tallo de las plantas:** cuando el tallo de una planta se daña, ciertas plantas pueden formar una capa protectora de células sobre la herida. En algunos casos, el tallo puede regenerar un nuevo crecimiento para reemplazar la zona dañada.
- **Regeneración del hígado (humanos y otros vertebrados):** El hígado es uno de los pocos órganos que puede regenerarse tras sufrir daños.
- **Reparación de la seda de araña:** Algunas especies de arañas pueden reparar las telas dañadas reforzando o reconstruyendo las secciones que se han roto.
- **Reparación de la concha de los moluscos:** pueden reparar daños menores en sus conchas secretando capas adicionales de carbonato cálcico para rellenar grietas o astillas.

3.b Identificar expertos y conectar con comunidades de biólogos y naturalistas. Universidades e instituciones de investigación

- **Universidad Tecnológica de Delft (TU Delft):** La TU Delft cuenta con experiencia en materiales autorreparables y construcción sostenible.
- **Universidad y Centro de Investigación de Wageningen (WUR):** Ofrece experiencia en microbiología y biotecnología, lo cual resulta útil para comprender y optimizar los procesos bacterianos implicados en el hormigón autorreparable.
- **Instituto Wyss de Harvard para la Ingeniería de Inspiración Biológica:** se centra en traducir los principios biológicos en soluciones de ingeniería, incluidos los materiales biomiméticos y las tecnologías de autorreparación.

Comunidades profesionales

- **Instituto de Biomimética:** promueve la biomimética como enfoque de diseño, ofreciendo recursos y oportunidades de colaboración entre ingenieros y biólogos.
- **Sociedad Internacional de Ecología Microbiana (ISME):** Reúne a microbiólogos especializados en aplicaciones medioambientales, incluido el uso de bacterias en la ciencia de los materiales.
- **Sociedad de Biología Experimental (SEB):** una plataforma para investigadores que estudian diversos aspectos de la biología, incluidos los mecanismos de autorreparación de plantas y microorganismos que pueden servir de base para el diseño de materiales.

Foros y grupos en línea



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



- **ResearchGate:** una red social que conecta a investigadores, que pueden estar especializados en biomateriales, microbiología e ingeniería sostenible, donde se pueden debatir aplicaciones del hormigón autorreparable.
- **Grupos de LinkedIn:** una red social que cuenta con grupos centrados en la biomimética, la ingeniería civil o la ciencia de los materiales, lo que permite la interacción con expertos en campos relacionados con las tecnologías de autorreparación.

Organizaciones y eventos locales

- **Conferencia Europea de Biomateriales:** una conferencia dedicada a los biomateriales que podría brindar oportunidades para establecer contactos con expertos en ciencia de los materiales y bioingeniería.
- **Universidades e instituciones de investigación:** pueden ofrecer conferencias públicas, seminarios o talleres en universidades locales centrados en la microbiología, la construcción sostenible o las innovaciones bioinspiradas.

Paso 4 – Resumen

4.a Resuma los elementos clave de la estrategia biológica. Destaque las funciones principales y las palabras clave. Si es posible, elabore un diagrama o dibujo y/o busque imágenes que puedan ilustrar el diseño.

Inducción microbiana

- **Modelo natural:** *Bacillus subtilis* (esporas latentes)
- **Palabras clave:** Latencia, Activación, Resiliencia, Regeneración
- **Función:** Las bacterias permanecen inactivas hasta que se forman grietas, lo que les permite activarse e iniciar un proceso de curación, imitando las estrategias de supervivencia naturales en condiciones adversas.

Biomíneralización

- **Modelo natural:** Arrecifes de coral, moluscos (ostras)
- **Palabras clave:** Reparación natural, producción de minerales, integridad estructural, sostenibilidad
- **Función:** Estos organismos producen minerales para reparar y fortalecer sus estructuras. Este proceso puede replicarse en el hormigón para rellenar las grietas con carbonato cálcico, restaurando la integridad estructural.

Biopolímeros

- **Modelo natural:** seda de araña, seda de gusano de seda
- **Palabras clave:** Flexibilidad, resistencia, composición natural, respeto al medio ambiente
- **Función:** Los biopolímeros mejoran las propiedades mecánicas del hormigón, aportando flexibilidad y resistencia a la vez que son respetuosos con el medio ambiente, al igual que la seda en la naturaleza.

Técnicas de encapsulación

- **Modelo natural:** dispersión de semillas (p. ej., frutos, vainas)
- **Palabras clave:** liberación controlada, protección, activación, eficiencia



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.

- **Función:** La encapsulación protege los agentes curativos hasta que se necesitan, de forma muy similar a como las semillas se protegen hasta que las condiciones son favorables para el crecimiento.

Suministro de nutrientes

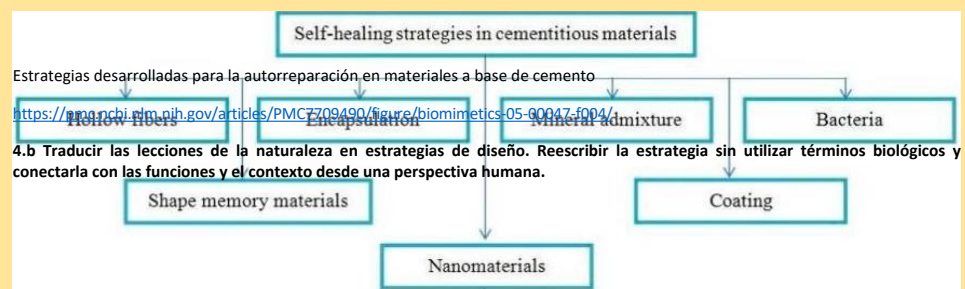
- **Modelo natural:** redes micorrízicas (hongos y raíces de las plantas).
- **Palabras clave:** Sustento, activación, crecimiento, mantenimiento.
- **Función:** Al igual que las redes micorrízicas facilitan el intercambio de nutrientes para las plantas, proporcionando nutrientes esenciales a las bacterias, también favorecen la regeneración sostenida del hormigón.

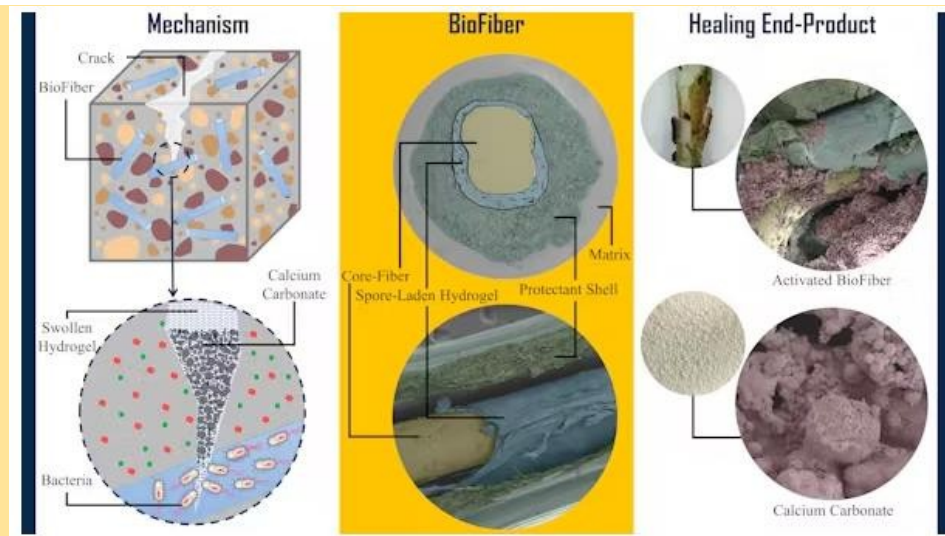
Consideraciones medioambientales

- **Modelo natural:** humedales, selvas tropicales.
- **Palabras clave:** Humedad, idoneidad del hábitat, actividad microbiana, adaptabilidad.
- **Función:** Los entornos húmedos favorecen la vida microbiana y los procesos de regeneración en el hormigón, de forma muy similar a como los ecosistemas prosperan en hábitats adecuados.

Enfoques híbridos

- **Modelo natural:** Relaciones simbióticas (p. ej., pez payaso y anémonas).
- **Palabras clave:** Sinergia, adaptación, innovación, robustez.
- **Función:** La combinación de métodos biológicos con técnicas de reparación tradicionales mejora la robustez general del sistema, de forma muy similar a como las relaciones simbióticas mejoran la supervivencia.





<https://theconversation.com/thin-bacteria-coated-fibers-could-lead-to-self-healing-concrete-that-fills-in-its-own-cracks-220190>

Activación de la curación

- **Estrategia de diseño:** Desarrollar un sistema que active los materiales de reparación solo cuando se detecte una grieta o un daño, garantizando la conservación de los recursos hasta que sean necesarios.

Mecanismo de reparación natural

- **Estrategia de diseño:** Crear un hormigón capaz de rellenar grietas de forma autónoma sin necesidad de reparaciones manuales, de forma similar a como algunas estructuras naturales se curan con el tiempo.

Flexibilidad y resistencia

- **Estrategia de diseño:** Utilizar materiales que puedan doblarse y flexionarse bajo tensión, logrando un equilibrio entre resistencia y adaptabilidad en respuesta a condiciones cambiantes.
- **Función:** Esto permite que los edificios y estructuras soporten diversas presiones ambientales al tiempo que mantienen la seguridad y la longevidad.

Sistema de liberación inteligente

- **Estrategia de diseño:** Incorporar un sistema protector que libere agentes reparadores cuando se formen grietas, de forma similar a como los sistemas naturales protegen las semillas hasta que pueden crecer.

Entorno propicio para la regeneración

- **Estrategia de diseño:** Diseñar el hormigón para que retenga la humedad y proporcione un entorno propicio para la curación, al igual que determinados ecosistemas que favorecen el crecimiento.

Diseño adaptativo

- **Estrategia de diseño:** Desarrollar materiales que puedan adaptarse a los cambios ambientales, garantizando que sigan siendo eficaces y resistentes en diversas condiciones.

Uso colaborativo de materiales

- **Estrategia de diseño:** Combinar diferentes materiales en el hormigón para mejorar su resistencia general y sus capacidades de regeneración, de forma similar a como otras especies colaboran en la naturaleza.



Pieza de Bio Concrete (hormigón autorreparable)

<https://www.certifiedenergy.com.au/emerging-materials/the-concrete-of-the-future>

5.a Enumera la información clave y explora tantas ideas como sea posible. Capacidad de autorreparación

- La característica principal del material sería su capacidad para reparar grietas de forma autónoma.

5.b Organiza tus ideas en categorías que incluyan las características, el contexto, las limitaciones, etc., y selecciona los conceptos de diseño que mejor se adapten a tu solución.

Características

- **Capacidad de autorreparación:** La característica principal es la capacidad de repararse a sí mismo sin intervención externa. El hormigón repara las grietas automáticamente, lo que mejora la durabilidad.
- **Detección de grietas y respuesta:** El proceso de reparación se activa específicamente donde se produce el daño, lo que permite una reparación localizada que se adapta al nivel de daño.
- **Restauración de la resistencia estructural:** Al sellar las grietas rápidamente, el hormigón autorreparable evita que el agua y otras sustancias nocivas penetren y provoquen corrosión o una mayor degradación. El proceso de autorreparación prolonga la vida útil de las estructuras de hormigón, haciéndolas más resistentes al desgaste.

Paso 5 – Emular



Contexto

- **Grupos destinatarios:**

- **Empresas de construcción e ingeniería civil:** Las empresas se beneficiarían de una reducción de los costes de mantenimiento y reparación.
- **Propietarios de infraestructuras (públicas o privadas):** Los propietarios pueden utilizar este nuevo hormigón, más duradero, para garantizar la seguridad y la longevidad de las obras.
- **Organizaciones centradas en la sostenibilidad:** El nuevo material y la nueva tecnología pueden utilizarse para reducir la huella de carbono asociada a la producción y reparación del hormigón.

Limitaciones

Existen varios obstáculos para utilizar la mineralización osteoblástica, un proceso natural de cicatrización ósea, como paradigma para el hormigón autorreparable. Resulta difícil descubrir agentes reparadores adecuados (como bacterias o sustancias químicas microencapsuladas) para el hormigón, ya que carece de actividad biológica a diferencia del tejido óseo orgánico. El proceso de reparación del hormigón, que depende de un suministro constante de agua, podría verse obstaculizado por su exposición a factores externos variables, como la temperatura y la humedad. Es esencial una implementación rentable, ya que la incorporación de sustancias químicas autorreparadoras también puede afectar a la resistencia estructural, la longevidad y la viabilidad económica del material. Para superar estos obstáculos, la restauración a largo plazo del hormigón puede verse favorecida por los avances en técnicas de encapsulación, sustancias químicas reparadoras de larga duración y control de la humedad.

Paso 6 – Evaluar

6.a Evaluar los conceptos de diseño en cuanto a su alineación con los criterios y restricciones del reto de diseño, así como su compatibilidad con los sistemas de la Tierra. Evaluar la viabilidad tanto de los modelos técnicos como de los modelos de negocio.

Se evalúa la viabilidad de la capacidad de autorreparación, incluyendo el rendimiento técnico, la viabilidad económica y el impacto medioambiental. En este sentido, es necesario perfeccionar el diseño para cumplir los requisitos de durabilidad, reducción de costes y compatibilidad con diversos entornos.

6.b Revisa y vuelve a examinar los pasos anteriores según sea necesario para llegar a una solución viable.

Podemos hacer que la solución del hormigón autorreparable sea más viable perfeccionando y mejorando continuamente cada paso. La tecnología avanzará si nos centramos en desarrollar mejores materiales, identificar técnicas de reparación eficaces y optimizar la producción. Será más fácil integrarla en los métodos de construcción existentes y lograr una mayor aceptación si se diseña pensando en los usuarios. La solución también estará en consonancia con los objetivos medioambientales si se utilizan materiales sostenibles. A medida que se desarrolle el hormigón autorreparable, será crucial realizar pruebas frecuentes a través de proyectos piloto y colaborar con socios del sector.

Recursos adicionales:

<https://biomimicry.org/> <https://asknature.org/innovation/self-healing-concrete-cracking-repair-solution-inspired-by-bones/>



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



Módulos de formación del WP3 sobre diseño de procesos biomiméticos

Tarea 3.1/ A1. Desarrollo de un kit de autoaprendizaje para estudiantes de FP - LP: ATS / CPs: TODOS LET'S MIMIC SOLUTIONS

Una solución se refiere a los pasos aplicados para resolver el reto identificado, a través de la biomimética.

Solución: Capacidad de agarrarse con tenacidad como una bardana

DISEÑO BIOMIMÉTICO	Descripción
Paso 2 – Biologizar	2.a Pregúntate cómo la naturaleza puede resolver esto. ¿Cómo se adhiere firmemente la bardana a los animales o a los tejidos? 2.b Pregúntate qué pretende tu diseño. Determina las funciones clave de tu diseño e identifica contextos en la naturaleza. Las funciones pueden referirse al papel que desempeñan las adaptaciones o comportamientos de un organismo que le permiten sobrevivir. También pueden referirse a algo que tu solución de diseño debe lograr. El diseño debe unir firmemente dos superficies, desprenderse fácilmente sin causar daños y ser duradero para un uso repetido. Funciones clave del diseño ● Fijación: Proporcionar a las superficies un agarre firme y de corta duración. ● Desmontaje: cuando sea necesario, el desmontaje permite una separación fácil y no destructiva. ● Reutilización: Mantener la funcionalidad en diversas aplicaciones. ● Adaptabilidad: capaz de funcionar bien en una amplia gama de condiciones ambientales y materiales. 2.c Da la vuelta a la pregunta. Considera las funciones opuestas. ¿Cómo puede un elemento de fijación evitar la fijación involuntaria a superficies o el desprendimiento accidental? Las bardanas solo se adhieren a superficies con suficiente textura para que sus ganchos se enganchen, como el pelaje de los animales. La ausencia de las fibras necesarias en superficies lisas como las hojas o las rocas evita la fijación no deseada. Del mismo modo, para evitar la separación involuntaria de superficies lisas o no fibrosas, un diseño de velcro puede centrarse en engancharse únicamente con determinados materiales de bucle.
Paso 3 – Descubre	3.a Busca modelos naturales que coincidan con las mismas funciones y el mismo contexto que tu solución de diseño. La bardana, una semilla vegetal perteneciente a la familia de la bardana, se adhiere firmemente al pelaje de los animales que pasan gracias a una estructura especial de diminutas protuberancias en forma de gancho en su exterior. Como cada gancho es curvado y flexible, puede adherirse a fibras y texturas orgánicas con poco esfuerzo. Gracias a esta estructura, las bardanas pueden adherirse a superficies blandas y fibrosas, como la tela o el pelaje de los animales, sin desprenderse de las superficies más rugosas. A medida que los animales se mueven, la estrategia de sujeción del cardo



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.

le permite recorrer grandes distancias, dispersando eficazmente las semillas a nuevos lugares. El diseño del velcro, que tiene ganchos en una superficie y bucles en la otra que imitan la textura fibrosa del pelaje, se inspiró en este entrelazamiento natural de ganchos y fibras y da lugar a un dispositivo de sujeción robusto y reutilizable.

3.b Identificar a expertos y conectar con comunidades de biólogos y naturalistas.

Los botánicos pueden arrojar luz sobre la composición y el funcionamiento de las bardanas y otros sistemas de fijación naturales. Los ecólogos especializados en las interacciones entre plantas y animales pueden aportar más conocimientos sobre la fijación y el movimiento de las semillas. Además, los científicos de materiales y los ingenieros biomiméticos especializados en la réplica de microestructuras y la tecnología adhesiva facilitan la traducción de los diseños naturales de gancho y bucle en materiales robustos y escalables. También pueden ofrecer asistencia técnica equipos de investigación centrados en las interacciones biológicas entre superficies o en materiales biomiméticos, como los del Biomimicry Institute o el Wyss Institute for Biologically Inspired Engineering de Harvard.

Paso 4 – Resumen

4.a Resuma los elementos clave de la estrategia biológica. Destaque las funciones principales y las palabras clave. Si es posible, elabore un diagrama o dibujo y/o busque imágenes que puedan servir de referencia para el diseño.

La inspiración detrás de este producto proviene de la forma en que las bardanas (vainas de semillas) se adhieren al pelaje de los animales y a la ropa. La estructura de estas bardanas les permite engancharse a diversas superficies mediante un mecanismo de «gancho y bucle».

Teniendo esto en cuenta, las **funciones principales** de nuestro producto serían:

- **El mecanismo de sujeción** está diseñado para crear un sistema de gancho y bucle que es a la vez no invasivo y altamente eficaz. Recrea la forma en que los ganchos de la bardana se adhieren a los bucles del pelaje o el tejido del animal, lo que permite la fijación y la retención.
- Su **reutilización** para acoplarse y desacoplarse repetidamente sin perder eficacia,
- su adaptabilidad: se adapta a diversas superficies y situaciones, al tiempo que mantiene la durabilidad y la facilidad de uso.

En este sentido, las **palabras clave** podrían ser las siguientes: mecanismo de gancho y bucle, fijación y liberación, reutilización y adaptabilidad.



Figura 1. Biomimética de una bardana (izquierda) para la invención del velcro (derecha).



Fuente: <https://www.microphotonics.com/biomimicry-burr-invention-velcro/>

4.b Traducir las lecciones de la naturaleza en estrategias de diseño. Reescribir la estrategia sin utilizar términos biológicos y relacionarla con las funciones y el contexto desde una perspectiva humana.

Para proporcionar una solución de sujeción fiable y reutilizable que sea fácil de usar, adaptable y de bajo mantenimiento, es necesario desarrollar un cierre con una superficie que presente pequeños ganchos flexibles y otra superficie que contenga bucles, lo que permite que se entrelacen. De este modo, se producirá una conexión fuerte que se puede asegurar y desatar repetidamente sin perder su agarre. Esta técnica de gancho y bucle puede funcionar bien para productos que requieren cierres que sean a la vez seguros y desmontables.

Paso 5: Emular

5.a Enumera la información clave y explora tantas ideas como sea posible.

Las características principales de este producto incluyen la creación de un mecanismo de sujeción con ganchos. Un lado del cierre está cubierto de pequeños ganchos flexibles, y el otro lado contiene bucles que se entrelazan con los ganchos.

Sus funciones principales serían la facilidad de uso, la adaptabilidad, la reutilización y la seguridad en el mecanismo de sujeción y liberación. Al reunir todos estos elementos, el producto será una solución de sujeción duradera, resistente y no invasiva.

5.b Organiza tus ideas en categorías que incluyan las características, el contexto, las limitaciones, etc., y selecciona los conceptos de diseño que mejor se adapten a tu solución.

Características

- Fijación reutilizable.
- Fácil de abrochar y desabrochar.
- Versatilidad con distintos materiales.
- Durabilidad.

Contexto

Estos diseños son ideales para entornos en los que la fijación rápida y segura y la adaptabilidad son esenciales, especialmente en situaciones en las que se valora la reutilización y la simplicidad.

Grupos destinatarios

- Fabricantes textiles.
- Empresas de equipamiento para actividades al aire libre.
- Industria automovilística.
- Artículos para el hogar y mobiliario.
- Instituciones educativas y organismos de investigación.

Limitaciones

- **Durabilidad del material:** garantizar la durabilidad y resistencia del velcro tras un uso repetido supone un reto, especialmente en aplicaciones sometidas a gran tensión.



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



- **Consistencia en la fabricación:** Se requiere precisión para reproducir la estructura de gancho y bucle a gran escala, lo que plantea retos de producción para mantener la calidad y la uniformidad.
- **Coste de los materiales de calidad:** los materiales duraderos y de alta calidad pueden ser costosos, lo que supone un reto para el objetivo de la asequibilidad en los diferentes mercados.

Paso 6 – Evaluar

6.a Evalúa los conceptos de diseño en relación con su alineación con los criterios y limitaciones del reto de diseño, así como su compatibilidad con los sistemas de la Tierra. Evalúa la viabilidad tanto de los modelos técnicos como de los modelos de negocio.

La mejor manera de evaluar si el producto cumple con los retos y limitaciones de diseño es determinar si el producto desarrollado (el Velcro) cumple con los siguientes parámetros:

- **Funcionalidad y facilidad de uso:** Ofrece una fijación y desprendimiento sencillos y seguros. Esta simplicidad lo hace adecuado para una amplia gama de aplicaciones, alineándose bien con los criterios que requieren facilidad de uso, adaptabilidad y comodidad.
- **Durabilidad y longevidad:** La reutilización y la resistencia del diseño le permiten soportar múltiples ciclos de fijación sin perder eficacia, lo que reduce la necesidad de sustituciones frecuentes.
- **Sostenibilidad:** Estos diseños también funcionan bien en aplicaciones que hacen hincapié en la reducción de materiales de un solo uso, como los envases o el mobiliario modular.

En cuanto a la **compatibilidad con los sistemas de la Tierra**, un sistema de velcro minimiza la necesidad de adhesivos, piezas mecánicas y otros materiales que consumen muchos recursos. En particular, la reutilización se alinea con los ciclos naturales de la Tierra, reduciendo el consumo global de recursos y apoyando los objetivos de la economía circular. Además, los cierres de velcro reducen los residuos en comparación con los adhesivos de un solo uso o los mecanismos de sujeción desechables.

Por último, en cuanto al **modelo técnico y de negocio**, los cierres de velcro son sencillos y de amplia aplicación, y solo requieren procesos de fabricación básicos. Además, cuentan con un amplio mercado debido a su versatilidad en múltiples sectores y representan una oferta rentable, atractiva para consumidores y empresas centrados en reducir los costes a largo plazo.

6.b Revisa y vuelve a examinar los pasos anteriores según sea necesario para generar una solución viable.

Hemos identificado el modelo natural, las bardanas, y hemos analizado su mecanismo de sujeción único a través de pequeños ganchos que se entrelazan con bucles. A continuación, extrajimos estrategias clave de este ejemplo biológico, centrándonos en la funcionalidad de los cierres seguros y reutilizables. Luego traducimos estas ideas en un concepto de diseño que enfatiza la facilidad de uso, la durabilidad y la sostenibilidad medioambiental mediante la selección de materiales ecológicos. La creación de prototipos y la prueba de diversos diseños nos permitieron perfeccionar aún más el producto, asegurándonos de que cumpliera tanto los criterios funcionales como los ecológicos. Con el fin de integrar nuestra solución con el principio fundamental de la biomimética —aprender de la naturaleza e imitarla

la naturaleza—, establecimos por último un ciclo de retroalimentación iterativo para mejorar continuamente



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



el diseño basándonos en las experiencias de los usuarios y los avances en prácticas sostenibles.

Recursos adicionales:

<https://www.microphotonics.com/biomimicry-burr-invention-velcro/>



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



Módulos de formación del WP3 sobre diseño de procesos biomiméticos

Tarea 3.1/ A1. Desarrollo de un kit de autoaprendizaje para estudiantes de FP - LP: ATS / CPs: TODOS IMITEMOS SOLUCIONES

Una solución se refiere a los pasos aplicados para resolver el reto identificado, a través de la biomimética.

Solución: La piel de tiburón para reducir la resistencia

DISEÑO BIOMIMÉTICO	Descripción
Paso 2 – Biologizar	2.a Pregúntate cómo la naturaleza puede resolver esto. ¿Cómo puede la textura de la piel de tiburón inspirar la creación de un bañador que reduzca la resistencia y aumente la velocidad de natación? 2.b Pregúntate qué pretende tu diseño. Determina las funciones clave de tu diseño e identifica contextos en la naturaleza. Las funciones pueden referirse al papel que desempeñan las adaptaciones o comportamientos de un organismo que le permiten sobrevivir. También pueden referirse a algo que tu solución de diseño necesita lograr. Funciones clave del diseño ● Reducción de la resistencia: Minimizar la resistencia en el agua, permitiendo a los nadadores moverse más rápido y con menos esfuerzo. ● Mejora de la hidrodinámica: facilitar un flujo de agua suave sobre el cuerpo, de forma similar a como la piel de tiburón reduce la turbulencia, mejorando así la velocidad general. ● Comodidad y flexibilidad: el bañador debe permitir una libertad de movimiento total, garantizando que los nadadores puedan rendir al máximo sin sentirse limitados. ● Durabilidad: el material debe soportar los rigores de la natación y diversas condiciones del agua, de forma similar a la resistencia de la piel de tiburón. Es posible crear un diseño de bañador que satisfaga con éxito las exigencias de la natación de competición reconociendo estas funciones y situaciones esenciales en la naturaleza. Además de mejorar el rendimiento deportivo, el énfasis en reducir la resistencia mediante la biomimética fomenta la innovación en la ciencia de los materiales. 2.c Dale la vuelta a la pregunta. Considera las funciones opuestas. ¿Cómo aumenta la resistencia y obstaculiza el rendimiento en la natación un bañador mal diseñado? La textura distintiva de la piel de tiburón está formada por denticulos dérmicos, que obstruyen el flujo del agua para reducir la resistencia. Esta estructura única permite a los tiburones moverse por el agua de forma más eficaz y con menos turbulencias. Por el contrario, un bañador mal diseñado puede carecer de esta superficie texturizada, lo que aumentaría la resistencia. Por ejemplo, un bañador compuesto por materiales lisos y planos podría ralentizar al nadador al aumentar la resistencia al agua. Por lo tanto, para garantizar una resistencia mínima al nadar, el diseño de un bañador debe



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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.



	incluir características que imiten las texturas efectivas de la piel de tiburón para maximizar el rendimiento.
Paso 3 – Descubrir	3.a Busca modelos naturales que coincidan con las mismas funciones y el mismo contexto que tu solución de diseño. Si tenemos en cuenta la función principal de reducir la resistencia al nadar, los siguientes modelos naturales pueden servir de inspiración: ● Delfines: Los delfines tienen un cuerpo liso y aerodinámico que minimiza la resistencia al avance, lo que les permite desplazarse con eficacia a gran velocidad. ● Pingüinos: Tienen cuerpos esbeltos e hidrodinámicos que les ayudan a deslizarse sin esfuerzo por el agua. ● Escamas de los peces: Algunos peces que nadan rápido, como el atún, tienen escamas superpuestas que crean una forma aerodinámica en el cuerpo. ● Plantas acuáticas: Ciertas plantas acuáticas tienen formas estrechas y aerodinámicas para evitar un exceso de resistencia en las corrientes de agua. Su forma y flexibilidad les permiten moverse con fluidez con el agua. 3.b Identifica a expertos y conéctate con comunidades de biólogos y naturalistas. Teniendo en cuenta el alcance del diseño, los siguientes expertos pueden ser relevantes: ● Biólogos marinos: pueden aportar conocimientos sobre cómo los animales acuáticos, como los tiburones, los delfines y los peces, reducen la resistencia. Los institutos de investigación marina u organizaciones como la Asociación de Biología Marina (MBA) o la Sociedad de Biología Integrativa y Comparativa (SICB) pueden resultar valiosos. ● Especialistas en dinámica de fluidos: como el Instituto Americano de Aeronáutica y Astronáutica (AIAA), pueden aportar información valiosa sobre cómo las diferentes texturas y estructuras influyen en el flujo de fluidos. ● Instalaciones de investigación acuática y laboratorios marinos: laboratorios como el Instituto Scripps de Oceanografía o el Instituto Oceanográfico Woods Hole llevan a cabo investigaciones sobre la locomoción de los animales marinos y la dinámica del agua;
Paso 4 – Resumen	4.a Resume los elementos clave de la estrategia biológica. Destaque las funciones principales y las palabras clave. Si es posible, elabore un diagrama o dibujo y/o busque imágenes que puedan servir de referencia para el diseño. La inspiración detrás de este producto es la textura única de la piel del tiburón, concretamente los denticulos dérmicos que cubren su superficie. Estas diminutas estructuras en forma de dientes crean un sistema natural de «reducción de la resistencia», lo que permite a los tiburones moverse de forma eficiente por el agua al minimizar la turbulencia y la resistencia. Funciones principales del producto ● Reducción de la resistencia: minimizar la resistencia al moverse por el agua, mejorando la velocidad y la eficiencia. ● Control de la turbulencia: al interrumpir el flujo del agua para reducir la turbulencia y mantener un movimiento fluido.



- **Hidrodinámica adaptativa:** cuenta con una textura que se adapta a diversas velocidades de natación, optimizando el flujo de agua en diferentes condiciones.

En este sentido, las **palabras clave** podrían ser las siguientes: denticulos dérmicos, textura rugosa de la superficie, eficiencia hidrodinámica y alteración del flujo.

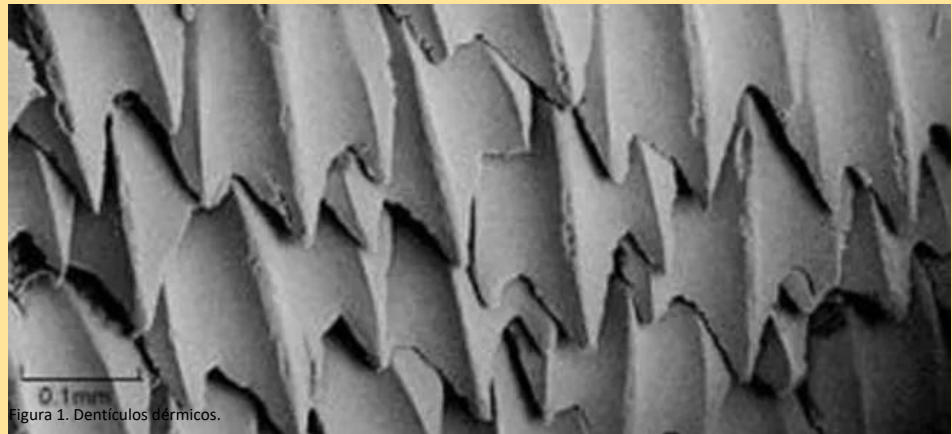


Figura 1. Denticulos dérmicos.

Fuente: <https://www.popsi.com/technology/article/2012-07/speedos-super-fast-sharkskin-inspired-swimsuit-actually-nothing-sharks-skin/>

4.b Traducir las lecciones de la naturaleza en estrategias de diseño. Reescribir la estrategia sin utilizar términos biológicos y relacionarla con las funciones y el contexto desde una perspectiva humana.

Para reducir la fricción en el agua, la superficie de nuestro producto tendrá una textura con pequeños patrones cuidadosamente colocados. Esta superficie estructurada permitirá un flujo de agua más suave, lo que reduce la resistencia y mejora la eficiencia del movimiento.

Estos patrones podrían utilizarse en trajes de baño, donde reducir la resistencia es crucial para ayudar a los nadadores a moverse por el agua más rápidamente y con menos esfuerzo. Al añadir una textura específica al material del traje de baño, podemos crear un aspecto elegante que mejora el rendimiento y ahorra energía al nadar.

5.a Enumera la información clave y explora tantas ideas como sea posible.

Las principales ventajas de este producto incluyen una mayor velocidad de natación, una menor resistencia al agua y un ajuste flexible y cómodo. Estos componentes se combinarán para crear un bañador ligero que mejore el rendimiento, aumente la durabilidad, reduzca la resistencia al avance y permita un movimiento sin obstáculos, lo que aumentará la eficiencia y la resistencia en la natación.

5.b Organiza tus ideas en categorías que incluyan las características, el contexto, las limitaciones, etc., y selecciona los conceptos de diseño que mejor se adapten a tu solución.

Características

- Superficie texturizada.
- Paneles impresos en 3D o reforzados con silicona.

Paso 5 – Emular



- Recubrimiento hidrófobo.
- Construcción sin juntas.
- Zonas de compresión estratégicas.

Contexto

El bañador de reducción de resistencia se diseñará para nadadores de competición que buscan alcanzar la máxima velocidad y eficiencia, lo que lo convierte en una opción ideal para carreras y sesiones de entrenamiento en las que cada segundo cuenta. También será adecuado para nadadores recreativos que busquen un equipo de alto rendimiento que mejore la comodidad y la flexibilidad en el agua. Además, el diseño del bañador puede resultar atractivo para atletas de deportes acuáticos como el triatlón, donde la reducción de la resistencia es esencial. Con opciones de materiales sostenibles, este producto se alineará con valores ecológicos, atrayendo a consumidores que priorizan tanto el rendimiento como la responsabilidad medioambiental a la hora de elegir su ropa de baño.

Limitaciones

- **Durabilidad del material:** Las superficies texturizadas y recubiertas deben soportar la exposición repetida al cloro y al agua salada.
- **Rentabilidad:** es necesario encontrar un equilibrio entre la mejora del rendimiento y la asequibilidad para diferentes niveles de nadadores.
- **Flexibilidad:** La textura debe mantener un ajuste suave y flexible sin limitar la amplitud de movimiento.
- **Cumplimiento normativo:** debe cumplir con las normas de la federación de natación para la indumentaria de competición.
- **Requisitos ecológicos:** Se debe considerar el uso de materiales reciclables o biodegradables en el diseño del producto.

Paso 6 – Evaluar

6.a Evalúa los conceptos de diseño en cuanto a su alineación con los criterios y restricciones del reto de diseño, así como su compatibilidad con los sistemas de la Tierra. Evalúa la viabilidad tanto de los modelos técnicos como de los modelos de negocio.

La mejor manera de evaluar si el producto cumple con los retos y restricciones de diseño es determinar si el producto desarrollado cumple con los siguientes parámetros:

- Reducción de la resistencia aerodinámica.
- Mejora de la hidrodinámica.
- Comodidad y flexibilidad.
- Durabilidad.

El diseño debe tener como objetivo mejorar la velocidad y la eficiencia en la natación, al tiempo que se tienen en cuenta la sostenibilidad y el impacto medioambiental. Todos los materiales utilizados deben ser no tóxicos, respetuosos con el medio ambiente y sostenibles, y deben cumplir con los estándares de rendimiento para la natación de competición.

Compatibilidad con los sistemas de la Tierra



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 uso de materiales sintéticos plantea preocupaciones medioambientales en relación con la contaminación y los residuos. Lo ideal sería un diseño que imitara los sistemas naturales y utilizara materiales biodegradables o reciclables para minimizar su impacto en los sistemas de la Tierra.

Modelo técnico y de negocio

La viabilidad del modelo técnico del bañador Speedo depende de su rendimiento y su innovación. Además, existe una fuerte demanda de ropa de baño de alto rendimiento en los deportes de competición, pero los consumidores dan cada vez más prioridad a la sostenibilidad. Por lo tanto, un modelo de negocio exitoso debe hacer hincapié en las prácticas respetuosas con el medio ambiente, al tiempo que logra un equilibrio entre el rendimiento y la asequibilidad.

6.b Revisar y reconsiderar los pasos anteriores según sea necesario para generar una solución viable.

Tras determinar que la piel de tiburón era nuestro modelo natural, examinamos sus características hidrodinámicas, especialmente su textura reductora de la resistencia. A partir de ahí se extrajeron importantes estrategias centradas en la interacción con la superficie y la mejora del rendimiento. Mediante el uso de materiales ecológicos que imitan la textura de la piel de tiburón, pudimos plasmar estos conocimientos en un concepto de diseño que hace hincapié en la usabilidad, la durabilidad y la sostenibilidad.

Recursos adicionales:

<https://www.microphotonics.com/biomimicry-burr-invention-velcro/> <https://illumin.usc.edu/from-shark-skin-to-speed/>

<https://www.just-style.com/news/shark-skin-inspires-latest-speedo-swimwear-line/>



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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.



Módulos de formación del WP3 sobre diseño de procesos biomiméticos

Tarea 3.1/ A1. Desarrollo de un kit de autoaprendizaje para estudiantes de FP - LP: ATS / CPs: TODOS IMITEMOS SOLUCIONES

Una solución se refiere a los pasos aplicados para resolver el reto identificado, a través de la biomimética.

Solución: Inspiración en el nácar del abulón, un molusco marino de concha única

DISEÑO BIOMIMÉTICO	Descripción
Paso 2 – Biologizar	2.a Pregúntate cómo la naturaleza puede resolver esto. ¿Cómo puede la estructura jerárquica de las conchas de los moluscos inspirar el desarrollo de cerámicas más resistentes que eviten las grietas y mejoren la durabilidad? 2.b Pregúntate qué pretende tu diseño. Determina las funciones clave de tu diseño e identifica contextos en la naturaleza. Las funciones pueden referirse al papel que desempeñan las adaptaciones o comportamientos de un organismo que le permiten sobrevivir. También pueden referirse a algo que tu solución de diseño necesita lograr. Funciones clave del diseño ● Resistencia al impacto: Absorber y distribuir las fuerzas, evitando que se agriete o se rompa bajo tensión, de forma similar a como las conchas de los moluscos protegen al organismo de los depredadores y los efectos ambientales. ● Flexibilidad: Incorporar un grado de flexibilidad en la estructura cerámica puede ayudarla a soportar la deformación sin fracturarse, al igual que las conchas de los moluscos, que pueden doblarse ligeramente bajo presión. ● Resistencia con ligereza: similar a la forma en que las conchas de los moluscos proporcionan una protección robusta sin un peso excesivo. ● Propiedades de autorreparación: la capacidad de reparar microdaños con el tiempo aumentaría la longevidad, de forma muy similar a como ciertos materiales biológicos pueden autorrepararse tras sufrir lesiones leves. ● Resistencia al agua: Inspirada en la forma en que las conchas de los moluscos repelen el agua y evitan la erosión, esta característica puede ser crucial para aplicaciones en entornos húmedos o submarinos. Se puede producir un diseño cerámico que satisfaga con éxito la necesidad de una mayor resistencia y durabilidad si se tienen en cuenta estas funciones cruciales y estas estructuras naturales. El diseño puede alcanzar una mayor flexibilidad y resistencia al impacto imitando la estructura en capas de las conchas de los moluscos. 2.C Dale la vuelta a la pregunta. Considera las funciones opuestas. ¿Cómo podría el diseño aumentar involuntariamente la fragilidad de la cerámica, haciéndola más propensa a agrietarse y reduciendo su durabilidad general?



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 conchas de los moluscos tienen una estructura jerárquica compuesta por capas de aragonita y disposiciones de material orgánico que les confieren una flexibilidad y dureza excepcionales. Los moluscos pueden soportar impactos y defenderse de los depredadores y los obstáculos ambientales gracias a su diseño especial. Por otro lado, una cerámica mal diseñada podría carecer de esta composición en capas, lo que la haría más frágil y propensa a agrietarse. Por ejemplo, la rotura por impacto puede deberse a una distribución ineficaz de la tensión en la cerámica debido a su estructura uniforme y densa. En consecuencia, los diseños de materiales deben incorporar elementos que reproduzcan la eficiente disposición en capas que se encuentra en las conchas de los moluscos para garantizar la resistencia frente a los daños, mejorando así la durabilidad y el rendimiento.

Paso 3 – Descubrir

3.a Busca modelos naturales que coincidan con las mismas funciones y el mismo contexto que tu solución de diseño.

Modelos naturales

- **Conchas de moluscos:** la composición en capas y la organización de la aragonita y las proteínas orgánicas que contribuyen a la resistencia y la flexibilidad.
- **Estructura ósea:** la organización jerárquica natural del hueso proporciona resistencia sin dejar de ser ligero, con capacidad para adaptarse y remodelarse.
- **Madera:** la estructura de la madera, con su combinación de fibras de celulosa resistentes y lignina flexible, muestra cómo las capas pueden proporcionar tanto resistencia como resiliencia.

3.b Identifica a expertos y conéctate con comunidades de biólogos y naturalistas. Expertos

- **Biólogos marinos:** pueden aportar conocimientos relacionados con las estructuras de las conchas de los moluscos; conectar con biólogos marinos que estudian los moluscos puede proporcionar información valiosa sobre sus adaptaciones y propiedades materiales;
- **Biólogos estructurales:** estos expertos estudian las propiedades estructurales de los materiales biológicos a nivel molecular, lo que puede orientar las decisiones de diseño para obtener cerámicas más resistentes.
- **Naturalistas:** conectar con grupos de naturalistas locales u organizaciones de la naturaleza puede ofrecer perspectivas sobre la observación y la comprensión de las estructuras biológicas en sus contextos naturales.

Foros en línea y redes sociales

- Plataformas como ResearchGate, LinkedIn y grupos especializados de Facebook sobre biomimética y ciencia de los materiales pueden facilitar el debate y el contacto con expertos y compañeros.

Proyectos de ciencia ciudadana

- Participa o conéctate con iniciativas de ciencia ciudadana centradas en la observación de la naturaleza. Plataformas como iNaturalist pueden ayudarte a interactuar con una comunidad de entusiastas de la naturaleza y expertos.



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 4 – Resumen

4.a Resume los elementos clave de la estrategia biológica. Destaca las funciones principales y las palabras clave. Si es posible, haz un diagrama o un dibujo, o busca imágenes que puedan servir de referencia para el diseño.

Los patrones en capas de aragonita y materiales orgánicos que se encuentran en las conchas de los moluscos sirven de modelo para la estructura jerárquica de este producto. Los moluscos pueden soportar una gran variedad de retos ambientales gracias a su excepcional resistencia y flexibilidad, que se derivan de su diseño único.

Características principales del diseño

- **Resistencia al impacto:** La estructura en capas distribuirá la tensión de forma eficaz, evitando grietas y mejorando la durabilidad.
- **Composición del material:** La combinación de materiales rígidos y flexibles permitirá la deformación sin romperse, mejorando la resiliencia.
- **Capacidad de autorreparación:** la incorporación de un mecanismo de reparación garantizará que los microdaños puedan subsanarse con el tiempo, lo que prolongará la vida útil del material.
- **Resistencia al agua:** este diseño protegerá contra la humedad y la erosión, lo que lo hace adecuado para diversos entornos.

Palabras clave

Estructura en capas, aragonita, tenacidad, autorreparación y resistencia al agua.

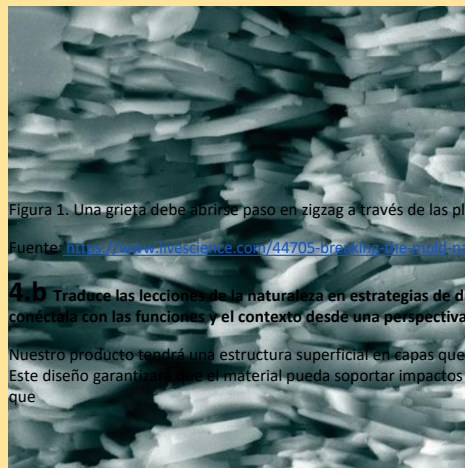


Figura 1. Una grieta debe abrirse paso en zigzag a través de las plaquetas apiladas en la nueva cerámica.

Fuente: <https://www.nature.com/articles/44705-breaking-the-shell-nature-inspires-tougher-ceramics.html>

4.b Traduce las lecciones de la naturaleza en estrategias de diseño. Reescribe la estrategia sin utilizar términos biológicos y conéctala con las funciones y el contexto desde una perspectiva humana.

Nuestro producto tendrá una estructura superficial en capas que distribuirá eficazmente la tensión para aumentar su durabilidad. Este diseño garantizará que el material pueda soportar impactos a lo largo del tiempo y evitará grietas. Podemos diseñar un producto que



	se adapte a circunstancias cambiantes sin perder resistencia, combinando materiales que sean a la vez rígidos y flexibles. Estas características serán especialmente útiles para aplicaciones que requieran una gran durabilidad, como los materiales de construcción o los recubrimientos protectores. El rendimiento general del producto puede mejorarse al tiempo que se mantiene su durabilidad y resistencia en diversos entornos mediante la implementación de este creativo diseño en capas.
Paso 5 – Emular	5.a Enumera la información clave y explora tantas ideas como sea posible. Este producto tendrá como objetivo principal mejorar la resistencia y durabilidad de la cerámica imitando la estructura jerárquica de la concha de los moluscos. Las características clave serán una composición de materiales que combine rigidez y flexibilidad, un diseño en capas que distribuya eficazmente la tensión y cualidades de autorreparación que garanticen la longevidad. En conjunto, estos componentes darán lugar a una cerámica ligera y duradera que reduzca los daños y las grietas, mejore el rendimiento bajo presión y mantenga su resistencia al agua. 5.b Organiza tus ideas en categorías que incluyan las características, el contexto, las limitaciones, etc., y selecciona los conceptos de diseño que mejor se adapten a tu solución. Características • Estructura en capas. • Composición de materiales. • Mecanismo de autorreparación. • Resistencia al agua. • Diseño ligero. Contexto Esta cerámica avanzada puede utilizarse para mejorar la durabilidad y la resistencia al impacto de equipos deportivos como cascos y protecciones. Además, es adecuada para aplicaciones biomédicas en las que la dureza y la biocompatibilidad son fundamentales, incluidos los materiales dentales y los implantes óseos. Asimismo, la cerámica podría utilizarse en materiales de construcción para proporcionar resistencia al agua y solidez en situaciones de gran tensión. Al dirigirse a sectores que valoran los materiales sostenibles e innovadores, el producto puede ayudar a satisfacer la necesidad de soluciones respetuosas con el medio ambiente. Limitaciones El diseño debe tener en cuenta ciertas limitaciones, entre ellas los costes de los materiales, que pueden influir en la selección de materias primas de alta calidad. Las técnicas de fabricación deben ser escalables para satisfacer las demandas de producción de la cerámica en capas. Además, el producto debe cumplir las normas de rendimiento en cuanto a resistencia, durabilidad y seguridad en las aplicaciones pertinentes.
Paso 6 – Evaluar	6.a Evalúe los conceptos de diseño en relación con su alineación con los criterios y limitaciones del reto de diseño, así como su compatibilidad con los sistemas de la Tierra. Evalúe la viabilidad del modelo técnico y de negocio.



La mejor manera de evaluar si el producto cumple con los retos y las restricciones de diseño es determinar si el producto desarrollado cumple los siguientes parámetros:

- Resistencia al impacto.
- Flexibilidad del material.
- Propiedades de autorreparación.
- Resistencia al agua.
- Sostenibilidad.

El diseño puede mejorar el rendimiento y la durabilidad al tiempo que aborda las preocupaciones sobre el impacto medioambiental centrándose en estos parámetros. En general, este enfoque garantiza que las cerámicas avanzadas no solo cumplan con los estándares de la industria, sino que también respondan a la creciente demanda de soluciones de productos sostenibles y responsables.

Compatibilidad con los sistemas de la Tierra

El uso de materiales sostenibles reviste gran importancia, ya que contribuye a mitigar el impacto medioambiental asociado a la producción cerámica tradicional. Además, el proceso de fabricación de estas cerámicas avanzadas puede diseñarse para minimizar el consumo energético.

Modelo técnico

El uso de técnicas de fabricación avanzadas (por ejemplo, la impresión 3D) para crear la estructura en capas es técnicamente viable y se ha implementado con éxito en otras industrias. En cuanto al modelo de negocio, existe un mercado en crecimiento para los materiales de alto rendimiento en aplicaciones deportivas, biomédicas y de construcción, lo que presenta importantes oportunidades de negocio.

6.b Revisar y reconsiderar los pasos anteriores según sea necesario para generar una solución viable.

Es posible perfeccionar el concepto de cerámica avanzada hasta convertirlo en una solución viable que satisfaga los requisitos y limitaciones del reto de diseño revisando y modificando estos pasos. La iteración constante basada en la investigación, las pruebas y la retroalimentación garantizará que el producto final no solo funcione increíblemente bien, sino que también cumpla con las demandas del mercado y las prácticas sostenibles.

Recursos adicionales:

<https://www.livescience.com/44705-breaking-the-mold-nature-inspires-tougher-ceramics.html>



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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.



Módulos de formación del WP3 sobre diseño de procesos biomiméticos

Tarea 3.1/ A1. Desarrollo de un kit de autoaprendizaje para estudiantes de FP - LP: ATS / CPs: TODOS LET'S MIMIC SOLUTIONS

Una solución se refiere a los pasos aplicados para resolver el reto identificado, a través de la biomimética.

Solución: Ventosas que se encuentran en la parte inferior de los tentáculos del pulpo

DISEÑO BIOMIMÉTICO	Descripción
Paso 2 – Biologizar	2.a Pregúntate cómo la naturaleza puede resolver esto. ¿Cómo puede el camuflaje adaptativo de la piel del pulpo inspirar el desarrollo de un parche médico que cambie de color para indicar cambios en la salud o la presencia de una infección? 2.b Pregúntate qué pretende tu diseño. Determina las funciones clave de tu diseño e identifica contextos en la naturaleza. Las funciones pueden referirse al papel que desempeñan las adaptaciones o comportamientos de un organismo que le permiten sobrevivir. También pueden referirse a algo que necesitas que haga tu solución de diseño. Funciones clave del diseño ● Adhesión: el parche debe adherirse firmemente a diversas superficies, incluida la piel, sin dejar de ser lo suficientemente suave como para evitar irritaciones al retirarlo. Esta función puede inspirarse en la forma en que las ventosas del pulpo se adhieren a las superficies mediante succión. ● Flexibilidad y comodidad: el producto debe ser flexible para adaptarse a los movimientos y contornos del cuerpo sin causar molestias. Esta función podría inspirarse en la piel adaptable de las ranas arbóreas, que les permite moverse libremente en diversos entornos. ● Respuesta a señales: la capacidad de cambiar de color o indicar el estado de salud (por ejemplo, detectar infecciones) podría ser esencial. Esto puede inspirarse en la capacidad de los pulpos para cambiar de color, que utilizan para comunicarse y camuflarse. ● Autocuración: si el parche pudiera imitar de alguna manera los mecanismos de autorreparación que se observan en ciertos organismos, mejoraría su durabilidad y usabilidad, de forma similar a como algunas plantas pueden curar sus heridas o a como ciertos anfibios regeneran el tejido perdido. ● Resistencia al agua: el diseño debe ser resistente a la humedad y a los fluidos corporales, garantizando que siga siendo eficaz en diversas condiciones. Este diseño puede mejorar la comodidad y la eficacia para el usuario al inspirarse en las capacidades de autorreparación de algunos organismos, la flexibilidad de la piel de las ranas arbóreas y las cualidades de adhesión de las ventosas de los pulpos. Además, la incorporación de características como indicadores que cambian de color para el control de la salud fomenta la innovación en biomateriales, al tiempo que mejora los resultados para los pacientes. Este enfoque en



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 3 – Descubrir

los remedios naturales da prioridad a la experiencia y la seguridad del usuario, al tiempo que fomenta los avances en la tecnología médica.

2.c Dale la vuelta a la pregunta. Considera funciones opuestas.

¿Cómo puede un parche médico mal diseñado dificultar la adhesión y comprometer la eficacia del tratamiento?

Gracias a su estructura especial, las ventosas del pulpo pueden adherirse con seguridad a una gran variedad de superficies, lo que permite un contacto eficaz con la piel. Incluso en situaciones difíciles, los pulpos pueden mantener un agarre firme gracias a esta capacidad. Por otro lado, un parche médico mal fabricado podría no tener las cualidades adhesivas necesarias, lo que daría lugar a un contacto insuficiente con la piel y a una menor eficacia. Por ejemplo, un parche compuesto por materiales no adhesivos o de baja fricción puede desplazarse o desprenderse al moverse, lo que interfiere en el efecto terapéutico. Para maximizar su rendimiento en aplicaciones médicas y garantizar una adhesión y una eficacia terapéutica óptimas, el diseño de un parche médico debería incorporar elementos que reproduzcan los eficaces mecanismos de fijación de las ventosas del pulpo.

3.a Busca modelos naturales que coincidan con las mismas funciones y el mismo contexto que tu solución de diseño.

Los siguientes modelos naturales pueden servir de inspiración:

- **Patas del gecko:** gracias a unas diminutas estructuras similares a pelos en las almohadillas de sus dedos, los geckos pueden adherirse a diversas superficies sin necesidad de adhesivos.
- **Mejillones:** utilizan un adhesivo natural llamado bisco para adherirse a las superficies en el agua, lo que podría servir de base para el desarrollo de un parche médico impermeable con una fuerte adhesión.
- **Piel de la rana arbórea:** la piel flexible e impermeable de las ranas arbóreas se adapta bien a su entorno, lo que sugiere un diseño de parche que sea cómodo, transpirable y que se ajuste a los contornos de la piel.
- **Piel del pez globo:** conocida por su capacidad para inflarse y cambiar de textura, la piel del pez globo podría inspirar un parche que ajuste su adhesión en función de las condiciones ambientales.
- **Adhesivos de las orugas:** Ciertas orugas producen una sustancia similar a la seda para fijarse, lo que sirve de modelo para crear un parche que se adhiera con seguridad pero que sea fácil de retirar.

3.b Identifica a expertos y conéctate con comunidades de biólogos y naturalistas. Expertos

- **Sociedad Geográfica Nacional:** apoya la investigación y los esfuerzos de conservación.
- **Sociedad Americana de Naturalistas:** esta organización se centra en promover el estudio de la historia natural.
- **Sociedad de Biología Integrativa y Comparada (SICB):** esta sociedad reúne a científicos que estudian diversos aspectos de la biología.



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 4 – Resumen

4.a Resume los elementos clave de la estrategia biológica. Destaca las funciones principales y las palabras clave. Si es posible, crea un diagrama o un dibujo y/o busca imágenes que puedan servir de inspiración para el diseño.

Este producto se inspira en los extraordinarios mecanismos de adhesión de las ventosas del pulpo, en particular en su capacidad de succión única que le permite adherirse con seguridad a una gran variedad de superficies. Gracias al mecanismo natural de «mejora del agarre» que producen estas estructuras especializadas, los pulpos son capaces de mantenerse firmes incluso en entornos dinámicos.

Funciones clave del diseño

- **Adhesión segura:** para garantizar una fijación fiable a la piel, mejorando la eficacia del tratamiento.
- **Diseño flexible:** para permitir que el parche se adapte cómodamente a los contornos y movimientos del cuerpo.
- **Monitorización de la salud:** A través de características que indican cambios de color o textura en respuesta a factores ambientales.

Palabras clave

Mecanismos de succión, fijación flexible, indicadores de salud y adaptabilidad.





. El parche también será duradero, resistirá el desgaste leve y reducirá la necesidad de sustituciones frecuentes, mientras que sus propiedades resistentes a la humedad garantizan su rendimiento en condiciones de humedad o sudoración. En conjunto, estas estrategias proporcionarán un diseño de parche fiable, cómodo y sensible que facilite el tratamiento en diversos entornos.

Paso 5: Emular

5.a Enumera la información clave y explora tantas ideas como sea posible.

El diseño de este parche médico utiliza materiales transpirables para mayor comodidad y tecnología de microsucción para una sujeción fiable, haciendo hincapié en la adhesión segura, la flexibilidad y la monitorización de la salud. Los materiales impermeables y autorreparables mejoran la durabilidad, y una capa que cambia de color indica cambios en el estado de salud. Un borde de fácil desprendimiento garantiza una retirada indolora, y las capas hipoalergénicas protegen contra la irritación. El parche es sostenible porque combina comodidad, funcionalidad y responsabilidad medioambiental con opciones reutilizables y ecológicas.

5.b Organiza tus ideas en categorías que incluyan las características, el contexto, las limitaciones, etc., y selecciona los conceptos de diseño que mejor se adapten a tu solución.

Características

- Adhesión.
- Flexibilidad.
- Monitorización de la salud.
- Durabilidad.
- Resistencia a la humedad.
- Retirabilidad.
- Sostenibilidad.

Contexto

Este parche médico se diseñará para su uso en entornos sanitarios que requieran una monitorización fiable y un uso prolongado, como el cuidado de heridas o el tratamiento posquirúrgico. Será apto para el uso diario activo, capaz de soportar el movimiento, la exposición al sudor y otros factores ambientales. Además, responderá a las necesidades de las personas con piel sensible mediante el uso de materiales hipoalergénicos y suaves para prevenir la irritación. Estas características garantizarán que el parche resulte cómodo y eficaz en diversas condiciones, proporcionando una solución práctica tanto para los profesionales médicos como para los usuarios cotidianos.

Limitaciones

- **Materiales no irritantes:** deben utilizarse materiales hipoalergénicos para evitar la irritación de la piel.
- **Producción asequible:** los componentes deben ser rentables para garantizar la accesibilidad y la escalabilidad.



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 6 – Evaluar

- **Uso prolongado:** debe mantener su rendimiento durante largos periodos, con características que eviten el desprendimiento y las molestias.
- **Opciones ecológicas:** debe prestarse especial atención a los materiales sostenibles que no comprometan la durabilidad ni la funcionalidad.

6.a Evalúa los conceptos de diseño en relación con su alineación con los criterios y limitaciones del reto de diseño, así como su compatibilidad con los sistemas de la Tierra. Evalúa la viabilidad del modelo técnico y de negocio.

La mejor manera de evaluar si el producto cumple con los retos y limitaciones de diseño es determinar si el producto desarrollado cumple con los siguientes parámetros:

- Adhesión.
- Flexibilidad y comodidad.
- Monitorización de la salud.
- Durabilidad y reutilización.
- Sostenibilidad.

Compatibilidad con los sistemas de la Tierra

El diseño debe priorizar la fijación segura, la comodidad y el seguimiento de la salud, al tiempo que es sostenible desde el punto de vista medioambiental. Los materiales deben ser hipoalergénicos, no tóxicos y respetuosos con el medio ambiente, garantizando que cumplen los requisitos de durabilidad y comodidad para un uso médico prolongado. El parche debe ser eficaz a la hora de proporcionar información fiable sobre la salud, adaptarse a las actividades diarias y estar fabricado con recursos sostenibles que minimicen el impacto medioambiental, garantizando su **compatibilidad con los sistemas de la Tierra**.

Modelo técnico y de negocio

La tecnología de microsucción, los indicadores que cambian de color y los materiales autorreparables son factibles con las técnicas de fabricación actuales, lo que hace que este diseño sea técnicamente viable. Además, el parche podría llegar a los mercados médicos a través de colaboraciones con proveedores de atención sanitaria y a los mercados de consumo a través de farmacias o canales de venta directa al consumidor.

6.b Revisar y reconsiderar los pasos anteriores según sea necesario para generar una solución viable.

Para generar una solución viable para el diseño del parche médico, es esencial revisar y perfeccionar los pasos anteriores, asegurando la alineación con las necesidades de los usuarios, las consideraciones medioambientales y la viabilidad técnica. En este sentido, debemos:

- Reevaluar los criterios y las limitaciones del diseño.
- Explorar características adicionales.
- Evaluar la viabilidad técnica.
- Evaluar el mercado y el modelo de negocio.
- Iterar y probar prototipos.



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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.



- Finalizar nuestro diseño.

Recursos adicionales:

<https://wearable-technologies.com/news/octopus-suckers-inspire-irritation-free-adhesive> <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1385894723025238>



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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.



Módulos de formación del WP3 sobre diseño de procesos biomiméticos

Tarea 3.1/ A1. Desarrollo de un kit de autoaprendizaje para estudiantes de FP - LP: ATS / CPs: TODOS IMITEMOS SOLUCIONES

Una solución se refiere a los pasos aplicados para resolver el reto identificado, a través de la biomimética.

Solución: protuberancias en el borde delantero de la aleta de la ballena jorobada

DISEÑO BIOMIMÉTICO	Descripción
Paso 2 – Biologizar	2.a Pregúntate cómo la naturaleza puede resolver esto. ¿Cómo puede la eficiencia hidrodinámica de las aletas de la ballena jorobada inspirar el diseño de las palas de los aerogeneradores para maximizar la producción de energía en condiciones de viento flojo? 2.b Pregúntate qué pretende tu diseño. Determina las funciones clave de tu diseño e identifica contextos en la naturaleza. Las funciones pueden referirse al papel que desempeñan las adaptaciones o comportamientos de un organismo que le permiten sobrevivir. También pueden referirse a algo que necesitas que haga tu solución de diseño. Funciones clave del diseño ● Maximización de la captura de energía: La función principal del diseño de las palas de la turbina es capturar tanta energía del viento como sea posible, incluso en condiciones de viento flojo. ● Reducción de la resistencia: Las palas deben moverse suavemente a través del aire, minimizando la resistencia para mejorar la eficiencia general. ● Estabilidad y prevención del bloqueo: ante velocidades de viento variables, las palas deben mantener un funcionamiento estable, evitando el bloqueo y maximizando la sustentación para una generación de energía constante. ● Adaptación a condiciones variables: El diseño debe funcionar bien con diversas velocidades y direcciones del viento, de forma muy similar a como ciertos animales adaptan sus movimientos a entornos fluidos cambiantes. Inspirado en la precisión hidrodinámica de las aletas de las ballenas jorobadas, la estabilidad y el control de la sustentación de las alas de los albatros y la propulsión aerodinámica de las aletas de los tiburones, este diseño de aerogenerador puede aumentar la eficiencia energética y la adaptabilidad. 2.c Da la vuelta a la pregunta. Considera funciones opuestas. ¿De qué manera un diseño ineficaz de las palas de un aerogenerador limita la captura de energía y reduce la eficiencia? Las aletas de las ballenas jorobadas poseen una estructura especializada, con tubérculos a lo largo del borde de ataque que mejoran la sustentación y reducen la resistencia, lo que permite un movimiento eficiente a través del agua. Esta adaptación permite a la ballena navegar por entornos fluidos con estabilidad y control. Por el contrario, una pala de aerogenerador mal diseñada que carezca de estas innovaciones estructurales puede sufrir un aumento de la resistencia y una sustentación limitada, especialmente en condiciones de viento variables, lo que conduce a una menor



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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.



captura de energía. Por ejemplo, una pala con un borde plano o romo puede entrar en pérdida o sufrir turbulencias en el flujo de aire, lo que disminuye su eficiencia. La incorporación de características inspiradas en la estructura de los tubérculos de las aletas de las ballenas puede mejorar el rendimiento de los aerogeneradores al aumentar la sustentación y reducir la resistencia, lo que se traduce en una mayor captura de energía y fiabilidad operativa.

Paso 3 – Descubrir

3.a Busca modelos naturales que coincidan con las mismas funciones y el mismo contexto que tu solución de diseño.

Modelos naturales

- **Aletas de la ballena jorobada:** Los tubérculos en los bordes de ataque de las aletas de la ballena jorobada crean canales que reducen la resistencia y aumentan la sustentación, lo que permite a la ballena maniobrar con suavidad a través del agua. Esta adaptación se ajusta a la necesidad de la pala de la turbina de optimizar el flujo de aire y minimizar la pérdida de energía.
- **Las alas de los albatros:** ajustan sus alas para controlar el flujo de aire y optimizar la eficiencia, lo que refleja el objetivo de las palas de las turbinas de adaptarse a las condiciones variables del viento.
- **Semillas de arce (sámara):** La estructura de un solo ala de las semillas de arce les permite girar y descender lentamente, maximizando la superficie y controlando el descenso mediante la resistencia del aire. Esta estructura ofrece ideas para lograr estabilidad y rotación en el viento, lo cual es relevante para maximizar la captura de energía.
- **Piel de tiburón:** Presenta pequeñas estructuras similares a dientes llamadas denticulos dérmicos, que optimizan el flujo del agua y reducen la resistencia. Esta adaptación permite a los tiburones moverse de forma eficiente por el agua, lo que proporciona un modelo para reducir la resistencia en las palas de los aerogeneradores en el aire, un medio fluido similar.
- **Alas de libélula:** Cuentan con microestructuras que reducen la resistencia y permiten una gran maniobrabilidad. Las venas y el diseño en forma de malla les permiten adaptarse a flujos de aire rápidos y variables, manteniendo la estabilidad, una función que las palas de los aerogeneradores también necesitan en condiciones de viento fluctuante.

3.b Identifica a expertos y conéctate con comunidades de biólogos y naturalistas. Expertos

- **Biólogos marinos:** Los expertos que estudian la vida marina, como las ballenas jorobadas y otros animales marinos, pueden aportar conocimientos sobre las adaptaciones que mejoran el movimiento en fluidos.
- **Ingenieros aerodinámicos:** Los ingenieros especializados en aerodinámica pueden tender un puente entre las adaptaciones biológicas y las aplicaciones de ingeniería, especialmente en el diseño de aerogeneradores.
- **Ecólogos:** Los ecólogos que estudian el comportamiento y las adaptaciones de los animales en diversos entornos pueden ofrecer un contexto valioso para comprender cómo interactúan los diferentes organismos con sus entornos fluidos.

Comunidades



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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.

- **Sociedad de Ingeniería Biológica (SBE):** Se centra en la aplicación de principios biológicos en la ingeniería y la tecnología, proporcionando una plataforma para el establecimiento de contactos y la colaboración con expertos en campos relacionados.
- **Sociedad Geográfica Nacional:** Esta organización conecta a naturalistas y biólogos a través de diversos programas e iniciativas.

Paso 4 – Resumen

4.a Resume los elementos clave de la estrategia biológica. Destaca las funciones principales y las palabras clave. Si es posible, crea un diagrama o un dibujo y/o busca imágenes que puedan servir de inspiración para el diseño.

Este producto se inspirará en los tubérculos únicos de las aletas de las ballenas jorobadas, que mejoran su eficiencia al nadar al aumentar la sustentación y reducir la resistencia. Esta adaptación natural permite a las ballenas maniobrar con eficacia en aguas turbulentas.

Funciones principales de la solución

- **Mayor captación de energía:** Optimización del rendimiento al aumentar la interacción del viento con las palas de la turbina.
- **Reducción del ruido:** lo que conduce a un funcionamiento más silencioso, lo que beneficia tanto a la fauna silvestre como a las comunidades cercanas.
- **Mayor estabilidad:** Garantiza una producción de energía constante en condiciones de viento variables.

Palabras clave

Tubérculos, eficiencia aerodinámica, optimización energética y estabilidad operativa.

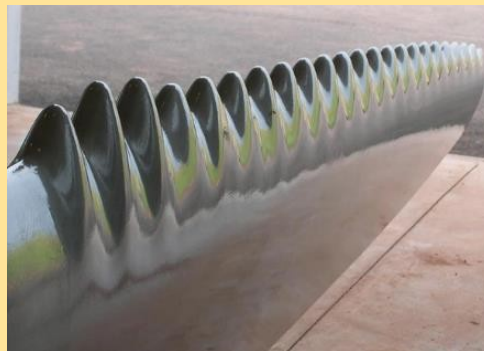


Figura 1. Pala de turbina eólica en una instalación de pruebas eólicas en la Isla del Príncipe Eduardo

Fuente: <https://www.technologyreview.com/2008/03/06/221447/whale-inspired-wind-turbines/>



4.b Traducir las lecciones de la naturaleza en estrategias de diseño. Reescribir la estrategia sin utilizar términos biológicos y relacionarla con las funciones y el contexto desde una perspectiva humana.

La estrategia de diseño de este parche médico se centra en la adhesión segura, la comodidad y la capacidad de respuesta para satisfacer las necesidades de los usuarios en condiciones reales. El parche se adherirá de forma fiable a la piel, reduciendo el riesgo de que se despegue o se deslice, incluso en zonas con movimiento. Su diseño flexible se adaptará perfectamente a los contornos del cuerpo, mejorando la comodidad y haciéndolo adecuado para su uso a largo plazo. Una función integrada podría proporcionar información visual, como un cambio de color, para alertar a los usuarios de posibles cambios en su salud, como una infección, lo que permitiría un control intuitivo de la salud. El parche también será duradero, resistirá el desgaste leve y reducirá la necesidad de sustituciones frecuentes, mientras que sus propiedades resistentes a la humedad garantizan su rendimiento en condiciones de humedad o sudoración. En conjunto, estas estrategias proporcionarán un diseño de parche fiable, cómodo y sensible que facilite el tratamiento en diversos entornos.

Paso 5: Emular

5.a Enumera la información clave y explora tantas ideas como sea posible.

Para aplicar las lecciones aprendidas de la naturaleza al diseño de estrategias eficaces, nos centramos en desarrollar superficies que optimicen la interacción con el viento, lo que se traduce en una mejor captación de energía. Esto implica incorporar características de estabilidad para garantizar un rendimiento constante en diversas circunstancias y diseñar formas que reduzcan el ruido para una experiencia de usuario más agradable.

5.b Organice sus ideas en categorías que incluyan las características, el contexto, las limitaciones, etc., y seleccione los conceptos de diseño que mejor se adapten a su solución.

Características

- Captación de energía mejorada.
- Reducción del ruido.
- Estabilidad.

Contexto

El contexto de este diseño se centra en la creciente demanda de soluciones energéticas sostenibles ante el aumento de la demanda energética y el cambio climático. Como sustituto más limpio de los combustibles fósiles, la energía eólica es una parte esencial del panorama de las energías renovables. Para aumentar la aceptación pública y mitigar el impacto medioambiental, los aerogeneradores deben ser más silenciosos y eficientes a medida que avanza la tecnología. Estos antecedentes ponen de relieve el valor de la innovación en el diseño de los aerogeneradores, con el objetivo de producir máquinas que sean eficientes, fáciles de usar y adaptables al medio ambiente.

Restricciones

- **Limitaciones de materiales:** Debe utilizar materiales duraderos y resistentes a la intemperie.
- **Rentabilidad:** El diseño debe seguir siendo económicamente viable para su producción.

Paso 6 – Evaluar

6.a Evalúa los conceptos de diseño en cuanto a su adecuación a los criterios y restricciones del reto de diseño, así como su compatibilidad con



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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.



sistemas de la Tierra. Evalúa la viabilidad tanto de los modelos técnicos como de los de negocio.

Las ideas de diseño se ajustan a los requisitos del reto de aumentar la estabilidad, reducir el ruido y mejorar la eficiencia energética. Al promover el uso de fuentes de energía renovables, se alinean con los sistemas de la Tierra y contribuyen a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.

Además, los elementos técnicos son viables porque los avances en materiales y aerodinámica respaldan estas innovaciones. Dada la inversión en tecnologías eólicas más eficientes impulsada por la creciente demanda de soluciones energéticas sostenibles, el modelo de negocio también parece favorable.

6.b Revisar y reconsiderar los pasos anteriores según sea necesario para generar una solución viable.

Para crear una solución viable, podemos revisar los conceptos de diseño para garantizar que se ajusten a las necesidades de los usuarios y a las consideraciones medioambientales. Esto incluye optimizar la geometría de las palas de la turbina para obtener el máximo rendimiento, incorporar materiales avanzados que aumenten la durabilidad al tiempo que reducen el peso, y garantizar que las características de reducción del ruido sean eficaces y rentables.

Recursos adicionales:

<https://biomimicry.net/the-buzz/resources/case-examples-learning-whales-create-efficient-wind-power/>

<https://www.technologyreview.com/2008/03/06/221447/whale-inspired-wind-turbines/>



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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.



Módulos de formación del WP3 sobre diseño de procesos biomiméticos

Tarea 3.1/ A1. Desarrollo de un kit de autoaprendizaje para estudiantes de FP - LP: ATS / CPs: TODOS

IMITEMOS LAS SOLUCIONES

Una solución se refiere a los pasos aplicados para resolver el reto identificado, a través de la biomimética.

Solución: Red capilar nanofibrosa inspirada en la piel del lagarto

DISEÑO BIOMIMÉTICO	Descripción
Paso 2 – Biologizar	2.a Pregúntate cómo la naturaleza puede resolver esto. ¿Cómo mejora la red capilar de nanofibras inspirada en la piel de la lagartija la gestión de la humedad en los materiales? 2.b Pregúntate qué pretende tu diseño. Determina las funciones clave de tu diseño e identifica contextos en la naturaleza. Las funciones pueden referirse al papel que desempeñan las adaptaciones o comportamientos de un organismo que le permiten sobrevivir. También pueden referirse a algo que necesitas que haga tu solución de diseño. Funciones clave del diseño ● Gestión de la humedad: El diseño debe absorber y liberar la humedad de manera eficiente, imitando cómo la piel del lagarto regula la retención y la evaporación del agua. ● Regulación de la temperatura: debe mantener una temperatura estable, adaptándose a los cambios ambientales y garantizando al mismo tiempo la comodidad del usuario. ● Estructura ligera y flexible: Los materiales deben ser ligeros y flexibles, lo que permite facilitar el movimiento sin comprometer la durabilidad. ● Durabilidad y resistencia al desgaste: El diseño debe ser resistente a las tensiones y condiciones externas, de forma similar a como la piel de la lagartija soporta entornos hostiles. 2.c Da la vuelta a la pregunta. Considera las funciones opuestas. ¿Cómo podría el diseño aumentar involuntariamente la retención de humedad en los materiales, lo que provocaría la aparición de moho y reduciría su eficacia general? La red capilar nanofibrosa única de la piel de la lagartija permite una regulación eficiente de la temperatura y la humedad, lo que permite a las lagartijas prosperar en una gran variedad de entornos. Por otro lado, un material mal diseñado puede carecer de este complejo sistema, lo que daría lugar a una mala gestión de la humedad y a un mayor riesgo de sobrecalentamiento. Por ejemplo, las estructuras densas y homogéneas pueden retener la humedad, lo que podría provocar el crecimiento de moho o incomodidad por el calor. Replicar las propiedades adaptativas de la piel de la lagartija mediante



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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.



	una mejor regulación de la humedad y el equilibrio térmico para aumentar la comodidad del usuario es una forma de mejorar el rendimiento.
Paso 3 – Descubrir	3.a Busca modelos naturales que coincidan con las mismas funciones y el mismo contexto que tu solución de diseño. Modelos naturales ● Piel de lagarto: Ciertas especies presentan una red capilar nanofibrosa especializada que facilita la captación eficiente de humedad y la regulación de la temperatura. Las estructuras de su piel permiten una rápida absorción y un transporte pasivo de la humedad, lo que les ayuda a sobrevivir en entornos áridos. ● Cactus: los cactus han desarrollado una piel gruesa y cerosa y poros especializados (estomas) que ayudan a reducir la pérdida de agua al tiempo que optimizan la retención de humedad. Sus adaptaciones les permiten prosperar en climas cálidos y secos mediante una gestión eficiente tanto del agua como de la temperatura ● Hojas de las plantas: Muchas especies vegetales poseen estructuras foliares que optimizan la gestión de la humedad a través de la transpiración. Por ejemplo, las hojas con una cutícula cerosa ayudan a minimizar la evaporación sin impedir el intercambio gaseoso, lo que ilustra un equilibrio eficaz entre la retención de humedad y la interacción con el entorno. 3.b Identifica a expertos y conéctate con comunidades de biólogos y naturalistas. Sociedades ● La Sociedad de Biología Integrativa y Comparada (SICB): Esta organización reúne a investigadores y estudiantes de diversos campos de la biología, centrándose en la integración de la investigación y la educación biológicas. ● El Instituto Americano de Ciencias Biológicas (AIBS): El AIBS promueve la investigación y la educación en las ciencias biológicas, ofreciendo oportunidades de networking y recursos para conectar a biólogos centrados en la ecología, la evolución y la biodiversidad.



Paso 4 – Resumen

4.a Resuma los elementos clave de la estrategia biológica. Destaque las funciones principales y las palabras clave. Si es posible, cree un diagrama o un dibujo y/o busque imágenes que puedan ilustrar el diseño.

Características principales del producto

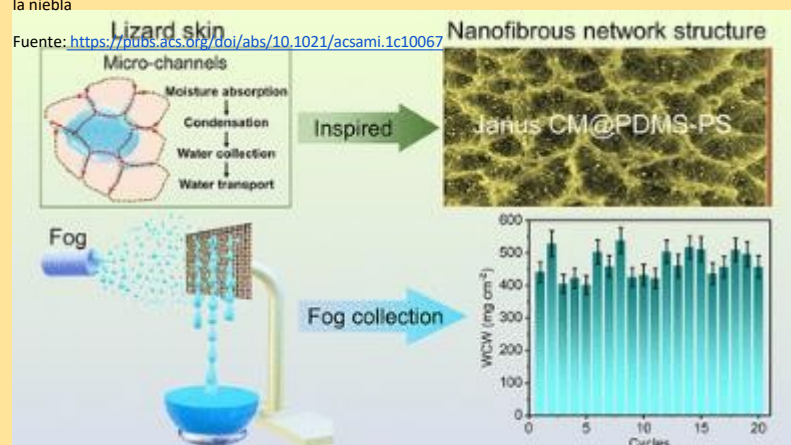
- **Absorción de humedad:** La estructura nanofibrosa de la piel del lagarto crea una superficie altamente eficiente para la captación de humedad que recoge el agua del rocío o la lluvia. Este diseño puede replicarse para mejorar la gestión de la humedad en diversas aplicaciones, lo que permite una mejor hidratación y utilización de los recursos.
- **Regulación de la temperatura:** La microornamentación que se encuentra en la piel del lagarto ayuda a la termorregulación al optimizar la disipación del calor. Esta característica puede integrarse en los diseños de productos para mantener temperaturas internas estables, lo cual es esencial para el rendimiento en condiciones ambientales fluctuantes.
- **Flexibilidad estructural:** La capacidad de la piel del lagarto para mantenerse flexible a la vez que proporciona resistencia permite a estos reptiles desplazarse por sus hábitats sin sacrificar la gestión de la humedad. Imitar esta característica puede mejorar la resiliencia y la adaptabilidad de los productos utilizados en diversos entornos.
- **Mecanismo de autolimpieza:** Las propiedades superficiales de la piel de la lagartija facilitan la eliminación de la suciedad y otros contaminantes, lo que ayuda a mantener la funcionalidad a lo largo del tiempo. La incorporación de características de autolimpieza en el diseño de los productos puede prolongar su vida útil y su eficacia.

Palabras clave

Absorción de humedad, regulación de la temperatura, estructura flexible y propiedades de autolimpieza.

Figura 1. Red capilar nanofibrosa inspirada en la piel de la lagartija combinada con una superficie resbaladiza para una recogida eficiente de la niebla

Fuente: <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/acsami.1c10067>





4.b Traduce las lecciones de la naturaleza en estrategias de diseño. Reescribe la estrategia sin utilizar términos biológicos y conéctala con las funciones y el contexto desde una perspectiva humana.

Inspirado en las cualidades especiales de la piel de la lagartija, nuestro producto contará con una superficie optimizada para la regulación de la temperatura y la absorción de humedad. Este diseño innovador permitirá que el material absorba y retenga la humedad del entorno de manera eficiente, mejorando la eficiencia de los recursos y la hidratación.

Se pueden incorporar microestructuras avanzadas que facilitan el transporte de la humedad para garantizar un rendimiento fiable del producto en diversas circunstancias.



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 5: Emular

5.a Enumera la información clave y explora tantas ideas como sea posible.

Este producto se centrará en mejorar la eficiencia de la recogida de humedad imitando las estructuras superficiales especializadas de la piel de los lagartos. Entre sus características principales se incluirá un diseño texturizado que facilite la condensación de las gotas de agua de la niebla, lo que permitirá una recogida eficaz. La integración de microestructuras y nanoestructuras optimizará la adhesión y la coalescencia del agua, maximizando la cantidad de humedad recogida. Además, el producto se diseñará para mantener la durabilidad y la funcionalidad en diversas condiciones ambientales, garantizando la fiabilidad para aplicaciones en regiones áridas o zonas con alta incidencia de niebla.

5.b Organiza tus ideas en categorías que incluyan las características, el contexto, las limitaciones, etc., y selecciona los conceptos de diseño que mejor se adapten a tu solución.

Características

- Superficie texturizada.
- Sistema de recogida de humedad.
- Durabilidad.
- Diseño ligero.

Contexto

- Ideal para su uso en zonas propensas a la niebla y regiones áridas donde las fuentes de agua tradicionales son limitadas.
- Entre sus posibles aplicaciones se incluyen los sistemas de riego agrícola, los materiales de construcción y los recolectores de agua portátiles.
- Contribuye a las prácticas de gestión sostenible del agua mediante el aprovechamiento de fuentes de humedad naturales.

Limitaciones

- **Limitaciones de los materiales:** La elección de los materiales debe equilibrar la durabilidad con la ligereza para garantizar la funcionalidad y la facilidad de uso.
- **Instalación y mantenimiento:** El diseño debe tener en cuenta la facilidad de instalación y unos requisitos de mantenimiento mínimos para fomentar su uso generalizado.
- **Coste de producción:** La viabilidad económica es fundamental. El diseño debe ser rentable de fabricar y desplegar.

Paso 6 – Evaluar

6.a Evalúa los conceptos de diseño en cuanto a su adecuación a los criterios y restricciones del reto de diseño, así como su compatibilidad con los sistemas de la Tierra. Evalúa la viabilidad tanto de los modelos técnicos como de los modelos de negocio.

La mejor manera de evaluar si el producto cumple con los retos y restricciones de diseño es determinar si el producto desarrollado cumple con los siguientes parámetros:



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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.

- **Eficiencia en la recogida de humedad:** Las superficies texturizadas inspiradas en la piel de la lagartija están diseñadas específicamente para mejorar la condensación y la coalescencia de las gotas de agua de la niebla, lo que garantiza la máxima eficiencia en la recogida de agua.
- **Sostenibilidad medioambiental:** Este diseño fomenta técnicas de gestión sostenible del agua al utilizar la niebla y el rocío naturales como fuentes de agua, lo cual es esencial para zonas que sufren escasez de agua.
- **Adaptabilidad:** Las redes y los recolectores de niebla son ejemplos de conceptos de diseño ligeros y portátiles que ofrecen versatilidad en su implementación, lo que los hace adecuados para una amplia gama de entornos y aplicaciones.

Para garantizar la compatibilidad con los sistemas de la Tierra, los materiales deben proceder de recursos ecológicos y sostenibles, minimizando el impacto ambiental. Esto implica seleccionar materiales no tóxicos, biodegradables o reciclables que mantengan tanto el rendimiento como la integridad medioambiental.

Por último, en lo que respecta al modelo técnico y de negocio, los principios de recogida de humedad y adaptabilidad de los materiales son alcanzables con las tecnologías de fabricación existentes, lo que hace que este diseño sea técnicamente viable. La integración de superficies texturizadas que imitan la piel de la lagartija puede implementarse utilizando métodos avanzados de fabricación de materiales.

6.b Revisar y reconsiderar los pasos anteriores según sea necesario para generar una solución viable.

Los requisitos del reto de diseño pueden cumplirse con éxito mejorando los pasos del diseño de recogida de niebla inspirado en la piel de la lagartija. La funcionalidad del producto se mejorará mediante una iteración continua a través de la investigación, las pruebas y los comentarios, asegurándose al mismo tiempo de que cumple con los estándares de sostenibilidad y las demandas del mercado. Esta estrategia optimizará su capacidad para abordar eficazmente la escasez de agua.

Recursos adicionales:

<https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/acsami.1c10067> <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0169433216328306>

<https://projects.research-and-innovation.ec.europa.eu/en/projects/success-stories/all/mimicking-lizard-skin-save-energy-industrial-scale>

<https://projects.research-and-innovation.ec.europa.eu/en/projects/success-stories/all/mimicking-lizard-skin-save-energy-industrial-scale>



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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.



WP3 Módulos de formación sobre diseño de procesos biomiméticos

Tarea 3.1/ A1. Desarrollo de un kit de autoaprendizaje para estudiantes de FP - LP: ATS / CPs: TODOS LET'S MIMIC SOLUTIONS

Una solución se refiere a los pasos aplicados para resolver el reto identificado, a través de la biomimética.

Solución: Inspiración en los delfines, capaces de comunicar información compleja

DISEÑO BIOMIMÉTICO	Descripción
Paso 2 – Biologizar	2.a Pregúntate cómo la naturaleza puede resolver esto. ¿Cómo mejora la comunicación acústica subacuática inspirada en los delfines la transmisión de datos en entornos subacuáticos? 2.b Pregúntate qué pretende tu diseño. Determina las funciones clave de tu diseño e identifica contextos en la naturaleza. Las funciones pueden referirse al papel que desempeñan las adaptaciones o comportamientos de un organismo que le permiten sobrevivir. También pueden referirse a algo que tu solución de diseño necesita lograr. Funciones clave del diseño ● Transmisión eficiente a larga distancia: El diseño debe transmitir señales a grandes distancias con una pérdida mínima de energía. ● Filtrado de ruido y claridad de la señal: El sistema debe mantener una comunicación clara en entornos ruidosos. ● Transmisión direccional: El diseño debe permitir una comunicación dirigida y focalizada para minimizar el desperdicio de energía y mejorar la precisión, inspirándose en las técnicas de ecolocalización de murciélagos y delfines, que concentran las ondas sonoras hacia puntos específicos. ● Adaptabilidad al entorno: El sistema debe adaptarse a las condiciones subacuáticas variables, ajustando la intensidad y la frecuencia de la señal según sea necesario, garantizando un rendimiento optimizado en diferentes entornos subacuáticos. 2.c Da la vuelta a la pregunta. Considera funciones opuestas. ¿Cómo podría el diseño aumentar involuntariamente la retención de humedad en los materiales, lo que provocaría la aparición de moho y reduciría su eficacia general? Si el diseño de la comunicación submarina amplifica involuntariamente los sonidos ambientales, podría dificultar la distinción entre las señales relevantes y el ruido de fondo. Esto podría provocar que los mensajes se confundan o se pierdan, especialmente en zonas con altos niveles de sonido natural, como cerca de arrecifes de coral o zonas de tráfico marítimo. En lugar de una comunicación clara, los receptores podrían tener dificultades para interpretar las señales con precisión, lo que reduciría la fiabilidad y la eficacia del sistema. Además, esta amplificación involuntaria



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 pueden ser consideradas responsables de las mismas.



del ruido podría aumentar el consumo de energía, ya que el sistema lo compensa aumentando la potencia de la señal para superar las interferencias.

Paso 3: Descubrir

3.a Busca modelos naturales que coincidan con las mismas funciones y el mismo contexto que tu solución de diseño.

Modelos naturales

- **Delfines (ecolocalización y comunicación):** Los delfines utilizan la ecolocalización y las vocalizaciones para comunicarse y orientarse bajo el agua, lo que los convierte en modelos ideales para la transmisión clara y precisa del sonido en el agua.
- **Ballenas (comunicación de baja frecuencia):** Las ballenas azules y jorobadas producen llamadas de baja frecuencia que pueden viajar a través de grandes distancias bajo el agua, lo que las convierte en modelos para la comunicación a larga distancia.
- **Ranas (filtrado de ruido en coros):** Las ranas de los humedales ajustan sus patrones de llamada para evitar solaparse con otras en coros comunitarios y ruidosos.
- **Peces eléctricos (comunicación en aguas turbias):** Los peces eléctricos, como las anguilas eléctricas, utilizan campos eléctricos para orientarse y comunicarse en aguas con niebla u oscuras donde la visión es limitada.
- **Elefantes (rugidos adaptativos de baja frecuencia):** los elefantes se comunican mediante rugidos de baja frecuencia que se propagan por el suelo y el aire, ajustando sus llamadas en función de la distancia, el viento y los obstáculos.
- **Camarones pistola (comunicación mediante chasquidos de burbujas):** Los camarones pistola se comunican y cazan chasqueando sus pinzas para producir ondas sonoras de alta intensidad que se propagan por el agua.

3.b Identifica a expertos y conéctate con comunidades de biólogos y naturalistas. Sociedades

- **Instituto Wyss de Ingeniería de Inspiración Biológica (Universidad de Harvard):** se centra en la creación de soluciones sostenibles a través de la biomimética. La colaboración con los investigadores del Instituto Wyss puede contribuir al diseño de sistemas de comunicación submarina adaptables y eficientes desde el punto de vista energético, inspirados en modelos animales.
- **El Centro de Biomimética de la Universidad Estatal de Arizona:** Su trabajo en soluciones inspiradas en la biología, especialmente en materiales adaptativos y métodos de comunicación, podría ayudar a crear tecnologías de comunicación adaptables.
- **Sociedad de Mamíferos Marinos:** Una organización internacional de expertos en mamíferos marinos que ofrece conferencias, talleres y foros en línea para conectar con investigadores líderes en la comunicación de delfines, ballenas y otros animales marinos.
- **Sociedad Acústica de América (ASA):** centrada en la acústica subacuática, entre los miembros de la ASA se encuentran destacados bioacústicos e ingenieros



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 pueden ser consideradas responsables de las mismas.

que desarrollan nuevas tecnologías acústicas, ideales para compartir conocimientos sobre el filtrado de ruido y el sonido direccional en entornos acuáticos.

- **Ocean Networks Canada (ONC):** Esta red de observatorios oceánicos recopila datos acústicos de entornos marinos, apoyando la investigación sobre cómo los animales utilizan el sonido para comunicarse. Los recursos de la ONC podrían ofrecer datos del mundo real y conexiones con expertos que supervisan los ecosistemas submarinos.

Paso 4 – Resumen

4.a Resuma los elementos clave de la estrategia biológica. Destaque las funciones principales y las palabras clave. Si es posible, cree un diagrama o un dibujo y/o busque imágenes que puedan servir de base para el diseño.

Características principales del producto

- **Transmisión eficiente a larga distancia:** Los delfines utilizan la modulación de frecuencia adaptativa para transmitir el sonido a grandes distancias con una pérdida mínima de energía. Este principio puede optimizar la intensidad y la claridad de la señal en entornos submarinos profundos.
- **Filtrado de ruido y claridad de la señal:** Los delfines destacan por su capacidad para distinguir sus vocalizaciones del ruido ambiental. Esta capacidad puede emularse en nuestro sistema para mejorar la claridad de la comunicación en condiciones acústicas difíciles.
- **Proyección direccional del sonido:** El melón del delfín enfoca las ondas sonoras en direcciones específicas para una comunicación dirigida. La incorporación de esta característica puede mejorar la eficiencia de la transmisión y reducir las interferencias.
- **Adaptabilidad ambiental:** Los delfines ajustan su comunicación en respuesta a las condiciones ambientales cambiantes. Diseñar nuestro sistema para que se adapte a diferentes profundidades y corrientes mejorará su fiabilidad en diversos entornos acuáticos.

Palabras clave

Transmisión a larga distancia, filtrado de ruido, proyección direccional, adaptabilidad ambiental.

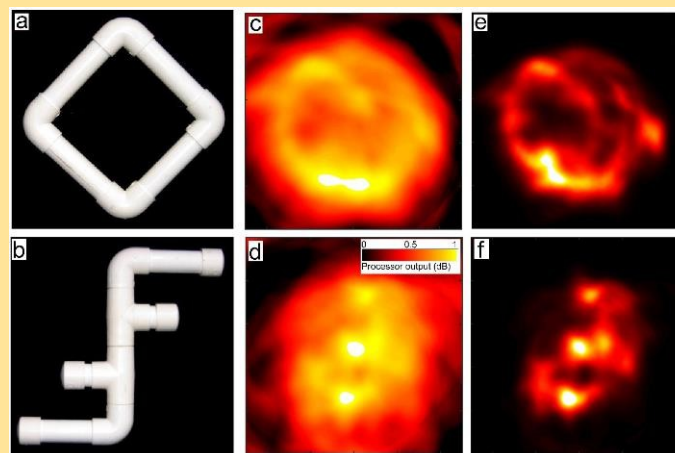


Figura 1. El procesamiento sensible a la dispersión produce visualizaciones de datos de sonar biomimético más claras (imágenes e y f) que las producidas mediante métodos de procesamiento de imágenes convencionales



(imágenes c y d). Los objetos originales pueden verse en a y b.

Fuente: <https://news.nus.edu.sg/dolphin-inspired-compact-sonar/>

4.b Traducir las lecciones de la naturaleza en estrategias de diseño. Reescribir la estrategia sin utilizar términos biológicos y conectarla con las funciones y el contexto desde una perspectiva humana.

Nuestro producto contará con un sistema diseñado para la transmisión a larga distancia y la claridad de la señal, inspirándose en las excepcionales capacidades de comunicación de los delfines. En el diseño se utilizará la modulación de frecuencia adaptativa para minimizar el consumo de energía y garantizar una comunicación eficiente a largas distancias submarinas. Para mejorar la claridad de las señales transmitidas en entornos acústicos difíciles, se utilizarán algoritmos sofisticados para filtrar el ruido de fondo. Además, será posible una comunicación dirigida gracias a la tecnología de proyección de sonido focalizada, que también reducirá las interferencias y aumentará la eficiencia de la transmisión. Este enfoque innovador garantizará un rendimiento fiable en diversas condiciones submarinas, permitiendo interacciones fluidas en entornos de aguas profundas.

Paso 5 – Emular

5.a Enumera la información clave y explora tantas ideas como sea posible.

Este producto dará prioridad a la mejora de la comunicación submarina inspirándose en los sofisticados mecanismos sonoros que utilizan los delfines. Una de las principales características será un sistema que modifique dinámicamente las intensidades y frecuencias del sonido, lo que permitirá una comunicación eficiente a larga distancia con un menor consumo de energía. Se implementarán técnicas avanzadas de filtrado para aislar y mejorar señales específicas, garantizando la claridad en entornos con mucho ruido de fondo. Para dirigir las señales con precisión y reducir las interferencias del ruido ambiental, el diseño también incluirá capacidades de transmisión de sonido focalizada. Este sistema de comunicación se diseñará para ofrecer durabilidad y resistencia en una amplia gama de condiciones submarinas, garantizando un funcionamiento fiable en diversos entornos marinos.

5.b Organiza tus ideas en categorías que incluyan las características, el contexto, las limitaciones, etc., y selecciona los conceptos de diseño que mejor se adapten a tu solución.

Características

- Modulación de frecuencia adaptativa.
- Filtrado avanzado de ruido.
- Proyección de sonido direccional.
- Respuesta ambiental en tiempo real.

Contexto

- Diseñado para su uso en diversos entornos acuáticos, incluyendo las profundidades marinas, las zonas costeras y aquellas con un alto nivel de ruido ambiental.
- Adecuado para buceadores, investigadores marinos, equipos de prospección submarina y operaciones de rescate que requieran una comunicación fiable.
- Aborda los retos de la comunicación eficaz en entornos ruidosos



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 pueden ser consideradas responsables de las mismas.



y a larga distancia, mejorando así la seguridad y la coordinación.

Limitaciones

- **Condiciones ambientales:** El sistema debe funcionar de manera fiable en diferentes temperaturas del agua, profundidades y corrientes.
- **Duración de la batería y eficiencia energética:** debe priorizar un bajo consumo de energía para prolongar el tiempo de funcionamiento y minimizar la sustitución de la batería.
- **Durabilidad:** Debe resistir las condiciones marinas, incluyendo la corrosión, la presión y los posibles impactos de la fauna marina o los residuos.
- **Facilidad de uso:** La interfaz debe ser intuitiva y fácil de manejar para usuarios con distintos niveles de conocimientos técnicos, garantizando la accesibilidad.

Paso 6 – Evaluar

6.a Evalúe los conceptos de diseño en cuanto a su alineación con los criterios y limitaciones del reto de diseño, así como su compatibilidad con los sistemas de la Tierra. Evalúe la viabilidad tanto de los modelos técnicos como de los modelos de negocio.

En general, los conceptos de diseño propuestos cumplen los requisitos y limitaciones del reto de diseño y abordan de manera eficaz los requisitos esenciales para la comunicación submarina. Su atractivo se ve reforzado por sus prácticas sostenibles, que los hacen compatibles con los sistemas de la Tierra. Para superar los obstáculos iniciales de desarrollo y producción, es necesario contar con un plan de negocio sólido y considerar cuidadosamente las complejidades técnicas para una implementación exitosa. La supervivencia y el éxito a largo plazo en este sector de comunicación de vanguardia dependerán del análisis continuo del mercado y de la adaptación.

6.b Revisar y reconsiderar los pasos anteriores según sea necesario para generar una solución viable.

Para desarrollar un sistema práctico de comunicación submarina inspirado en los delfines, nos centraremos en mejorar ideas de diseño importantes, como la proyección compacta y direccional del sonido para reducir las interferencias, un filtrado de ruido mejorado con personalización por parte del usuario para garantizar la claridad en diversos entornos, y una modulación de frecuencia adaptativa simplificada para una transmisión eficiente a larga distancia. Un enfoque modular de la respuesta ambiental en tiempo real permitirá a los usuarios añadir sensores según sea necesario. Para garantizar la viabilidad económica, daremos prioridad al control de costes y, cuando sea posible, utilizaremos componentes disponibles en el mercado y materiales duraderos y respetuosos con el medio ambiente. La eficacia del sistema se confirmará mediante la interacción con usuarios potenciales a través de encuestas y colaboraciones con organizaciones de investigación marina. Mediante el uso de un procedimiento de pruebas iterativo, esperamos mejorar el producto en respuesta a las aportaciones de los usuarios, culminando en un lanzamiento por fases que haga hincapié en su eficacia y seguridad.

Recursos adicionales:

<https://www.nature.com/articles/s44172-022-00010-x> <https://asknature.org/innovation/underwater-acoustic-communication-inspired-by-dolphins/>
<https://news.nus.edu.sg/dolphin-inspired-compact-sonar/>



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 pueden ser consideradas responsables de las mismas.



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 pueden ser consideradas responsables de las mismas.



Módulos de formación del WP3 sobre diseño de procesos biomiméticos

Tarea 3.1/ A1. Desarrollo de un kit de autoaprendizaje para estudiantes de FP - LP: ATS / CPs: TODOS IMITEMOS SOLUCIONES

Una solución se refiere a los pasos aplicados para resolver el reto identificado, a través de la biomimética.

Solución: Inspiración en los ojos de las polillas

DISEÑO BIOMIMÉTICO	Descripción
Paso 2 – Biologizar	2.a Pregúntate cómo la naturaleza puede resolver esto. ¿Cómo puede la estructura que absorbe la luz de los ojos de las polillas mejorar la sensibilidad de la cámara en condiciones de poca luz? 2.b Pregúntate qué pretende tu diseño. Determina las funciones clave de tu diseño e identifica contextos en la naturaleza. Las funciones pueden referirse al papel que desempeñan las adaptaciones o comportamientos de un organismo que le permiten sobrevivir. También pueden referirse a algo que tu solución de diseño necesita lograr. Funciones clave del diseño • Mayor absorción de la luz: El diseño debe maximizar la captura de luz, especialmente en condiciones de poca luz, para mejorar la sensibilidad, inspirándose en las microestructuras de los ojos de las polillas que absorben la luz ambiental de manera eficiente. • Minimización del reflejo: Debe minimizar el reflejo de la superficie para reducir el deslumbramiento y mejorar la claridad de la imagen, imitando las propiedades antirreflectantes de los ojos de las polillas que evitan que la luz rebote. • Alta resolución con poca luz: debe permitir obtener imágenes nítidas y de alta resolución incluso en entornos con poca luz, de forma similar a los animales nocturnos que se han adaptado para ver con gran detalle en condiciones de casi oscuridad. • Adaptabilidad ambiental: Debe ajustarse a diferentes condiciones de iluminación para mantener un rendimiento óptimo, inspirándose en los mecanismos de adaptación de los animales que prosperan en niveles de luz variables. 2.c Da la vuelta a la pregunta. Considera las funciones opuestas. ¿De qué manera podría el diseño provocar inadvertidamente un rebote excesivo de la luz, dando lugar a un deslumbramiento que disminuya la calidad de la imagen en entornos con poca luz? Las funciones del diseño podrían considerarse de manera opuesta, dando prioridad al reflejo de la luz en lugar de a su absorción, lo cual resultaría útil para aplicaciones que requieran alta visibilidad, como el equipo de seguridad. También podría crear deslumbramiento de forma intencionada para difuminar la luz y conseguir efectos específicos o disuasorios. En lugar de mejorar la resolución con poca luz, el diseño podría reducirla en entornos luminosos para evitar la sobreexposición, optimizándose en su lugar para condiciones de luz intensa y estable.
Paso 3 – Descubrir	3.a Busca modelos naturales que coincidan con las mismas funciones y el mismo contexto que tu solución de diseño.



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 pueden ser consideradas responsables de las mismas.



Modelos naturales

- **Ojos de polilla:** las polillas tienen ojos con microestructuras que minimizan el reflejo y maximizan la absorción de la luz, lo que les ayuda a orientarse en condiciones de poca luz.
- **Animales nocturnos:** Al igual que los búhos y los gatos, poseen retinas con numerosas células bastón, lo que les permite ver con claridad en la oscuridad, a menudo con la ayuda de una capa reflectante.
- **Peces de aguas profundas:** especies como el rape y el pez linterna tienen ojos adaptados que detectan la luz mínima en entornos oceánicos profundos, lo que les permite cazar con eficacia.
- **Luciérnagas:** Estos insectos utilizan la bioluminiscencia para producir luz visible que les permite comunicarse en entornos oscuros.
- **Escorpiones:** Los escorpiones emiten fluorescencia bajo la luz ultravioleta, lo que mejora su visibilidad en hábitats oscuros y les ayuda a detectar a sus presas.

3.b Identifica a expertos y conéctate con comunidades de biólogos y naturalistas. Sociedades

- **Sociedad de Biología Integrativa y Comparada (SICB):** Esta organización ofrece una plataforma para establecer contactos con biólogos especializados en adaptaciones evolutivas y biología sensorial, facilitando las conexiones con expertos que pueden aportar conocimientos sobre las adaptaciones de la visión en condiciones de poca luz.
- **Asociación Americana para el Avance de la Ciencia (AAAS):** Esta organización promueve la colaboración entre científicos e ingenieros. Sus conferencias y foros pueden brindar oportunidades para interactuar con investigadores líderes en óptica y sistemas visuales.
- **Sociedad de Ciencia y Tecnología Fotográfica (SPST):** Esta sociedad se centra en los aspectos científicos de la fotografía y la tecnología de la imagen, ofreciendo acceso a expertos que pueden compartir conocimientos sobre cómo mejorar la claridad de la imagen en entornos con poca luz.
- **Sociedad Internacional de Ingeniería Óptica (SPIE):** Conecta a profesionales de los campos de la óptica y la fotónica, lo que la convierte en un valioso recurso para establecer contactos con expertos en tecnologías de imagen y sistemas sensoriales inspirados en la naturaleza.

Paso 4 – Resumen

4.a Resume los elementos clave de la estrategia biológica. Destaque las funciones principales y las palabras clave. Si es posible, elabore un diagrama o dibujo y/o busque imágenes que puedan servir de referencia para el diseño.

Características principales del producto

- **Absorción de luz mejorada:** los ojos de las polillas tienen superficies microestructuradas que maximizan la captura de luz, especialmente en condiciones de poca luz. Este principio puede aplicarse para mejorar la sensibilidad y el rendimiento de nuestro sistema de imagen en entornos con poca luz.



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 pueden ser consideradas responsables de las mismas.

- **Reflejos minimizados:** El diseño de los ojos de las polillas reduce el reflejo de la luz, lo que permite una visión más nítida. Nuestro sistema puede emular esta característica para reducir el deslumbramiento y mejorar la nitidez de la imagen en diversas condiciones de iluminación.
- **Alta sensibilidad con poca luz:** Los ojos de las polillas están adaptados para detectar incluso las cantidades más pequeñas de luz. La incorporación de mecanismos similares permitirá a nuestro sistema alcanzar una alta resolución y sensibilidad en condiciones de oscuridad.
- **Adaptabilidad ambiental:** Las polillas pueden ajustar sus capacidades visuales en función de las condiciones de luz cambiantes. Diseñar nuestro sistema de imagen para que se adapte a distintos niveles de iluminación mejorará su funcionalidad en diferentes entornos.

Palabras clave

Absorción de la luz, reflexión minimizada, alta sensibilidad y adaptabilidad ambiental.

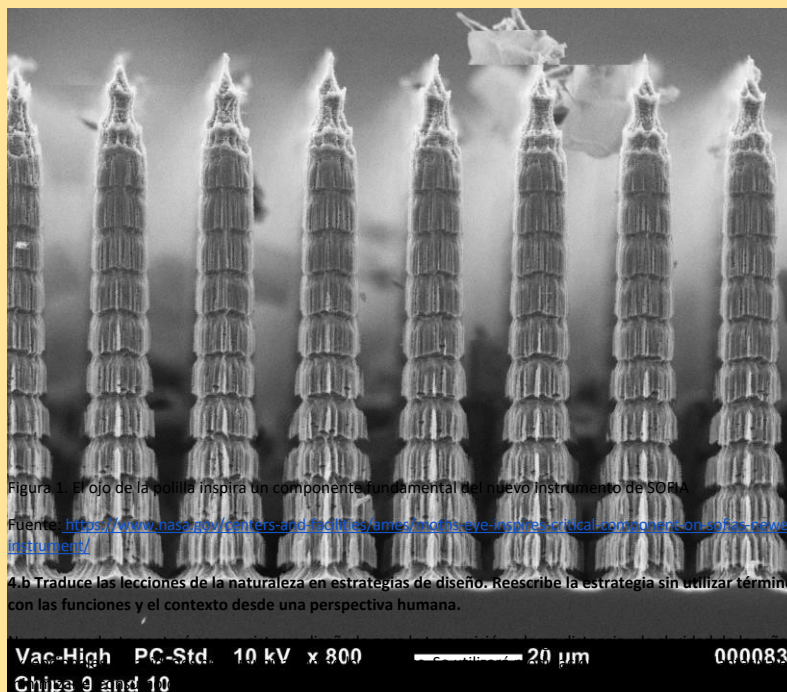


Figura 1. El ojo de la polilla inspira un componente fundamental del nuevo Instrumento de SORA

Fuente: <https://www.nasa.gov/centers-and-facilities/ames/moth-eye-mimics-critical-component-on-sofcs-next-instrument/>

4.b Traduce las lecciones de la naturaleza en estrategias de diseño. Reescribe la estrategia sin utilizar términos biológicos y conéctala con las funciones y el contexto desde una perspectiva humana.

inspirándose en las
el diseño para



largas distancias submarinas. Para mejorar la claridad de las señales transmitidas en entornos acústicos complejos, se utilizarán algoritmos sofisticados para filtrar el ruido de fondo. Además, será posible una comunicación dirigida gracias a la tecnología de proyección de sonido focalizada, que también reducirá las interferencias y aumentará la eficiencia de la transmisión. Esta novedosa estrategia garantizará un rendimiento fiable en una amplia gama de condiciones submarinas, permitiendo interacciones fluidas en entornos de aguas profundas.

Paso 5 – Emular

5.a Enumera la información clave y explora tantas ideas como sea posible.

Inspirándose en fenómenos naturales, como los ojos de las polillas para aumentar la absorción de la luz y reducir el reflejo, los animales nocturnos para una alta sensibilidad, las luciérnagas para la bioluminiscencia y los delfines para la proyección de sonido focalizada, el diseño tiene como objetivo mejorar la sensibilidad y la claridad en los sistemas de imagen con poca luz.

La adaptabilidad a condiciones de iluminación cambiantes, la reducción del deslumbramiento, el rendimiento de alta resolución con poca luz y la captura eficaz de la luz son características esenciales. Las ideas propuestas incluyen el uso de recubrimientos con micropatrones para mejorar la captura de luz, la implementación de sensores avanzados que imitan las retinas nocturnas, el desarrollo de recubrimientos antirreflejos, la creación de sistemas con ajustes dinámicos de iluminación, la integración de elementos bioluminiscentes para una iluminación adicional, el diseño de un sistema modular para la personalización, el empleo del aprendizaje automático para optimizar los ajustes, la incorporación de imágenes multispectrales y la mejora de las interfaces de usuario para controles manuales y automatizados. El objetivo de este enfoque integral es desarrollar soluciones prácticas de imagen en condiciones de poca luz que satisfagan las necesidades humanas.

5.b Organiza tus ideas en categorías que incluyan las características, el contexto, las limitaciones, etc., y selecciona los conceptos de diseño que mejor se adapten a tu solución.

Características:

- Absorción de luz mejorada.
- Reflejo minimizado.
- Alta sensibilidad con poca luz.
- Tecnología adaptativa.
- Diseño modular.

Contexto

- Adecuado para fotografía nocturna, observación de la fauna, exploración submarina y otros escenarios en los que las condiciones de poca luz plantean dificultades.
- Los usuarios a los que va dirigido incluyen fotógrafos, investigadores y equipos de rescate que necesitan capacidades de imagen fiables en entornos oscuros o con poca luz.

Restricciones



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 pueden ser consideradas responsables de las mismas.



- **Limitaciones ambientales:** El diseño debe funcionar eficazmente en diversas condiciones, incluyendo entornos submarinos, distintas profundidades y niveles de luz variables.
- **Viabilidad técnica:** garantizar que las tecnologías innovadoras puedan integrarse en un diseño compacto y ligero que resulte práctico para los usuarios.
- **Consideraciones de coste:** Equilibrar la incorporación de funciones avanzadas con la asequibilidad para que la tecnología sea accesible a un abanico más amplio de usuarios.
- **Eficiencia energética:** Optimizar el consumo de energía para garantizar que el sistema pueda funcionar durante largos periodos, especialmente en entornos remotos donde las fuentes de energía son limitadas.

Paso 6 – Evaluar

6.a Evaluar los conceptos de diseño en cuanto a su adecuación a los criterios y limitaciones del reto de diseño, así como su compatibilidad con los sistemas terrestres. Evaluar la viabilidad tanto de los modelos técnicos como de los modelos de negocio.

Los conceptos de diseño propuestos, inspirados en la tecnología del ojo de polilla, se ajustan bien a los criterios de mejora de la sensibilidad y la claridad en los sistemas de imagen con poca luz. Características como los recubrimientos microestructurados para la absorción de la luz y las superficies antirreflectantes para la reducción del deslumbramiento son técnicamente viables, gracias a los avances en la ciencia de los materiales y las tecnologías de sensores existentes. Además, la tecnología adaptativa para ajustes automáticos y el diseño modular para la personalización mejoran la usabilidad al tiempo que abordan la diversidad del mercado. Estos conceptos dan prioridad a la sostenibilidad y la eficiencia energética, lo que los hace compatibles con los objetivos medioambientales. La creciente demanda de soluciones de imagen avanzadas en fotografía, observación de la vida silvestre y operaciones de rescate sugiere un modelo de negocio prometedor, siempre que se aborden de manera eficaz la gestión de costes y la eficiencia de la producción. En general, los conceptos son viables y presentan un gran potencial de éxito en el mercado.

6.b Revisar y reconsiderar los pasos anteriores según sea necesario para generar una solución viable.

Para crear un sistema de imagen viable en condiciones de poca luz inspirado en la tecnología del ojo de polilla, es crucial perfeccionar los pasos anteriores basándose en los conocimientos obtenidos de la evaluación. En primer lugar, investigue los avances en recubrimientos microestructurados para una absorción eficaz de la luz y explore tecnologías antirreflectantes para garantizar la claridad. Identifique tecnologías de sensores óptimas que equilibren la sensibilidad, el tamaño y la eficiencia energética, al tiempo que simplifican la integración de funciones adaptativas para facilitar su uso. Por último, itere en el diseño creando prototipos y probándolos con los usuarios para perfeccionar la funcionalidad, asegurándose de que el producto final satisfaga las necesidades de los usuarios y las exigencias del mercado para alcanzar el éxito.

Recursos adicionales:

<https://techcrunch.com/2016/12/20/moth-eyes-inspired-the-design-of-this-hypersensitive-camera/>



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 pueden ser consideradas responsables de las mismas.



Módulos de formación del WP3 sobre diseño de procesos biomiméticos

Tarea 3.1/ A1. Desarrollo de un kit de autoaprendizaje para estudiantes de FP - LP: ATS / CPs: TODOS IMITEMOS SOLUCIONES

Una solución se refiere a los pasos aplicados para resolver el reto identificado, a través de la biomimética.

Solución: material inspirado en el oso polar

DISEÑO BIOMIMÉTICO	Descripción
Paso 2 – Biologizar	2.a Pregúntate cómo la naturaleza puede resolver esto. ¿Cómo puede la estructura hueca y aislante del pelaje del oso polar inspirar el desarrollo de un aislamiento ligero y altamente eficiente para entornos de frío extremo? 2.b Pregúntate qué pretende tu diseño. Determina las funciones clave de tu diseño e identifica contextos en la naturaleza. Las funciones pueden referirse al papel que desempeñan las adaptaciones o comportamientos de un organismo que le permiten sobrevivir. También pueden referirse a algo que tu solución de diseño debe lograr. Funciones clave del diseño ● Retención del calor: El diseño debe atrapar el calor de forma eficaz para mantener el calor en condiciones de frío. ● Estructura ligera: El aislamiento debe ser ligero para facilitar la movilidad y la facilidad de uso. ● Durabilidad y adaptabilidad: el material debe soportar condiciones ambientales adversas y conservar sus propiedades aislantes a lo largo del tiempo. 2.c Dale la vuelta a la pregunta. Considera las funciones opuestas. ¿Cómo es que un aislamiento que retiene demasiado calor provoca incomodidad y sobrecalentamiento en entornos moderadamente fríos? La estructura hueca del pelaje del oso polar atrapa el aire, creando una capa aislante que minimiza la pérdida de calor en condiciones de frío extremo. Esto permite a los osos polares conservar el calor de manera eficiente sin necesidad de un pelaje grueso y pesado. Sin embargo, un aislamiento que carezca de este tipo de estructura que atrapa el aire podría no retener el calor de manera eficaz, dejando a quien lo lleva expuesto al frío. Por ejemplo, un aislamiento fabricado con materiales sólidos y densos podría carecer de suficientes cavidades de aire, lo que aumentaría el volumen sin proporcionar el calor adecuado. En este sentido, para maximizar la eficiencia térmica en entornos fríos, el diseño del aislamiento debería incorporar características huecas que atrapen el aire, inspiradas en el pelaje del oso polar.
Paso 3 – Descubrir	3.a Busca modelos naturales que coincidan con las mismas funciones y el mismo contexto que tu solución de diseño.



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 4 – Resumen

Modelos naturales

- **Pelo del oso polar:** conocido por sus pelos huecos y translúcidos, el pelo del oso polar es un excelente modelo para atrapar el calor y reducir la pérdida de calor.
- **Pelo del zorro ártico:** grueso y con varias capas para proporcionar aislamiento a temperaturas bajo cero, el pelaje del zorro ártico demuestra la función del aislamiento multicapa.
- **Plumas de plumón de las aves:** la estructura de las plumas de plumón, que retienen el aire cerca del cuerpo, sirve como otro modelo de aislamiento térmico ligero y eficiente.

3.b Identificar a expertos y conectar con comunidades de biólogos y naturalistas.

Para profundizar en las conexiones con expertos y comunidades relevantes para el aislamiento inspirado en el oso polar, debemos tener en cuenta una amplia gama de profesionales y organizaciones de campos como la zoología, la bioingeniería, las ciencias ambientales y el diseño sostenible.

4.a Resumir los elementos clave de la estrategia biológica. Destacar las funciones principales y las palabras clave. Si es posible, hacer un diagrama o dibujo y/o buscar imágenes que puedan servir de referencia para el diseño.

El pelaje del oso polar ha evolucionado para proporcionar un aislamiento y una adaptabilidad excepcionales en las condiciones extremas del Ártico. Las funciones principales de esta estrategia biológica giran en torno a la retención del calor, la estructura ligera y la durabilidad. Estos son los elementos principales:

- **Estructura hueca del pelo:** cada pelo es hueco, lo que atrapa el aire en su interior y crea una barrera térmica que minimiza la pérdida de calor.
- **Pelo translúcido con propiedades reflectantes:** el pelo translúcido permite que la luz solar penetre hasta la piel negra del oso, que absorbe el calor de manera eficiente, creando una fuente secundaria de calor.
- **Capas densas de pelaje para protección:** El pelaje tiene dos capas: una capa interna densa y una capa externa más larga. Esta estructura en capas proporciona un aislamiento adicional y protege al oso del frío extremo y del viento.
- **Resistencia al agua:** El pelaje repele el agua, lo que ayuda a mantener al oso seco y a conservar el calor corporal incluso después de nadar en aguas gélidas.

Palabras clave

Estructura hueca del pelo, pelaje translúcido, aislamiento en capas, resistencia al agua.



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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.

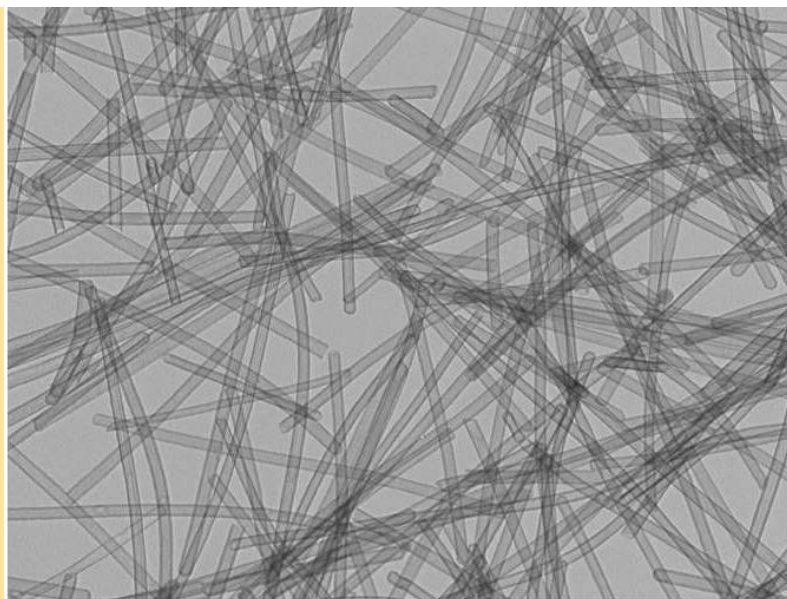


Figura 1. Microscopía electrónica del aerogel de tubos de carbono huecos bioinspirado.

Fuente: <https://phys.org/news/2019-06-polar-bear-inspired-material-insulation.html>

4.b Traduce las lecciones de la naturaleza en estrategias de diseño. Reescribe la estrategia sin utilizar términos biológicos y conéctala con las funciones y el contexto desde una perspectiva humana.

Para traducir las lecciones de la naturaleza en estrategias de diseño eficaces, céntrate en maximizar la eficiencia térmica desarrollando materiales que retengan el calor y reduzcan el consumo de energía, garantizando espacios habitables confortables. Optimice la reflexión de la luz con superficies que minimicen la absorción de calor, mejorando la eficiencia energética y reduciendo la necesidad de refrigeración. Incorpore texturas multifuncionales que aporten beneficios como un mejor aislamiento y atractivo estético, y diseñe materiales con propiedades adaptativas que cambien de características en función de las condiciones ambientales para mantener el confort en climas variables. La implementación de estas estrategias en edificios residenciales, comerciales y públicos puede mejorar significativamente la eficiencia energética y la calidad de vida general de los ocupantes.

5.a Enumera la información clave y explora tantas ideas como sea posible.

Para crear estrategias de diseño eficaces inspiradas en la naturaleza, deben priorizarse conceptos clave como maximizar la eficiencia térmica mediante materiales innovadores que retengan el calor y reduzcan el consumo de energía, así como optimizar la reflexión de la luz con superficies que minimicen la absorción de calor. Además, experimentar con texturas polivalentes puede mejorar tanto la funcionalidad como la apariencia, y los materiales con cualidades adaptativas permiten una adaptación en tiempo real a las condiciones ambientales cambiantes, garantizando el confort en una amplia gama de climas. Investigar nuevos materiales compuestos, desarrollar paneles aislantes modulares y diseñar fachadas de edificios con revestimientos reflectantes son algunas ideas para futuras investigaciones. Estas tácticas se verán reforzadas mediante la incorporación de tecnología inteligente, el uso de materiales reciclados y sostenibles, y un fuerte énfasis en el diseño centrado en el usuario.

Paso 5: Emular

5.b Organiza tus ideas en categorías que incluyan las características, el contexto, las limitaciones, etc., y selecciona los conceptos de diseño que mejor se adapten a tu solución.

Características

- Eficiencia térmica.
- Reflectividad de la luz.
- Texturas multifuncionales.
- Propiedades adaptativas.

Contexto

- Aplicación en edificios residenciales, comerciales y públicos para mejorar la eficiencia energética y el confort.
- Uso de materiales en mobiliario y revestimientos de paredes para mejorar el confort del usuario y la estética.
- Enfoque en materiales y procesos respetuosos con el medio ambiente en la construcción y el diseño.

Limitaciones:

- **Disponibilidad de materiales:** Limitaciones en cuanto al abastecimiento de materiales innovadores y sus costes.
- **Normas reglamentarias:** Cumplimiento de los códigos de construcción y las normativas de eficiencia energética.
- **Preferencias de los usuarios:** Consideración de las diferentes necesidades de confort y preferencias estéticas entre los distintos grupos de usuarios.
- **Variabilidad climática:** Adaptabilidad a diferentes condiciones ambientales y regiones.

Paso 6 – Evaluar

6.a Evalúe los conceptos de diseño en cuanto a su adecuación a los criterios y limitaciones del reto de diseño, así como su compatibilidad con los sistemas de la Tierra. Evalúe la viabilidad tanto de los modelos técnicos como de los modelos de negocio.

La forma más eficaz de evaluar si los conceptos de diseño propuestos satisfacen los retos y limitaciones del diseño es evaluarlos en función de los siguientes parámetros: eficiencia térmica, reflexión de la luz, adaptabilidad a los cambios ambientales y atractivo estético. Los diseños deben mejorar la eficiencia energética y el confort de los usuarios, al tiempo que promueven la sostenibilidad y minimizan el impacto ambiental. Todos los materiales utilizados deben ser no tóxicos, respetuosos con el medio ambiente y sostenibles, y cumplir con los estándares de rendimiento para diversas aplicaciones, incluyendo entornos residenciales y comerciales.

En cuanto a la compatibilidad con los sistemas de la Tierra, el uso de materiales tradicionales puede suscitar preocupaciones en relación con la contaminación y los residuos. Lo ideal sería que los conceptos de diseño incorporaran materiales renovables o reciclables para reducir su huella ecológica y apoyar la gestión sostenible de los recursos.

En cuanto a la viabilidad del modelo técnico y empresarial, el éxito de los paneles aislantes modulares y las fachadas reflectantes depende de su rendimiento y de la innovación en los materiales. Existe una creciente demanda en el mercado de soluciones de construcción energéticamente eficientes, pero los consumidores dan cada vez más prioridad a la sostenibilidad. Por consiguiente, un modelo de negocio exitoso debe destacar las prácticas respetuosas con el medio ambiente, al tiempo que equilibra el rendimiento y la rentabilidad en los distintos conceptos.

6.b Revisar y reconsiderar los pasos anteriores según sea necesario para generar una solución viable.

Tras identificar los paneles aislantes modulares y las fachadas reflectantes como nuestros conceptos de diseño, nos centramos en su potencial para mejorar la eficiencia térmica y el ahorro energético. Las estrategias clave giraron en torno al uso de materiales avanzados y respetuosos con el medio ambiente, así como de revestimientos innovadores, para mejorar el rendimiento y la durabilidad. Mediante la integración de materiales adaptativos inteligentes con sensores rentables para la monitorización ambiental en tiempo real y el desarrollo de revestimientos de pared multifuncionales a partir de textiles sostenibles, logramos plasmar estas ideas en un enfoque de diseño coherente que prioriza la usabilidad, el confort y la sostenibilidad, al tiempo que cumple con los estándares modernos de eficiencia energética.

Recursos adicionales:

<https://phys.org/news/2019-06-polar-bear-inspired-material-insulation.html> <https://projects.cot.com/2020/07/engineer-creates-insulation-inspired-by-polar-bear-fur/> <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2213138822002570>



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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.



Módulos de formación del WP3 sobre diseño de procesos biomiméticos

Tarea 3.1/ A1. Desarrollo de un kit de autoaprendizaje para estudiantes de FP - LP: ATS / CPs: TODOS IMITEMOS SOLUCIONES

Una solución se refiere a los pasos aplicados para resolver el reto identificado, a través de la biomimética.

Solución: Los escarabajos que beben agua del aire

DISEÑO BIOMIMÉTICO	Descripción
Paso 2 – Biologizar	2.a Pregúntate cómo la naturaleza puede resolver esto. ¿Cómo extraen el agua del aire los escarabajos de los entornos áridos para sobrevivir en condiciones extremas? 2.b Pregúntate qué pretende tu diseño. Funciones clave del diseño: ● Recogida de agua: Captar de forma eficiente la humedad de la niebla o del aire húmedo. ● Transporte de agua: canalizar el agua recogida para su almacenamiento o uso. ● Eficiencia energética: utilizar métodos pasivos para recoger agua sin depender de fuentes de energía externas. Contextos biológicos ● Recolección de humedad: Las protuberancias hidrófilas condensan el vapor de agua en gotas. ● Transporte del agua: Las ranuras hidrofóbicas dirigen el agua hacia un punto de recogida central. ● Eficiencia energética: Condensación pasiva impulsada por el flujo de aire natural y la humedad. 2.c Da la vuelta a la pregunta. Considera funciones opuestas. ¿Cómo capturan, transportan y almacenan el agua de forma pasiva los organismos de la naturaleza en entornos áridos?
Paso 3 – Descubre	3.a Busca modelos naturales que coincidan con las mismas funciones y el mismo contexto que tu solución de diseño. Función Recolección pasiva de agua en condiciones áridas Modelos naturales ● Escarabajo del desierto de Namib: utiliza una combinación de protuberancias hidrófilas y surcos hidrofobos para recoger agua. ● Cactus: utilizan crestas y espinas para capturar y canalizar el rocío y la niebla hacia sus raíces.



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



- **Líquenes y musgos:** absorben la humedad directamente del aire mediante la acción capilar.

3.b Identificar expertos y conectar con comunidades de biólogos y naturalistas. Expertos

- **Universidades e instituciones de investigación:**
 - Laboratorio de Recolección de Niebla del MIT: se centra en tecnologías de recolección de agua inspiradas en procesos naturales.
 - Departamento de Zoología de la Universidad de Oxford: Estudia las adaptaciones biomiméticas de los organismos del desierto.
- **Comunidades profesionales**
 - Instituto de Biomimética: conecta a innovadores e investigadores que estudian soluciones naturales para la recogida de agua.
 - Asociación Internacional del Agua: Ofrece investigaciones sobre prácticas de gestión sostenible del agua.

Conéctate con las comunidades

- **Foros y grupos en línea**
 - ResearchGate: Interactúa con científicos de materiales y expertos en biomimética que estudian superficies de captación de agua.
 - Grupos de LinkedIn: Únete a debates sobre tecnologías sostenibles y diseño biomimético.
- **Organizaciones y eventos locales**
 - **Conferencias sobre gestión del agua:** Infórmate sobre los avances en la recogida de niebla y la eficiencia hídrica.
 - **Talleres de biomimética:** Establezca contactos con profesionales que trabajan en soluciones hídricas bioinspiradas.

Paso 4 – Resumen

4.a Resume los elementos clave de la estrategia biológica. Destaca las funciones principales y las palabras clave. Si es posible, haz un diagrama o un dibujo y/o busca imágenes que puedan servir de referencia para el diseño.

Funciones principales y palabras clave

1. Recolección de agua

- **Palabras clave:** Condensación, captura de humedad, recolección de niebla.
- **Modelo natural:** escarabajo del desierto de Namib.
- **Función:** Atraer y condensar el vapor de agua en gotas.

2. Transporte de agua

- **Palabras clave:** Canalización, flujo direccional, ranuras hidrofóbicas
- **Modelo natural:** Ranuras del caparazón de los escarabajos, crestas de los cactus
- **Función:** Canalizar el agua recogida hacia un punto central de almacenamiento o uso.



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.

3. Eficiencia energética

- **Palabras clave:** Proceso pasivo, sostenibilidad, sin energía externa
- **Modelo natural:** Recogida pasiva de agua por los escarabajos
- **Función:** Recoger agua sin depender de métodos que consuman mucha energía.

4.b Traducir las lecciones de la naturaleza en estrategias de diseño. Reescribir la estrategia sin utilizar términos biológicos y relacionarla con las funciones y el contexto desde una perspectiva humana.

Recolección de agua

- Estrategia de diseño: Utilizar materiales con una combinación de propiedades que atraigan y repelan el agua para condensar y recoger agua del aire.

Transporte de agua

- Estrategia de diseño: Incorporar ranuras o canales para guiar de manera eficiente el agua recogida hacia un área de almacenamiento.

Eficiencia energética

- Estrategia de diseño: Diseñar sistemas que recojan agua de forma pasiva aprovechando condiciones ambientales como el viento y la humedad.

«La emulación es un proceso exploratorio que se esfuerza por captar una “receta” o un “plan” en el ejemplo de la naturaleza que pueda modelarse en nuestros propios diseños».

<https://toolbox.biomimicry.org/methods/emulate/>

5.a Enumera la información clave y explora tantas ideas como sea posible.

1. Recolección de agua

- Desarrollar redes antiniebla con materiales hidrófilos e hidrófobos para mejorar la captación de agua.
- Crea fachadas de edificios que imiten el caparazón de los escarabajos para recoger agua en entornos urbanos.

2. Transporte de agua

- Integra canales en las superficies para dirigir el agua recogida hacia los depósitos.
- Diseñar ranuras autolimpiables para mantener la eficiencia a lo largo del tiempo.

3. Eficiencia energética

- Utilizar técnicas de refrigeración pasiva para mejorar la condensación en climas cálidos y áridos.
- Diseña sistemas que funcionen sin depender de la electricidad, ideales para lugares remotos.

5.b Organiza tus ideas en categorías que incluyan las características, el contexto, las limitaciones, etc., y selecciona los conceptos de diseño que mejor se adapten a tu solución.

1. Características

- Recogida de agua

Paso 6 – Evaluar

- ☐ Protuberancias superhidrófilas para condensar el agua.
- ☐ Canales hidrofóbicos para la formación eficiente de gotas de agua.
- **Transporte de agua**
 - ☐ Ranuras que guían el agua hacia los depósitos.
 - ☐ Recubrimientos autolimpiantes para mantener la funcionalidad.
- **Eficiencia energética**
 - ☐ Procesos de condensación pasivos.
 - ☐ Integración del flujo de aire natural para mejorar la captación de agua.

2. Contexto

- **Usuarios destinatarios**
 - ☐ Las comunidades de regiones áridas necesitan soluciones hídricas sostenibles.
 - ☐ Industrias que buscan sistemas de recogida de agua respetuosos con el medio ambiente.
- **Aplicaciones**
 - ☐ Sistemas de recogida de agua para hogares y edificios.
 - ☐ Dispositivos portátiles de captación de niebla para la agricultura o para uso personal.

3. Limitaciones

- **Limitaciones técnicas**
 - ☐ Equilibrio entre durabilidad y eficiencia en los materiales de recogida de agua.
 - ☐ Adaptar los diseños a los distintos niveles de humedad.
- **Consideraciones de coste**
 - ☐ Garantizar la asequibilidad para las comunidades de bajos ingresos.
 - ☐ Ampliar la producción sin dañar el medio ambiente.
- **Impacto medioambiental**
 - ☐ Utilizar materiales sostenibles y biodegradables.
 - ☐ Minimizar la alteración ecológica durante la implementación.

6.a Evaluar los conceptos de diseño en relación con su adecuación a los criterios y limitaciones del reto de diseño, así como su compatibilidad con los sistemas de la Tierra. Evaluar la viabilidad tanto de los modelos técnicos como de los modelos de negocio.

La solución de recogida de agua inspirada en los escarabajos se ajusta bien al reto de diseño al abordar la sostenibilidad, la funcionalidad pasiva y la eficiencia. Los principales retos técnicos incluyen garantizar la durabilidad y adaptar los diseños a las condiciones ambientales variables. El modelo de negocio puede aprovechar las colaboraciones con ONG y gobiernos centrados en el acceso al agua en regiones áridas.

6.b Revisar y reconsiderar los pasos anteriores según sea necesario para generar una solución viable.

Las mejoras incluyen



- Probar diferentes combinaciones de materiales para optimizar la recogida y el transporte del agua.
- Desarrollar diseños modulares para facilitar la instalación y la escalabilidad.
- Incorporar los comentarios de las comunidades destinatarias para garantizar la usabilidad y la relevancia.

Al perfeccionar estos aspectos, el sistema de recogida de agua inspirado en los escarabajos puede proporcionar una solución sostenible y accesible para entornos con escasez de agua, mejorando vidas y conservando recursos a nivel mundial.

Recursos adicionales:

<https://biomimicry.org/>



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



Módulos de formación del WP3 sobre diseño de procesos biomiméticos

Tarea 3.1/ A1. Desarrollo de un kit de autoaprendizaje para estudiantes de FP - LP: ATS / CPs: TODOS IMITEMOS SOLUCIONES

Una solución se refiere a los pasos aplicados para resolver el reto identificado, a través de la biomimética.

Solución: nombre de la solución

DISEÑO BIOMIMÉTICO	Descripción
Paso 2 – Biologizar	2.a Pregúntate cómo la naturaleza puede resolver esto. ¿Cómo se reparan los huesos cuando se dañan con una intervención externa mínima? 2.b Pregúntate qué pretende tu diseño. Funciones clave del diseño • Autocuración: Detectar y reparar grietas en estructuras de hormigón sin necesidad de intervención humana. • Integridad estructural: Restaurar la resistencia y evitar daños mayores o el colapso. • Sostenibilidad: Reducir la necesidad de mantenimiento frecuente y sustitución de materiales. Contextos biológicos • Detección de daños: Imitar la señalización química que utilizan las células óseas para identificar grietas. • Formación de andamios: Utilizar agentes incorporados que formen una estructura para facilitar las reparaciones. • Deposición mineral: Incorporar materiales que reproduzcan el proceso de mineralización del hueso. 2.c Dale la vuelta a la pregunta. Considera funciones opuestas. ¿Cómo se autorreparan los organismos en la naturaleza mientras mantienen su funcionalidad y eficiencia?
Paso 3 – Descubrir	3.a Busca modelos naturales que coincidan con las mismas funciones y el mismo contexto que tu solución de diseño. Función Autorreparación pasiva para restaurar la integridad estructural. Modelos naturales • Huesos: reparan las fracturas mediante un proceso de tres pasos: señalización, formación de andamios y deposición de minerales.



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



- **Corteza de los árboles:** se cura a sí misma sellando las heridas con nuevas capas, lo que evita daños mayores.
- **Conchas marinas:** reconstruyen las zonas dañadas mediante la deposición de capas de carbonato cálcico.

3.b Identificar expertos y conectar con comunidades de biólogos y naturalistas. Expertos

- **Universidades e instituciones de investigación**
 - Instituto Wyss de Harvard: Investiga materiales biomiméticos inspirados en procesos naturales.
 - Universidad Tecnológica de Delft: Se especializa en hormigón autorreparable y materiales de construcción sostenibles.
- **Comunidades profesionales**
 - Instituto Americano del Hormigón (ACI): Debate los avances en la tecnología del hormigón.
 - Instituto de Biomimética: Pone en contacto a expertos que trabajan en materiales autorreparables inspirados en la naturaleza.

Conéctate con las comunidades

- **Foros y grupos en línea**
 - **ResearchGate:** Interactúa con científicos de materiales e investigadores en biomimética.
 - **Grupos de LinkedIn:** Únete a debates sobre materiales innovadores y sostenibilidad.
- **Organizaciones y eventos locales**
 - **Conferencias sobre tecnología de la construcción:** Descubre las últimas novedades en soluciones de hormigón.
 - **Talleres de biomimética:** Establece contactos con expertos en diseño bioinspirado.

Paso 4 – Resumen

4.a Resume los elementos clave de la estrategia biológica. Destaca las funciones principales y las palabras clave. Si es posible, haz un diagrama o un dibujo y/o busca imágenes que puedan servir de referencia para el diseño.

Funciones principales y palabras clave:

1. Autocuración

- **Palabras clave:** Reparación, Pasivo, Detección.
- **Modelo natural:** Huesos.
- **Función:** Detectar y reparar automáticamente las grietas para restaurar la resistencia estructural.

2. Formación de andamios

- **Palabras clave:** Soporte, estructura, refuerzo.



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.

Paso 5 – Emular

- **Modelo natural:** Estructura fibrosa de los huesos.
- **Función:** Crear una estructura temporal para reparar el daño.

3. Deposición mineral

- **Palabras clave:** Resistencia, durabilidad, restauración.
- **Modelo natural:** Deposición de calcio y fosfato en los huesos.
- **Función:** Rellenar grietas con material duradero para restaurar la funcionalidad.

4.b Traspasar las lecciones de la naturaleza a estrategias de diseño. Reescribir la estrategia sin utilizar términos biológicos y relacionarla con las funciones y el contexto desde una perspectiva humana.

Autocuración

- **Estrategia de diseño:** Incorporar en el hormigón materiales capaces de detectar daños e iniciar el proceso de reparación de forma automática.

Formación de andamios

- **Estrategia de diseño:** Incluir agentes que creen una estructura temporal dentro de las grietas, permitiendo que el material de reparación se solidifique.

Deposición mineral

- **Estrategia de diseño:** Utilizar minerales o bacterias que depositen compuestos duraderos para rellenar y sellar eficazmente las grietas.

«La emulación es un proceso exploratorio que busca captar una “receta” o un “plan” del ejemplo de la naturaleza que pueda plasmarse en nuestros propios diseños».

<https://toolbox.biomimicry.org/methods/emulate/>

5.a Enumera la información clave y explora tantas ideas como sea posible.

1. Mecanismo de autorreparación

- Incorpora cápsulas llenas de agentes reparadores (por ejemplo, bacterias curativas o productos químicos) en la mezcla de hormigón.
- Utilizar sensores inteligentes para detectar daños y activar la liberación de agentes reparadores.

2. Formación de andamios

- Incorpore polímeros biodegradables que se expandan para formar una estructura dentro de las grietas.
- Utilizar agentes químicos que se solidifican al exponerse a la humedad.

3. Deposición mineral

- Utilizar bacterias productoras de carbonato cálcico para rellenar las grietas.
- Incluir compuestos químicos que imiten el proceso de mineralización de los huesos.



5.b Organiza tus ideas en categorías que incluyan las características, el contexto, las limitaciones, etc., y selecciona los conceptos de diseño que mejor se adapten a tu solución.

1. Características

- **Mecanismo de autorreparación**
 - ☐ Cápsulas de reparación o bacterias incrustadas que se activan al producirse una fisura.
- **Formación de andamios**
 - ☐ Agentes fibrosos que crean una estructura temporal.
- **Deposición mineral**
 - ☐ Uso de compuestos minerales duraderos como el carbonato cálcico.

2. Contexto

- **Usuarios objetivo**
 - ☐ Empresas constructoras que buscan materiales duraderos y de bajo mantenimiento.
 - ☐ Ayuntamientos que desean prolongar la vida útil de las infraestructuras públicas.
- **Aplicaciones**
 - ☐ Los puentes, las carreteras y los edificios son propensos al desgaste.
 - ☐ Zonas remotas o peligrosas donde las reparaciones son difíciles.

3. Limitaciones

- **Limitaciones técnicas:**
 - ☐ Garantizar la distribución uniforme de los agentes de reparación en el hormigón.
 - ☐ Lograr la durabilidad a largo plazo y la reutilización del mecanismo de autorreparación.
- **Consideraciones de coste**
 - ☐ Equilibrar la asequibilidad con la funcionalidad avanzada.
- **Impacto medioambiental**
 - ☐ Utilizar materiales sostenibles y biodegradables.

Paso 6 – Evaluar

6.a Evalúa los conceptos de diseño en relación con su adecuación a los criterios y limitaciones del reto de diseño, así como su compatibilidad con los sistemas de la Tierra. Evalúa la viabilidad tanto de los modelos técnicos como de los modelos de negocio.

El hormigón autorreparable inspirado en los huesos se ajusta bien al reto, ya que aborda la sostenibilidad, la durabilidad y la reducción del mantenimiento. El principal reto técnico radica en garantizar la funcionalidad a largo plazo y la rentabilidad. El modelo de negocio podría centrarse en colaboraciones con empresas constructoras y gobiernos, haciendo hincapié en el ahorro de costes y los beneficios medioambientales de los materiales autorreparables.



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



6.b Revisar y reconsiderar los pasos anteriores según sea necesario para generar una solución viable.

Las mejoras incluyen

- Probar y optimizar la distribución de los agentes autorreparadores para maximizar la eficacia.
- Explorar materiales ecológicos y rentables para las cápsulas y los andamios.
- Creación de prototipos y pruebas de campo en diversos entornos para garantizar la fiabilidad.

Al perfeccionar estos aspectos, la solución de hormigón autorreparable puede revolucionar la construcción, proporcionando materiales sostenibles, duraderos y rentables para la infraestructura moderna.

Recursos adicionales:

<https://biomimicry.org/>



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



Módulos de formación del WP3 sobre diseño de procesos biomiméticos

Tarea 3.1/ A1. Desarrollo de un kit de autoaprendizaje para estudiantes de FP - LP: ATS / CPs: TODOS LET'S MIMIC SOLUTIONS

Una solución se refiere a los pasos aplicados para resolver el reto identificado, a través de la biomimética.

Solución: nombre de la solución

DISEÑO BIOMIMÉTICO	Descripción
Paso 2 – Biologizar	2.a Pregúntate cómo la naturaleza puede resolver esto. ¿Cómo se adhieren los mejillones con firmeza a las superficies en entornos dinámicos y húmedos, manteniendo su funcionalidad a pesar de las tensiones externas? 2.b Pregúntate qué pretende tu diseño. Funciones clave del diseño: ● Fuerte adhesión: Crea filtros con propiedades adhesivas mejoradas para fijarse con seguridad a las superficies en entornos húmedos o hostiles. ● Durabilidad: Asegúrate de que los filtros mantengan su funcionalidad durante largos periodos y en condiciones ambientales variables. ● Sostenibilidad: Utiliza materiales y procesos ecológicos para minimizar el impacto medioambiental. Contextos biológicos: ● Mecanismo de adhesión: Imita el pegamento proteico que utilizan los mejillones para adherirse a superficies húmedas y resbaladizas. ● Resiliencia: Reproducir la capacidad de los mejillones para resistir las olas, las corrientes y las fluctuaciones de temperatura. ● Permeabilidad selectiva: Aprovechar la permeabilidad controlada que se observa en los hilos bisales de los mejillones para lograr una filtración eficiente. 2.C Da la vuelta a la pregunta. Considera funciones opuestas. ¿Cómo se adhieren los organismos en la naturaleza y mantienen la estabilidad en superficies húmedas y dinámicas mientras realizan funciones esenciales?
Paso 3 – Descubrir	3.a Busca modelos naturales que cumplan las mismas funciones y se adapten al mismo contexto que tu solución de diseño. Función Fuerte adhesión y durabilidad en entornos húmedos. Modelos naturales ● Mejillones: utilizan adhesivos a base de proteínas que forman uniones robustas en entornos húmedos y salinos.



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



- **Percebes:** Crean sustancias calcificadas similares al pegamento para fijarse de forma permanente a las superficies.
- **Hojas de loto:** aunque no son adhesivas, presentan propiedades hidrófugas que pueden inspirar características anti-obstrucción para los filtros.

3.b Identificar expertos y conectar con comunidades de biólogos y naturalistas. Expertos

- **Universidades e instituciones de investigación**
 - Laboratorio de Materiales Bioinspirados del MIT: Se centra en los bioadhesivos y el desarrollo de materiales sostenibles.
 - Universidad de California, Santa Bárbara (UCSB): Conocida por sus estudios sobre la adhesión de los mejillones y la bioquímica de las proteínas.
- **Comunidades profesionales**
 - Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos (ASME): Organiza debates sobre biomimética en ingeniería de materiales.
 - Sociedad de Adhesión: se centra en la ciencia de los adhesivos y las interacciones superficiales.

Conéctate con las comunidades

- **Foros y grupos en línea**
 - **ResearchGate:** Interactúa con científicos especializados en biomateriales e ingenieros medioambientales.
 - **Plataforma AskNature del Instituto de Biomimética:** Colabora con expertos en biomimética.
- **Organizaciones y eventos locales**
 - **Conferencias sobre biomimética:** Explora aplicaciones innovadoras de materiales bioinspirados.
 - **Talleres sobre sostenibilidad medioambiental:** Establece contactos con partes interesadas en soluciones ecológicas.

Paso 4 – Resumen

4.a Resume los elementos clave de la estrategia biológica. Destaque las funciones principales y las palabras clave. Si es posible, elabore un diagrama o dibujo y/o busque imágenes que puedan servir de referencia para el diseño.

Funciones principales y palabras clave

1. Adhesión

- **Palabras clave:** húmedo, robusto, a base de proteínas.
- **Modelo natural:** Mejillones.
- **Función:** Lograr una fuerte adhesión en condiciones húmedas utilizando pegamentos bioinspirados.

2. Durabilidad



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.

	● Palabras clave: Resiliencia, estabilidad, longevidad. ● Modelo natural: Hilos bisales de los mejillones. ● Función: Mantener la integridad estructural a lo largo del tiempo, resistiendo los factores de estrés ambientales. 3. Permeabilidad selectiva ● Palabras clave: Filtración, controlada, eficiente. ● Modelo natural: mecanismo de filtración de los mejillones. ● Función: Filtrar partículas de forma selectiva al tiempo que se garantiza el flujo de agua. 4.b Traducir las lecciones de la naturaleza en estrategias de diseño. Reescribir la estrategia sin utilizar términos biológicos y relacionarla con las funciones y el contexto desde una perspectiva humana. Adhesión ● Estrategia de diseño: Utilizar pegamentos proteicos inspirados en los mejillones que se adhieran eficazmente en entornos húmedos. Durabilidad: ● Estrategia de diseño: Incorporar materiales flexibles y resistentes que soporten fuerzas dinámicas y fluctuaciones ambientales. Permeabilidad selectiva ● Estrategia de diseño: Diseñar filtros con estructuras porosas que imiten los mecanismos de filtración naturales. «La emulación es un proceso exploratorio que se esfuerza por captar una “receta” o un “plan” en el ejemplo de la naturaleza que pueda modelarse en nuestros propios diseños». https://toolbox.biomimicry.org/methods/emulate/ 5.a Enumera la información clave y explora tantas ideas como sea posible.
Paso 5 – Emular	1. Mecanismo de adhesión ● Desarrollar recubrimientos bioadhesivos para filtros que garanticen una fijación segura en condiciones dinámicas o húmedas. ● Utilizar polímeros que imiten la dopamina para crear uniones fuertes y resistentes al agua. 2. Materiales duraderos ● Crea filtros utilizando materiales híbridos que combinen resistencia con elasticidad. ● Diseñar recubrimientos resistentes a la corrosión, a las fluctuaciones de temperatura y a las incrustaciones biológicas. 3. Filtración selectiva ● Emplear membranas nanoestructuradas inspiradas en la filtración de los mejillones para mejorar el rendimiento.

- Incluye mecanismos de autolimpieza para reducir las necesidades de mantenimiento.

5.b Organice sus ideas en categorías que incluyan las características, el contexto, las limitaciones, etc., y seleccione los conceptos de diseño que mejor se adapten a su solución.

1. Características

- **Adhesión**
 - ☐ Recubrimientos bioadhesivos inspirados en los mejillones.
 - ☐ Agentes adhesivos activados por el agua.
- **Durabilidad:** Materiales resilientes resistentes al estrés ambiental.
 - ☐ Materiales resistentes al estrés ambiental.
 - ☐ Diseños híbridos que combinan flexibilidad y resistencia.
- **Eficiencia de filtración:** permeabilidad selectiva para tamaños de partículas específicos.
 - ☐ Permeabilidad selectiva para tamaños de partículas específicos.
 - ☐ Características de autolimpieza o anti-obstrucción.

2. Contexto

- **Usuarios destinatarios**
 - ☐ Las instalaciones industriales necesitan sistemas de filtración robustos para las aguas residuales.
 - ☐ Plantas municipales de tratamiento de agua en entornos húmedos o acuáticos.
- **Aplicaciones**
 - ☐ Purificación de agua en entornos urbanos e industriales.
 - ☐ Sistemas de acuicultura que requieren filtración de residuos.

3. Limitaciones

- **Limitaciones técnicas**
 - ☐ Desarrollo de bioadhesivos rentables a gran escala.
 - ☐ Garantizar la durabilidad a largo plazo de los materiales bioinspirados.
- **Consideraciones de coste**
 - ☐ Equilibrar la asequibilidad de los materiales con una funcionalidad avanzada.
 - ☐ Reducir los costes de las aplicaciones de filtración a gran escala.
- **Impacto medioambiental**
 - ☐ Utilizar materiales biodegradables o reciclables.
 - ☐ Minimizar el impacto ecológico durante la producción o la eliminación.

Paso 6 – Evaluar

6.a Evaluar los conceptos de diseño en relación con su adecuación a los criterios y limitaciones del reto de diseño, así como su compatibilidad con



sistemas de la Tierra. Evaluar la viabilidad tanto de los modelos técnicos como de los de negocio.

Los filtros adhesivos inspirados en los mejillones se ajustan bien al reto al combinar una fuerte adhesión, durabilidad y una filtración eficiente. El concepto es respetuoso con el medio ambiente e innovador, pero requiere una mayor optimización para equilibrar el rendimiento con el coste y la escalabilidad.

6.b Revisar y volver a examinar los pasos anteriores según sea necesario para generar una solución viable.

Las mejoras incluyen

- **Mejorar la adhesión:** perfeccionar la fórmula adhesiva para garantizar una unión fuerte y reversible.
- **Optimizar la durabilidad:** Probar materiales híbridos para evaluar su flexibilidad y resistencia en diversas condiciones.
- **Mejorar la eficiencia:** incorporar nanoestructuras y propiedades de autolimpieza para potenciar el rendimiento de la filtración.

Al perfeccionar estos aspectos, los filtros adhesivos inspirados en los mejillones pueden convertirse en una solución revolucionaria para el tratamiento del agua y la filtración industrial, combinando la eficiencia natural con la innovación sostenible.

Recursos adicionales:

<https://biomimicry.org/>



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



Módulos de formación del WP3 sobre diseño de procesos biomiméticos

Tarea 3.1/ A1. Desarrollo de un kit de autoaprendizaje para estudiantes de FP - LP: ATS / CPs: TODOS SOLUCIONES DE IMITACIÓN

Una solución se refiere a los pasos aplicados para resolver el reto identificado, a través de la biomimética.

Solución: nombre de la solución

DISEÑO BIOMIMÉTICO	Descripción
Paso 2 – Biologizar	2.a Pregúntate cómo la naturaleza puede resolver esto. ¿Cómo consigue el nácar de las conchas de abulón crear un material resistente, pero ligero y flexible? 2.b Pregúntate qué pretende tu diseño. Funciones clave del diseño: ● Resistencia y durabilidad: Desarrolla materiales que puedan soportar una gran tensión sin romperse. ● Estructura ligera: Crea materiales que sean resistentes pero no excesivamente densos. ● Flexibilidad: Introduce un grado de maleabilidad para evitar fallos catastróficos. Contextos biológicos ● Construcción en capas: Imita las capas alternas duras y blandas del nácar. ● Disipación de tensiones: Emular las propiedades de absorción de energía de la matriz orgánica del nácar. ● Adaptabilidad: utilizar un diseño jerárquico para lograr propiedades multifuncionales en los materiales. 2.C Dar la vuelta a la pregunta. Considerar funciones opuestas. ¿Cómo crean los organismos de la naturaleza estructuras ligeras, resistentes y flexibles que soportan grandes tensiones?
Paso 3 – Descubrir	3.a Busca modelos naturales que coincidan con las mismas funciones y el mismo contexto que tu solución de diseño. Función Construcción con materiales duraderos y ligeros. Modelos naturales ● Nácar de las conchas de abulón: estructura en capas de carbonato cálcico y polímeros orgánicos que le confiere resistencia y flexibilidad. ● Seda de araña: fibras resistentes, ligeras y flexibles que absorben la tensión de forma eficaz.



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



- **Huesos humanos:** estructura jerárquica que combina capas minerales duras y colágeno blando para proporcionar resistencia y elasticidad.

3.b Identificar a expertos y conectar con comunidades de biólogos y naturalistas. Expertos

- **Universidades e instituciones de investigación:**
 - Instituto Wyss de Harvard: Investigación sobre materiales biomiméticos.
 - Laboratorio de Ciencia de los Materiales del MIT: Estudios sobre materiales compuestos avanzados inspirados en materiales naturales.
- **Comunidades profesionales**
 - Sociedad de Investigación de Materiales (MRS): Centrada en los avances en ciencia de los materiales.
 - Instituto de Biomimética: Promueve soluciones inspiradas en la naturaleza.

Conéctate con las comunidades

- **Foros y grupos en línea**
 - ResearchGate: Interactúa con investigadores que estudian materiales compuestos avanzados.
 - Grupos de LinkedIn: Establece contactos con profesionales del sector de los materiales sostenibles.
- **Organizaciones y eventos locales**
 - **Conferencias sobre ciencia de los materiales:** Asiste a presentaciones sobre materiales bioinspirados.
 - **Talleres organizados por organizaciones de biomimética:** Aprende de los innovadores en materiales inspirados en la naturaleza.

Paso 4 – Resumen

4.a Resume los elementos clave de la estrategia biológica. Destaca las funciones principales y las palabras clave. Si es posible, haz un diagrama o un dibujo, o busca imágenes que puedan servir de referencia para el diseño.

Funciones principales y palabras clave:

1. Resistencia y durabilidad

- **Palabras clave:** dureza, resiliencia, resistencia al estrés
- **Modelo natural:** Nácar
- **Función:** Evitar la propagación de grietas y garantizar la durabilidad bajo tensión.

2. Estructura ligera

- **Palabras clave:** Eficiencia, baja densidad, optimización estructural.
- **Modelo natural:** Nácar, seda de araña.
- **Función:** Combinar resistencia y ligereza para aplicaciones versátiles.

3. Flexibilidad



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



Paso 5 – Emular

- **Palabras clave:** Adaptabilidad, maleabilidad, prevención de grietas.
- **Modelo natural:** Nácar, huesos.
- **Función:** Disipar la tensión mediante estructuras flexibles en capas.

4.b Traduce las lecciones de la naturaleza en estrategias de diseño. Reescribe la estrategia sin utilizar términos biológicos y conéctala con las funciones y el contexto desde una perspectiva humana.

Resistencia y durabilidad

- **Estrategia de diseño:** Desarrollar materiales con capas alternas duras y blandas para absorber la tensión y evitar que las grietas se propaguen.

Estructura ligera

- **Estrategia de diseño:** Utilizar materiales de baja densidad dispuestos en patrones optimizados para obtener resistencia sin añadir peso.

Flexibilidad

- **Estrategia de diseño:** Incorporar componentes flexibles o microestructuras para mejorar la adaptabilidad del material y la resistencia a fallos catastróficos.

«La emulación es un proceso exploratorio que se esfuerza por captar una “receta” o un “plan” en el ejemplo de la naturaleza que pueda modelarse en nuestros propios diseños».

<https://toolbox.biomimicry.org/methods/emulate/>

5.a Enumera tu información clave y explora tantas ideas como sea posible.

1. Resistencia y durabilidad

- Materiales compuestos con capas duras y blandas inspirados en el nácar.
- Propiedades autorreparadoras para reparar automáticamente pequeñas grietas.

2. Estructura ligera

- Utiliza la impresión 3D para replicar la estructura jerárquica del nácar.
- Incorporación de patrones huecos o alveolares para una mayor ligereza.

3. Flexibilidad

- Diseñar interfaces flexibles entre capas para disipar la tensión.
- Utiliza polímeros bioinspirados para introducir maleabilidad.

5.b Organiza tus ideas en categorías que incluyan las características, el contexto, las limitaciones, etc., y selecciona los conceptos de diseño que mejor se adapten a tu solución.

1. Características

- **Resistencia y durabilidad**
 - ☐ Materiales compuestos en capas.
 - ☐ Estructuras resistentes a las grietas con disipación de energía.
- **Estructura ligera**



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



- ☐ Materiales de baja densidad impresos en 3D.
- ☐ Patrones estructurales optimizados, como los panales.

- **Flexibilidad**

- ☐ Polímeros flexibles e inspirados en la biología.
- ☐ Interfaces adaptativas entre capas.

2. Contexto

- **Usuarios objetivo**

- ☐ Los ingenieros aeroespaciales buscan materiales resistentes y ligeros.
- ☐ Las empresas de construcción necesitan compuestos duraderos.

- **Aplicaciones**

- ☐ Recubrimientos protectores para vehículos y maquinaria.
- ☐ Materiales de construcción en entornos sometidos a grandes esfuerzos.

3. Limitaciones

- **Limitaciones técnicas**

- ☐ Lograr una aplicación y una adhesión uniformes a gran escala.
- ☐ Equilibrar la flexibilidad con la durabilidad a largo plazo.

- **Consideraciones de coste**

- ☐ Desarrollar técnicas de fabricación asequibles y escalables.

- **Impacto medioambiental**

- ☐ Utilizar materiales ecológicos y reciclables.

Paso 6 – Evaluar

6.a Evalúa los conceptos de diseño en relación con su adecuación a los criterios y limitaciones del reto de diseño, así como su compatibilidad con los sistemas de la Tierra. Evalúa la viabilidad tanto de los modelos técnicos como de los modelos de negocio.

El diseño del material, inspirado en el nácar, se ajusta a los objetivos de resistencia, ligereza y flexibilidad, y responde a las necesidades de sectores como la construcción y la industria aeroespacial. Entre los retos técnicos se encuentran la consecución de una deposición uniforme de las capas y la escalabilidad. El modelo de negocio puede dirigirse a sectores que dan prioridad a los materiales sostenibles y de alto rendimiento, con posibles aplicaciones en equipos de protección, vehículos e infraestructuras.

6.b Revisa y vuelve a examinar los pasos anteriores según sea necesario para generar una solución viable.

Las mejoras incluyen

- Desarrollar técnicas de fabricación avanzadas, como la nanotecnología o la fabricación aditiva, para replicar la estructura en capas del nácar.
- Probar los materiales en diversas condiciones de estrés para garantizar su durabilidad y adaptabilidad.



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



- Explorar componentes biodegradables o reciclables para alinearse con los objetivos medioambientales.

Al abordar estas mejoras, el material inspirado en el nácar puede convertirse en una solución versátil, que ofrezca alternativas resistentes, ligeras y flexibles a los materiales convencionales, al tiempo que reduce el impacto medioambiental.

Recursos adicionales:

<https://biomimicry.org/>



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



Módulos de formación del WP3 sobre diseño de procesos biomiméticos

Tarea 3.1/ A1. Desarrollo de un kit de autoaprendizaje para estudiantes de FP - LP: ATS / CPs: TODOS IMITEMOS SOLUCIONES

Una solución se refiere a los pasos aplicados para resolver el reto identificado, a través de la biomimética.

Solución: nombre de la solución

DISEÑO BIOMIMÉTICO	Descripción
Paso 2 – Biologizar	2.a Pregúntate cómo la naturaleza puede resolver esto. ¿Cómo reduce la piel del tiburón la resistencia al avance en el agua, mejorando así la velocidad y la eficiencia? 2.b Pregúntate qué pretende conseguir tu diseño. Funciones clave del diseño • Reducción de la resistencia: Mejorar la dinámica de fluidos para reducir el consumo de energía. • Antienrasamiento: Evitar la acumulación de microorganismos y residuos en las superficies. • Eficiencia: mejorar la velocidad o la eficiencia energética en entornos fluidos como el agua o el aire. Contextos biológicos • Aerodinámica: Imitar la capacidad de los dentículos dérmicos para reducir la turbulencia. • Resistencia a la incrustación: Evitar la adherencia de organismos biológicos a las superficies. • Ahorro energético: Reducir la energía necesaria para el movimiento en fluidos. 2.C Da la vuelta a la pregunta. Considera funciones opuestas. ¿Cómo se mueven los organismos en la naturaleza de manera eficiente a través de entornos fluidos evitando la resistencia y las incrustaciones?
Paso 3 – Descubrir	3.a Busca modelos naturales que coincidan con las mismas funciones y el mismo contexto que tu solución de diseño. Función Reducción de la resistencia y prevención de la incrustación en entornos fluidos. Modelos naturales • Piel de tiburón: los dentículos dérmicos optimizan el flujo y resisten las incrustaciones. • Piel de delfín: lisa y flexible, reduce la turbulencia y la resistencia. • Hoja de loto: su superficie hidrófoba resiste la adhesión, reduciendo las incrustaciones.



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.

3.b Identificar a expertos y conectar con comunidades de biólogos y naturalistas.

Expertos

- **Universidades e instituciones de investigación**
 - Universidad de California, San Diego (UCSD): Investigación sobre materiales bioinspirados y dinámica de fluidos.
 - Instituto Fraunhofer: Estudia superficies biomiméticas para la reducción de la resistencia.
- **Comunidades profesionales**
 - Instituto de Biomimética: Un centro de soluciones inspiradas en la naturaleza y de investigación de materiales.
 - Instituto Americano de Aeronáutica y Astronáutica (AIAA): Se centra en la dinámica de fluidos y las innovaciones aeroespaciales.

Conéctate con las comunidades

- **Foros y grupos en línea**
 - ResearchGate: Establece contactos con expertos en hidrodinámica y materiales biomiméticos.
 - Grupos de LinkedIn: Únete a debates sobre tecnología marina y diseños bioinspirados.
- **Organizaciones y eventos locales**
 - **Conferencias marítimas:** Aprende sobre ingeniería marina y diseños innovadores de buques.
 - **Talleres sobre biomimética:** Explora las aplicaciones de las tecnologías inspiradas en la piel de tiburón.

Paso 4 – Resumen

4.a Resume los elementos clave de la estrategia biológica. Destaca las funciones principales y las palabras clave. Si es posible, haz un diagrama o un dibujo y/o busca imágenes que puedan servir de referencia para el diseño.

Funciones principales y palabras clave

1. Reducción de la resistencia

- **Palabras clave:** Aerodinámica, control de la turbulencia, hidrodinámica.
- **Modelo natural:** piel de tiburón (denticulos dérmicos).
- **Función:** Reducir la resistencia optimizando el flujo de fluidos.

2. Antiencrasamiento

- **Palabras clave:** Resistencia a la adhesión, limpieza, longevidad.
- **Modelo natural:** piel de tiburón, hoja de loto.
- **Función:** Evitar la acumulación de microorganismos para mantener la eficiencia.

3. Eficiencia energética



Paso 5: Emular

- **Palabras clave:** Optimización, conservación, sostenibilidad.

- **Modelo natural:** Piel de tiburón.

- **Función:** Ahorrar energía durante el movimiento reduciendo la resistencia.

4.b Traspasar las lecciones de la naturaleza a estrategias de diseño. Reescribir la estrategia sin utilizar términos biológicos y relacionarla con las funciones y el contexto desde una perspectiva humana.

Reducción de la resistencia

- **Estrategia de diseño:** Desarrollar superficies con patrones microestructurados que optimicen el flujo de fluidos, reduciendo la turbulencia y la resistencia.

Antiincrustante

- **Estrategia de diseño:** Incorporar texturas no adhesivas que resistan la acumulación biológica sin productos químicos nocivos.

Eficiencia energética

- **Estrategia de diseño:** Optimizar las superficies en contacto con el fluido para reducir el consumo de energía en vehículos, barcos o maquinaria que operan en el agua o el aire.

«La emulación es un proceso exploratorio que se esfuerza por captar una “receta” o un “plan” en el ejemplo de la naturaleza que pueda modelarse en nuestros propios diseños».

<https://toolbox.biomimicry.org/methods/emulate/>

5.a Enumera tu información clave y explora tantas ideas como sea posible.

1. Reducción de la resistencia

- Desarrollar un recubrimiento para barcos y submarinos con superficies microtexturizadas.
- Diseña superficies de aeronaves que optimicen el flujo de aire utilizando texturas similares.

2. Antifouling

- Crea recubrimientos no tóxicos para embarcaciones marinas que resistan la acumulación de organismos.
- Aplicar el concepto a dispositivos médicos para prevenir la adhesión bacteriana.

3. Eficiencia energética

- Utilizar diseños inspirados en la piel de tiburón para las palas de los aerogeneradores.
- Aplicar en sistemas de tuberías para minimizar la resistencia y mejorar la eficiencia del flujo.

5.b Organiza tus ideas en categorías que incluyan las características, el contexto, las limitaciones, etc., y selecciona los conceptos de diseño que mejor se adapten a tu solución.

1. Características

- **Reducción de la resistencia**
 - ☐ Recubrimientos con micropatrones para vehículos acuáticos o aéreos.
 - ☐ Diseños hidrodinámicos mejorados para ropa deportiva o de baño.



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



- **Antifouling**
 - Superficies autolimpiantes para embarcaciones y equipos submarinos.
 - Recubrimientos resistentes a las bacterias para aplicaciones médicas.
- **Eficiencia energética**
 - Diseños inspirados en los tiburones para hélices, turbinas o ventiladores.
 - Diseños con flujo optimizado para sistemas de transporte de fluidos.

2. Contexto

- **Usuarios destinatarios**
 - Industrias navales y marítimas.
 - Sectores aeroespacial y automovilístico para la eficiencia en el consumo de combustible.
- **Aplicaciones**
 - Embarcaciones marítimas, aeronaves, dispositivos médicos y sistemas de tuberías.

3. Limitaciones

- **Limitaciones técnicas**
 - Se requiere una fabricación de precisión para las superficies con micropatrones.
 - Durabilidad de los recubrimientos en condiciones extremas.
- **Consideraciones de coste**
 - Altos costes iniciales de I+D y fabricación.
- **Impacto medioambiental**
 - Asegurarse de que los materiales no sean tóxicos y sean sostenibles desde el punto de vista medioambiental.

Paso 6 – Evaluar

6.a Evaluar los conceptos de diseño en relación con su adecuación a los criterios y limitaciones del reto de diseño, así como su compatibilidad con los sistemas de la Tierra. Evaluar la viabilidad del modelo técnico y de negocio.

Los diseños inspirados en la piel de tiburón abordan eficazmente los retos de reducción de la resistencia aerodinámica, la prevención de la bioincrustación y la eficiencia energética. La tecnología es altamente compatible con sectores que buscan soluciones sostenibles, como el transporte marítimo y las energías renovables. Entre los retos se encuentran la ampliación de la producción y la garantía de la durabilidad en diversas condiciones.

6.b Revisar y volver a examinar los pasos anteriores según sea necesario para generar una solución viable.

Las mejoras incluyen

- Experimentar con nuevos materiales y técnicas de fabricación para obtener superficies microestructuradas escalables y rentables.



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



- Realizar pruebas exhaustivas en entornos reales, como barcos en el mar o aviones en vuelo.
- Explorar aplicaciones secundarias, como superficies autolimpiables para paneles solares o intercambiadores de calor.

Al abordar estas mejoras, la tecnología inspirada en la piel de tiburón puede ofrecer una solución transformadora para mejorar la dinámica de fluidos, reducir el consumo de energía y potenciar la sostenibilidad en múltiples sectores.

Recursos adicionales:

<https://biomimicry.org/>



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



Módulos de formación del WP3 sobre diseño de procesos biomiméticos

Tarea 3.1/ A1. Desarrollo de un kit de autoaprendizaje para estudiantes de FP - LP: ATS / CPs: TODOS LET'S MIMIC SOLUTIONS

Una solución se refiere a los pasos aplicados para resolver el reto identificado, a través de la biomimética.

Solución: nombre de la solución

DISEÑO BIOMIMÉTICO	Descripción
Paso 2 – Biologizar	2.a Pregúntate cómo la naturaleza puede resolver esto. ¿Cómo crean las arañas fibras de seda ligeras pero increíblemente resistentes para sobrevivir? 2.b Pregúntate qué pretende tu diseño. Funciones clave del diseño: ● Resistencia: Desarrollar materiales ligeros con alta resistencia a la tracción para uso estructural e industrial. ● Elasticidad: Garantizar la flexibilidad y la durabilidad bajo tensión para evitar roturas. ● Eficiencia de los materiales: Imitar el proceso de producción de la seda de araña, eficiente en el uso de recursos, para lograr la sostenibilidad. Contextos biológicos ● Resistencia y elasticidad: Emular la estructura molecular bifásica de la seda. ● Eficiencia energética: producir fibras a temperatura ambiente utilizando métodos respetuosos con el medio ambiente. ● Autoensamblaje: replicar la naturaleza autoorganizada de las proteínas de la seda de araña durante el hilado. 2.C Dale la vuelta a la pregunta. Considera funciones opuestas. ¿Cómo crean los organismos materiales resistentes y flexibles minimizando el uso de energía y recursos?
Paso 3 – Descubre	3.a Busca modelos naturales que coincidan con las mismas funciones y el mismo contexto que tu solución de diseño. Función Materiales ligeros, resistentes y flexibles. Modelos naturales ● Seda de araña: combina resistencia y elasticidad en una estructura ligera. ● Seda de gusano de seda: producida de forma eficiente por las orugas para crear capullos protectores.



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



- **Tendones y ligamentos:** tejidos conectivos humanos que equilibran la resistencia a la tracción y la elasticidad.

3.b Identificar expertos y conectar con comunidades de biólogos y naturalistas. Expertos

- **Universidades e instituciones de investigación**
 - Departamento de Ciencia de los Materiales de la Universidad de Cambridge: se centra en materiales bioinspirados.
 - Instituto Wyss de Ingeniería de Inspiración Biológica: Explora fibras inspiradas en la naturaleza.
- **Comunidades profesionales**
 - Sociedad Americana de Investigación de Materiales (MRS): Ofrece información sobre fibras de origen biológico.
 - Instituto de Biomimética: promueve la investigación sobre diseños inspirados en la naturaleza.

Conéctate con las comunidades

- **Foros y grupos en línea**
 - ResearchGate: Colabora con expertos en biopolímeros y materiales sostenibles.
 - Grupos de LinkedIn: Debates sobre materiales bioinspirados y aplicaciones industriales.
- **Organizaciones y eventos locales**
 - **Seminarios sobre ciencia de los materiales:** Infórmate sobre los avances en fibras de alta resistencia.
 - **Conferencias sobre biomimética:** Establezca contactos con expertos en tecnologías bioinspiradas.

Paso 4 – Resumen

4.a Resume los elementos clave de la estrategia biológica. Destaque las funciones principales y las palabras clave. Si es posible, elabore un diagrama o dibujo y/o busque imágenes que puedan servir de referencia para el diseño.

Funciones principales y palabras clave:

1. Resistencia

- **Palabras clave:** Resistente a la tracción, duradero, ligero.
- **Modelo natural:** seda de araña.
- **Función:** Lograr una relación resistencia-peso excepcional para uso estructural.

2. Elasticidad

- **Palabras clave:** Flexibilidad, resistencia, adaptabilidad.
- **Modelo natural:** seda de araña.
- **Función:** Mantener el rendimiento bajo tensiones variables sin romperse.



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.

3. Eficiencia de los materiales

- **Palabras clave:** Sostenibilidad, eficiencia energética, mínimo desperdicio.
- **Modelo natural:** producción de seda de araña.
- **Función:** Crear fibras mediante procesos de bajo consumo energético y eficientes en el uso de recursos.

4.b Traducir las lecciones de la naturaleza en estrategias de diseño. Reescribir la estrategia sin utilizar términos biológicos y relacionarla con las funciones y el contexto desde una perspectiva humana.

Fortaleza

- **Estrategia de diseño:** Desarrollar materiales con estructuras moleculares que combinen resistencia y ligereza, similares a la seda de araña.

Elasticidad

- **Estrategia de diseño:** Integrar la flexibilidad en materiales de alta resistencia para mejorar la resiliencia y la adaptabilidad bajo tensión.

Eficiencia de los materiales

- **Estrategia de diseño:** Producir fibras mediante procesos sostenibles que imiten la fabricación de la seda de araña, que se realiza a baja energía y en condiciones ambientales.

«La emulación es un proceso exploratorio que se esfuerza por captar una “receta” o “plan” en el ejemplo de la naturaleza que pueda modelarse en nuestros propios diseños».

<https://toolbox.biomimicry.org/methods/emulate/>

5.a Enumera tu información clave y explora tantas ideas como sea posible.

1. Resistencia

- Utilizar fibras poliméricas bioinspiradas para la construcción, la industria aeroespacial y los equipos de protección.
- Crear cuerdas y cables ligeros con una mayor capacidad de carga.

2. Elasticidad

- Diseñar suturas e implantes médicos que imiten la flexibilidad y la resistencia de la seda de araña.
- Desarrollar tejidos que se estiren sin romperse, mejorando la comodidad y la durabilidad.

3. Eficiencia de los materiales

- Explorar la producción de seda de araña sintética utilizando microorganismos modificados genéticamente.
- Desarrollar métodos de fabricación escalables para la producción de fibras ecológicas.



5.b Organiza tus ideas en categorías que incluyan las características, el contexto, las limitaciones, etc., y selecciona los conceptos de diseño que mejor se adapten a tu solución.

1. Características

- **Resistencia**
 - ☐ Cuerdas, cables y materiales de construcción de alta resistencia a base de polímeros.
 - ☐ Chalecos antibalas y equipos resistentes a los impactos.
- **Elasticidad**
 - ☐ Tejidos flexibles para ropa deportiva y aplicaciones médicas.
 - ☐ Materiales elásticos para robótica y tecnología wearable.
- **Eficiencia de los materiales**
 - ☐ Producción escalable de seda microbiana.
 - ☐ Procesos ecológicos para una fabricación sostenible.

2. Contexto

- **Usuarios objetivo**
 - ☐ Sectores de la construcción y aeroespacial.
 - ☐ Profesionales médicos para suturas e implantes.
- **Aplicaciones**
 - ☐ Equipos de protección, textiles y componentes estructurales ligeros.

3. Limitaciones

- **Limitaciones técnicas**
 - ☐ Dificultades para replicar la estructura molecular exacta de la seda de araña.
 - ☐ Ampliar la producción sintética a escala industrial.
- **Consideraciones de coste**
 - ☐ Elevados costes iniciales de I+D para la producción de fibras bioinspiradas.
- **Impacto medioambiental**
 - ☐ Garantizar que los materiales y procesos sean sostenibles y biodegradables.

Paso 6 – Evaluar

6.a Evaluar los conceptos de diseño en relación con su adecuación a los criterios y limitaciones del reto de diseño, así como su compatibilidad con los sistemas de la Tierra. Evaluar la viabilidad del modelo técnico y de negocio.

Los materiales inspirados en la seda de araña responden a retos clave como el equilibrio entre resistencia, elasticidad y sostenibilidad. El diseño es adecuado para diversos sectores, entre ellos la construcción, el sector aeroespacial y la sanidad. Entre los principales retos se encuentran la ampliación de la producción y la garantía de la rentabilidad.



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



6.b Revisar y volver a examinar los pasos anteriores según sea necesario para generar una solución viable.

Las mejoras incluyen

- Mejorar los métodos de producción sintética utilizando bacterias o levaduras modificadas genéticamente para imitar las proteínas de la seda de araña.
- Colaborar con expertos en ciencia de los materiales para optimizar la resistencia y la flexibilidad de las fibras bioinspiradas.
- Probar prototipos en diversas aplicaciones, como cuerdas, textiles y suturas médicas, para validar el rendimiento y la escalabilidad.

Al abordar estas mejoras, las fibras inspiradas en la seda de araña pueden revolucionar las industrias con materiales ligeros, duraderos y ecológicos, garantizando la sostenibilidad y la innovación en aplicaciones de alta resistencia.

Recursos adicionales:

<https://biomimicry.org/>



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



Módulos de formación del WP3 sobre diseño de procesos biomiméticos

Tarea 3.1/ A1. Desarrollo de un kit de autoaprendizaje para estudiantes de FP - LP: ATS / CPs: TODOS LET'S MIMIC SOLUTIONS

Una solución se refiere a los pasos aplicados para resolver el reto identificado, a través de la biomimética.

Solución: nombre de la solución

DISEÑO BIOMIMÉTICO	Descripción
Paso 2 – Biologizar	2.a Pregúntate cómo la naturaleza puede resolver esto. ¿Cómo consigue la planta de loto mantener sus superficies limpias y repelentes al agua a pesar de vivir en entornos acuáticos y fangosos? 2.b Pregúntate qué pretende tu diseño. Funciones clave del diseño • Autolimpieza: Permitir que las superficies repelan la suciedad y el agua. • Resistencia al agua: Evitar la absorción de agua para proteger la integridad del material. • Sostenibilidad: utilizar métodos y materiales ecológicos para replicar el efecto loto. Contextos biológicos • Diseño de microtextura: imita la rugosidad microscópica y las nanoestructuras de las hojas de loto que repelen el agua. • Recubrimiento hidrófobo: Reproduce la capa cerosa que mejora la repelencia al agua. • Mecanismo de autolimpieza: Aprovechar el movimiento de rodadura de las gotas de agua para eliminar la suciedad y los contaminantes. 2.C Da la vuelta a la pregunta. Considera funciones opuestas. ¿Cómo mantienen los organismos de la naturaleza superficies limpias e hidrófugas en entornos difíciles?
Paso 3 – Descubre	3.a Busca modelos naturales que coincidan con las mismas funciones y el mismo contexto que tu solución de diseño. Función Repelencia pasiva al agua y autolimpieza en entornos naturales. Modelos naturales • Hojas de loto: las microestructuras y nanoestructuras crean superficies superhidrófobas que repelen el agua y la suciedad. • Alas de mariposa: las escamas hidrofóbicas les permiten mantenerse secas y limpias durante el vuelo en condiciones de humedad.



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.

- **Insectos acuáticos:** sus patas recubiertas de nanoestructuras les permiten repeler el agua y flotar en su superficie.

3.b Identificar expertos y conectar con comunidades de biólogos y naturalistas. Expertos

- **Universidades e instituciones de investigación**
 - **MIT:** Investiga materiales superhidrófobos y autolimpiables inspirados en la naturaleza.
 - **Instituto Max Planck de Investigación sobre Polímeros:** se centra en las superficies biomiméticas y la nanotecnología.
- **Comunidades profesionales**
 - **Instituto de Biomimética:** Facilita el contacto con expertos que trabajan en diseños inspirados en la naturaleza.
 - **Sociedad de Tecnología de Recubrimientos:** analiza los avances en recubrimientos hidrófobos.

Conéctate con las comunidades

- **Foros y grupos en línea**
 - **ResearchGate:** Interactúa con científicos de materiales e investigadores en biomimética.
 - **Grupos de LinkedIn:** Participa en debates sobre recubrimientos avanzados y sostenibilidad.
- **Organizaciones y eventos locales**
 - **Conferencias sobre ciencia de los materiales:** Establece contactos con innovadores en nanotecnología y diseño de superficies.
 - **Talleres de biomimética:** Colabora con expertos que investigan el efecto loto y sus aplicaciones relacionadas.

Paso 4 – Resumen

4.a Resume los elementos clave de la estrategia biológica. Destaque las funciones principales y las palabras clave. Si es posible, cree un diagrama o un dibujo y/o busque imágenes que puedan servir de inspiración para el diseño.

Funciones principales y palabras clave

1. Diseño de microtexturas

- **Palabras clave:** nanoestructuras, hidrofóbico, rugosidad.
- **Modelo natural:** hoja de loto.
- **Función:** utilizar microestructuras y nanoestructuras para crear superficies superhidrófobas.

2. Recubrimiento hidrofóbico

- **Palabras clave:** Capa de cera, repelencia al agua, durabilidad.
- **Modelo natural:** Superficie cerosa de las hojas de loto.



	• Función: Evitar que el agua se adhiera mediante la aplicación de una capa hidrófoba. 3. Mecanismo de autolimpieza • Palabras clave: Gotas de agua, eliminación de suciedad, acción de rodadura. • Modelo natural: Superficie de la hoja de loto. • Función: Utilizar las gotas de agua para recoger y arrastrar las partículas de suciedad. 4.b Trasponer las lecciones de la naturaleza a estrategias de diseño. Reescribir la estrategia sin utilizar términos biológicos y relacionarla con las funciones y el contexto desde una perspectiva humana. Diseño de microtexturas • Estrategia de diseño: Crear superficies con rugosidad microscópica y nanoscópica para repeler el agua y la suciedad. Recubrimiento hidrófobo • Estrategia de diseño: Desarrollar recubrimientos hidrófobos finos y duraderos inspirados en la hoja de loto. Mecanismo de autolimpieza • Estrategia de diseño: Diseñar superficies que aprovechen las gotas de agua para limpiarse a sí mismas. «La emulación es un proceso exploratorio que se esfuerza por captar una “receta” o un “plan” en el ejemplo de la naturaleza que pueda modelarse en nuestros propios diseños». https://toolbox.biomimicry.org/methods/emulate/ 5.a Enumera la información clave y explora tantas ideas como sea posible. 1. Diseño de microtexturas • Desarrollar materiales con patrones superficiales a microescala inspirados en las hojas de loto para aplicaciones industriales y de consumo.
Paso 5 – Emular	• Crea pavimentos para carreteras o baldosas para exteriores con microtexturas para reducir el riesgo de resbalones cuando llueve. 2. Recubrimiento hidrófobo • Fabrica recubrimientos hidrófobos para superficies de vidrio, como parabrisas de automóviles, fachadas de edificios y paneles solares, para repeler el agua y la suciedad. • Aplicar recubrimientos hidrófobos a equipos industriales utilizados en entornos marinos y húmedos para prevenir la corrosión y el óxido. 3. Mecanismo de autolimpieza • Crear pinturas autolimpiables para viviendas e instalaciones industriales, reduciendo los costes de mantenimiento y el impacto medioambiental.



- Desarrolla envases alimentarios autolimpiables para mejorar la higiene y prolongar la frescura.

5.b Organiza tus ideas en categorías que incluyan las características, el contexto, las limitaciones, etc., y selecciona los conceptos de diseño que mejor se adapten a tu solución.

1. Características

- **Autolimpieza**
 - ☐ Superficies microtexturizadas para repeler la suciedad y el agua.
 - ☐ Recubrimientos hidrófobos que imitan la hoja de loto.
- **Resistencia al agua**
 - ☐ Materiales duraderos para uso en exteriores y marino.
 - ☐ Recubrimientos resistentes a los rayos UV para mantener el rendimiento a lo largo del tiempo.
- **Sostenibilidad**
 - ☐ Uso de materiales biodegradables y respetuosos con el medio ambiente.
 - ☐ Métodos de fabricación con un impacto medioambiental mínimo.

2. Contexto

- **Usuarios objetivo**
 - ☐ Arquitectos y constructores que buscan ventanas y superficies autolimpiables.
 - ☐ Los fabricantes de equipamiento para actividades al aire libre necesitan tejidos duraderos y resistentes al agua.
- **Aplicaciones**
 - ☐ Construcción (ventanas, fachadas).
 - ☐ Transporte (ventanillas de coche autolimpiables, recubrimientos anticorrosión).
 - ☐ Energías renovables (paneles solares resistentes al polvo).

3. Limitaciones

- **Retos técnicos**
 - ☐ Ampliación de los procesos de fabricación de superficies con microtextura y nanotextura.
 - ☐ Garantizar la durabilidad a largo plazo de los recubrimientos hidrófobos.
- **Consideraciones sobre los costes**
 - ☐ Reducción de los costes de los materiales y métodos de fabricación bioinspirados.
- **Impacto medioambiental**
 - ☐ Evitar el uso de sustancias químicas nocivas en los recubrimientos.
 - ☐ Garantizar la biodegradabilidad y la reciclabilidad de los materiales.



Paso 6 – Evaluar

6.a Evaluar los conceptos de diseño en cuanto a su adecuación a los criterios y limitaciones del reto de diseño, así como su compatibilidad con los sistemas de la Tierra. Evaluar la viabilidad tanto de los modelos técnicos como de los modelos de negocio.

La solución inspirada en el efecto loto aborda de manera eficaz los retos de la limpieza, la repelencia al agua y la sostenibilidad. Ofrece aplicaciones en diversas industrias, pero la escalabilidad y la durabilidad siguen siendo retos clave.

6.b Revisar y reconsiderar los pasos anteriores según sea necesario para generar una solución viable.

Las mejoras incluyen

- **Mejorar la durabilidad:** desarrollar materiales hidrófobos resistentes a los rayos UV y al desgaste para un uso prolongado.
- **Optimizar la escalabilidad:** mejorar las técnicas de fabricación para una producción rentable de microtexturas y nanotexturas.
- **Centrarse en la sostenibilidad:** utilizar materiales biodegradables y no tóxicos para los recubrimientos.

Al abordar estas mejoras, la solución inspirada en el efecto loto puede revolucionar las industrias al proporcionar tecnologías repelentes al agua y autolimpiantes innovadoras, sostenibles y altamente funcionales.

Recursos adicionales:

<https://biomimicry.org/>



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



Módulos de formación del WP3 sobre diseño de procesos biomiméticos

Tarea 3.1/ A1. Desarrollo de un kit de autoaprendizaje para estudiantes de FP - LP: ATS / CPs: TODOS SOLUCIONES DE IMITACIÓN

Una solución se refiere a los pasos aplicados para resolver el reto identificado, a través de la biomimética.

Solución: nombre de la solución

DISEÑO BIOMIMÉTICO	Descripción
Paso 2 – Biologizar	2.a Pregúntate cómo la naturaleza puede resolver esto. ¿Cómo genera y almacena energía de manera eficiente la anguila eléctrica para producir descargas eléctricas de alto voltaje? 2.b Pregúntate qué pretende tu diseño. Funciones clave del diseño • Almacenamiento de energía: Almacenar energía eléctrica de forma compacta y eficiente. • Generación de energía: Generar descargas eléctricas de alta potencia cuando sea necesario. • Sostenibilidad: Utilizar materiales y procesos ecológicos para reducir el impacto medioambiental. Contextos biológicos • Generación de energía: Imitar la capacidad de la anguila eléctrica para generar electricidad a través de células especializadas (electrocitos). • Almacenamiento escalable: replicar el apilamiento de electrocitos para crear gradientes de voltaje. • Eficiencia energética: Adaptar la eficiente conversión de energía química en eléctrica que se observa en las anguilas. 2.c Dale la vuelta a la pregunta. Considera funciones opuestas. ¿Cómo generan y almacenan los organismos de la naturaleza la energía eléctrica manteniendo al mismo tiempo la compacidad, la eficiencia y la funcionalidad?
Paso 3 – Descubrir	3.a Busca modelos naturales que coincidan con las mismas funciones y el mismo contexto que tu solución de diseño. Función Generación y almacenamiento eficientes de energía eléctrica en un formato compacto. Modelos naturales • Anguilas eléctricas: utilizan electrocitos dispuestos en serie para generar voltajes significativos. • Rayas eléctricas: generan electricidad a través de órganos eléctricos especializados para la defensa y la depredación.



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



- **Mitocondrias:** centrales energéticas celulares que convierten la energía de manera eficiente mediante gradientes químicos.

3.b Identificar expertos y conectar con comunidades de biólogos y naturalistas. Expertos

- **Universidades e instituciones de investigación**
 - **Instituto Tecnológico de California (Caltech):** Investiga sistemas bioeléctricos para aplicaciones energéticas.
 - **Universidad de Michigan:** Se especializa en sistemas energéticos bioinspirados, incluidas las baterías inspiradas en la anguila eléctrica.
- **Comunidades profesionales**
 - **Sociedad Electroquímica (ECS):** se centra en el desarrollo de soluciones avanzadas de almacenamiento de energía.
 - **Instituto de Biomimética:** Ofrece una red de expertos que trabajan en diseños bioinspirados.

Conéctate con las comunidades

- **Foros y grupos en línea**
 - **ResearchGate:** Interactúa con investigadores que estudian la bioelectricidad y los sistemas energéticos.
 - **Grupos de LinkedIn:** Únete a debates sobre soluciones energéticas bioinspiradas y sostenibilidad.
- **Organizaciones y eventos locales**
 - **Conferencias sobre innovación energética:** Ofrecen oportunidades para establecer contactos con expertos en energías renovables.
 - **Talleres de biomimética:** Conecta con expertos que trabajan en tecnologías energéticas inspiradas en la naturaleza.

Paso 4 – Resumen

4.a Resume los elementos clave de la estrategia biológica. Destaque las funciones principales y las palabras clave. Si es posible, cree un diagrama o un dibujo y/o busque imágenes que puedan servir de referencia para el diseño.

Funciones principales y palabras clave

1. Generación de energía

- **Palabras clave:** Electrocitos, descarga, gradiente de voltaje.
- **Modelo natural:** anguila eléctrica.
- **Función:** Generar descargas eléctricas de alto voltaje utilizando conjuntos de células especializadas.

2. Almacenamiento de energía

- **Palabras clave:** Compacto, eficiente, en capas.
- **Modelo natural:** pilas de electrocitos.



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



	• Función: Almacenar energía eléctrica utilizando capas de celdas para maximizar la salida de voltaje. 3. Conversión de energía • Palabras clave: De química a eléctrica, gradiente, eficiencia. • Modelo natural: Órgano eléctrico. • Función: Convertir energía química en energía eléctrica con una pérdida mínima de energía. 4.b Traspasar las lecciones de la naturaleza a estrategias de diseño. Reescribir la estrategia sin utilizar términos biológicos y relacionarla con las funciones y el contexto desde una perspectiva humana. Generación de energía • Estrategia de diseño: Utilizar celdas de energía apiladas inspiradas en los electrocitos para generar salidas de alto voltaje. Almacenamiento de energía • Estrategia de diseño: Imitar la disposición en capas de los electrocitos para crear un almacenamiento de energía escalable y compacto. Conversión de energía • Estrategia de diseño: Utilizar mecanismos biomiméticos para convertir la energía almacenada en salida eléctrica de manera eficiente. «La emulación es un proceso exploratorio que se esfuerza por captar una “receta” o un “plan” en los ejemplos de la naturaleza que pueda modelarse en nuestros propios diseños». https://toolbox.biomimicry.org/methods/emulate/ 5.a Enumera la información clave y explora tantas ideas como sea posible. 1. Generación de energía • Crear electrocitos bioinspirados utilizando polímeros conductores o nanomateriales.
Paso 5 – Emular	• Desarrolla capas que imiten el gradiente de voltaje de la anguila para producir salidas de alta energía. 2. Almacenamiento de energía • Utiliza materiales flexibles y ligeros para crear dispositivos de almacenamiento de energía compactos y portátiles. • Incorporar celdas apiladas que reproduzcan la disposición de los electrocitos de la anguila para lograr escalabilidad. 3. Conversión de energía • Emplear gradientes iónicos y membranas de intercambio para convertir de manera eficiente la energía almacenada en descarga eléctrica.





- Utiliza sistemas inspirados en la transferencia de energía biológica (por ejemplo, la síntesis de ATP en las mitocondrias).

5.b Organiza tus ideas en categorías que incluyan las características, el contexto, las limitaciones, etc., y selecciona los conceptos de diseño que mejor se adapten a tu solución.

1. Características

- **Generación de energía**
 - ☐ Células de alto voltaje inspiradas en los electrocitos.
 - ☐ Sistemas de conversión de energía basados en gradientes.
- **Almacenamiento de energía**
 - ☐ Diseños flexibles y escalables para un almacenamiento compacto.
 - ☐ Materiales ligeros para facilitar la portabilidad.
- **Sostenibilidad**
 - ☐ Materiales biodegradables y respetuosos con el medio ambiente.
 - ☐ Integración de energías renovables para sistemas de autocarga.

2. Contexto

- **Usuarios objetivo**
 - ☐ Los fabricantes de productos electrónicos de consumo buscan soluciones de baterías sostenibles.
 - ☐ Las empresas de energías renovables necesitan un almacenamiento de energía eficiente.
- **Aplicaciones**
 - ☐ Dispositivos wearables y electrónica portátil.
 - ☐ Almacenamiento a escala de red para energía solar y eólica.

3. Limitaciones

- **Retos técnicos**
 - ☐ Desarrollo de materiales que reproduzcan la funcionalidad de los electrocitos.
 - ☐ Garantizar la escalabilidad para aplicaciones de almacenamiento de energía a mayor escala.
- **Consideraciones de costes**
 - ☐ Reducir los costes de la producción en masa de materiales bioinspirados.
 - ☐ Equilibrar la asequibilidad con la funcionalidad avanzada.
- **Impacto medioambiental**
 - ☐ Minimizar los procesos de fabricación que consumen muchos recursos.
 - ☐ Garantizar la reciclabilidad o biodegradabilidad al final de la vida útil.

Paso 6 – Evaluar

6.a Evaluar los conceptos de diseño en relación con su adecuación a los criterios y limitaciones del reto de diseño, así como su compatibilidad con los sistemas de la Tierra. Evaluar la viabilidad del modelo técnico y de negocio.



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



Los sistemas de almacenamiento de energía inspirados en la anguila eléctrica ofrecen una solución prometedora para un almacenamiento de energía sostenible, compacto y eficiente. Aunque el concepto se ajusta a las demandas energéticas actuales, siguen existiendo retos en cuanto a la escalabilidad y la rentabilidad.

6.b Revisar y volver a examinar los pasos anteriores según sea necesario para generar una solución viable.

Las mejoras incluyen

- **Mejorar la generación de energía:** desarrollar materiales avanzados que imiten los gradientes de los electrocitos para lograr una mayor eficiencia.
- **Optimizar el almacenamiento:** Crear diseños modulares que permitan la escalabilidad y la personalización.
- **Mejorar la sostenibilidad:** Centrarse en materiales biodegradables y reciclables para reducir el impacto medioambiental.

Al perfeccionar estos aspectos, los sistemas de almacenamiento de energía inspirados en la anguila eléctrica pueden revolucionar las soluciones energéticas, ofreciendo opciones eficientes y respetuosas con el medio ambiente para las necesidades actuales y futuras.

Recursos adicionales:

<https://biomimicry.org/>



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



Módulos de formación del WP3 sobre diseño de procesos biomiméticos

Tarea 3.1/ A1. Desarrollo de un kit de autoaprendizaje para estudiantes de FP - LP: ATS / CPs: TODOS IMITEMOS SOLUCIONES

Una solución se refiere a los pasos aplicados para resolver el reto identificado, a través de la biomimética.

Solución: nombre de la solución

DISEÑO BIOMIMÉTICO	Descripción
Paso 2 – Biologizar	2.a Pregúntate cómo la naturaleza puede resolver esto. ¿Cómo absorben eficazmente las extremidades de los animales los impactos y reducen la tensión durante el movimiento, garantizando durabilidad y flexibilidad en entornos difíciles? 2.b Pregúntate qué pretende tu diseño. Funciones clave del diseño • Absorción de impactos: disipar la energía para reducir la tensión en la estructura durante los impactos. • Durabilidad: Resistir el uso repetitivo sin degradarse. • Flexibilidad: Adaptarse a distintos niveles de impacto manteniendo la estabilidad. Contextos biológicos • Absorción de impactos: imitar las propiedades elásticas y viscoelásticas que se encuentran en las articulaciones y los tendones de los animales. • Disipación de energía: Utilizar estructuras en capas o compuestas inspiradas en la microarquitectura de las extremidades de los animales. • Flexibilidad y estabilidad: Diseñar modelos basados en la adaptabilidad dinámica de los sistemas cartilaginosos y musculares. 2.c Dale la vuelta a la pregunta. Considera funciones opuestas. ¿Cómo absorben los organismos de la naturaleza los impactos, disipan la energía y mantienen la estabilidad ante impactos repetidos o extremos?
Paso 3 – Descubrir	3.a Busca modelos naturales que coincidan con las mismas funciones y el mismo contexto que tu solución de diseño. Función Absorción pasiva de energía y protección estructural contra tensiones repetidas. Modelos naturales • Tendones del canguro: almacenan y liberan energía de manera eficiente durante los saltos, minimizando la tensión. • Cráneo del pájaro carpintero: absorbe fuerzas de alto impacto al tiempo que protege el cerebro mediante capas de hueso y cartilago.



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



- **Patas de elefante:** utilizan una almohadilla de grasa esponjosa para absorber los golpes y soportar cargas pesadas.

3.b Identificar expertos y conectar con comunidades de biólogos y naturalistas. Expertos

- **Universidades e instituciones de investigación**
 - **Universidad de Harvard, Instituto Wyss:** se centra en la robótica blanda y los materiales bioinspirados.
 - **Laboratorio de Biomecánica de Stanford:** Estudia la resistencia al impacto en sistemas naturales y sintéticos.
- **Comunidades profesionales:**
 - **Sociedad de Mecánica Experimental:** debate los avances en la resiliencia de los materiales inspirados en la biología.
 - **Instituto de Biomimética:** Pone en contacto a innovadores con expertos que estudian soluciones biomecánicas.

Conéctate con las comunidades:

- **Foros y grupos en línea**
 - **ResearchGate:** Colabora con investigadores en biomecánica y científicos de materiales.
 - **Grupos de LinkedIn:** Interactúa con profesionales del diseño de materiales resistentes a los impactos.
- **Organizaciones y eventos locales**
 - **Conferencias sobre ciencia de los materiales:** Muestra los avances en tecnologías de absorción de impactos.
 - **Talleres de biomimética:** Explora soluciones bioinspiradas para la disipación de energía.

Paso 4 – Resumen

4.a Resume los elementos clave de la estrategia biológica. Destaque las funciones principales y las palabras clave. Si es posible, cree un diagrama o un dibujo y/o busque imágenes que puedan servir de referencia para el diseño.

Funciones principales y palabras clave

1. Absorción de impactos

- **Palabras clave:** elasticidad, disipación de energía, resistencia al impacto.
- **Modelo natural:** tendones de canguro.
- **Función:** Almacenar y liberar energía de manera eficiente, reduciendo la tensión en la estructura.

2. Estructuras en capas

- **Palabras clave:** Capas compuestas, flexibilidad, adaptabilidad.
- **Modelo natural:** cráneo de pájaro carpintero.



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



- **Función:** Utilizar materiales en capas para distribuir y disipar las fuerzas de manera eficaz.

3. Almohadillas y cojines

- **Palabras clave:** Compresión, soporte de carga, resiliencia.
- **Modelo natural:** patas de elefante.
- **Función:** Utilizar materiales blandos pero duraderos para amortiguar los impactos y soportar cargas pesadas.

4.b Traduce las lecciones de la naturaleza en estrategias de diseño. Reescribe la estrategia sin utilizar términos biológicos y conéctala con las funciones y el contexto desde una perspectiva humana.

Absorción de impactos

- **Estrategia de diseño:** Incorporar materiales viscoelásticos que imiten la elasticidad de los tendones para absorber energía y reducir la tensión.

Estructuras en capas:

- **Estrategia de diseño:** Utilizar materiales compuestos con capas alternas rígidas y flexibles para mejorar la resistencia a los impactos.

Sistemas de amortiguación:

- **Estrategia de diseño:** Desarrollar almohadillas blandas y compresibles que se adapten a cargas variables y se recuperen rápidamente.

«La emulación es un proceso exploratorio que se esfuerza por captar una “receta” o un “plan” en el ejemplo de la naturaleza que pueda modelarse en nuestros propios diseños».

<https://toolbox.biomimicry.org/methods/emulate/>

5.a Enumera la información clave y explora tantas ideas como sea posible.

1. Absorción de impactos

- Utilizar polímeros elásticos bioinspirados en el equipamiento deportivo para mitigar las lesiones por impacto.

Paso 5 – Emular

- Desarrollar suelas amortiguadoras para el calzado con el fin de mejorar la comodidad y la durabilidad.

2. Estructuras en capas

- Diseña y fabrica cascos y equipos de protección utilizando compuestos en capas para disipar las fuerzas durante los impactos.
- Diseñar parachoques para automóviles con capas alternas rígidas y flexibles para mejorar la resistencia a los choques.

3. Sistemas de amortiguación

- Desarrollar muebles y asientos de vehículos con cojines esponjosos y adaptables para mejorar la ergonomía.



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



- Utilizar acolchados compresibles en prótesis y dispositivos médicos para mejorar la comodidad y la funcionalidad.

5.b Organiza tus ideas en categorías que incluyan las características, el contexto, las limitaciones, etc., y selecciona los conceptos de diseño que mejor se adapten a tu solución.

1. Características

- **Absorción de impactos**
 - ☐ Materiales elásticos para la disipación de energía.
 - ☐ Polímeros viscoelásticos para impactos repetitivos.
- **Estructuras en capas**
 - ☐ Capas compuestas para mayor durabilidad y flexibilidad.
 - ☐ Alternancia de capas rígidas y blandas para mejorar la resistencia a los impactos.
- **Sistemas de amortiguación**
 - ☐ Almohadillas compresibles para mayor comodidad y distribución de la carga.
 - ☐ Materiales adaptables para un soporte ergonómico.

2. Contexto

- **Usuarios objetivo**
 - ☐ Deportistas y fabricantes de equipamiento deportivo para equipos de prevención de lesiones.
 - ☐ Industrias automovilística y aeroespacial para materiales resistentes a los choques.
- **Aplicaciones**
 - ☐ Equipos de protección (cascos, chalecos antibalas).
 - ☐ Calzado, asientos y mobiliario ergonómico.

3. Limitaciones

- **Retos técnicos**
 - ☐ Equilibrar la elasticidad y la durabilidad en los materiales sintéticos.
 - ☐ Garantizar la escalabilidad y la rentabilidad en la fabricación.
- **Consideraciones de costes**
 - ☐ Reducir los costes de producción sin comprometer la calidad.
- **Impacto medioambiental**
 - ☐ Utilizar materiales y procesos respetuosos con el medio ambiente.

Paso 6 – Evaluar

6.a Evalúa los conceptos de diseño en cuanto a su adecuación a los criterios y limitaciones del reto de diseño, así como su compatibilidad con los sistemas de la Tierra. Evalúa la viabilidad tanto de los modelos técnicos como de los modelos de negocio.

La solución de absorción de impactos inspirada en las extremidades de los animales aborda eficazmente la disipación de energía, la durabilidad y la adaptabilidad. Las aplicaciones van desde



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



hasta dispositivos industriales y médicos. Los retos incluyen lograr la escalabilidad y equilibrar el coste con el rendimiento.

6.b Revisar y volver a examinar los pasos anteriores según sea necesario para generar una solución viable.

Las mejoras incluyen

- **Mejorar la durabilidad:** utilizar polímeros y compuestos avanzados para mejorar la longevidad de los materiales.
- **Optimizar la escalabilidad:** desarrollar técnicas de fabricación eficientes para materiales en capas y viscoelásticos.
- **Centrarse en la sostenibilidad:** incorporar componentes biodegradables y reciclables.

Al perfeccionar estos aspectos, la solución inspirada en la absorción de impactos de las extremidades de los animales puede revolucionar la seguridad, la comodidad y la resistencia a los impactos en diversos sectores.

Recursos adicionales:

<https://biomimicry.org/>



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



Módulos de formación del WP3 sobre diseño de procesos biomiméticos

Tarea 3.1/ A1. Desarrollo de un kit de autoaprendizaje para estudiantes de FP - LP: ATS / CPs: TODOS SOLUCIONES DE IMITACIÓN

Una solución se refiere a los pasos aplicados para resolver el reto identificado, a través de la biomimética.

Solución: nombre de la solución

DISEÑO BIOMIMÉTICO	Descripción
Paso 2 – Biologizar	2.a Pregúntate cómo la naturaleza puede resolver esto. ¿Cómo filtran las ballenas de manera eficiente las diminutas partículas de alimento de grandes volúmenes de agua utilizando estructuras de barbas? 2.b Pregúntate qué pretende tu diseño. Funciones clave del diseño ● Filtración: Separar los materiales deseados (por ejemplo, partículas pequeñas) de grandes volúmenes de fluido u otras sustancias. ● Eficiencia energética: Lograr la filtración de forma pasiva, sin necesidad de aporte de energía externa. ● Durabilidad: Mantener la funcionalidad bajo un uso repetitivo o prolongado. Contextos biológicos ● Estructura tipo tamiz: Imitar las cerdas de queratina superpuestas de las barbas de las ballenas para crear un sistema de filtración flexible pero duradero. ● Captura selectiva: Diseñar para la retención eficiente de partículas pequeñas, permitiendo al mismo tiempo que los fluidos pasen libremente. ● Bajo consumo energético: Utilizar la dinámica de flujo pasivo, aprovechando las corrientes naturales o la gravedad para la filtración. 2.c Dale la vuelta a la pregunta. Considera funciones opuestas. ¿Cómo filtran los organismos de la naturaleza las partículas pequeñas de forma eficiente y sostenible sin maquinaria compleja?
Paso 3 – Descubrir	3.a Busca modelos naturales que coincidan con las mismas funciones y el mismo contexto que tu solución de diseño. Función Filtración pasiva, eficiente y selectiva. Modelos naturales ● Barbas de ballena: las cerdas de queratina crean una barrera flexible y semipermeable para filtrar el krill y el plancton del agua. ● Raíces de manglar: atrapan sedimentos al tiempo que permiten que el agua fluya, lo que contribuye a la filtración natural.



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



- **Telarañas:** Capturan partículas finas como el polvo y el polen con intrincados patrones de fibras superpuestas.

3.b Identificar a expertos y conectar con comunidades de biólogos y naturalistas. Expertos

- **Universidades e instituciones de investigación**
 - **Instituto Oceanográfico de Woods Hole:** Estudia la biología marina, incluidos los mecanismos de alimentación de las ballenas.
 - **Instituto Nacional de Ciencia de Materiales (NIMS):** se centra en materiales bioinspirados, incluidos los sistemas de filtración.
- **Comunidades profesionales:**
 - **Sociedad Americana de Filtración:** Explora los avances en tecnologías de filtración inspiradas en la naturaleza.
 - **Instituto de Biomimética:** Pone en contacto a innovadores con recursos sobre diseño bioinspirado.

Conéctate con las comunidades

- **Foros y grupos en línea**
 - **ResearchGate:** Colabora con biólogos marinos y científicos de materiales que trabajan en tecnologías de filtración.
 - **Grupos de LinkedIn:** Debata sobre sistemas de filtración sostenibles con profesionales del sector.
- **Organizaciones y eventos locales**
 - **Conferencias sobre conservación de los océanos:** Aprende sobre la biología de las ballenas y las tecnologías bioinspiradas.
 - **Talleres de ciencia de los materiales:** Explora las aplicaciones de las estructuras tipo tamiz en el diseño industrial.

Paso 4 – Resumen

4.a Resume los elementos clave de la estrategia biológica. Destaca las funciones principales y las palabras clave. Si es posible, haz un diagrama o un dibujo y/o busca imágenes que puedan servir de inspiración para el diseño.

Funciones principales y palabras clave

1. Estructura tipo tamiz

- **Palabras clave:** Filtración, queratina, flexibilidad.
- **Modelo natural:** barbas de ballena.
- **Función:** utilizar una estructura fibrosa en capas para atrapar partículas pequeñas y permitir al mismo tiempo el paso de fluidos.

2. Captura selectiva

- **Palabras clave:** retención de partículas, eficiencia, diferenciación por tamaño.
- **Modelo natural:** disposición de las barbas de las ballenas.



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



	• Función: Retener partículas de tamaños específicos al tiempo que se maximiza el caudal de agua u otros fluidos. 3. Eficiencia energética • Palabras clave: Filtración pasiva, dinámica de fluidos, sostenibilidad. • Modelo natural: Flujo de agua impulsado por las barbas. • Función: Aprovechar las corrientes naturales o la gravedad para lograr la filtración sin aporte activo de energía. 4.b Traducir las lecciones de la naturaleza en estrategias de diseño. Reescribir la estrategia sin utilizar términos biológicos y relacionarla con las funciones y el contexto desde una perspectiva humana. Estructura en forma de tamiz • Estrategia de diseño: utilizar fibras flexibles y superpuestas para crear una barrera semipermeable para los sistemas de filtración. Captura selectiva • Estrategia de diseño: Optimizar el espaciado y la alineación de las fibras para retener partículas de tamaños específicos. Eficiencia energética • Estrategia de diseño: Diseñar sistemas que funcionen de forma pasiva, aprovechando la gravedad, la dinámica de los flujos o los gradientes de presión naturales. «La emulación es un proceso exploratorio que se esfuerza por captar una “receta” o un “plan” en el ejemplo de la naturaleza que pueda modelarse en nuestros propios diseños». https://toolbox.biomimicry.org/methods/emulate/ 5.a Enumera tu información clave y explora tantas ideas como sea posible. 1. Estructura tipo tamiz • Desarrollar filtros para uso industrial, como el tratamiento de aguas residuales o la producción de alimentos, utilizando disposiciones flexibles de fibras. • Crea dispositivos personales de filtración de agua inspirados en las estructuras de las barbas de las ballenas para uso al aire libre o en situaciones de emergencia. 2. Captura selectiva • Diseña filtros de aire que retengan los contaminantes finos y, al mismo tiempo, permitan que el aire limpio fluya de manera eficiente. • Desarrollar tamices para la eliminación de microplásticos en masas de agua, dirigidos a partículas de tamaños específicos. 3. Eficiencia energética • Construir sistemas de filtración pasiva para comunidades rurales o aisladas de la red eléctrica, eliminando la necesidad de electricidad.
Paso 5: Emular	





- Integrar la filtración en los sistemas de drenaje, utilizando el flujo de agua impulsado por la gravedad para la captura de residuos.

5.b Organiza tus ideas en categorías que incluyan las características, el contexto, las limitaciones, etc., y selecciona los conceptos de diseño que mejor se adapten a tu solución.

1. Características

- **Filtración**
 - ☐ Disposiciones flexibles de fibras para la captura de partículas.
 - ☐ Materiales duraderos y ligeros para un uso prolongado.
- **Captura selectiva**
 - ☐ Espaciado ajustable para capturar partículas de tamaños específicos.
 - ☐ Sistemas multicapa para una mayor eficiencia de filtración.
- **Eficiencia energética**
 - ☐ Los sistemas de flujo pasivo no requieren energía externa.
 - ☐ Mecanismos de autolimpieza para reducir el mantenimiento.

2. Contexto

- **Usuarios objetivo**
 - ☐ Sectores que necesitan sistemas de filtración ecológicos y eficientes.
 - ☐ Aficionados a las actividades al aire libre que necesitan filtros de agua portátiles.
- **Aplicaciones**
 - ☐ Industrial (tratamiento de aguas residuales, procesamiento de alimentos).
 - ☐ Consumo (filtros de agua, purificadores de aire).
 - ☐ Medioambiental (eliminación de microplásticos, mitigación de la contaminación).

3. Limitaciones:

- **Retos técnicos**
 - ☐ Equilibrar la eficiencia de filtración con el caudal de fluido.
 - ☐ Garantizar la durabilidad del material en condiciones variables.
- **Consideraciones de costes**
 - ☐ Reducir los costes de la producción a gran escala.
 - ☐ Hacer que los filtros sean asequibles para las comunidades de bajos ingresos.
- **Impacto medioambiental**
 - ☐ Utilizar materiales sostenibles y biodegradables.
 - ☐ Minimizar el impacto ecológico durante la fabricación.

Paso 6 – Evaluar

6.a Evaluar los conceptos de diseño en relación con su adecuación a los criterios y limitaciones del reto de diseño, así como su compatibilidad con



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.

sistemas de la Tierra. Evaluar la viabilidad tanto de los modelos técnicos como de los de negocio.

La solución de filtración inspirada en las barbas aborda retos críticos en materia de retención de partículas, eficiencia energética y sostenibilidad. Sus aplicaciones abarcan los ámbitos industrial, de consumo y medioambiental, pero persisten retos como la escalabilidad y la durabilidad de los materiales.

6.b Revisar y volver a examinar los pasos anteriores según sea necesario para generar una solución viable.

Las mejoras incluyen

- **Mejorar la durabilidad:** desarrollar polímeros avanzados o fibras naturales que imiten la flexibilidad y la resistencia de las barbas.
- **Optimizar la escalabilidad:** mejorar las técnicas de fabricación para producir estructuras en capas, similares a tamices, de forma eficiente y asequible.
- **Centrarse en la sostenibilidad:** utilizar materiales reciclables o biodegradables en los diseños de los filtros.

Al abordar estas mejoras, el sistema de filtración inspirado en las barbas puede ofrecer soluciones innovadoras y respetuosas con el medio ambiente para una amplia gama de necesidades de filtración en diversas industrias y entornos.

Recursos adicionales:

<https://biomimicry.org/>



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



Módulos de formación del WP3 sobre diseño de procesos biomiméticos

Tarea 3.1/ A1. Desarrollo de un kit de autoaprendizaje para estudiantes de FP - LP: ATS / CPs: TODOS IMITEMOS SOLUCIONES

Una solución se refiere a los pasos aplicados para resolver el reto identificado, a través de la biomimética.

Solución: Barreras acústicas inspiradas en la naturaleza

DISEÑO BIOMIMÉTICO	Descripción
Paso 2: Biologizar	2.a Pregúntate cómo la naturaleza puede resolver esto. ¿Cómo gestionan los sistemas naturales el ruido en sus entornos? ¿Cómo amortiguan los bosques el sonido a través de la vegetación en capas? ¿Cómo utilizan animales como los búhos sus suaves plumas para minimizar el ruido durante el vuelo? 2.b Pregúntate qué pretende tu diseño. Determina las funciones clave de tu diseño e identifica contextos en la naturaleza. Las funciones pueden referirse al papel que desempeñan las adaptaciones o comportamientos de un organismo que le permiten sobrevivir. También pueden referirse a algo que tu solución de diseño debe hacer. - El diseño tiene como objetivo absorber o desviar de forma pasiva el ruido urbano, inspirándose en las estrategias de la naturaleza para la gestión del sonido. 2.c Da la vuelta a la pregunta. Considera funciones opuestas. - En lugar de limitarte a reducir el ruido, piensa en cómo los sistemas naturales utilizan barreras acústicas para mantener zonas tranquilas o proteger áreas sensibles.
Paso 3 – Descubre	3.a Busca modelos naturales que coincidan con las mismas funciones y el mismo contexto que tu solución de diseño. - Los bosques y la vegetación densa crean barreras acústicas naturales. - Las plumas de los búhos absorben el sonido gracias a sus bordes suaves y flecosos. - Las conchas marinas y las cuevas utilizan su forma y estructura para desviar y amortiguar el ruido. 3.b Identifica a expertos y conéctate con comunidades de biólogos y naturalistas. - Ecólogos acústicos e investigadores en bioacústica. - Colabora con comunidades de diseño biomimético y grupos de planificación urbana centrados en la reducción del ruido.
Paso 4 – Resumen	4. Resume los elementos clave de la estrategia biológica. Destaque las funciones principales y las palabras clave. Si es posible, elabore un diagrama o dibujo y/o busque imágenes que puedan servir de inspiración para el diseño. Elementos fundamentales



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



	• Estructuras en capas, superficies blandas y formas estratégicas para difuminar las ondas sonoras. 4.b Traduce las lecciones de la naturaleza en estrategias de diseño. Reescribe la estrategia sin utilizar términos biológicos y conéctala con las funciones y el contexto desde una perspectiva humana. • Utilizar paredes verdes de múltiples capas con follaje denso. • Incorpora materiales blandos y porosos inspirados en las adaptaciones de los animales. • Diseñar estructuras urbanas con formas curvas para dispersar el sonido.
Paso 5 – Emular	5.a Enumera la información clave y explora tantas ideas como sea posible. Características clave • Absorción acústica pasiva. • Diseños ecológicos modulares. • Integración con el paisaje urbano. Ideas • Las barreras acústicas vivas se construyen a partir de capas de vegetación. • Paneles acústicos que imitan el aspecto de las plumas de un búho para zonas tranquilas. • Estructuras curvas que reflejan el sonido, inspiradas en las conchas marinas. 5.b Organiza tus ideas en categorías que incluyan las características, el contexto, las limitaciones, etc., y selecciona los conceptos de diseño que mejor se adapten a tu solución. • Características: Absorción acústica, sostenibilidad. • Contexto: Zonas urbanas de mucho tráfico, espacios públicos. • Restricciones: limitaciones de espacio, presupuesto.
Paso 6 – Evaluar	6.a Evalúa los conceptos de diseño en cuanto a su adecuación a los criterios y limitaciones del reto de diseño, así como su compatibilidad con los sistemas de la Tierra. Evalúa la viabilidad tanto de los modelos técnicos como de los modelos de negocio. Criterios • Reducción del ruido. • Integración medioambiental. • Bajo mantenimiento. Viabilidad Coste moderado, pero escalable y respetuoso con el medio ambiente a largo plazo. 6.b Revisar y volver a examinar los pasos anteriores según sea necesario para generar una solución viable. Probar las soluciones en proyectos piloto urbanos y recabar opiniones para perfeccionar los diseños.





Recursos adicionales:

<https://biomimicry.org/>



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



Módulos de formación del WP3 sobre diseño de procesos biomiméticos

Tarea 3.1/ A1. Desarrollo de un kit de autoaprendizaje para estudiantes de FP - LP: ATS / CPs: TODOS IMITEMOS SOLUCIONES

Una solución se refiere a los pasos aplicados para resolver el reto identificado, mediante la biomimética.

Solución: Sistemas de almacenamiento y distribución de agua de los cactus

DISEÑO BIOMIMÉTICO	Descripción
Paso 2 – Biologizar	2.a Pregúntate cómo la naturaleza puede resolver esto. - Las plantas del desierto, como los cactus y las suculentas, han evolucionado para almacenar agua en sus tejidos y minimizar la evaporación. - Algunos animales, como el escarabajo del desierto de Namib, pueden capturar agua de la niebla a través de estructuras en sus cuerpos. - Ciertas plantas, como el agave, tienen raíces profundas que acceden al agua bajo la superficie y están adaptadas a climas secos. 2.b Pregúntate qué pretende tu diseño. Determina las funciones clave de tu diseño e identifica contextos en la naturaleza. Las funciones pueden referirse al papel que desempeñan las adaptaciones o comportamientos de un organismo que le permiten sobrevivir. También pueden referirse a algo que tu solución de diseño debe hacer. - Reducir el consumo de agua en los paisajes urbanos sin comprometer la estética ni la salud de las plantas. - Promueve plantaciones y sistemas autosuficientes y resistentes a la sequía que minimicen la necesidad de riego. 2.c Da la vuelta a la pregunta. Considera las funciones opuestas. ¿Cómo almacenan y conservan el agua las plantas? frente a ¿Cómo pueden las plantas capturar y conservar activamente la humedad atmosférica? ¿Cómo se adaptan los animales a la sequía extrema? frente a ¿Cómo pueden los animales ayudarnos a desarrollar sistemas de recogida de agua en espacios urbanos?
Paso 3 – Descubrir	3.a Busca modelos naturales que coincidan con las mismas funciones y el mismo contexto que tu solución de diseño. - Investiga plantas como la rosa del desierto, que prospera en entornos secos y almacena agua de manera eficiente. - Estudia animales como el escarabajo del desierto de Namib, que recoge agua de la niebla y la condensación. - Explora las adaptaciones de las plantas y los animales en los ecosistemas áridos para comprender mejor las estrategias de retención de agua. 3.b Identifica a expertos y conéctate con comunidades de biólogos y naturalistas.



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



	• Ponte en contacto con botánicos, ecólogos y biólogos especializados en ecosistemas desérticos y conservación del agua. • Colabora con comunidades que trabajan en paisajismo sostenible, ecología urbana y sistemas de uso eficiente del agua.
Paso 4 – Resumen	4. Resume los elementos clave de la estrategia biológica. Destaca las funciones principales y las palabras clave. Si es posible, crea un diagrama o un dibujo y/o busca imágenes que puedan servir de base para el diseño. • Almacenamiento de agua mediante tejidos especializados y sistemas de raíces profundas. • Recolección de agua atmosférica mediante estructuras naturales (p. ej., texturas superficiales que captan agua). • Resistencia a la sequía y capacidad para conservar el agua durante largos periodos. 4.b Traduce las lecciones de la naturaleza en estrategias de diseño. Reescribe la estrategia sin utilizar términos biológicos y conéctala con las funciones y el contexto desde una perspectiva humana. • Diseña el paisajismo con plantas autóctonas y resistentes a la sequía que requieran un aporte mínimo de agua. • Integrar superficies de recogida de niebla o de captación de agua, inspiradas en las estructuras corporales del escarabajo del Namib, para recoger la humedad atmosférica destinada al riego. • Utilizar plantas de raíces profundas que accedan de forma natural a las aguas subterráneas, reduciendo la necesidad de riego superficial.
Paso 5 – Emular	5.a Enumera la información clave y explora tantas ideas como sea posible. • Especies vegetales resistentes a la sequía. • Superficies de captación de agua de lluvia y niebla. • Sistemas de riego inteligentes que imitan la retención y el almacenamiento naturales del agua que se dan en los ecosistemas. 5.b Organiza tus ideas en categorías que incluyan características, contexto, limitaciones, etc., y selecciona los conceptos de diseño que mejor se adapten a tu solución. Características • Uso de plantas autóctonas y resistentes a la sequía. • Estructuras de recogida de agua. • Sistemas de riego eficientes que imitan los ciclos naturales del agua. Contexto • Parques urbanos, paisajes urbanos y zonas residenciales. • Lugares con escasez de agua o acceso limitado a recursos de riego.





	Limitaciones • Costes iniciales de instalación de los sistemas de recogida de agua. • Requisitos de mantenimiento de las soluciones de riego especializadas.
Paso 6 – Evaluar	6.a Evalúa los conceptos de diseño en cuanto a su adecuación a los criterios y limitaciones del reto de diseño, así como su compatibilidad con los sistemas de la Tierra. • Evalúa la viabilidad de implementar estructuras de recogida de agua en un entorno urbano. • Evaluar el grado en que las especies vegetales autóctonas pueden adaptarse a los entornos urbanos locales. • Comprueba la compatibilidad con la normativa local sobre el uso del agua y los objetivos de sostenibilidad. 6.b Revisar y volver a examinar los pasos anteriores según sea necesario para generar una solución viable. • Perfeccionar las tecnologías de recogida de agua basándose en los datos climáticos y la disponibilidad local de agua. • Ajustar la selección de plantas en función de las preferencias regionales y los factores ambientales.

Recursos adicionales:

<https://biomimicry.org/>



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



Módulos de formación del WP3 sobre diseño de procesos biomiméticos

Tarea 3.1/ A1. Desarrollo de un kit de autoaprendizaje para estudiantes de FP - LP: ATS / CPs: TODOS IMITEMOS SOLUCIONES

Una solución se refiere a los pasos aplicados para resolver el reto identificado, a través de la biomimética.

Solución: Sistema de reciclaje de la naturaleza

DISEÑO BIOMIMÉTICO	Descripción
Paso 2 – Biologizar	2.a Pregúntate cómo la naturaleza puede resolver esto. ¿Cómo clasifican y procesan los animales, los insectos o los microorganismos los materiales en su entorno natural? ¿Cómo descomponen los ecosistemas la materia orgánica y reciclan los nutrientes de manera eficiente? 2.b Pregúntate qué pretende tu diseño. Determina las funciones clave de tu diseño e identifica contextos en la naturaleza. Las funciones pueden referirse al papel que desempeñan las adaptaciones o comportamientos de un organismo que le permiten sobrevivir. También pueden referirse a algo que tu solución de diseño debe hacer. - El diseño debe crear un sistema de clasificación y reciclaje de residuos eficiente y autosuficiente inspirado en los procesos naturales. - El sistema debe identificar los diferentes tipos de residuos, clasificarlos en consecuencia y facilitar el proceso de reciclaje con una intervención humana mínima. 2.c Da la vuelta a la pregunta. Considera las funciones opuestas. ¿Cómo almacenan o protegen los animales los recursos valiosos en la naturaleza? (frente a: ¿cómo procesan los residuos?) ¿Cómo mantienen los ecosistemas el equilibrio y reciclan la energía en sus hábitats? (frente a: ¿cómo generan residuos los ecosistemas?)
Paso 3 – Descubre	3.a Busca modelos naturales que coincidan con las mismas funciones y el mismo contexto que tu solución de diseño. - En la naturaleza, los hongos descomponen la materia orgánica y reciclan los nutrientes del suelo. - Las hormigas y las termitas clasifican y transportan materiales de manera eficiente dentro de sus colonias. - Los microorganismos de los sistemas de compostaje trabajan juntos para descomponer los residuos y crear suelo fértil. 3.b Identifica a expertos y conéctate con comunidades de biólogos y naturalistas. - Consulta con ecólogos e ingenieros medioambientales especializados en gestión de residuos o procesos de reciclaje natural.



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



	● Póngase en contacto con expertos que estudien los ecosistemas y la descomposición de la materia orgánica, como los que investigan el compostaje y la descomposición de residuos.
Paso 4 – Resumen	4. Resume los elementos clave de la estrategia biológica. Destaca las funciones principales y las palabras clave. Si es posible, crea un diagrama o un dibujo y/o busca imágenes que puedan servir de base para el diseño. Estrategia biológica Clasificación y descomposición eficientes de los residuos inspiradas en las hormigas, los hongos y los microorganismos. Funciones principales ● Clasificación de materiales: similar a cómo las hormigas organizan los residuos y el alimento en sus nidos. ● Descomposición y reciclaje: Inspirado en los hongos que descomponen la materia orgánica en nutrientes. ● Colaboración: los microorganismos trabajan juntos para descomponer los residuos de manera eficiente y enriquecer el suelo. 4.b: Plantear estrategias de diseño a partir de las lecciones de la naturaleza. Reformular la estrategia sin utilizar términos biológicos y relacionarla con las funciones y el contexto desde una perspectiva humana. ● La estrategia de diseño crearía un sistema automatizado que clasifica diferentes tipos de residuos (orgánicos, reciclables, no reciclables) utilizando sensores y métodos de clasificación mecánica, imitando la precisión de las hormigas a la hora de organizar los recursos. ● El sistema integraría procesos microbianos que aceleran la descomposición de los residuos, de forma similar al compostaje natural, aprovechando los residuos para generar energía o productos orgánicos como fertilizantes.
Paso 5 – Emular	5.a Enumera la información clave y explora tantas ideas como sea posible. ● Clasificación automatizada de residuos por tipo y material. ● Sistemas de procesamiento microbiano de residuos (similares al compostaje o al reciclaje natural). ● Sistema de recuperación de materiales reutilizables para reciclar plástico, metales y residuos orgánicos. 5.b Organiza tus ideas en categorías que incluyan las características, el contexto, las limitaciones, etc., y selecciona los conceptos de diseño que mejor se adapten a tu solución. Categorías ● Funcionalidad: Clasificación automatizada de residuos, reciclaje y descomposición orgánica. ● Sostenibilidad: Integración de procesos microbianos para reducir los residuos destinados al vertedero y generar productos orgánicos.





	● Viabilidad: Implementación de IA y sensores para la clasificación, manteniendo un bajo consumo energético.
Paso 6 – Evaluar	6.a Evalúa los conceptos de diseño en relación con su adecuación a los criterios y limitaciones del reto de diseño, así como su compatibilidad con los sistemas de la Tierra. Evalúa la viabilidad tanto de los modelos técnicos como de los modelos de negocio. ● El diseño aborda el reto mediante la automatización de la clasificación de residuos y la integración de procesos de reciclaje naturales. ● Se ajusta a las prácticas sostenibles, reduciendo la cantidad de residuos enviados a los vertederos y minimizando la mano de obra humana. Viabilidad Los altos costes iniciales de la automatización, pero el ahorro a largo plazo y los beneficios medioambientales hacen que sea una inversión que vale la pena. 6.b Revisar y reconsiderar los pasos anteriores según sea necesario para generar una solución viable. ● Reevalúe el análisis de coste-beneficio para una implementación a gran escala y busque formas de reducir los costes iniciales. ● Explora colaboraciones con los ayuntamientos locales y las organizaciones medioambientales para poner a prueba la solución.

Recursos adicionales:

<https://biomimicry.org/>



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



Módulos de formación del WP3 sobre diseño de procesos biomiméticos

Tarea 3.1/ A1. Desarrollo de un kit de autoaprendizaje para estudiantes de FP - LP: ATS / CPs: TODOS IMITEMOS SOLUCIONES

Una solución se refiere a los pasos aplicados para resolver el reto identificado, a través de la biomimética.

Solución: Sistemas de almacenamiento y distribución de agua de los cactus

DISEÑO BIOMIMÉTICO	Descripción
Paso 2 – Biologizar	2.a Pregúntate cómo la naturaleza puede resolver esto. Los cactus son excelentes modelos para la recogida y el almacenamiento eficientes de agua. Su estructura única les permite capturar la humedad del aire y canalizarla hacia sus raíces, incluso en condiciones áridas. 2.b Pregúntate qué pretende tu diseño. Determina las funciones clave de tu diseño e identifica contextos en la naturaleza. Las funciones pueden referirse al papel que desempeñan las adaptaciones o comportamientos de un organismo que le permiten sobrevivir. También pueden referirse a algo que tu solución de diseño debe lograr. El diseño debe ser capaz de captar y almacenar el agua de la lluvia o la humedad en entornos urbanos, minimizando la pérdida de agua y optimizando el almacenamiento para su uso posterior durante los periodos de sequía. 2.c Da la vuelta a la pregunta. Considera las funciones opuestas. ¿Cómo hacen las plantas para lidiar con la escasez de agua? frente a ¿Cómo podemos almacenar el exceso de agua para evitar inundaciones durante las lluvias intensas?
Paso 3 – Descubre	3.a Busca modelos naturales que coincidan con las mismas funciones y el mismo contexto que tu solución de diseño. - La estructura de las espinas y crestas de los cactus les permite canalizar el agua directamente hacia sus raíces, evitando la evaporación y maximizando la captación de agua. Se podrían aplicar métodos similares a la arquitectura urbana para crear sistemas eficientes de recogida de agua de lluvia. 3.b Identifica a expertos y conéctate con comunidades de biólogos y naturalistas. - Colabora con expertos en fisiología vegetal y gestión sostenible del agua para comprender cómo las adaptaciones de los cactus pueden trasladarse a los sistemas de agua urbanos.
Paso 4 – Resumen	4. Resume los elementos clave de la estrategia biológica. Destaque las funciones principales y las palabras clave. Si es posible, cree un diagrama o un dibujo y/o busque imágenes que puedan servir de inspiración para el diseño. El cactus utiliza su forma única y la textura de su superficie para canalizar la humedad hacia sus raíces. Estas adaptaciones pueden imitarse en los sistemas de agua urbanos para recoger, almacenar y utilizar el agua de forma sostenible. 4.b Traduce las lecciones de la naturaleza en estrategias de diseño. Reescribe la estrategia sin utilizar términos biológicos y conéctala con las funciones y el contexto desde una perspectiva humana.



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



Paso 5 – Emular	La infraestructura urbana podría diseñarse con superficies que recojan y canalicen el agua de manera eficiente, utilizando materiales que imiten la textura y la forma de las espinas del cactus. Por ejemplo, los tejados podrían equiparse con elementos que capturen el agua de lluvia y la dirijan a depósitos de almacenamiento o a espacios verdes para su uso posterior. 5.a Enumera la información clave y explora tantas ideas como sea posible. ● Recogida de agua a través de texturas superficiales. ● Sistemas pasivos de recogida de agua en edificios. ● Uso de crestas o espinas inspiradas en los cactus para canalizar el agua de lluvia hacia sistemas de almacenamiento. 5.b Organiza tus ideas en categorías que incluyan las características, el contexto, las limitaciones, etc., y selecciona los conceptos de diseño que mejor se adapten a tu solución. ● Características: Captación y almacenamiento eficientes del agua, y evaporación mínima. ● Contexto: Entornos urbanos con patrones de precipitaciones variables. ● Limitaciones: Restricciones de espacio, costes de instalación e integración con la infraestructura existente.
Paso 6 – Evaluar	6.a Evalúa los conceptos de diseño en relación con su adecuación a los criterios y limitaciones del reto de diseño, así como su compatibilidad con los sistemas de la Tierra. Evalúa la viabilidad tanto de los modelos técnicos como de los modelos de negocio. Alineación del diseño ● El sistema de recogida de agua inspirado en las estructuras de los cactus está orientado a mejorar la gestión del agua en las zonas urbanas, ofreciendo una captura y un almacenamiento eficientes del agua, especialmente en áreas propensas a la sequía y a las inundaciones. ● La solución podría contribuir a entornos urbanos más sostenibles al reducir el desperdicio de agua y minimizar el riesgo de inundaciones mediante una recogida eficiente del agua de lluvia. Compatibilidad con los sistemas de la Tierra ● El diseño imita los métodos naturales de recogida de agua, que son intrínsecamente sostenibles. El uso de la biomimética para reproducir características propias de los cactus garantiza que la solución funcione en armonía con los ciclos naturales del agua de la Tierra, en lugar de alterarlos. ● Este sistema promovería la conservación del agua, reduciría la dependencia de las infraestructuras hidráulicas tradicionales y funcionaría a favor de la naturaleza, en lugar de en su contra. Viabilidad del modelo técnico ● Ventajas: La tecnología para crear superficies de recogida de agua que imitan las estructuras de los cactus es viable y puede integrarse en edificios o infraestructuras urbanas existentes con un diseño adecuado. ● Contras: Los costes iniciales de instalación de estos sistemas pueden ser elevados, y la adaptación de edificios antiguos podría plantear dificultades. Sin embargo, los beneficios a largo





beneficios a largo plazo de la reducción del consumo de agua y de las inundaciones podrían compensar estos costes.

Viabilidad del modelo de negocio

- Dado el creciente interés por la sostenibilidad y la resiliencia climática, existe un mercado en expansión para soluciones como esta. Las colaboraciones con urbanistas, ayuntamientos y constructores con conciencia ecológica podrían favorecer la adopción de estos sistemas. Sin embargo, la inversión inicial podría suponer un obstáculo para su implantación generalizada.

6.b Revisar y reconsiderar los pasos anteriores según sea necesario para generar una solución viable.

Revisiones a tener en cuenta

- Exploración más profunda de materiales rentables o soluciones escalables para minimizar los costes iniciales.
- Consideración de diseños modulares que puedan adaptarse a diferentes entornos urbanos, facilitando la integración del sistema en la infraestructura existente.

Recursos adicionales:

<https://biomimicry.org/>



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



Módulos de formación del WP3 sobre diseño de procesos biomiméticos

Tarea 3.1/ A1. Desarrollo de un kit de autoaprendizaje para estudiantes de FP - LP: ATS / CPs: TODOS SOLUCIONES DE IMITACIÓN

Una solución se refiere a los pasos aplicados para resolver el reto identificado, a través de la biomimética.

Solución: los termiteros, que regulan la temperatura y la humedad

DISEÑO BIOMIMÉTICO	Descripción
Paso 2 – Biologizar	2.a Pregúntate cómo la naturaleza puede resolver esto. La naturaleza resuelve los retos de refrigeración mediante diversas estrategias biológicas. Por ejemplo, las termitas construyen termiteros con intrincadas estructuras internas que regulan eficazmente la temperatura y la humedad a pesar de las condiciones externas extremas. Estos termiteros se mantienen frescos a altas temperaturas gracias a su sistema de ventilación natural. 2.b Pregúntate qué pretende tu diseño. Determina las funciones clave de tu diseño e identifica contextos en la naturaleza. Las funciones pueden referirse al papel que desempeñan las adaptaciones o comportamientos de un organismo que le permiten sobrevivir. También pueden referirse a algo que tu solución de diseño necesita lograr. El diseño pretende reducir el consumo energético necesario para la refrigeración en plantas industriales replicando las estrategias de la naturaleza para la refrigeración pasiva. Concretamente, pretende optimizar el control de la temperatura interna sin depender de sistemas de aire acondicionado o refrigeración que consumen mucha energía. 2.c Da la vuelta a la pregunta. Considera las funciones opuestas. ¿Cómo puede la naturaleza ayudar a mantener el calor o a mantener los procesos calientes sin un consumo excesivo de energía? ¿Cómo podemos evitar el enfriamiento excesivo sin dejar de garantizar unas condiciones óptimas en un entorno industrial?
Paso 3 – Descubre	3.a Busca modelos naturales que coincidan con las mismas funciones y el mismo contexto que tu solución de diseño. - El termitero es un modelo natural muy conocido para la refrigeración pasiva, que utiliza el flujo natural del aire y su diseño estructural para mantener una temperatura interna estable. - Otros modelos potenciales podrían incluir las estrategias de refrigeración de ciertas plantas del desierto o la piel de animales como los elefantes, que regula la temperatura corporal mediante mecanismos de circulación muy eficaces. 3.b Identifica a expertos y conéctate con comunidades de biólogos y naturalistas. - Los expertos en arquitectura bioclimática, como los que se dedican a las tecnologías de refrigeración pasiva, pueden aportar valiosas ideas sobre las aplicaciones biomiméticas más eficaces. - Los naturalistas especializados en ecosistemas desérticos o aquellos que estudian la termorregulación en los animales también pueden ofrecer perspectivas valiosas.



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



Paso 4 – Resumen	4. Resume los elementos clave de la estrategia biológica. Destaque las funciones principales y las palabras clave. Si es posible, cree un diagrama o un dibujo y/o busque imágenes que puedan servir de inspiración para el diseño. El cactus utiliza su forma y textura superficial únicas para canalizar la humedad hacia sus raíces. Estas adaptaciones pueden imitarse en los sistemas de agua urbanos para recoger, almacenar y utilizar el agua de forma sostenible. 4.b Traduce las lecciones de la naturaleza en estrategias de diseño. Reescribe la estrategia sin utilizar términos biológicos y conéctala con las funciones y el contexto desde una perspectiva humana. La infraestructura urbana podría diseñarse con superficies que recojan y canalicen el agua de manera eficiente, utilizando materiales que imiten la textura y la forma de las espinas del cactus. Por ejemplo, los tejados podrían equiparse con elementos que capturen el agua de lluvia y la dirijan a depósitos de almacenamiento o a espacios verdes para su uso posterior.
Paso 5 – Emular	5.a Enumera la información clave y explora tantas ideas como sea posible. Información clave • Sistemas de ventilación pasiva. • Materiales que absorben el calor. • Control de temperatura autorregulado. • Tecnologías de refrigeración sostenibles. Ideas • Diseñar espacios industriales con sistemas de ventilación pasiva similares a los termiteros. • Utilizar materiales ecológicos, como la piedra natural o la arcilla, que tengan una alta masa térmica para los edificios. • Implementar un sistema basado en sensores para regular automáticamente el flujo de aire y las temperaturas internas. 5.b Organiza tus ideas en categorías que incluyan las características, el contexto, las limitaciones, etc., y selecciona los conceptos de diseño que mejor se adapten a tu solución. Categorías • Características: Refrigeración pasiva, temperatura autorregulada, uso de materiales naturales • Contexto: Fábricas industriales, procesos de fabricación con alto consumo energético • Limitaciones: coste de la instalación inicial, integración en edificios existentes • Concepto de diseño seleccionado: Una solución híbrida que combina la ventilación pasiva y la masa térmica, con un sistema automatizado para la gestión del flujo de aire. Paso 6 – Evaluar 6.a Evalúa los conceptos de diseño en cuanto a su adecuación a los criterios y limitaciones del reto de diseño, así como su compatibilidad con los sistemas de la Tierra. Evalúa la viabilidad tanto de los modelos técnicos como de los modelos de negocio.





Alineación del diseño

La solución de diseño aborda directamente el reto de reducir el consumo energético en la refrigeración industrial mediante el uso de métodos inspirados en la naturaleza para la regulación de la temperatura, reduciendo así la dependencia de los sistemas de aire acondicionado, que consumen mucha energía.

Compatibilidad con los sistemas de la Tierra:

La solución es altamente compatible con los sistemas de la Tierra, ya que utiliza materiales naturales y estrategias de refrigeración pasiva, reduciendo así el impacto medioambiental de los procesos de refrigeración industrial.

Viabilidad del modelo técnico:

La tecnología es viable, ya que ya existen sistemas de refrigeración pasiva y materiales que absorben el calor. Sin embargo, los costes iniciales de instalación de dichos sistemas pueden ser elevados, y la adaptación de fábricas antiguas puede resultar complicada.

Viabilidad del modelo de negocio:

El modelo de negocio es viable, especialmente a largo plazo. El ahorro energético derivado de la reducción de los costes de refrigeración y la creciente demanda de soluciones sostenibles probablemente harán que el sistema sea rentable con el tiempo. Los gobiernos y las organizaciones medioambientales pueden ofrecer subvenciones o ayudas para este tipo de iniciativas.

6.b Revisar y reconsiderar los pasos anteriores según sea necesario para generar una solución viable.

Revisiones a tener en cuenta

- Investigar más a fondo materiales de bajo coste para la regulación térmica que puedan utilizarse en las fases iniciales del diseño.
- Explorar diseños modulares que permitan a las empresas integrar el sistema de forma gradual, reduciendo la carga financiera de la implementación completa.

Recursos adicionales:

<https://biomimicry.org/>



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



WP3 Módulos de formación sobre diseño de procesos biomiméticos

Tarea 3.1/ A1. Desarrollo de un kit de autoaprendizaje para estudiantes de FP - LP: ATS / CPs: TODOS IMITEMOS SOLUCIONES

Una solución se refiere a los pasos aplicados para resolver el reto identificado, a través de la biomimética.

Solución: Sistema de riego de precisión inspirado en la naturaleza

DISEÑO BIOMIMÉTICO	Descripción
Paso 2 – Biologizar	2.a Pregúntate cómo la naturaleza puede resolver esto. Los ecosistemas de la naturaleza utilizan el agua de manera eficiente a través de diversos mecanismos, como la distribución del agua a través de los sistemas radiculares de las plantas y las técnicas de absorción del agua de lluvia de ciertas plantas. Por ejemplo, plantas como el cactus almacenan agua y la utilizan estratégicamente, mientras que el musgo absorbe y retiene la humedad de manera eficiente. 2.b Pregúntate qué pretende tu diseño. Determina las funciones clave de tu diseño e identifica contextos en la naturaleza. Las funciones pueden referirse al papel que desempeñan las adaptaciones o comportamientos de un organismo que le permiten sobrevivir. También pueden referirse a algo que tu solución de diseño debe hacer. El diseño debe garantizar que el agua se distribuya de forma precisa y eficiente por los campos agrícolas, minimizando el desperdicio y asegurando que cada planta reciba la cantidad adecuada de hidratación en función de sus necesidades y del entorno circundante. 2.c Da la vuelta a la pregunta. Considera las funciones opuestas. En lugar de centrarte en cómo se puede añadir agua al suelo, piensa en cómo las plantas logran reducir la pérdida de agua a través de la transpiración. ¿Cómo evitan las plantas que el agua se evapore demasiado rápido o se aseguran de que la humedad se almacene donde más se necesita?
Paso 3 – Descubre	3.a Busca modelos naturales que coincidan con las mismas funciones y el mismo contexto que tu solución de diseño. - Examina cómo las plantas del desierto, como las suculentas y los cactus, almacenan agua y la liberan gradualmente. Además, los sistemas radiculares de los árboles forestales han evolucionado para absorber la humedad en profundidad del suelo y distribuirla de manera eficiente a diferentes partes de la planta. - Estudia cómo los musgos y los helechos retienen el agua, lo que podría inspirar nuevos enfoques para almacenar y distribuir la humedad. 3.b Identifica a expertos y conéctate con comunidades de biólogos y naturalistas. - Colabora con biólogos vegetales especializados en los mecanismos de almacenamiento de agua en las plantas. - Conecta con expertos en agricultura de precisión e hidrología para conocer las tecnologías de ahorro de agua existentes y los retos del riego.



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



Paso 4 – Resumen

4.a Resume los elementos clave de la estrategia biológica. Destaca las funciones principales y las palabras clave. Si es posible, crea un diagrama o un dibujo y/o busca imágenes que puedan servir de base para el diseño.

- Los cactus almacenan agua en sus tejidos, que pueden utilizar gradualmente a lo largo del tiempo.
- Los musgos pueden absorber y retener agua de forma que se evite una evaporación excesiva.
- Las raíces de los árboles crean una red profunda y extensa que permite a la planta acceder a la humedad en un área más amplia, incluso en condiciones de sequía.

4.b Traduce las lecciones de la naturaleza en estrategias de diseño. Reescribe la estrategia sin utilizar términos biológicos y conéctala con las funciones y el contexto desde una perspectiva humana.

- Diseña un sistema de riego inspirado en la forma en que los cactus almacenan agua, utilizando sensores de humedad inteligentes y válvulas inteligentes para liberar agua de forma lenta y eficiente según sea necesario.
- Incorporar técnicas de microirrigación, similares a la forma en que el musgo absorbe y retiene el agua, para garantizar que el agua llegue directamente a las raíces de las plantas sin evaporación innecesaria.
- Diseña una red de riego que imite los sistemas radiculares de los árboles, garantizando que el agua pueda acceder en profundidad y de manera eficiente, llegando a las raíces más lejanas.

Paso 5 – Emular

5.a Enumera la información clave y explora tantas ideas como sea posible.

- Sistema de riego inteligente con monitorización de la humedad en tiempo real.
- Sistemas autorregulables que ajustan el caudal de agua en función de las condiciones meteorológicas y las necesidades de las plantas.
- Riego por goteo a baja presión para minimizar la evaporación y la escorrentía.
- Depósitos de almacenamiento de agua que liberan la humedad lentamente según las necesidades de las plantas, imitando la capacidad de almacenamiento de agua de los cactus.

5.b Organiza tus ideas en categorías que incluyan las características, el contexto, las limitaciones, etc., y selecciona los conceptos de diseño que mejor se adapten a tu solución.

Características clave

- Sensores de humedad inteligentes.
- Sistema de riego por goteo para una distribución selectiva del agua.
- Programas de riego adaptativos basados en los patrones meteorológicos.

Contexto

- Implementado en zonas áridas o propensas a la sequía donde la agricultura depende del riego.
- Favorece las prácticas agrícolas sostenibles.

Limitaciones



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



	• Altos costes iniciales de instalación para el sistema avanzado. • Se requiere asistencia técnica para el mantenimiento del sistema.
Paso 6 – Evaluar	6.a Evalúa los conceptos de diseño en cuanto a su adecuación a los criterios y limitaciones del reto de diseño, así como su compatibilidad con los sistemas de la Tierra. El sistema se ajusta al reto al ofrecer una solución al desperdicio de agua y garantizar que los cultivos reciban la cantidad adecuada de hidratación. Compatibilidad con los sistemas de la Tierra El sistema utiliza principios naturales de conservación y almacenamiento del agua, y minimiza el impacto ambiental al reducir el desperdicio de agua y promover prácticas agrícolas sostenibles. 6.b Revisa y vuelve a examinar los pasos anteriores según sea necesario para generar una solución viable. • Asegúrate de que el sistema sea escalable para campos grandes y asequible para los agricultores a pequeña escala. • Considera opciones de energía solar o de bajo consumo para el funcionamiento del sistema de riego en regiones con acceso limitado a la electricidad.

Recursos adicionales:

<https://biomimicry.org/>



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



Módulos de formación del WP3 sobre diseño de procesos biomiméticos

Tarea 3.1/ A1. Desarrollo de un kit de autoaprendizaje para estudiantes de FP - LP: ATS / CPs: TODOS IMITEMOS SOLUCIONES

Una solución se refiere a los pasos aplicados para resolver el reto identificado, a través de la biomimética.

Solución: Estructura resiliente de las palmeras

DISEÑO BIOMIMÉTICO	Descripción
Paso 2 – Biologizar	2.a Pregúntate cómo la naturaleza puede resolver esto. Modelo biológico Las palmeras son estructuras muy flexibles y resistentes, capaces de soportar vientos extremos en tormentas tropicales y huracanes. Sus troncos largos y delgados y sus frondas aerodinámicas les permiten doblarse sin romperse, dispersando la fuerza del viento de manera eficiente. Además, sus sistemas radiculares profundos y extensos proporcionan un anclaje firme en suelos sueltos o arenosos.
Paso 3 – Descubrir	3.a Busca modelos naturales que coincidan con las mismas funciones y el mismo contexto que tu solución de diseño. Resumen de la solución Diseña edificios resilientes inspirados en las propiedades estructurales de las palmeras, integrando flexibilidad, diseño aerodinámico y sistemas de anclaje profundos. La solución tiene como objetivo crear estructuras energéticamente eficientes y resistentes a la intemperie que puedan soportar vientos fuertes y fenómenos meteorológicos extremos. Características clave del diseño Forma aerodinámica del edificio - La forma del edificio imita las hojas aerodinámicas de una palmera, lo que reduce la resistencia al viento y la presión sobre la estructura. - Los bordes redondeados o cónicos pueden redirigir el flujo del viento, minimizando los posibles daños. Materiales estructurales flexibles - Se utilizan materiales de construcción flexibles, como compuestos de alta resistencia o fibra de carbono, inspirados en la flexibilidad de los troncos de las palmeras. - El edificio puede balancearse y disipar la energía durante los fuertes vientos sin sufrir daños estructurales. Cimientos de anclaje profundo - Emplear sistemas de cimentación profunda inspirados en las estructuras radiculares de las palmeras, lo que garantiza la estabilidad incluso en suelos sueltos o arenosos. - Incluir cimientos ajustables para zonas con actividad sísmica, lo que añade resiliencia frente a múltiples riesgos. Componentes ligeros y modulares



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



Paso 4 – Resumen

- Los componentes modulares y ligeros reducen la carga estructural global al tiempo que mantienen la resistencia, de forma similar a la composición ligera de las hojas de palmera.
- Estos componentes pueden prefabricarse, lo que reduce los costes y los plazos de construcción.

Características de eficiencia energética

- Incorporar diseños de ventilación natural inspirados en el espaciado de las hojas de palmera, que permiten el flujo de aire al tiempo que proporcionan sombra.
- Integre paneles solares en la azotea y sistemas de recogida de agua de lluvia para un uso sostenible de los recursos.

4. Resuma los elementos clave de la estrategia biológica. Destaque las funciones principales y las palabras clave. Si es posible, cree un diagrama o un dibujo y/o busque imágenes que puedan ilustrar el diseño.

Aplicaciones

- Edificios costeros en regiones propensas a huracanes.
- Unidades de vivienda modulares para ayuda en caso de catástrofes.
- Rascacielos en zonas urbanas expuestas a fenómenos meteorológicos extremos.

Resultados esperados

- Mayor seguridad y durabilidad de los edificios en condiciones climáticas extremas.
- Reducción de los costes de reparación y reconstrucción tras los desastres.
- Promoción de diseños arquitectónicos sostenibles y adaptables.

Participación de los socios

- **Estudios de arquitectura:** Diseño de prototipos de edificios biomiméticos.
- **Empresas de ingeniería:** Pruebas de materiales flexibles y sistemas de anclaje.
- **Organismos gubernamentales:** Proporcionar financiación y subvenciones para iniciativas de construcción resiliente.

Paso 5 – Emular

5.a Enumera la información clave y explora tantas ideas como sea posible.

- Sistema de riego inteligente con monitorización en tiempo real de la humedad del suelo, inspirado en la sensibilidad de las raíces de las plantas a los niveles de agua.
- Sistemas autorregulables que ajustan el caudal de agua en función de las condiciones meteorológicas, imitando el comportamiento del musgo y los cactus a la hora de adaptarse a la disponibilidad de agua.
- Sistemas de riego por goteo a baja presión para reducir la evaporación y minimizar la escorrentía de agua, de forma similar a como las plantas del desierto minimizan la pérdida de agua.



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



	• Depósitos de almacenamiento de agua que imitan la capacidad de retención de agua de los cactus, liberando humedad de forma gradual a las plantas en función de sus necesidades. • Sistemas de distribución de agua subterráneos inspirados en las raíces para garantizar una hidratación uniforme en todo el suelo. 5.b Organiza tus ideas en categorías que incluyan las características, el contexto, las limitaciones, etc., y selecciona los conceptos de diseño que mejor se adapten a tu solución. Características clave • Sensores de humedad inteligentes: controlan las condiciones del suelo en tiempo real para regular el riego. • Sistema de riego por goteo: garantiza una distribución del agua específica y eficiente. • Programas de riego adaptativos: utilizan datos meteorológicos para determinar el momento y la frecuencia óptimos de riego. • Soluciones de almacenamiento de agua: Depósitos diseñados para imitar la capacidad de retención de agua de los cactus. Contexto • Diseñado para campos agrícolas en regiones áridas o propensas a la sequía. • Fomenta las prácticas agrícolas sostenibles al reducir el desperdicio de agua y garantizar la eficiencia de los recursos. • Limitaciones • Altos costes iniciales por la tecnología avanzada y la instalación. • Se requiere formación para que los agricultores puedan utilizar y mantener el sistema. • Escalabilidad limitada en zonas con escaso acceso a la tecnología o a la electricidad.
Paso 6 – Evaluar	6.a Evalúa los conceptos de diseño en relación con su adecuación a los criterios y limitaciones del reto de diseño, así como su compatibilidad con los sistemas de la Tierra. Evalúa la viabilidad tanto de los modelos técnicos como de los modelos de negocio. La solución aborda el reto reduciendo el desperdicio de agua y garantizando que los cultivos reciban la hidratación adecuada. Alineación con los criterios • Reduce el consumo de agua. • Mejora el rendimiento de los cultivos mediante una hidratación precisa y eficiente. • Apoya la agricultura sostenible imitando los principios naturales de conservación del agua. Compatibilidad con los sistemas de la Tierra



- Utiliza principios biomiméticos que se ajustan a las estrategias naturales de gestión y conservación del agua.
- Minimiza el impacto medioambiental al reducir la escorrentía, la evaporación y el desperdicio de agua.

6.b Revisar y reconsiderar los pasos anteriores según sea necesario para generar una solución viable.

- **Escalabilidad:** Desarrollar sistemas modulares para explotaciones agrícolas a pequeña y gran escala con el fin de hacer la solución más accesible.
- **Asequibilidad:** Explorar opciones de subvenciones, colaboraciones y versiones asequibles para los pequeños agricultores.
- **Eficiencia energética:** Integrar energía solar u otras fuentes de energía renovable para hacer funcionar el sistema de riego en zonas remotas.
- **Mantenimiento:** Desarrollar una interfaz fácil de usar y proporcionar asistencia técnica o programas de formación para los agricultores.

Recursos adicionales:

<https://biomimicry.org/>



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



Módulos de formación del WP3 sobre diseño de procesos biomiméticos

Tarea 3.1/ A1. Desarrollo de un kit de autoaprendizaje para estudiantes de FP - LP: ATS / CPs: TODOS SOLUCIONES DE IMITACIÓN

Una solución se refiere a los pasos aplicados para resolver el reto identificado, a través de la biomimética.

Solución: Aislamiento eficiente y regulación térmica inspirados en la naturaleza

DISEÑO BIOMIMÉTICO	Descripción
Paso 2 – Biologizar	2.a Pregúntate cómo la naturaleza puede resolver esto. Modelo biológico El mundo natural ofrece una gran variedad de ejemplos de aislamiento eficiente y regulación térmica, siendo uno de los más conocidos la estructura de las madrigueras de los animales. Por ejemplo, la madriguera del conejo europeo mantiene una temperatura relativamente estable, incluso durante cambios estacionales extremos de temperatura, gracias a las propiedades aislantes del suelo circundante. Otro ejemplo es el pelaje del oso polar, que proporciona un excelente aislamiento térmico frente a temperaturas bajo cero mediante una combinación de subpelo denso y pelos protectores huecos que atrapan el aire.
Paso 3 – Descubrir	3.a Busca modelos naturales que coincidan con las mismas funciones y el mismo contexto que tu solución de diseño. Resumen de la solución Diseña un sistema de aislamiento para edificios inspirado en los mecanismos naturales de regulación térmica, como los que se encuentran en las madrigueras de los animales y el pelaje del oso polar. El objetivo es desarrollar un material aislante que mejore la eficiencia energética mediante el uso de materiales naturales y biodegradables, ofreciendo estabilidad térmica sin depender de alternativas sintéticas o no biodegradables. Características clave del diseño ● Materiales aislantes biodegradables: El uso de materiales a base de celulosa, hormigón de cáñamo o micelio (raíces fúngicas) como aislantes naturales, que imitan las propiedades aislantes del suelo en las madrigueras de los animales o la regulación térmica del pelaje de los osos polares. ● Aislamiento multicapa: Al igual que las capas de pelaje de los osos polares, el aislamiento puede constar de varias capas con diferentes densidades y estructuras para retener el calor en climas más fríos o permitir la ventilación en climas más cálidos. ● Masa térmica y regulación del flujo de aire: Componentes de construcción que integran la calefacción y la refrigeración pasivas, inspirados en las madrigueras, donde la masa térmica de las paredes regula las temperaturas internas al tiempo que permite el flujo de aire y evita el sobrecalentamiento. ● Sistemas de ventilación natural: Incluyen canales de aire y rejillas de ventilación inspirados en las madrigueras de los animales, que permiten el flujo natural de aire cálido y frío para mejorar la regulación de la temperatura sin necesidad de utilizar sistemas mecánicos.



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



Paso 4 – Resumen

4.a Resume los elementos clave de la estrategia biológica. Destaca las funciones principales y las palabras clave. Si es posible, crea un diagrama o un dibujo y/o busca imágenes que puedan ilustrar el diseño.

Aplicaciones

- **Viviendas en climas extremos:** Los edificios situados en climas cálidos o fríos, donde el consumo de energía para calefacción o refrigeración es elevado, pueden beneficiarse de un mejor aislamiento natural.
- **Edificios públicos y comerciales:** Las escuelas, los hospitales y las oficinas buscan reducir el consumo de energía y crear entornos más saludables y sostenibles.
- **Proyectos de construcción ecológicos:** viviendas construidas con materiales sostenibles, con el objetivo de obtener certificaciones de construcción ecológica como LEED.

Resultados esperados

- Reducción del consumo energético para calefacción y refrigeración, lo que disminuye tanto los costes operativos como el impacto medioambiental.
- Mayor confort interior gracias a la estabilización de las temperaturas internas durante todo el año.
- Mayor adopción de materiales sostenibles y biodegradables en el sector de la construcción.

Participación de los socios

- **Fabricantes de materiales:** Suministrar y desarrollar materiales aislantes sostenibles y biodegradables, como el micelio, el hormigón de cáñamo y la celulosa.
- **Estudios de arquitectura:** Diseñar edificios que incorporen estos nuevos materiales aislantes y sistemas pasivos de regulación térmica.
- **Organismos públicos:** Ofrecer apoyo e incentivos para soluciones de construcción ecológica y prácticas de construcción sostenibles.

Paso 5 – Emular

5.a Enumera la información clave y explora tantas ideas como sea posible.

- **Materiales aislantes naturales:** micelio, hormigón de cáñamo, celulosa y materiales aislantes a base de lana.
- **Sistemas de aislamiento por capas:** Múltiples capas de materiales con diferentes propiedades térmicas para crear un sistema de aislamiento multifuncional, similar al pelaje de los osos polares o a las estructuras de las madrigueras.
- **Regulación pasiva de la temperatura:** Incorporar sistemas para equilibrar las fluctuaciones de temperatura sin intervenciones mecánicas, inspirados en sistemas naturales como las madrigueras de los animales o las cámaras de hibernación.
- **Canales de ventilación:** Incorpora canales de flujo de aire pasivos que regulen la temperatura de forma natural, sin necesidad de sistemas de climatización que consuman mucha energía.



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.

5.b Organiza tus ideas en categorías que incluyan las características, el contexto, las limitaciones, etc., y selecciona los conceptos de diseño que mejor se adapten a tu solución.

Categoría	Características
Materiales	Para el aislamiento se utilizan materiales biodegradables, como el hormigón de cáñamo, la celulosa y el micelio.
Sistema de aislamiento	Un sistema de aislamiento multicapa inspirado en el pelaje de los osos polares y sus madrigueras.
Regulación térmica	Utilización de canales de ventilación natural para regular el flujo de aire y la temperatura.
Eficiencia energética	Integración de la regulación térmica natural para reducir la dependencia de los sistemas artificiales de calefacción o refrigeración.

Contexto

- Esta solución es adecuada para regiones con climas extremos, especialmente aquellas en las que el consumo de energía para calefacción o refrigeración es un motivo de preocupación.
- El diseño también favorece la adopción de materiales ecológicos en el sector de la construcción, lo que contribuye a una arquitectura sostenible.

Limitaciones

- El coste de los materiales ecológicos puede ser inicialmente más elevado, aunque el ahorro a largo plazo en los costes energéticos podría compensar la inversión inicial.
- La adaptación de la solución a edificios de gran tamaño o entornos urbanos puede requerir ajustes en las técnicas de construcción tradicionales.

6.a Evalúa los conceptos de diseño en cuanto a su alineación con los criterios y limitaciones del reto de diseño, así como su compatibilidad con los sistemas de la Tierra. Evalúa la viabilidad tanto de los modelos técnicos como de los modelos de negocio.

Alineación con el reto

Este diseño ofrece una solución natural al reto mediante el uso de la biomimética para reducir el consumo de energía en calefacción y refrigeración. Al imitar las propiedades aislantes de las madrigueras de los animales y el pelaje de los osos polares, la solución aborda directamente la necesidad de mejorar el aislamiento.

Compatibilidad con los sistemas de la Tierra

Paso 6 – Evaluar



El uso de materiales naturales y biodegradables se adapta a los sistemas de la Tierra, reduciendo los residuos y minimizando la huella ambiental de los edificios. Este sistema pasivo de regulación de la temperatura también minimiza la necesidad de aportes de energía externos, reduciendo así la huella de carbono del edificio.

6.b Revisar y reconsiderar los pasos anteriores según sea necesario para generar una solución viable.

- **Escalabilidad:** Explorar opciones de aislamiento modulares que puedan adaptarse a edificios de diferentes tamaños, desde viviendas pequeñas hasta grandes edificios comerciales.
- **Asequibilidad:** Investigar la producción en masa de materiales biodegradables para reducir los costes, y considerar subvenciones o incentivos para la adopción de materiales sostenibles en la construcción.
- **Mantenimiento:** Asegurarse de que los sistemas de ventilación pasiva sean fáciles de mantener y adaptables a diferentes condiciones climáticas. Además, ofrecer apoyo para la instalación de materiales aislantes en edificios existentes, no solo en nuevas construcciones.

Recursos adicionales:

<https://biomimicry.org/>



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



Módulos de formación del WP3 sobre diseño de procesos biomiméticos

Tarea 3.1/ A1. Desarrollo de un kit de autoaprendizaje para estudiantes de FP - LP: ATS / CPs: TODOS IMITEMOS LAS SOLUCIONES

Una solución se refiere a los pasos que se siguen para resolver el problema identificado, mediante la biomimética.

Solución: Sistemas de filtración naturales para purificar el agua

DISEÑO BIOMIMÉTICO	Descripción
Paso 2 – Biologizar	2.a Pregúntate cómo la naturaleza puede resolver esto. Modelo biológico Los sistemas de filtración natural, como los humedales, utilizan plantas, microorganismos y procesos naturales para limpiar y purificar el agua. Los humedales filtran los contaminantes utilizando las raíces de las plantas para absorber nutrientes y contaminantes, mientras que los microorganismos descomponen la materia orgánica. El lento movimiento del agua a través del suelo de los humedales también ayuda a atrapar partículas y a reducir la liberación de contaminantes. Además, la biofiltración en suelos y lechos fluviales elimina eficazmente las toxinas mediante procesos bioquímicos naturales.
Paso 3 – Descubre	3.a Busca modelos naturales que coincidan con las mismas funciones y el mismo contexto que tu solución de diseño. Resumen de la solución Diseña un sistema de tratamiento de aguas residuales basado en los principios de la filtración natural, utilizando plantas, microorganismos y sistemas de biofiltración para purificar el agua. La solución tiene como objetivo reducir el uso de productos químicos y el consumo de energía, al tiempo que se mantienen unas capacidades efectivas de filtración y purificación. Características clave del diseño ● Biofiltros basados en plantas: Utiliza los sistemas radiculares de plantas como los juncos o las espadañas, conocidas por absorber contaminantes y purificar el agua, creando un sistema de filtración natural. ● Capas de biopelícula microbiana: Incorporan capas de microorganismos naturales capaces de descomponer los contaminantes orgánicos y convertir los compuestos nocivos en sustancias menos tóxicas. ● Medios de filtración en capas: utilizan materiales naturales como grava, arena y carbón activado, que imitan el proceso de filtración de los lechos fluviales y el suelo, para filtrar física y químicamente los contaminantes. ● Movimiento lento del agua: Implemente un sistema que ralentice el flujo del agua, lo que permite un tiempo de filtración prolongado, similar a la filtración natural en los humedales, donde el agua pasa a través de diferentes sustratos e interactúa con microorganismos.



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



Paso 4 – Resumen

4.a Resuma los elementos clave de la estrategia biológica. Destaque las funciones principales y las palabras clave. Si es posible, cree un diagrama o un dibujo y/o busque imágenes que puedan ilustrar el diseño.

Aplicaciones

- Plantas de tratamiento de aguas residuales municipales y comunitarias a pequeña escala.
- Sistemas descentralizados o rurales de gestión de aguas residuales.
- Ecoaldeas, tratamiento de aguas residuales agrícolas o sistemas de filtración de aguas pluviales.
- Sistemas urbanos de recuperación y reutilización de agua.

Resultados esperados

- Menor dependencia de los procesos de tratamiento químico que consumen mucha energía.
- Reducción efectiva de contaminantes, como el nitrógeno, el fósforo y la materia orgánica.
- Mejora de la calidad del agua para su reutilización o vertido en fuentes de agua naturales.
- Mayor sostenibilidad y rentabilidad de las operaciones de tratamiento de aguas residuales.

Participación de los socios

- **Ingenieros medioambientales:** Diseño del sistema e integración de elementos biológicos en la infraestructura existente.
- **Ayuntamientos y organismos públicos:** Apoyo a proyectos piloto, aportación de financiación e implementación de sistemas.
- **Promotores agrícolas y de eco-comunidades:** Aplicación de los sistemas en zonas rurales o descentralizadas.

Paso 5 – Emular

5.a Enumera la información clave y explora tantas ideas como sea posible.

- Sistemas de humedales flotantes para el tratamiento de aguas residuales en lagunas o estanques.
- Células de combustible microbianas combinadas con biofiltración para mejorar la purificación del agua.
- Humedales artificiales con diferentes profundidades y tipos de plantas para tratar distintos contaminantes.
- Unidades de biofiltración modulares que se pueden adaptar en función del tamaño de la comunidad o la instalación.

5.b Organiza tus ideas en categorías que incluyan las características, el contexto, las limitaciones, etc., y selecciona los conceptos de diseño que mejor se adaptan a tu solución.



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.

Paso 6 – Evaluar

Características clave

- Unidades de biofiltración modulares que integran la filtración basada en plantas.
- Incorporación de capas microbianas para una mejor descomposición de la materia orgánica.
- Sistema de filtración de bajo mantenimiento y accionado por gravedad para comunidades de pequeña escala.

Contexto

- Adecuado para zonas rurales y urbanas donde el tratamiento convencional de aguas residuales es difícil o costoso de implementar.
- Se puede adaptar a instalaciones grandes o pequeñas, dependiendo del tamaño de la comunidad o del volumen de aguas residuales.

Limitaciones

- Proceso de tratamiento más lento en comparación con los tratamientos químicos convencionales.
- Costes iniciales de instalación para la construcción de sistemas de biofiltros.
- Dificultades para mantener un estado óptimo de la planta y la salud microbiana para garantizar su funcionalidad a largo plazo.

6.a Evalúa los conceptos de diseño en relación con su adecuación a los criterios y limitaciones del reto de diseño, así como su compatibilidad con los sistemas de la Tierra. Evalúa la viabilidad tanto de los modelos técnicos como de los modelos de negocio.

El sistema aborda el reto ofreciendo una alternativa sostenible, de bajo consumo energético y libre de productos químicos a los métodos tradicionales de tratamiento de aguas residuales. Imita los procesos de filtración naturales, que son eficaces para purificar el agua, reducir los contaminantes y mantener un ecosistema equilibrado.

Alineación con los criterios

- Minimiza el consumo de energía y el impacto medioambiental.
- Se basa en procesos naturales para la purificación del agua, lo que reduce la dependencia de productos químicos sintéticos.
- Escalable y adaptable a comunidades de distintos tamaños y condiciones ambientales.

Compatibilidad con los sistemas de la Tierra

- La solución se ajusta a los principios ecológicos mediante el uso de métodos de filtración naturales que funcionan en armonía con el medio ambiente.
- Mejora la biodiversidad al incorporar vida vegetal y microorganismos al sistema, contribuyendo así a preservar y promover la salud ecológica.



6.b Revisar y reconsiderar los pasos anteriores según sea necesario para generar una solución viable.

- **Escalabilidad:** Diseñar sistemas modulares que puedan adaptarse a comunidades de distintos tamaños o a aplicaciones industriales.
- **Rentabilidad:** Explorar opciones de subvenciones, ayudas o colaboraciones con el gobierno para reducir los costes iniciales de instalación.
- **Sostenibilidad:** Utilizar materiales de origen local y plantas autóctonas para reducir los costes y mejorar la resiliencia del sistema.

Recursos adicionales:

<https://biomimicry.org/>



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



Módulos de formación del WP3 sobre diseño de procesos biomiméticos

Tarea 3.1/ A1. Desarrollo de un kit de autoaprendizaje para estudiantes de FP - LP: ATS / CPs: TODOS IMITEMOS SOLUCIONES

Una solución se refiere a los pasos aplicados para resolver el reto identificado, a través de la biomimética.

Solución: Los sistemas naturales de purificación del aire de la naturaleza

DISEÑO BIOMIMÉTICO	Descripción
Paso 2 – Biologizar	2.a Pregúntate cómo la naturaleza puede resolver esto. Modelo biológico La solución se inspira en los sistemas naturales de purificación del aire de la naturaleza. Concretamente, se ha demostrado que plantas como <i>la planta araña</i> y <i>el lirio de la paz</i> filtran el aire interior al absorber sustancias químicas nocivas y partículas a través de sus hojas y raíces. Además, determinadas especies de musgo y algas pueden capturar partículas finas del aire. Al mismo tiempo, se sabe que algunos árboles, como el <i>abedul plateado</i> y el <i>fresno urbano</i>, absorben dióxido de carbono y otros contaminantes del aire a través de sus hojas y corteza.
Paso 3 – Descubrir	3.a Busca modelos naturales que coincidan con las mismas funciones y el mismo contexto que tu solución de diseño. Resumen de la solución Diseña un sistema natural de filtración de aire basado en sistemas vegetales que se implementará en zonas urbanas para reducir los niveles de contaminación y mejorar la calidad del aire. El sistema incorporaría plantas conocidas por sus propiedades purificadoras del aire, junto con otros materiales naturales como el musgo o las algas, colocados estratégicamente en espacios urbanos. Características clave del diseño ● Paredes y tejados verdes: Utiliza una variedad de plantas purificadoras del aire en jardines verticales y jardines en azoteas para filtrar el aire de forma natural, absorbiendo contaminantes y proporcionando sombra para mitigar los efectos de isla de calor. ● Esteras de musgo y paneles de algas: Instalar esteras de musgo y paneles de algas en zonas de mucho tránsito, como junto a las carreteras, para atrapar partículas finas y convertir el CO₂ en oxígeno. ● Iniciativas de plantación de árboles: Plantar árboles con propiedades purificadoras del aire demostradas a lo largo de las carreteras, en parques y plazas urbanas para absorber los contaminantes directamente del aire. Resultados esperados ● Reducción de los contaminantes atmosféricos urbanos (p. ej., PM_{2,5}, NO_x). ● Mejora de la salud pública gracias a un aire más limpio. ● Aumento de los espacios verdes en entornos urbanos, lo que también mejora el bienestar mental.



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



Paso 4 – Resumen

4.a Resume los elementos clave de la estrategia biológica. Destaca las funciones principales y las palabras clave. Si es posible, crea un diagrama o un dibujo y/o busca imágenes que puedan ilustrar el diseño.

Aplicaciones

- Zonas urbanas con altos niveles de contaminación atmosférica.
- Parques, plazas públicas y a lo largo de las principales vías de comunicación.
- Techos y paredes verdes para edificios comerciales e infraestructuras públicas.

Resultados esperados

- Mejora de la calidad del aire urbano.
- Reducción de las enfermedades respiratorias entre los residentes.
- Contribución a la sostenibilidad urbana mediante la filtración natural.

Participación de los socios

- **Urbanistas y administraciones municipales:** Apoyar la integración de soluciones de filtración de aire mediante vegetación en la planificación y la financiación de las ciudades.
- **Arquitectos paisajistas y horticultores:** Diseñan y seleccionan plantas y materiales adecuados para una filtración eficaz.
- **Agencias medioambientales:** supervisan la eficacia y el impacto de los sistemas de filtración del aire en la calidad del aire y la salud pública.

Paso 5 – Emular

5.a Haga una lista de la información clave y explore tantas ideas como sea posible.

- Paredes verdes compuestas por una variedad de plantas purificadoras del aire, como las plantas araña y los lirios de la paz, que absorben los contaminantes del interior.
- Paneles de musgo que recogen y filtran las partículas finas del aire.
- Jardines verticales que no solo purifican el aire, sino que también aportan valor estético y fomentan la biodiversidad.
- Iniciativas de plantación de árboles que absorben dióxido de carbono y otros contaminantes, como el abedul plateado o el fresno urbano.
- Filtros a base de algas que capturan el carbono y las partículas del aire.

5.b Organiza tus ideas en categorías que incluyan las características, el contexto, las limitaciones, etc., y selecciona los conceptos de diseño que mejor se adapten a tu solución.

Características clave

- Sistemas de plantas purificadoras de aire (muros verdes, musgo, algas y árboles).
- Modulares y adaptables a diferentes entornos urbanos (parques, bordes de carreteras, azoteas).
- Tecnología sostenible y de bajo consumo energético con necesidades mínimas de mantenimiento.



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



Paso 6 – Evaluar

Contexto

- Dirigido a zonas urbanas con altos niveles de contaminación.
- Centrarse en soluciones rentables que puedan implementarse en entornos urbanos densos y en infraestructuras como carreteras, edificios y parques.

Limitaciones

- **Mantenimiento:** Requiere un cuidado periódico de los sistemas vegetales y una posible replantación.
- **Coste:** Los costes iniciales de instalación de la infraestructura y los sistemas de plantas pueden ser elevados; sin embargo, existen beneficios a largo plazo en términos de salud y ahorro energético.
- **Espacio:** Disponibilidad de espacios adecuados para instalaciones a gran escala (por ejemplo, azoteas o parques).

6.a Evalúa los conceptos de diseño en cuanto a su adecuación a los criterios y limitaciones del reto de diseño, así como su compatibilidad con los sistemas de la Tierra. Evalúa la viabilidad tanto de los modelos técnicos como de los modelos de negocio.

Alineación con el reto

El sistema de filtración de aire natural aborda directamente el reto de mejorar la calidad del aire urbano al tiempo que reduce el impacto medioambiental. Mediante el uso de plantas y otros materiales naturales, la solución reduce los contaminantes de forma sostenible y energéticamente eficiente, sin depender de sistemas de filtración sintéticos o de alto consumo energético. La solución también promueve la regulación natural de la calidad del aire, de forma similar a como los ecosistemas mantienen el equilibrio a través del papel de las plantas en la absorción de CO₂, partículas y otros contaminantes atmosféricos.

Compatibilidad con los sistemas de la Tierra

El diseño se alinea con los sistemas de la Tierra al imitar procesos naturales como la fotosíntesis, la transpiración vegetal y la filtración natural. Las plantas absorben de forma natural el CO₂ y los contaminantes, al tiempo que proporcionan oxígeno y reducen el efecto isla de calor. Esta solución respalda un enfoque circular y restaurador de la planificación urbana, reduciendo la dependencia de los sistemas artificiales e integrando procesos biológicos en el entorno urbano.

6.b Revisar y reconsiderar los pasos anteriores según sea necesario para generar una solución viable.

- **Escalabilidad:** Para que el diseño sea más escalable, la investigación podría centrarse en optimizar la selección de especies vegetales en función de su eficacia en la filtración del aire en diferentes zonas climáticas y tipos de contaminación. Se pueden diseñar muros verdes modulares y jardines en azoteas para facilitar su instalación y mantenimiento en diversos entornos urbanos, desde edificios residenciales hasta parques públicos. La solución también puede adaptarse para su uso en configuraciones más pequeñas y asequibles, como alfombras de musgo portátiles o kits de bricolaje para hogares individuales o espacios comunitarios.



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



- **Asequibilidad:** Se podría adoptar un enfoque por fases, comenzando con proyectos piloto en áreas específicas (por ejemplo, barrios muy contaminados o distritos comerciales) y ampliando la escala a medida que se observen los resultados. Las colaboraciones con gobiernos u organizaciones medioambientales podrían ayudar a compensar los costes iniciales. Además, explorar incentivos o subvenciones gubernamentales para la infraestructura verde podría hacer que la solución fuera más asequible.
- **Mantenimiento y longevidad:** Para abordar las preocupaciones relacionadas con el mantenimiento, el sistema puede diseñarse con plantas y materiales de bajo mantenimiento que requieran cuidados mínimos. Además, podrían integrarse sistemas de riego automatizados para reducir el tiempo y la mano de obra necesarios para el mantenimiento. Los sistemas de monitorización periódica podrían hacer un seguimiento de la eficacia de la filtración y alertar a los gestores municipales de cualquier área que requiera atención.
- **Eficiencia energética:** Dado que el diseño se basa en procesos naturales, requiere poco o ningún aporte energético adicional, lo que lo hace altamente sostenible. Sin embargo, en el caso de instalaciones de mayor envergadura, la integración de fuentes de energía renovables (por ejemplo, paneles solares para sistemas de riego automatizados) podría mejorar aún más la eficiencia energética y reducir la huella medioambiental.

Recursos adicionales:

<https://biomimicry.org/>



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



Módulos de formación del WP3 sobre diseño de procesos biomiméticos

Tarea 3.1/ A1. Desarrollo de un kit de autoaprendizaje para estudiantes de FP - LP: ATS / CPs: TODOS LET'S MIMIC SOLUTIONS

Una solución se refiere a los pasos aplicados para resolver el reto identificado, a través de la biomimética.

Solución: Adhesivos inspirados en el gecko

DISEÑO BIOMIMÉTICO	Descripción
Paso 2 – Biologizar	2.a Pregúntate cómo la naturaleza puede resolver esto. ¿Cómo se adhieren los geckos a las superficies sin usar pegamento ni dejar residuos? ¿Cómo crean los sistemas naturales una adhesión temporal que es reutilizable? 2.b Pregúntate qué pretende tu diseño. - Consigue una adhesión reversible. - Adhiérete con seguridad a diversas superficies, incluso en diferentes condiciones ambientales. - No deja residuos al retirarlo. 2.c Da la vuelta a la pregunta. Considera funciones opuestas. ¿Cómo se adhieren los geckos a las superficies? ¿Cómo consiguen los sistemas naturales que las cosas no se les peguen (por ejemplo, las hojas de loto que repelen el agua)?
Paso 3 – Descubrir	3.a Busca modelos naturales que coincidan con las mismas funciones y el mismo contexto que tu solución de diseño. - Investiga las propiedades adhesivas de las almohadillas de las patas de los geckos, centrándote en las fuerzas de Van der Waals. - Estudia otros animales con capacidades adhesivas, como las ranas arbóreas y los insectos, por ejemplo, los escarabajos. - Revisa la literatura científica sobre bioadhesión y adhesivos reversibles. 3.b Identifica a expertos y conéctate con comunidades de biólogos y naturalistas. - Ponte en contacto con biólogos especializados en biomecánica animal. - Colabora con científicos de materiales que investigan adhesivos bioinspirados. - Participa en comunidades de biomimética como el Biomimicry Institute.
Paso 4 – Resumen	4.a Resume los elementos clave de la estrategia biológica. Destaque las funciones principales y las palabras clave. Si es posible, elabore un diagrama o dibujo y/o busque imágenes que puedan servir de referencia para el diseño. Funciones principales Adhesión, reversibilidad, autolimpieza.



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.

Elementos clave

Las microestructuras de las patas del gecko utilizan las fuerzas de Van der Waals para adherirse a las superficies sin dejar residuos. Estas estructuras mantienen la adhesión incluso en superficies polvorientas.



Michel Pierfitte, CC BY-SA 3.0 <<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>>, a través de Wikimedia Commons

4.b Trasponer las lecciones de la naturaleza a estrategias de diseño. Reescribir la estrategia sin utilizar términos biológicos y relacionarla con las funciones y el contexto desde una perspectiva humana.

Desarrollar superficies o materiales con estructuras microscópicas que puedan adherirse a superficies lisas o irregulares sin pegamento ni residuos. Garantizar la reutilización y la durabilidad para aplicaciones de consumo o industriales.

Paso 5 – Emular

5.a Enumera la información clave y explora tantas ideas como sea posible. Características

Las microestructuras imitan las almohadillas de los dedos del gecko para crear adhesión sin pegamento.

Ideas

Desarrolla una cinta reutilizable y sin residuos para aplicaciones domésticas, médicas o industriales. Crea material de escalada con un agarre mejorado.

5.b Organiza tus ideas en categorías que incluyan las características, el contexto, las limitaciones, etc., y selecciona los conceptos de diseño que mejor se adapten a tu solución.

Características

Adherencia mediante microestructuras, durabilidad y reutilización.

Contexto

Aplicaciones en interiores y exteriores, materiales no tóxicos.

Limitaciones

Costes de los materiales, compatibilidad de las superficies y desgaste con el paso del tiempo.



Paso 6 – Evaluar

Idea seleccionada

Una tira adhesiva reutilizable para uso doméstico.

6.a Evalúa los conceptos de diseño en cuanto a su adecuación a los criterios y limitaciones del reto de diseño, así como su compatibilidad con los sistemas de la Tierra. Evalúa la viabilidad tanto del modelo técnico como del modelo de negocio.

Alineación

Fuerte alineación con el reto de crear adhesivos reutilizables y sin residuos. Cumple los objetivos de sostenibilidad al eliminar el uso de adhesivos químicos.

Viabilidad

Técnicamente viable con los avances actuales en ciencia de los materiales. Sin embargo, es necesario evaluar la escalabilidad y el coste para la producción en masa.

Compatibilidad con los sistemas de la Tierra

Fabricado con materiales biodegradables o reciclables para minimizar el impacto medioambiental.

6.b Revisar y reconsiderar los pasos anteriores según sea necesario para generar una solución viable.

Explorar materiales alternativos que mantengan la adhesión pero reduzcan los costes de fabricación. Revisar los diseños de la microestructura para mejorar la durabilidad y permitir un uso repetido.

Recursos adicionales:

<https://biomimicry.org/>

<https://www.youtube.com/watch?v=vS0TulPoeBs> – «La sustancia *no pegajosa* más pegajosa»



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



Módulos de formación del WP3 sobre diseño de procesos biomiméticos

Tarea 3.1/ A1. Desarrollo de un kit de autoaprendizaje para estudiantes de FP - LP: ATS / CPs: TODOS IMITEMOS SOLUCIONES

Una solución se refiere a los pasos aplicados para resolver el reto identificado, a través de la biomimética.

Solución: Sistemas de ventilación inspirados en las termitas

BIOMIMÉTICA	Descripción DISEÑO
Paso 2 – Biologizar	2.a Pregúntate cómo la naturaleza puede resolver esto. ¿Cómo regulan las termitas la temperatura y el flujo de aire dentro de sus termiteros? ¿Cómo gestionan el calor los sistemas naturales sin fuentes de energía externas? 2.b Pregúntate qué pretende tu diseño. - Regula la temperatura de forma pasiva. - Optimizar el flujo de aire para refrigerar o calentar. - Imita los sistemas de climatización de la naturaleza, eficientes desde el punto de vista energético. 2.c Da la vuelta a la pregunta. Considera funciones opuestas. ¿Cómo controlan las termitas la temperatura interna? ¿Cómo atrapan el calor o impiden el flujo de aire los sistemas naturales?
Paso 3 – Descubre	3.a Busca modelos naturales que coincidan con las mismas funciones y el mismo contexto que tu solución de diseño. - Estudia los termiteros y sus mecanismos de refrigeración pasiva. - Explora los sistemas de ventilación natural en otros animales, como las madrigueras de los perritos de las praderas. - Investiga artículos académicos sobre la termorregulación en los insectos sociales. 3.b Identifica a expertos y conéctate con comunidades de biólogos y naturalistas. - Consulta a entomólogos que estudian las termitas y sus funciones ecológicas. - Establecer contactos con investigadores en arquitectura y ingeniería sostenibles. - Colabora con científicos medioambientales familiarizados con la termodinámica de los ecosistemas.
Paso 4 – Resumen	4.a Resume los elementos clave de la estrategia biológica. Destaque las funciones principales y las palabras clave. Si es posible, elabore un diagrama o dibujo y/o busque imágenes que puedan servir de referencia para el diseño.



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



Fuente: <https://flickr.com/photos/48539981@N03/29383903862>

Funciones principales

Refrigeración pasiva, regulación del flujo de aire.

Elementos clave

Los termiteros utilizan una red de conductos de ventilación y cámaras para mantener temperaturas internas estables, incluso en climas extremos.

4.b Trasponer las lecciones de la naturaleza a estrategias de diseño. Reescribir la estrategia sin utilizar términos biológicos y relacionarla con las funciones y el contexto desde una perspectiva humana.

Diseñar sistemas de ventilación que regulen el movimiento del aire y la temperatura mediante una red de conductos interconectados, reduciendo la dependencia de sistemas de refrigeración que consumen mucha energía.

Paso 5 – Emular

5.a Enumera la información clave y explora tantas ideas como sea posible. Características

Control pasivo del flujo de aire mediante una red de canales.

Ideas

Diseña sistemas de climatización eficientes desde el punto de vista energético para edificios de gran tamaño. Crea sistemas de refrigeración de bajo coste para regiones áridas.

5.b Organiza tus ideas en categorías que incluyan las características, el contexto, las limitaciones, etc., y selecciona los conceptos de diseño que mejor se adapten a tu solución.

Características

Refrigeración natural, sistema pasivo, materiales sostenibles.

Contexto

Climas cálidos, zonas con suministro eléctrico limitado.



Paso 6 – Evaluar

Limitaciones

Normativa de construcción, adaptabilidad a diferentes estructuras.

Idea seleccionada

Sistema de refrigeración pasiva para escuelas en climas cálidos.

6.a Evaluar los conceptos de diseño en cuanto a su adecuación a los criterios y limitaciones del reto de diseño, así como su compatibilidad con los sistemas de la Tierra. Evaluar la viabilidad tanto de los modelos técnicos como de los modelos de negocio.

Alineación

Cumple eficazmente los objetivos de refrigeración pasiva en climas cálidos, reduciendo la dependencia de sistemas de climatización que consumen mucha energía.

Viabilidad

Requiere la integración en los diseños arquitectónicos existentes, lo que puede suponer un coste inicial adicional. El ahorro a largo plazo derivado de la eficiencia energética mejora la viabilidad.

Compatibilidad con los sistemas de la Tierra

Reduce la huella de carbono y se ajusta al desarrollo urbano sostenible.

6.b Revisar y reconsiderar los pasos anteriores según sea necesario para generar una solución viable.

Probar los diseños de ventilación en diferentes tipos de edificios. Colaborar con arquitectos para perfeccionar los diseños y lograr una implementación rentable.

Recursos adicionales:

<https://biomimicry.org/>

<https://www.youtube.com/watch?v=qP8DSdfoiZw> – Un vídeo sobre cómo se refrescan los termiteros | Arquitectura biomimética: Centro Eastgate de Zimbabue



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



Módulos de formación del WP3 sobre diseño de procesos biomiméticos

Tarea 3.1/ A1. Desarrollo de un kit de autoaprendizaje para estudiantes de FP - LP: ATS / CPs: TODOS DE IMITEMOS SOLUCIONES

Una solución se refiere a los pasos aplicados para resolver el reto identificado, a través de la biomimética.

Solución: Turbinas eólicas inspiradas en las aletas de las ballenas jorobadas

DISEÑO BIOMIMÉTICO	Descripción
Paso 2 – Biologizar	2.a Pregúntate cómo la naturaleza puede resolver esto. ¿Cómo utilizan las ballenas jorobadas sus aletas para moverse de forma eficiente por el agua? ¿Cómo optimizan los sistemas naturales la dinámica de fluidos para maximizar la transferencia de energía? 2.b Pregúntate qué pretende tu diseño. - Reducir la resistencia y mejorar la eficiencia. - Minimizar la turbulencia y la vibración. - Captura más energía con el mismo esfuerzo. 2.c Da la vuelta a la pregunta. Considera funciones opuestas. ¿Cómo mejoran las aletas de las ballenas la eficiencia del movimiento? ¿Cómo resisten los sistemas naturales el movimiento o crean resistencia (por ejemplo, ciertas semillas diseñadas para permanecer en un mismo lugar)?
Paso 3: Descubre	3.a Busca modelos naturales que coincidan con las mismas funciones y el mismo contexto que tu solución de diseño. - Investiga las estructuras de las aletas y los tubérculos de las ballenas jorobadas. - Estudia la dinámica de fluidos en animales marinos con movimientos optimizados, como los delfines. - Revisa artículos científicos sobre la aerodinámica en la naturaleza. 3.b Identifica a expertos y conéctate con comunidades de biólogos y naturalistas. - Ponte en contacto con biólogos marinos especializados en la anatomía y el comportamiento de los cetáceos. - Colaborar con ingenieros mecánicos y aeroespaciales que investiguen aplicaciones biomiméticas. - Colabora con institutos de oceanografía y especialistas en mecánica de fluidos biológicos.
Paso 4 – Resumen	4.a Resume los elementos clave de la estrategia biológica. Destaque las funciones principales y las palabras clave. Si es posible, elabore un diagrama o dibujo y/o busque imágenes que puedan servir de referencia para el diseño.



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.

Funciones principales

Dinámica de fluidos mejorada, resistencia reducida, sustentación aumentada.

Elementos clave

Los tubérculos (protuberancias) de las aletas de las ballenas jorobadas optimizan el movimiento en el agua, mejorando la eficiencia energética.



Fuente: Aerogeneradores inspirados en las aletas de las ballenas jorobadas, IA generada por Canva

4.b Traduce las lecciones de la naturaleza en estrategias de diseño. Reescribe la estrategia sin utilizar términos biológicos y conéctala con las funciones y el contexto desde una perspectiva humana.

Crear estructuras aerodinámicas con crestas o contornos estratégicamente colocados para reducir la resistencia y mejorar el rendimiento en aplicaciones relacionadas con el flujo de aire o agua.

Paso 5 – Emular

5.a Enumera la información clave y explora tantas ideas como sea posible. Características

Los tubérculos reducen la resistencia y mejoran la sustentación.

Ideas

Modifica las palas de las turbinas para mejorar la eficiencia en zonas con poco viento. Explora conceptos similares para hélices de barcos o drones.

5.b Organiza tus ideas en categorías que incluyan las características, el contexto, las limitaciones, etc., y selecciona los conceptos de diseño que mejor se adapten a tu solución.

Características

Reducción de la resistencia, eficiencia aerodinámica.

Contexto

Sector de las energías renovables, entornos marítimos y terrestres.

Limitaciones



Paso 6 – Evaluar

Costes de fabricación y durabilidad en condiciones climáticas extremas.

Concepto seleccionado

Palas de turbina optimizadas para entornos con vientos débiles.

6.a Evalúa los conceptos de diseño en cuanto a su adecuación a los criterios y limitaciones del reto de diseño, así como su compatibilidad con los sistemas de la Tierra. Evalúa la viabilidad tanto de los modelos técnicos como de los modelos de negocio.

Alineación

Cumple el objetivo de aumentar la eficiencia en entornos con poco viento, mejorando la producción de energía renovable.

Viabilidad

Técnicamente viable con las tecnologías de fabricación de turbinas existentes; sin embargo, puede requerir inversión para la adaptación de las turbinas existentes.

Compatibilidad con los sistemas de la Tierra

Reduce la dependencia de los combustibles fósiles y se integra perfectamente en las iniciativas de energía sostenible.

6.b Revisa y vuelve a examinar los pasos anteriores según sea necesario para generar una solución viable.

Perfeccionar el diseño de las palas para una modernización rentable. Probar su resistencia en condiciones climáticas extremas para garantizar su rendimiento a largo plazo

Recursos adicionales:

<https://biomimicry.org/>

<https://www.youtube.com/watch?v=1eDYtzEYrkM> – Un breve vídeo de Stephen Dewar, Philip Watts y Frank Fish: Turbinas y ventiladores inspirados en las ballenas (BREVE)



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



Módulos de formación del WP3 sobre diseño de procesos biomiméticos

Tarea 3.1/ A1. Desarrollo de un kit de autoaprendizaje para estudiantes de FP - LP: ATS / CPs: TODOS LET'S MIMIC SOLUTIONS

Una solución se refiere a los pasos aplicados para resolver el reto identificado, a través de la biomimética.

Solución: Eficiencia de los LED inspirada en las luciérnagas

DISEÑO BIOMIMÉTICO	
	Descripción
Paso 2 – Biologizar	2.a Pregúntate cómo la naturaleza puede resolver esto. ¿Cómo producen las luciérnagas una luz brillante sin generar calor? ¿Cómo gestionan los sistemas naturales la eficiencia energética en la bioluminiscencia? 2.b Pregúntate qué pretende tu diseño. - Maximiza la emisión de luz y minimiza el consumo de energía. - Evita la pérdida de calor durante la conversión de energía. - Genera luz de forma respetuosa con el medio ambiente. 2.c Da la vuelta a la pregunta. Considera las funciones opuestas. ¿Cómo maximizan las luciérnagas la eficiencia lumínica? ¿Cómo suprimen o absorben la luz los sistemas naturales (por ejemplo, los animales nocturnos que evitan ser detectados)?
Paso 3: Descubrir	3.a Busca modelos naturales que coincidan con las mismas funciones y el mismo contexto que tu solución de diseño. - Estudia las microestructuras de las linternas de las luciérnagas que mejoran la emisión de luz. - Investiga la bioluminiscencia en otros organismos, como las medusas o los peces de aguas profundas. - Explora la bibliografía sobre óptica y fotónica bioinspiradas. 3.b Identifica a expertos y conéctate con comunidades de biólogos y naturalistas. - Colabora con entomólogos que estudian insectos que producen luz. - Asociarse con ingenieros ópticos e investigadores en nanotecnología. - Establece contactos con profesionales del diseño de iluminación y expertos en bioingeniería.
Paso 4 – Resumen	4.a Resume los elementos clave de la estrategia biológica. Destaque las funciones principales y las palabras clave. Si es posible, elabore un diagrama o dibujo y/o busque imágenes que puedan servir de referencia para el diseño.



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



Fuente: LED inspirado en las luciérnagas generado por IA con Canva

Funciones principales

Emisión de luz optimizada, eficiencia energética.

Elementos clave

Las microestructuras de las linternas de las luciérnagas evitan la reflexión interna y maximizan la emisión de luz.

4.b Traduce las lecciones de la naturaleza en estrategias de diseño. Reescribe la estrategia sin utilizar términos biológicos y conéctala con las funciones y el contexto desde una perspectiva humana.

Desarrollar soluciones de iluminación con texturas superficiales o materiales que reduzcan la pérdida de energía y mejoren el brillo. Centrarse en optimizar los ángulos y la reflectividad.

Paso 5 – Emular

5.a Enumera la información clave y explora tantas ideas como sea posible. Características

Las microestructuras optimizan el rendimiento lumínico.

Ideas

Mejora el brillo de los LED de bajo consumo para hogares y vehículos. Crea sistemas de iluminación exterior con una pérdida de energía mínima.

5.b Organiza tus ideas en categorías que incluyan las características, el contexto, las limitaciones, etc., y selecciona los conceptos de diseño que mejor se adapten a tu solución.

Características

Mayor brillo, menor pérdida de energía.

Contexto

Iluminación urbana, dispositivos de ahorro energético.

Limitaciones

Integración con los sistemas de iluminación existentes, rentabilidad.



	Concepto seleccionado Bombillas LED de alta eficiencia para el alumbrado público.
Paso 6 – Evaluar	6.a Evaluar los conceptos de diseño en cuanto a su adecuación a los criterios y limitaciones del reto de diseño, así como su compatibilidad con los sistemas de la Tierra. Evaluar la viabilidad tanto de los modelos técnicos como de los modelos de negocio. Alineación Aumenta el brillo y reduce el consumo de energía, respondiendo a las necesidades de la iluminación urbana y residencial. Viabilidad La integración con los procesos actuales de producción de LED es factible. Los costes son competitivos con respecto a los LED convencionales. Compatibilidad con los sistemas de la Tierra Reduce el consumo de energía, en consonancia con los objetivos globales de sostenibilidad. 6.b Revisar y reconsiderar los pasos anteriores según sea necesario para generar una solución viable. Realizar pruebas con usuarios para ajustar el equilibrio entre brillo y eficiencia. Explorar colaboraciones con fabricantes para ampliar la producción.

Recursos adicionales:

<https://biomimicry.org/>

<https://www.youtube.com/watch?v=7qrfCpMhjc> - «Cómo las luciérnagas inspiraron las luces de bajo consumo - BBC World Service, podcast 30 Animals»



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



Módulos de formación del WP3 sobre diseño de procesos biomiméticos

Tarea 3.1/ A1. Desarrollo de un kit de autoaprendizaje para estudiantes de FP - LP: ATS / CPs: TODOS SOLUCIONES DE IMITACIÓN

Una solución se refiere a los pasos aplicados para resolver el reto identificado, a través de la biomimética.

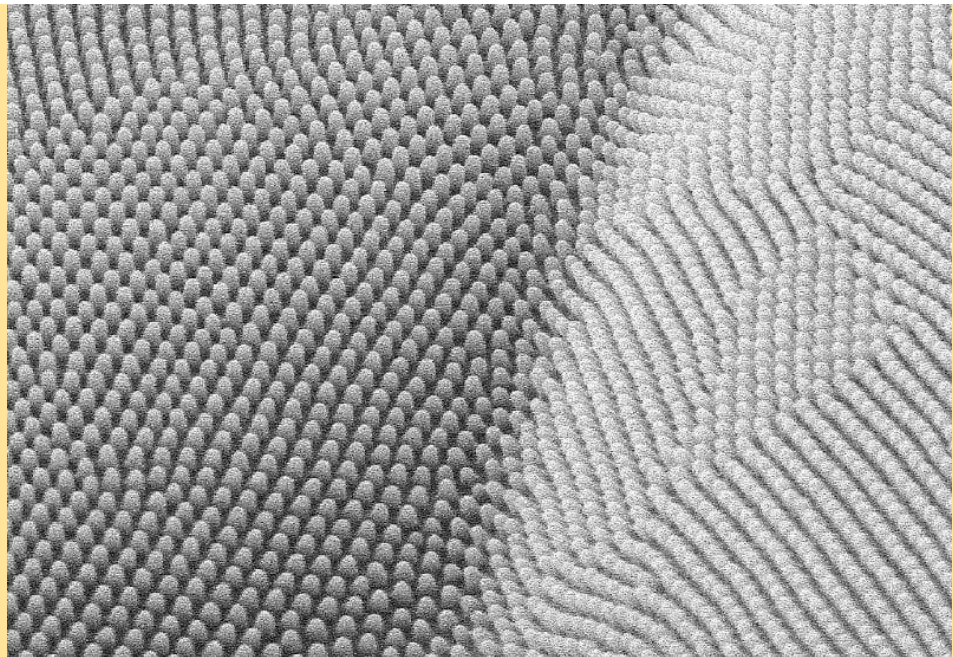
Solución: Recubrimientos antirreflectantes inspirados en el ojo de la polilla

BIOMIMÉTICA	Descripción DISEÑO
Paso 2 – Biologizar	2.a Pregúntate cómo la naturaleza puede resolver esto. ¿Cómo minimizan los ojos de las polillas el reflejo de la luz? ¿Cómo reducen los sistemas naturales el deslumbramiento para mejorar la visibilidad? 2.b Pregúntate qué pretende tu diseño. - Reduce los reflejos y el deslumbramiento en las superficies. - Maximiza la absorción de la luz para un mejor rendimiento. - Mejora la visibilidad en diversas condiciones de iluminación. 2.c Da la vuelta a la pregunta. Considera las funciones opuestas. ¿Cómo reducen el reflejo los ojos de las polillas? ¿Cómo amplifican los sistemas naturales el reflejo o dispersan la luz (por ejemplo, las alas iridiscentes de las mariposas)?
Paso 3: Descubre	3.a Busca modelos naturales que coincidan con las mismas funciones y el mismo contexto que tu solución de diseño. - Estudia las nanoestructuras del ojo de las polillas que reducen el reflejo. - Explora las adaptaciones antirreflectantes en otros animales, como los depredadores nocturnos. - Revisa la investigación académica sobre materiales antirreflectantes bioinspirados. 3.b Identifica a expertos y conéctate con comunidades de biólogos y naturalistas. - Ponte en contacto con entomólogos que investiguen sobre insectos nocturnos. - Colabora con científicos de materiales que desarrollan recubrimientos nanoestructurados. - Colabora con físicos especializados en la manipulación de la luz.
Paso 4 – Resumen	4.a Resume los elementos clave de la estrategia biológica. Destaque las funciones principales y las palabras clave. Si es posible, elabore un diagrama o dibujo y/o busque imágenes que puedan servir de referencia para el diseño.



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



Fuente: <https://asknature.org/strategy/eyes-are-anti-reflective/>

Funciones principales

Reducción de reflejos, mejora de la visibilidad.

Elementos clave

Los ojos de las polillas tienen estructuras a nanoescala que minimizan el deslumbramiento y los reflejos, lo que les permite ver con claridad en condiciones de poca luz.

4.b Traduce las lecciones de la naturaleza en estrategias de diseño. Reescribe la estrategia sin utilizar términos biológicos y conéctala con las funciones y el contexto desde una perspectiva humana.

Diseñar superficies con recubrimientos con nanopatrones para minimizar los reflejos y mejorar la claridad en dispositivos ópticos, pantallas o paneles solares.

Paso 5 – Emular

5.a Enumera la información clave y explora tantas ideas como sea posible.

Características:

Las superficies sin patrones minimizan el reflejo.

Ideas

Aplica recubrimientos para reducir el deslumbramiento en las pantallas de los teléfonos inteligentes y mejorar la eficiencia de los paneles solares minimizando el reflejo.

5.b Organiza tus ideas en categorías que incluyan las características, el contexto, las limitaciones, etc., y selecciona los conceptos de diseño que mejor se adapten a tu solución.

Características

Reducción del deslumbramiento, mejora de la absorción de la luz.

Contexto



	Electrónica de consumo, energía renovable. Limitación Escalabilidad de fabricación y resistencia al desgaste. Idea seleccionada Recubrimiento antirreflectante para paneles solares en regiones con alta insolación.
Paso 6 – Evaluar	6.a Evalúa los conceptos de diseño en cuanto a su adecuación a los criterios y restricciones del reto de diseño, así como su compatibilidad con los sistemas de la Tierra. Evalúa la viabilidad tanto de los modelos técnicos como de los modelos de negocio. Alineación Aborda de manera eficaz la reducción del deslumbramiento y la absorción de luz para dispositivos electrónicos y paneles solares. Viabilidad La producción de recubrimientos con nanopatrones es técnicamente viable, pero requiere una ampliación de escala para reducir los costes. Compatibilidad con los sistemas de la Tierra Mejora la eficiencia de la energía solar, contribuyendo a los objetivos de energía renovable. 6.b Revisar y reconsiderar los pasos anteriores según sea necesario para generar una solución viable. Optimizar el recubrimiento en cuanto a durabilidad y coste. Explorar aplicaciones secundarias, como el cristal para automóviles o las gafas

Recursos adicionales:

<https://biomimicry.org/>

https://www.youtube.com/watch?v=JvnD-A_dkmY - «Estructuras antirreflectantes de sublongitud de onda inspiradas en el ojo de la polilla para células solares»



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



Módulos de formación del WP3 sobre diseño de procesos biomiméticos

Tarea 3.1/ A1. Desarrollo de un kit de autoaprendizaje para estudiantes de FP - LP: ATS / CPs: TODOS SOLUCIONES DE LET'S MIMIC

Una solución se refiere a los pasos aplicados para resolver el reto identificado, a través de la biomimética.

Solución: Trenes bala inspirados en el martín pescador

BIOMIMÉTICA	Descripción DISEÑO
Paso 2 – Biologizar	2.a Pregúntate cómo la naturaleza puede resolver esto. ¿Cómo se mueve el pico del martín pescador a través del agua con una perturbación mínima? ¿Cómo reducen los sistemas naturales el ruido durante los movimientos a alta velocidad? 2.b Pregúntate qué pretende tu diseño. - Minimizar el ruido y la resistencia aerodinámica. - Mantener la estabilidad a altas velocidades. - Reducir la pérdida de energía durante el movimiento. 2.c Da la vuelta a la pregunta. Considera las funciones opuestas. ¿Cómo reduce el martín pescador las perturbaciones durante el movimiento? ¿Cómo maximizan los sistemas naturales la turbulencia o generan ruido (por ejemplo, cómo algunos depredadores crean salpicaduras para confundir a sus presas)?
Paso 3: Descubrir	3.a Busca modelos naturales que coincidan con las mismas funciones y el mismo contexto que tu solución de diseño. - Estudia las propiedades aerodinámicas del pico del martín pescador. - Explora otras aves con técnicas de buceo eficientes, como los alcatraces. - Revisa la investigación sobre mecánica de fluidos y aerodinámica en la anatomía de las aves. 3.b Identifica a expertos y conéctate con comunidades de biólogos y naturalistas. - Colabora con ornitólogos que estudian la biomecánica aviar. - Trabaja con ingenieros de transporte centrados en la reducción del ruido y la aerodinámica. - Colabora con consultores de diseño especializados en sistemas de trenes de alta velocidad.
Paso 4 – Resumen	4.a Resuma los elementos clave de la estrategia biológica. Destaque las funciones principales y las palabras clave. Si es posible, elabore un diagrama o un dibujo y/o busque imágenes que puedan servir de inspiración para el diseño.



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



Fuente: <https://www.flickr.com/photos/lipkee/505129764/>

Funciones principales

Reducción del ruido y movimiento aerodinámico.

Elementos clave

El pico puntiagudo del martín pescador reduce la onda de choque que se crea al zambullirse en el agua, lo que permite un movimiento silencioso y eficiente.

4.b Traduce las lecciones de la naturaleza en estrategias de diseño. Reescribe la estrategia sin utilizar términos biológicos y conéctala con las funciones y el contexto desde una perspectiva humana.

Diseña sistemas de transporte con formas cónicas para minimizar el ruido y la pérdida de energía, mejorando así la eficiencia en los desplazamientos a alta velocidad o en los vehículos submarinos.

5.a Enumera la información clave y explora tantas ideas como sea posible. Características

La forma aerodinámica reduce el ruido y el consumo de energía.

Ideas

Diseña trenes de alta velocidad silenciosos y eficientes. Adapta el concepto a aviones o embarcaciones submarinas.

5.b Organiza tus ideas en categorías que incluyan las características, el contexto, las limitaciones, etc., y selecciona los conceptos de diseño que mejor se adapten a tu solución.

Características: Reducción del ruido, eficiencia energética.

Paso 5 – Emular



	Contexto Sistemas de transporte de alta velocidad, entornos urbanos. Limitaciones Pruebas aerodinámicas, costes de fabricación. Concepto seleccionado Trenes bala con optimización acústica para zonas urbanas.
Paso 6 – Evaluar	6.a Evalúa los conceptos de diseño en cuanto a su adecuación a los criterios y limitaciones del reto de diseño, así como su compatibilidad con los sistemas terrestres. Evalúa la viabilidad tanto de los modelos técnicos como de los modelos de negocio. Alineación Reduce la contaminación acústica y el consumo de energía de los trenes de alta velocidad urbanos, al tiempo que mejora el confort de los pasajeros. Viabilidad Las mejoras aerodinámicas son técnicamente viables, pero pueden requerir un rediseño del exterior de los trenes. Compatibilidad con los sistemas de la Tierra Contribuye a los objetivos de transporte sostenible al reducir el consumo de energía y las emisiones. 6.b Revisar y reconsiderar los pasos anteriores según sea necesario para generar una solución viable. Realizar pruebas en túnel de viento para perfeccionar la forma del morro. Colaborar con los ingenieros para integrar características aerodinámicas sin comprometer la seguridad.

Recursos adicionales:

<https://biomimicry.org/>

https://www.youtube.com/watch?v=f_fZroQxD_g - «Un martín pescador ayudó a rediseñar el tren bala de Japón - BBC World Service, podcast 30 Animals»



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



Módulos de formación del WP3 sobre diseño de procesos biomiméticos

Tarea 3.1/ A1. Desarrollo de un kit de autoaprendizaje para estudiantes de FP - LP: ATS / CPs: TODOS LET'S MIMIC SOLUTIONS

Una solución se refiere a los pasos aplicados para resolver el reto identificado, a través de la biomimética.

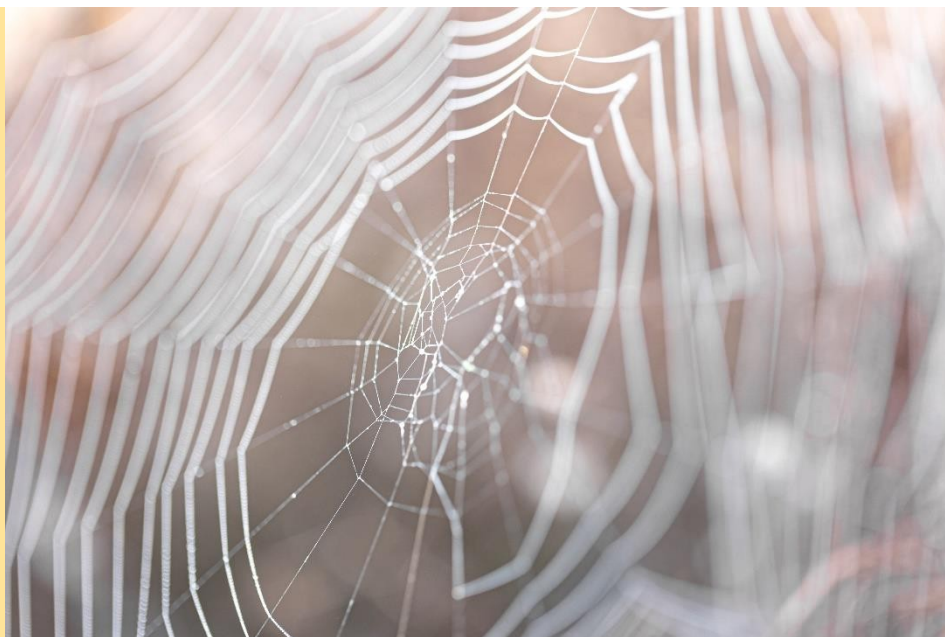
Solución: Fibras sintéticas inspiradas en la seda de araña

BIOMIMÉTICA	Descripción DISEÑO
Paso 2 – Biologizar	2.a Pregúntate cómo la naturaleza puede resolver esto. ¿Cómo crean las arañas una seda resistente y ligera? ¿Cómo combinan los sistemas naturales la resistencia y la flexibilidad en los materiales? 2.b Pregúntate qué pretende tu diseño. - Aporta resistencia y elasticidad en un solo material. - Ser ligero y duradero. - Adaptate a diferentes usos, como suturas médicas o equipos de protección. 2.c Da la vuelta a la pregunta. Considera funciones opuestas. ¿Cómo consiguen las arañas que su seda sea tan resistente? ¿Cómo producen los sistemas naturales fibras débiles (por ejemplo, telas de araña diseñadas para romperse fácilmente)?
Paso 3: Descubre	3.a Busca modelos naturales que coincidan con las mismas funciones y el mismo contexto que tu solución de diseño. - Estudia la composición molecular y la estructura de la seda de araña. - Investiga otras fibras naturales, como la seda del gusano de seda o los hilos de mejillón. - Explora artículos académicos sobre materiales bioinspirados y resistencia a la tracción. 3.b Identifica a expertos y conéctate con comunidades de biólogos y naturalistas. - Ponte en contacto con aracnólogos especializados en la producción de seda de araña. - Colabora con ingenieros textiles y científicos de materiales. - Colabora con laboratorios de investigación de biomateriales y startups.
Paso 4 – Resumen	4.a Resume los elementos clave de la estrategia biológica. Destaque las funciones principales y las palabras clave. Si es posible, elabore un diagrama o dibujo y/o busque imágenes que puedan servir de referencia para el diseño.



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



Fuente: https://www.freepik.com/free-photo/natural-abstract-background-with-cobwebs-sunlight_18857742.htm#fromView=search&page=1&position=9&uud=08af6ed4-64b0-4e9b-a7b1-f7f92169bcdd

Funciones principales

Resistencia, elasticidad, ligereza.

Elementos clave

La seda de araña es una fibra de origen proteico con una estructura molecular única que combina una alta resistencia a la tracción con gran flexibilidad.

4.b Traduce las lecciones de la naturaleza en estrategias de diseño. Reescribe la estrategia sin utilizar términos biológicos y conéctala con las funciones y el contexto desde una perspectiva humana.

Desarrollar materiales ligeros, resistentes y flexibles para su uso en la construcción, equipos de seguridad o aplicaciones médicas, centrándose en la alineación molecular para garantizar su durabilidad.

5.a Enumera la información clave y explora tantas ideas como sea posible. Características

Alta resistencia y elasticidad, ligereza.

Ideas

Desarrolla cables ligeros para la construcción. Crea suturas médicas que sean a la vez resistentes y flexibles.

5.b Organiza tus ideas en categorías que incluyan las características, el contexto, las limitaciones, etc., y selecciona los conceptos de diseño que mejor se adapten a tu solución.

Características

Paso 5 – Emular



	Resistencia, flexibilidad y biocompatibilidad. Contexto Construcción, medicina y equipamiento deportivo. Limitaciones Costes de producción sintética y sostenibilidad medioambiental. Concepto seleccionado Suturas quirúrgicas biodegradables para uso médico.
Paso 6 – Evaluar	6.a Evalúa los conceptos de diseño en cuanto a su adecuación a los criterios y limitaciones del reto de diseño, así como su compatibilidad con los sistemas de la Tierra. Evalúa la viabilidad tanto de los modelos técnicos como de los modelos de negocio. Alineación Cumple los objetivos de materiales resistentes y ligeros para aplicaciones médicas y de construcción. Viabilidad La producción sintética de proteínas de seda de araña está avanzando, pero requiere una ampliación de escala para su uso generalizado. Compatibilidad con los sistemas de la Tierra Utilizar insumos biodegradables o sostenibles para reducir el impacto ambiental. 6.b Revisar y reconsiderar los pasos anteriores según sea necesario para generar una solución viable. Experimentar con biopolímeros alternativos para reducir los costes. Explorar materiales híbridos para mejorar la funcionalidad

Recursos adicionales:

<https://biomimicry.org/>

<https://www.youtube.com/watch?v=cTF3Hy5w8Io> - «Una solución inspirada en las arañas para la moda sostenible | ¿Convertir el líquido en hilo = el futuro del diseño?»



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



Módulos de formación del WP3 sobre diseño de procesos biomiméticos

Tarea 3.1/ A1. Desarrollo de un kit de autoaprendizaje para estudiantes de FP - LP: ATS / CPs: TODOS IMITEMOS SOLUCIONES

Una solución se refiere a los pasos aplicados para resolver el reto identificado, a través de la biomimética.

Solución: Diseño de un coche inspirado en el pez cofre

BIOMIMÉTICA	Descripción DISEÑO
Paso 2 – Biologizar	2.a Pregúntate cómo la naturaleza puede resolver esto. ¿Cómo se mueve el pez cofre de forma eficiente por el agua a pesar de su forma cuadrada? ¿Cómo logran los sistemas naturales equilibrar la estabilidad y la baja resistencia aerodinámica en sus formas? 2.b Pregúntate qué pretende tu diseño. - Reducir la resistencia y el consumo de combustible. - Mantener la estabilidad y la maniobrabilidad. - Garantizar la seguridad y la eficiencia en el diseño. 2.c Da la vuelta a la pregunta. Considera las funciones opuestas. ¿Cómo reduce el pez cofre la resistencia aerodinámica sin perder estabilidad? ¿Cómo crean los sistemas naturales inestabilidad o resistencia cuando es necesario (por ejemplo, los peces que abren las aletas para reducir la velocidad)?
Paso 3 – Descubrir	3.a Busca modelos naturales que coincidan con las mismas funciones y el mismo contexto que tu solución de diseño. - Estudia la forma hidrodinámica del pez cofre y la estructura única de su caparazón. - Investiga otros animales acuáticos con formas estables pero de baja resistencia. - Revisa la bibliografía sobre diseño automovilístico bioinspirado. 3.b Identifica a expertos y conéctate con comunidades de biólogos y naturalistas. - Colabora con biólogos marinos especializados en morfología de los peces. - Trabaja con diseñadores e ingenieros de automoción en proyectos de biomimética. - Colaborar con expertos en hidrodinámica en aplicaciones industriales.
Paso 4 – Resumen	4.a Resume los elementos clave de la estrategia biológica. Destaque las funciones principales y las palabras clave. Si es posible, elabore un diagrama o dibujo y/o busque imágenes que puedan servir de referencia para el diseño.



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



Fuente: <https://www.inaturalist.org/photos/339539534>

Funciones principales: Estabilidad,

baja resistencia. **Elementos clave**

El pez cofre tiene una forma corporal aerodinámica que equilibra la reducción de la resistencia con la estabilidad, lo que le permite moverse de forma eficiente en el agua.

4.b Traduce las lecciones de la naturaleza en estrategias de diseño. Reescribe la estrategia sin utilizar términos biológicos y conéctala con las funciones y el contexto desde una perspectiva humana.

Diseña vehículos o estructuras con formas redondeadas y aerodinámicas para mejorar la estabilidad y la eficiencia en el movimiento a través de fluidos o del aire.

5.a Enumera la información clave y explora tantas ideas como sea posible. Características

El cuerpo aerodinámico equilibra la reducción de la resistencia y la estabilidad.

Ideas

Diseña coches compactos con una mayor eficiencia de combustible. Aprovecha la forma para el movimiento bajo el agua

5.b Organiza tus ideas en categorías que incluyan las características, el contexto, las limitaciones, etc., y selecciona los conceptos de diseño que mejor se adapten a tu solución.

Paso 5 – Emular

Características

Baja resistencia aerodinámica, alta estabilidad.

Contexto

Transporte urbano, exploración submarina.



Paso 6: Evaluar

Restricciones

Preferencias de los consumidores, requisitos normativos.

Concepto seleccionado

Coche urbano de bajo consumo con un diseño aerodinámico.

6.a Evalúa los conceptos de diseño en cuanto a su adecuación a los criterios y limitaciones del reto de diseño, así como su compatibilidad con los sistemas de la Tierra. Evalúa la viabilidad tanto de los modelos técnicos como de los modelos de negocio.

Alineación

El diseño aerodinámico reduce la resistencia al avance y mejora la eficiencia del combustible en los vehículos urbanos.

Viabilidad

Los procesos de fabricación de automóviles pueden incorporar este diseño con ajustes mínimos. Sin embargo, es necesario comprobar la aceptación por parte de los consumidores.

Compatibilidad con los sistemas de la Tierra

Reduce el consumo de combustible y se ajusta a las iniciativas de transporte ecológico.

6.b Revisar y reconsiderar los pasos anteriores según sea necesario para generar una solución viable.

Probar los prototipos en condiciones de conducción reales para recabar opiniones de los consumidores y perfeccionar tanto la estética como la funcionalidad.

Recursos adicionales:

<https://biomimicry.org/>

<https://www.youtube.com/watch?v=5tFqlhATUZs> – «El coche biónico de Mercedes-Benz»



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



Módulos de formación del WP3 sobre diseño de procesos biomiméticos

Tarea 3.1/ A1. Desarrollo de un kit de autoaprendizaje para estudiantes de FP - LP: ATS / CPs: TODOS SOLUCIONES DE IMITACIÓN

Una solución se refiere a los pasos aplicados para resolver el reto identificado, a través de la biomimética.

Solución: Recolección de agua inspirada en el escarabajo del desierto de Namib

BIOMIMÉTICA	Descripción DISEÑO
Paso 2 – Biologizar	2.a Pregúntate cómo la naturaleza puede resolver esto. ¿Cómo recoge agua de la niebla el escarabajo del desierto de Namib? ¿Cómo capturan los sistemas naturales la humedad del aire en entornos áridos? 2.b Pregúntate qué pretende tu diseño. - Captar y canalizar el agua de forma eficiente. - Funcionar en entornos secos y con baja humedad. - Ser sostenible y adaptable a diversos climas. 2.c Da la vuelta a la pregunta. Considera funciones opuestas. ¿Cómo recoge el agua el escarabajo del Namib? ¿Cómo evitan los sistemas naturales la pérdida de humedad (por ejemplo, los cactus con estructuras que retienen el agua)?
Paso 3 – Descubre	3.a Busca modelos naturales que coincidan con las mismas funciones y el mismo contexto que tu solución de diseño. - Estudia las estrategias de recolección de agua del escarabajo del desierto de Namib. - Explora otros organismos de entornos áridos, como los cactus o los lagartos. - Revisa las investigaciones sobre los mecanismos de captación de niebla en la naturaleza. 3.b Identifica a expertos y conéctate con comunidades de biólogos y naturalistas. - Colabora con entomólogos que estudian los escarabajos del desierto y sus adaptaciones. - Trabaja con ingenieros medioambientales centrados en soluciones a la escasez de agua. - Colabora con investigadores en sostenibilidad y ecólogos del desierto.
Paso 4 – Resumen	4.a Resume los elementos clave de la estrategia biológica. Destaque las funciones principales y las palabras clave. Si es posible, elabore un diagrama o dibujo y/o busque imágenes que puedan servir de referencia para el diseño.



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



Fuente: IA para la recogida de agua inspirada en los escarabajos del desierto de Namib, creada por Canva

Funciones principales

Recolección de agua, supervivencia en entornos áridos.

Elementos clave

El escarabajo del desierto de Namib tiene protuberancias hidrófilas (que atraen el agua) en el dorso que capturan la humedad de la niebla y la canalizan hacia su boca.

4.b Traduce las lecciones de la naturaleza en estrategias de diseño. Reescribe la estrategia sin utilizar términos biológicos y conéctala con las funciones y el contexto desde una perspectiva humana.

Crear materiales o estructuras con superficies que atraigan la humedad para la recogida de agua en zonas secas, integrando sistemas pasivos de captación de agua

Paso 5 – Emular

5.a Enumera la información clave y explora tantas ideas como sea posible. Características

Las protuberancias hidrofílicas capturan el agua del aire.

Ideas

Desarrolla dispositivos portátiles de captación de agua para regiones áridas e intégralos en los edificios para la recogida pasiva de agua.

5.b Organiza tus ideas en categorías que incluyan las características, el contexto, las limitaciones, etc., y selecciona los conceptos de diseño que mejor se adapten a tu solución.

Características

Recogida pasiva de agua, condensación de humedad.

Contexto

Entornos desérticos, zonas propensas a la sequía.

Limitaciones

Durabilidad y coste de la implementación a gran escala.



	Idea seleccionada Un sistema de recogida de agua en tejados para regiones áridas.
Paso 6 – Evaluar	6.a Evalúa los conceptos de diseño en cuanto a su adecuación a los criterios y limitaciones del reto de diseño, así como su compatibilidad con los sistemas de la Tierra. Evalúa la viabilidad tanto de los modelos técnicos como de los modelos de negocio. Alineación Recoge agua de forma pasiva, abordando la escasez de agua en regiones áridas. Viabilidad Eficaz para aplicaciones a pequeña escala; la escalabilidad para uso comunitario requiere investigación adicional. Compatibilidad con los sistemas de la Tierra Funciona de forma pasiva sin aporte de energía, lo que reduce el impacto ambiental. 6.b Revisar y reconsiderar los pasos anteriores según sea necesario para generar una solución viable. Probar prototipos en diversas condiciones climáticas. Explorar la integración con la infraestructura hídrica existente

Recursos adicionales:

<https://biomimicry.org/>

<https://www.youtube.com/watch?v=TmyfqjXOf7M&t=25s> – «¿Pueden los escarabajos del desierto de Namib ayudarnos a resolver nuestros problemas de sequía? | Piensa como un árbol»



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



Módulos de formación del WP3 sobre diseño de procesos biomiméticos

Tarea 3.1/ A1. Desarrollo de un kit de autoaprendizaje para estudiantes de formación profesional - Líder del proyecto: ATS / Socios:

TODOS. IMITEMOS LAS SOLUCIONES

Una solución se refiere a los pasos aplicados para resolver el reto identificado, mediante la biomimética.

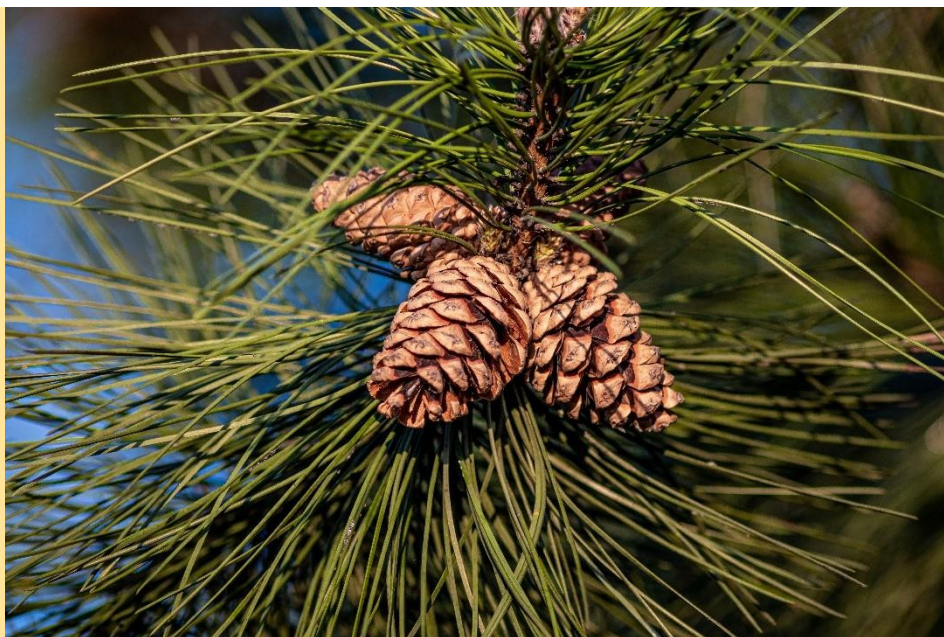
Solución: Materiales de construcción inspirados en la piña

BIOMIMÉTICA	Descripción DISEÑO
Paso 2 – Biologizar	2.a Pregúntate cómo la naturaleza puede resolver esto. ¿Cómo responden las piñas a los cambios de humedad? ¿Cómo regulan los sistemas naturales la humedad o los mecanismos de apertura y cierre? 2.b Pregúntate qué pretende tu diseño. - Adáptate a los niveles de humedad ambiental. - Controla la ventilación de forma pasiva sin energía externa. - Mejora la eficiencia energética en los edificios. 2.c Da la vuelta a la pregunta. Considera funciones opuestas. ¿Cómo reaccionan las piñas ante los cambios de humedad? ¿Cómo resisten los sistemas naturales los cambios ambientales o permanecen inalterados por la humedad (por ejemplo, las plantas del desierto con recubrimientos cerosos)?
Paso 3 – Descubrir	3.a Busca modelos naturales que coincidan con las mismas funciones y el mismo contexto que tu solución de diseño. - Estudia las propiedades higroscópicas de las piñas y su respuesta a la humedad. - Investiga otros materiales naturales con respuestas adaptativas a la humedad. - Explora artículos científicos sobre diseño pasivo inspirados en los mecanismos de las plantas. 3.b Identifica a expertos y conéctate con comunidades de biólogos y naturalistas. - Colabora con botánicos que estudian la dispersión de semillas y las estructuras vegetales. - Colabora con arquitectos e ingenieros civiles centrados en el diseño sostenible. - Participa en redes de biomimética y con investigadores de materiales adaptativos.
Paso 4 – Resumen	4.a Resume los elementos clave de la estrategia biológica. Destaque las funciones principales y las palabras clave. Si es posible, elabore un diagrama o dibujo y/o busque imágenes que puedan servir de inspiración para el diseño.



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



Fuente: https://www.freepik.com/free-photo/closeup-shot-pine-cones-hanging-tree_12859335.htm#fromView=search&page=1&position=6&uuid=93831a35-4f6b-47a0-b085-c080801f1261

Funciones principales

Comportamiento del material sensible, adaptación a la humedad.

Elementos clave

Las piñas abren o cierran sus escamas en respuesta a los niveles de humedad, utilizando su estructura para regular la dispersión de las semillas.

4.b Traducir las lecciones de la naturaleza en estrategias de diseño. Reescribir la estrategia sin utilizar términos biológicos y relacionarla con las funciones y el contexto desde una perspectiva humana.

Diseña materiales de construcción o estructuras que se adapten a los cambios de humedad, mejorando la ventilación y reduciendo la necesidad de sistemas mecánicos de climatización.

5.a Enumera la información clave y explora tantas ideas como sea posible. Características

Los materiales se adaptan a los cambios de humedad para permitir una ventilación natural.

Ideas

Desarrolla fachadas de edificios inteligentes que se abran o cierren automáticamente en función de las condiciones meteorológicas. Úsalas para invernaderos o edificios sensibles al clima

5.b Organiza tus ideas en categorías que incluyan las características, el contexto, las limitaciones, etc., y selecciona los conceptos de diseño que mejor se adapten a tu solución.

Características

Material sensible, control natural de la humedad.

Paso 5 – Emular



	Contexto Arquitectura ecológica y construcción energéticamente eficiente. Limitaciones Coste del material y durabilidad en condiciones variables. Concepto seleccionado Paneles de construcción sensibles a la humedad para invernaderos.
Paso 6 – Evaluar	6.a Evalúa los conceptos de diseño en cuanto a su adecuación a los criterios y limitaciones del reto de diseño, así como su compatibilidad con los sistemas de la Tierra. Evalúa la viabilidad tanto de los modelos técnicos como de los modelos de negocio. Alineación Los materiales sensibles gestionan de forma natural la humedad, reduciendo el consumo de energía en edificios sensibles al clima. Viabilidad El desarrollo de los materiales es factible, pero requiere pruebas de durabilidad a largo plazo. Compatibilidad con los sistemas de la Tierra Los materiales sostenibles y de bajo consumo energético se ajustan a las iniciativas de construcción ecológica. 6.b Revisar y reconsiderar los pasos anteriores según sea necesario para generar una solución viable. Realizar pruebas de campo en diversos climas. Colaborar con arquitectos para perfeccionar la integración en los diseños de los edificios.

Recursos adicionales:

<https://biomimicry.org/> <https://youtube.com/shorts/3o6ZeigpA8g?si=dUHuQroWoqAH-TUK> -



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



Módulos de formación del WP3 sobre diseño de procesos biomiméticos

Tarea 3.1/ A1. Desarrollo de un kit de autoaprendizaje para estudiantes de FP - LP: ATS / CPs: TODOS IMITEMOS SOLUCIONES

Una solución se refiere a los pasos aplicados para resolver el reto identificado, a través de la biomimética.

Solución: Sistema de refrigeración pasiva inspirado en los escarabajos del desierto

DISEÑO BIOMIMÉTICO	Descripción
Paso 2 – Biologizar	2.a Pregúntate cómo la naturaleza puede resolver esto. ¿Cómo sobreviven los escarabajos, como el del desierto de Namib, en entornos extremadamente calurosos con poca agua? Contexto Estos escarabajos gestionan el calor y la pérdida de agua mediante adaptaciones físicas únicas. El escarabajo del Namib, por ejemplo, utiliza una combinación de protuberancias hidrófilas y canales hidrófobos en su dorso para recoger y canalizar el agua de la niebla matutina. Además, algunos escarabajos regulan la temperatura corporal mediante recubrimientos reflectantes en el caparazón, estrategias de sombreado conductual o adaptaciones microestructurales de la superficie que minimizan la absorción de calor. 2.b Pregúntate: ¿qué quiero que consiga mi diseño? - Regular la temperatura de forma pasiva utilizando principios naturales. - Recoger la humedad o disipar el calor en edificios o dispositivos electrónicos. - Minimizar o eliminar la necesidad de sistemas de refrigeración que consumen energía. 2.c Da la vuelta a la pregunta. Considera funciones opuestas. ¿Cómo evitan los escarabajos del desierto el sobrecalentamiento durante las horas más calurosas del día? ¿Cómo retienen o conservan los organismos la humedad y evitan la pérdida de agua?
Paso 3 – Descubre	3.a Busca modelos naturales que coincidan con las mismas funciones y el mismo contexto que tu solución de diseño. Escarabajo del desierto de Namib (Stenocara gracilipes): utiliza estructuras superficiales para recoger agua de la niebla y regular el calor. Zorro fennec: Tiene orejas grandes para disipar el calor. Hormiga plateada del Sáhara: Refleja la luz solar con unos pelos triangulares únicos. Cactus y agave: utilizan superficies auto-sombreadantes y reflectantes para reducir la pérdida de agua y el sobrecalentamiento. Termitas: construyen termiteros para regular la temperatura de forma pasiva. 3.b Identifica a expertos y conéctate con comunidades de biólogos y naturalistas.



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.

Paso 4 – Resumen

- Entomólogos especializados en las adaptaciones de los insectos del desierto.
- Científicos de materiales e ingenieros que investigan superficies de refrigeración pasiva bioinspiradas.
- Comunidades de arquitectura y biomimética (por ejemplo, Biomimicry Institute, AskNature.org).
- Expertos en arquitectura sensible al clima e investigadores en dinámica térmica.

4.1 Resuma los elementos clave de la estrategia biológica. Destaque las funciones principales y las palabras clave. Si es posible, elabore un diagrama o dibujo y/o busque imágenes que puedan servir de referencia para el diseño.

Funciones principales

Refrigeración pasiva, captación de humedad, control de la temperatura superficial.

Elementos clave

- **Patrones superficiales a escala micro y nano:** alternancia de zonas hidrófilas e hidrófobas.
- **Superficies reflectantes del calor:** colores estructurales o recubrimientos que reducen la absorción solar.
- **Protección conductual/estructural:** orientación y texturas superficiales para reducir la absorción de calor.

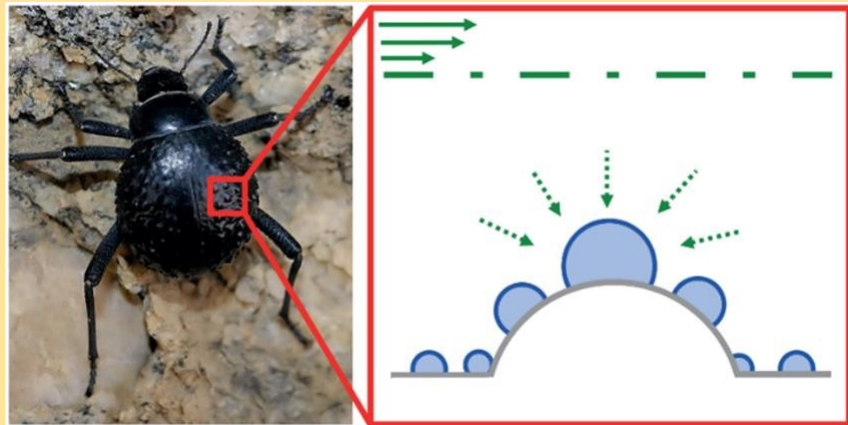


Imagen obtenida de [Researchgate](https://www.researchgate.net/publication/312111111)

4.b Trasponer las lecciones de la naturaleza a estrategias de diseño. Reescribir la estrategia sin utilizar términos biológicos y relacionarla con las funciones y el contexto desde una perspectiva humana.

- Diseñar **materiales de construcción o revestimientos** que imiten los patrones del caparazón de los escarabajos para recoger el rocío o reflejar el calor.
- Crear **paneles para tejados** con superficies texturizadas para canalizar la condensación o reflejar la luz infrarroja.
- Desarrollar **sistemas de fachadas ventiladas** con microestructuras inspiradas en los escarabajos para mejorar el enfriamiento por evaporación.

Paso 5 – Emular

-  Utilizar la **geometría de la superficie** para mejorar el enfriamiento por convección y la emisión de radiación, reduciendo la acumulación de calor.

5.1 Enumera la información clave y explora tantas ideas como sea posible. Conceptos clave

- Ingeniería de superficies hidrofílicas/hidrófobas.
- Recolección y refrigeración pasivas de agua. Recubrimientos de materiales
- reflectantes y texturados. Sistemas de transporte direccional de agua.

Ideas

-
-
- Revestimientos de edificios autorrefrigerantes.
- Paredes de captación de niebla para regiones áridas.
- Tejidos inspirados en los escarabajos para ropa termorreguladora.

Cubiertas de refrigeración pasiva para dispositivos electrónicos o unidades exteriores.

Pinturas para automóviles o revestimientos para techos inspirados en el caparazón de los escarabajos para reducir la acumulación de calor en el interior.

5.2 Organiza tus ideas en categorías que incluyan las características, el contexto, las limitaciones, etc., y selecciona los conceptos de diseño que mejor se adapten a tu solución.

Contexto	Características	Restricciones
Edificios en zonas cálidas/áridas	Recolección pasiva de rocío, reflexión del calor y refrigeración	Textura de la superficie escalable, durabilidad
Electrónica	Reducción del sobrecalentamiento mediante la estructuración de la superficie	Miniaturización, compatibilidad de materiales
Textiles	Termorregulación y control de la humedad	Comodidad, lavabilidad y asequibilidad
Mobiliario urbano/marquesinas	Bancos con refrigeración automática o pasarelas con sombra	Resistencia a la intemperie, protección contra el vandalismo

Idea seleccionada



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



Un sistema de fachada para edificios que imita el caparazón del escarabajo del Namib para enfriar y recoger agua de forma pasiva en climas cálidos y áridos. Este sistema utiliza paneles con microtextura para dirigir la niebla condensada o el rocío hacia unidades de almacenamiento y ventilación.

Paso 6 – Evaluar

6.1 Evalúa los conceptos de diseño en cuanto a su alineación con los criterios y limitaciones del reto de diseño, así como su compatibilidad con los sistemas de la Tierra. Evalúa la viabilidad tanto de los modelos técnicos como de los modelos de negocio.

Alineación con los criterios

- Cumple los objetivos de refrigeración de bajo consumo energético y conservación del agua.
- Inspirado directamente en un organismo que prospera en condiciones de calor extremo y escasez de agua.
- Se puede integrar con la arquitectura sostenible o con los sistemas de certificación de edificios ecológicos.

Viabilidad

- **Técnica:** La ciencia de los materiales permite la fabricación de superficies microestructuradas; la captación de niebla ha demostrado su viabilidad.
- **Económica:** La inversión inicial en I+D es moderada; el ahorro a largo plazo en costes de energía y agua es elevado.
- **Medioambiental:** Promueve la refrigeración sostenible sin emisiones ni refrigerantes. Los materiales deben ser reciclables.

6.2 Revisar y reconsiderar los pasos anteriores según sea necesario para generar una solución viable.

- **Pruebas del prototipo:** Evaluar las texturas de la superficie en condiciones de calor y humedad controladas en laboratorio.
- **Iterar materiales:** Mejorar el contraste hidrofóbico/hidrofílico para la captación de niebla.
- **Optimizar la forma:** Perfeccionar la geometría para diferentes contextos climáticos (p. ej., instalaciones verticales frente a horizontales).

Recursos adicionales:

AskNature sobre la recolección de agua por el escarabajo del Namib <https://biomimicry.org/>

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1364032118302302> <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3930861/>



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



Módulos de formación del WP3 sobre diseño de procesos biomiméticos

Tarea 3.1/ A1. Desarrollo de un kit de autoaprendizaje para estudiantes de FP - LP: ATS / CPs: TODOS IMITEMOS SOLUCIONES

Una solución se refiere a los pasos aplicados para resolver el reto identificado, a través de la biomimética.

Solución: Propulsión submarina inspirada en la manta

DISEÑO BIOMIMÉTICO	Descripción
Paso 2 – Biologizar	2.a Pregúntate cómo la naturaleza puede resolver esto. ¿Cómo consiguen las mantarrayas una propulsión submarina maniobrable? Contexto Las mantarrayas y otros animales marinos similares se propulsan mediante movimientos ondulantes de sus aletas, generando empuje con una turbulencia mínima. Sus aletas pectorales, flexibles y con forma de ala, les permiten deslizarse por el agua de forma silenciosa, estable y eficiente desde el punto de vista energético. 2.b Pregúntate: ¿Qué quiero que haga mi diseño? • Propulsarse de forma eficiente y silenciosa por el agua. • Sustituir o complementar los propulsores tradicionales. • Permitir un movimiento submarino ágil e inspirado en la biología. 2.c Da la vuelta a la pregunta. Considera funciones opuestas. • ¿Cómo provocan ineficiencias y ruido los sistemas de hélices tradicionales? • ¿Cómo puede el movimiento flexible y de cuerpo blando reducir el desgaste, el ruido y la turbulencia?
Paso 3 – Descubrir	3.a Busca modelos naturales que coincidan con las mismas funciones y el mismo contexto que tu solución de diseño. • Mantas: aletas de gran superficie con movimiento oscilatorio. • Rayas y rayas águila: utilizan una propulsión dinámica similar a la de las alas. • Cefalópodos (como los calamares y los pulpos): utilizan propulsión a chorro y ondulación corporal. • Peces (por ejemplo, atunes, anguilas): ofrecen modelos de propulsión caudal contrastantes. 3.b Identifica a expertos y conéctate con comunidades de biólogos y naturalistas. • Biólogos marinos especializados en locomoción. • Ingenieros en robótica biomimética y robótica blanda. • Instituciones de investigación como el Laboratorio de Robótica Biomimética del MIT.



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.

Paso 4 – Resumen

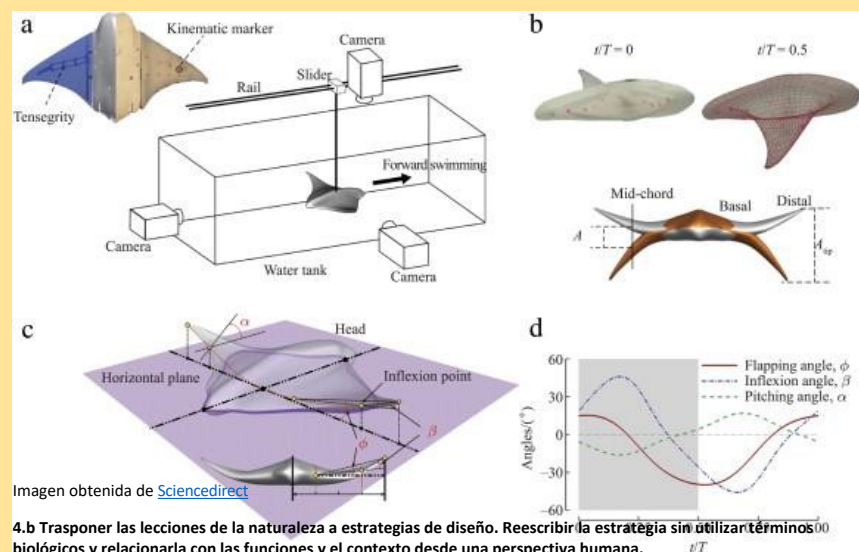
4.1 Resume los elementos clave de la estrategia biológica. Destaca las funciones principales y las palabras clave. Si es posible, haz un diagrama o un dibujo, o busca imágenes que puedan servir de inspiración para el diseño.

Funciones principales

Propulsión silenciosa, maniobrabilidad, eficiencia energética.

Elementos clave

- Empuje oscilante basado en aletas en lugar de hélices rotativas.
- Flexibilidad en el cuerpo y las aletas para un movimiento adaptativo.
- Forma aerodinámica del casco que reduce la resistencia.
- Transferencia de energía fluida a lo largo de la superficie de la aleta.



4.b Trasponer las lecciones de la naturaleza a estrategias de diseño. Reescribir la estrategia sin utilizar términos biológicos y relacionarla con las funciones y el contexto desde una perspectiva humana.

Crear sistemas de aletas de robótica blanda que oscilen como las aletas pectorales de la manta raya para propulsar vehículos submarinos de forma silenciosa y eficiente. Utilizar polímeros flexibles o materiales inteligentes controlados por actuadores de precisión para replicar la propagación natural de las ondas.

5.1 Enumera la información clave y explora tantas ideas como sea posible. Ideas

- Drones submarinos con propulsión por aletas laterales.
- Robots de exploración autónomos con movimiento similar al de las mantarrayas.
- Dispositivos de rescate o inspección que se mueven silenciosamente alrededor de arrecifes de coral o infraestructuras.

Paso 5: Emular



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



5.2 Organiza tus ideas en categorías que incluyan las características, el contexto, las limitaciones, etc., y selecciona los conceptos de diseño que mejor se adapten a tu solución.

Contexto	Características	Limitaciones
Drones submarinos	Deslizamiento silencioso, alta maniobrabilidad	Coste, impermeabilización de los actuadores
Estudios medioambientales	Mínimo impacto en la vida marina	Integración de la recopilación de datos
Operaciones militares/de sigilo	Huella acústica mínima	Sistemas de control complejos
Monitorización de arrecifes de coral	Control preciso y evitación de obstáculos	Restricciones de tamaño, sistemas de bajo consumo

Idea seleccionada

Un planeador submarino autónomo con propulsión por aletas laterales inspirada en la manta, diseñado para realizar estudios y exploraciones marinas silenciosas.

6.1 Evaluar los conceptos de diseño en cuanto a su adecuación a los criterios y limitaciones del reto de diseño, así como su compatibilidad con los sistemas terrestres. Evaluar la viabilidad tanto de los modelos técnicos como de los modelos de negocio.

Alineación

- Cumple los objetivos de propulsión sostenible, eficiente y silenciosa.
- El movimiento bioinspirado permite operar en zonas ecológicamente sensibles.

Viabilidad técnica

- Los avances en robótica blanda hacen viable la propulsión flexible.
- Los sistemas de control para el movimiento ondulatorio están mejorando.

Modelo de negocio

- Gran potencial en investigación marina, defensa y acuicultura.
- El ecoturismo y la fotografía submarina pueden beneficiarse de los sistemas de propulsión silenciosos.

Compatibilidad con el medio ambiente

- Bajo consumo energético.
- Reducción de la contaminación mecánica y la alteración del medio marino.
- Los materiales de construcción biodegradables o reciclables pueden mejorar la sostenibilidad.

Paso 6 – Evaluar



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



6.2 Revisar y volver a examinar los pasos anteriores según sea necesario para generar una solución viable.

- Probar los materiales en cuanto a durabilidad y eficiencia energética.
- Optimizar la ubicación de los actuadores para una propagación más suave de las ondas de las aletas.
- Ampliar a diseños modulares para su uso a diferentes profundidades y velocidades.

Recursos adicionales: <https://asknature.org> <https://biomimicry.org/>



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



Módulos de formación del WP3 sobre diseño de procesos biomiméticos

Tarea 3.1/ A1. Desarrollo de un kit de autoaprendizaje para estudiantes de FP - LP: ATS / CPs: TODOS IMITEMOS SOLUCIONES

Una solución se refiere a los pasos aplicados para resolver el reto identificado, a través de la biomimética.

Solución: hormigón autorreparable bioinspirado

DISEÑO BIOMIMÉTICO	Descripción
Paso 2 – Biologizar	2.a Pregúntate cómo la naturaleza puede resolver esto. ¿Cómo se curan los organismos biológicos tras sufrir una lesión? La naturaleza responde al daño mediante mecanismos de reparación autónomos, como: • Los huesos humanos regeneran las fracturas mediante la deposición de minerales. • La piel cierra las heridas mediante señales celulares. • Las plantas sellan las heridas de la corteza con resinas. Modelo natural Curación activada por bacterias, como se observa en algunas interacciones microbianas, en las que las bacterias productoras de calcita rellenan los huecos en los sistemas vivos. 2.b Pregúntate: ¿qué quiero que haga mi diseño? • Repara automáticamente las microfisuras del hormigón. • Responder a la infiltración de agua o aire activando el proceso de reparación. • Prolongar la vida útil de edificios y puentes. 2.C Dale la vuelta a la pregunta. Considera funciones opuestas. • En lugar de prevenir las grietas por completo, ¿cómo podemos hacer que los materiales respondan de forma inteligente al daño? • ¿Cómo podemos imitar la capacidad de regeneración de la vida en un material inorgánico?
Paso 3 – Descubrir	3.a Busca modelos naturales que coincidan con las mismas funciones y el mismo contexto que tu solución de diseño. • Huesos: los procesos de mineralización rellenan las grietas con el tiempo. • Árboles: la corteza se regenera tras una lesión utilizando fluidos internos y savia. • Bacterias: las bacterias formadoras de esporas se activan en presencia de humedad para producir caliza, sellando así las grietas.



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



	3.b Identifica a expertos y conéctate con comunidades de biólogos y naturalistas. • Microbiólogos que investigan las bacterias calcificadoras. • Ingenieros civiles especializados en materiales inteligentes. • Institutos de biomimética y científicos de materiales.
Paso 4 – Resumen	4.1 Resuma los elementos clave de la estrategia biológica. Destaque las funciones principales y las palabras clave. Si es posible, elabore un diagrama o dibujo y/o busque imágenes que puedan servir de referencia para el diseño. Funciones principales Reparación autónoma, activación por humedad, mineralización. Elementos clave • Activado por señales ambientales (p. ej., humedad). • Los microorganismos o las microcápsulas liberan agentes aglutinantes. • Rellena las microfisuras antes de que se propaguen.



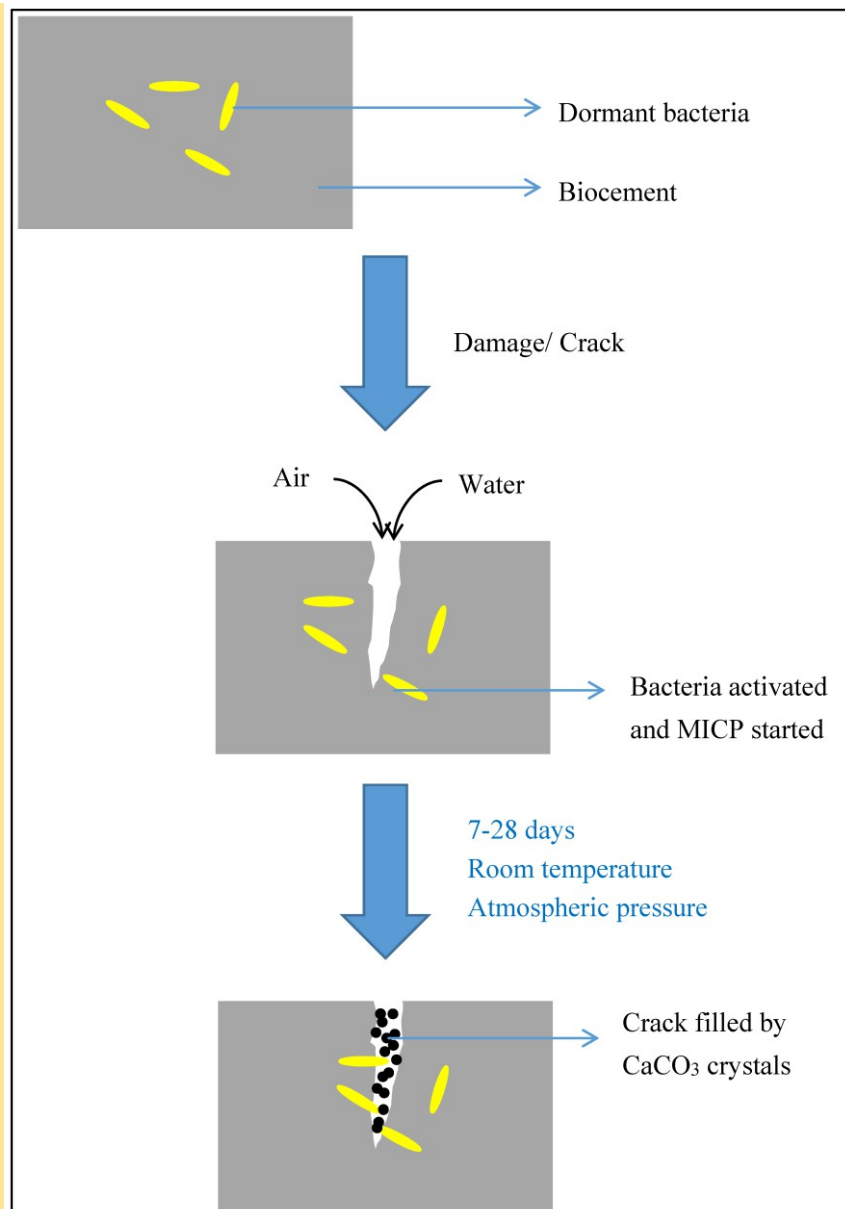


Imagen obtenida de [MDPI](#)

4.b Traduce las lecciones de la naturaleza en estrategias de diseño. Reescribe la estrategia sin utilizar términos biológicos y conéctala con las funciones y el contexto desde una perspectiva humana.

Desarrollar hormigón armado con cápsulas o bacterias formadoras de esporas que liberen calcita o polímeros aglutinantes cuando se formen grietas y entre humedad, reparando eficazmente la estructura antes de que se produzcan daños significativos.

5.1 Enumera la información clave y explora tantas ideas como sea posible. Ideas clave

- Hormigón activado por bacterias.

Paso 5 – Emular



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.

- Agentes reparadores microencapsulados.
- Sensores que detectan la formación de grietas y activan la reparación.
- Integración con componentes de construcción modulares.

5.2 Organiza tus ideas en categorías que incluyan las características, el contexto, las limitaciones, etc., y selecciona los conceptos de diseño que mejor se adapten a tu solución.

Contexto	Características	Limitaciones
Infraestructura (puentes, carreteras)	Cicatrización activada por el agua, impulsada por microorganismos	Exposición a contaminantes, ciclos de temperatura
Edificios de gran altura	Integridad a largo plazo, potencial de estructuras inteligentes	Obstáculos para la certificación, coste de los sistemas integrados
Búnkeres militares	Resistencia a los daños, menor visibilidad del mantenimiento	Condiciones adversas, compatibilidad química
Viviendas en zonas remotas	Mantenimiento mínimo, larga vida útil	Escasez de mano de obra cualificada, herramientas de supervisión limitadas

Idea seleccionada

Hormigón autorreparable a base de bacterias que se activa ante la formación de grietas y el contacto con la humedad, sellando las fisuras con depósitos de carbonato cálcico.

Paso 6 – Evaluar

6.1 Evalúa el concepto o conceptos de diseño en cuanto a su alineación con los criterios y limitaciones del reto de diseño, así como su compatibilidad con los sistemas de la Tierra. Evalúa la viabilidad del modelo técnico y de negocio.

Cumplimiento de los criterios

- Reparación pasiva y automática.
- Aumenta la resiliencia estructural.
- Reduce el desperdicio de material a lo largo del tiempo.

Viabilidad

- Técnicamente viable (ya se encuentra en fase de prototipo/pruebas comerciales).



- Rentable a largo plazo en comparación con las reparaciones tradicionales.
- Positivo para el medio ambiente debido a la reducción de las necesidades de reconstrucción.

Compatible con el medio ambiente

- Se ajusta a los principios de la economía circular.
- Las bacterias son de origen natural y respetuosas con el medio ambiente.
- Puede reducir las emisiones de carbono derivadas de la producción de hormigón al prolongar su ciclo de vida.

6.2 Revisar y reconsiderar los pasos anteriores según sea necesario para generar una solución viable.

- Comprobar la supervivencia de las bacterias a lo largo de décadas.
- Adaptar el sistema a climas extremos o entornos de agua salada.
- Explorar sistemas híbridos (por ejemplo, cápsulas bacterianas + químicas).

Recursos adicionales: <https://asknature.org> <https://biomimicry.org/>
<https://www.mdpi.com/1996-1944/13/21/4993>



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



Módulos de formación del WP3 sobre diseño de procesos biomiméticos

Tarea 3.1/ A1. Desarrollo de un kit de autoaprendizaje para estudiantes de FP - LP: ATS / CPs: TODOS IMITEMOS SOLUCIONES

Una solución se refiere a los pasos aplicados para resolver el reto identificado, a través de la biomimética.

Solución: Superficies antiincrustantes inspiradas en la piel del tiburón

DISEÑO BIOMIMÉTICO	Descripción
Paso 2 – Biologizar	2.a Pregúntate cómo la naturaleza puede resolver esto. ¿Cómo consiguen los organismos de la naturaleza, como los tiburones, evitar la acumulación de microorganismos y otros organismos indeseados en sus superficies sin recurrir a defensas químicas ni a una limpieza constante? Los tiburones evitan las incrustaciones biológicas sin utilizar secreciones ni productos químicos. Su piel está cubierta de estructuras microscópicas en forma de estrías (denticulos dérmicos) que crean una superficie rugosa y fluida, lo que impide que los microorganismos se adhieran. 2.b ¿Qué quiero que haga mi diseño? • Evitar la adhesión de algas, bacterias y percebes. • Funcionar de forma pasiva: sin toxinas ni limpieza activa. • Ser aplicable en entornos dinámicos (por ejemplo, barcos en movimiento). 2.c Dale la vuelta a la pregunta • En lugar de utilizar repelentes químicos, ¿cómo podemos diseñar superficies que eviten de forma inherente la incrustación? • ¿Cómo puede la textura por sí sola disuadir la colonización?
Paso 3: Descubrir	3.a Busca modelos naturales que cumplan las mismas funciones y se adapten al mismo contexto que tu solución de diseño. • Piel de tiburón: la textura estriada impide la adherencia. • Piel de delfín: se regenera constantemente y tiene baja fricción. • Hojas de loto: superhidrófobas y autolimpiables. • Escamas de pez: flexibles y protectoras. 3.b Identifica a expertos y conéctate con comunidades de biólogos y naturalistas. • Biólogos marinos y científicos especializados en biomateriales. • Ingenieros navales y desarrolladores de recubrimientos ecológicos. • Comunidades de biomimética como Biomimicry 3.8.



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.

Paso 4 – Resumen

4.1 Resume los elementos clave de la estrategia biológica. Destaca las funciones principales y las palabras clave. Si es posible, haz un diagrama o un dibujo, o busca imágenes que puedan servir de inspiración para el diseño.

Funciones principales

Antiadherencia, autolimpieza, resistencia pasiva a las incrustaciones biológicas.

Elementos clave

- Patrones de estrías a escala micro/nano.
- Canales de flujo direccionales.
- Equilibrio entre dureza y elasticidad de la superficie.

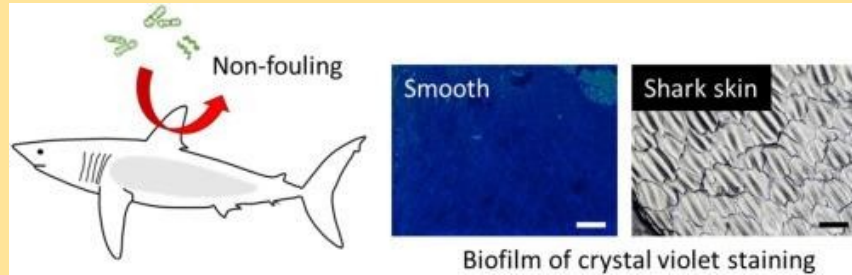


Imagen obtenida de [Elsevier](#)

4.b Trasponer las lecciones de la naturaleza a estrategias de diseño. Reescribir la estrategia sin utilizar términos biológicos y relacionarla con las funciones y el contexto desde una perspectiva humana.

Desarrollar recubrimientos o películas con superficies micropatronizadas que imiten la piel de tiburón para impedir la adhesión microbiana. Utilizar la impresión 3D, el estampado en relieve o la litografía de nanoimpresión para ampliar la producción. Garantizar su aplicación en embarcaciones, dispositivos médicos e incluso superficies arquitectónicas.

Paso 5 – Emular

5.1 Enumera la información clave y explora tantas ideas como sea posible. Ideas clave

- Revestimientos con textura de piel de tiburón para barcos.
- Recubrimientos con micropatrones para equipos hospitalarios.
- Superficies antibiofilm en tuberías de aguas residuales.
- Pinturas con patrones de estrías incrustados.

5.2 Organiza tus ideas en categorías que incluyan las características, el contexto, las limitaciones, etc., y selecciona los conceptos de diseño que mejor se adapten a tu solución.

Contexto	Características	Limitaciones
----------	-----------------	--------------

Embarcaciones	Recubrimientos de casco con patrón de nervaduras, reducción de la resistencia	Desgaste por rayos UV, coste considerable de recubrimiento de la superficie
Dispositivos médicos	Recubrimientos texturizados antibacterianos	Biocompatibilidad, protocolos de limpieza
Infraestructura hidráulica	Interiores de tuberías resistentes a las incrustaciones	Dinámica de flujos, complejidad de la instalación
Arquitectura (por ejemplo, piscinas)	Azulejos o revestimientos que previenen la aparición de algas	Compatibilidad estética, resistencia a la intemperie

Idea seleccionada

Revestimiento flexible inspirado en la piel de tiburón para embarcaciones e infraestructuras submarinas que previene las incrustaciones sin liberar sustancias químicas.

6.1 Evaluar los conceptos de diseño en cuanto a su adecuación a los criterios y limitaciones del reto de diseño, así como su compatibilidad con los sistemas de la Tierra. Evaluar la viabilidad del modelo técnico y de negocio.

Cumplimiento de los criterios

- Resistencia pasiva a las incrustaciones.
- Sin productos químicos.
- Escalable a grandes superficies.

Viabilidad

- Tecnológicamente viable con la microfabricación moderna.
- Cuesta más que la pintura, pero esto se compensa con su durabilidad y seguridad medioambiental.

Compatibilidad con el medio ambiente

- Toxicidad nula.
- Mejora la salud de los océanos.
- Posibilidad de utilizar materiales de sustrato reciclables.

6.2 Revisar y volver a examinar los pasos anteriores según sea necesario para generar una solución viable.

- Mejorar la durabilidad en zonas de alta abrasión.
- Explorar soluciones híbridas: textura + repelentes no tóxicos.
- Probar el rendimiento en diversos entornos marinos.



Recursos adicionales:

<https://asknature.org> <https://biomimicry.org/>

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0927776519308823>



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



Módulos de formación del WP3 sobre diseño de procesos biomiméticos

Tarea 3.1/ A1. Desarrollo de un kit de autoaprendizaje para estudiantes de FP - LP: ATS / CPs: TODOS IMITEMOS SOLUCIONES

Una solución se refiere a los pasos aplicados para resolver el reto identificado, a través de la biomimética.

Solución: Filtración del aire urbano inspirada en los bosques

DISEÑO BIOMIMÉTICO	Descripción
Paso 2 – Biologizar	2.a Pregúntate cómo la naturaleza puede resolver esto. ¿Cómo purifican el aire los ecosistemas forestales al capturar y descomponer los contaminantes atmosféricos mediante procesos físicos y bioquímicos en los que intervienen las hojas, la corteza y los microbios? 2.b ¿Qué quiero que haga mi diseño? • Eliminar los contaminantes del aire de forma pasiva utilizando superficies que imitan a los bosques. • Funcionar en entornos urbanos densos. • Mejorar la salud humana y la biodiversidad. 2.c Dale la vuelta a la pregunta • En lugar de utilizar sistemas de filtración mecánica, ¿cómo podemos diseñar elementos arquitectónicos que actúen como los árboles? • ¿Qué sistemas naturales eliminan los contaminantes del aire sin ruido ni electricidad?
Paso 3: Descubre	3.a Busca modelos naturales que coincidan con las mismas funciones y el mismo contexto que tu solución de diseño. • Bosques: las hojas capturan el polvo; la corteza y las bacterias del suelo descomponen los contaminantes. • Musgos y líquenes: absorben metales pesados y partículas finas. • Epífitas (p. ej., helechos): crecen verticalmente y filtran el aire. • Microbiomas del suelo: transforman los gases nocivos en nutrientes. 3.b Identifica a expertos y conéctate con comunidades de biólogos y naturalistas. • Ecológicos y botánicos que estudian la vegetación urbana. • Ingenieros medioambientales. • Diseñadores de infraestructura verde y muros vivos.
Paso 4 – Resumen	4.1 Resume los elementos clave de la estrategia biológica. Destaque las funciones principales y las palabras clave. Si es posible, cree un diagrama o dibujo y/o busque imágenes que puedan servir de referencia para el diseño.



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.

Funciones principales

Captura de partículas, absorción de gases, transformación química pasiva.

Elementos clave

- Estructuras foliares densas y superficies porosas.
- Acción microbiana en raíces y biopelículas.
- Estratificación vertical y texturas variadas.

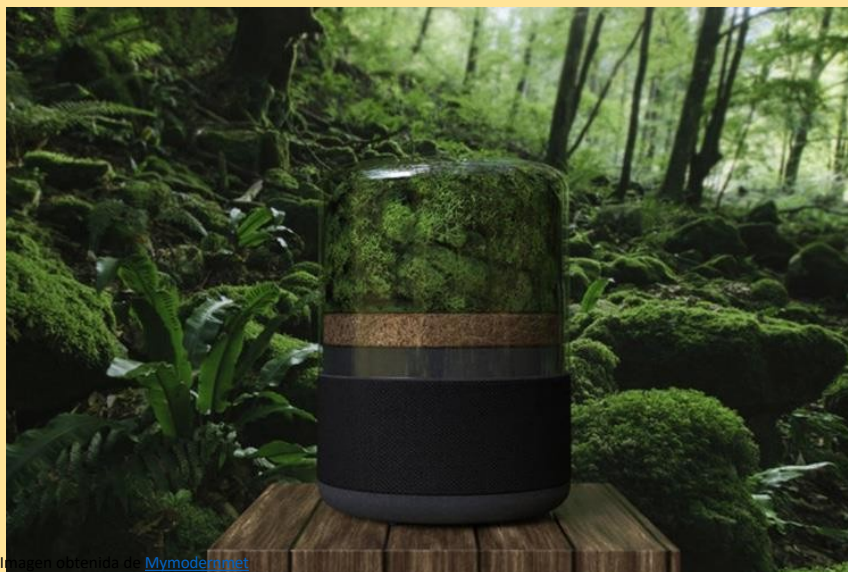


Imagen obtenida de [Mymodernnet](https://www.mymodernnet.com)



Obtenido de [Whatdesigner.co](https://www.whatdesigner.co)

Paso 5 – Emular

4.b Traduce las lecciones de la naturaleza en estrategias de diseño. Reescribe la estrategia sin utilizar términos biológicos y conéctala con las funciones y el contexto desde una perspectiva humana.

Diseña muros verdes verticales, paneles modulares de musgo o biofiltros para uso urbano. Integra formas que maximicen el flujo de aire, texturas superficiales y plantas o biopelículas que filtren y degraden pasivamente los contaminantes.

5.1 Enumera la información clave y explora tantas ideas como sea posible. Ideas clave

- Fachadas vivas con diversas especies vegetales.
- Quioscos o paradas de autobús purificadores de aire con columnas de musgo.
- Mobiliario urbano con módulos de biofiltración integrados.
- «Mini-bosques» en azoteas o junto a las carreteras con un diseño de copas en capas.

5.2 Organiza tus ideas en categorías que incluyan las características, el contexto, las limitaciones, etc., y selecciona los conceptos de diseño que mejor se adapten a tu solución.

Contexto	Características	Restricciones
Fachadas de edificios	Muros verdes verticales con plantas purificadoras del aire	Riego, soporte estructural
Transporte público	Paradas de autobús o paneles de estaciones con filtros de musgo	Exposición al vandalismo, variaciones estacionales
Plazas y parques urbanos	Estructuras arbóreas con capacidad de filtrado	Uso del espacio, mantenimiento
Zonas escolares/hospitales	Paredes biorreactivas o mobiliario urbano purificador del aire	Coste, integración con las estructuras existentes

Idea seleccionada

Sistema modular de muro verde inspirado en el bosque que utiliza musgo y sustratos ricos en microbios para la purificación pasiva del aire urbano.

6.1 Evaluar los conceptos de diseño en cuanto a su adecuación a los criterios y limitaciones del reto de diseño, así como su compatibilidad con los sistemas de la Tierra. Evaluar la viabilidad del modelo técnico y de negocio.

Cumplimiento de los criterios

- Resistencia pasiva a las incrustaciones.

Paso 6: Evaluar



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



- Sin productos químicos.
- Escalable a grandes superficies.

Viabilidad

- Tecnológicamente viable con la microfabricación moderna.
- Cuesta más que las pinturas, pero esto se compensa con su durabilidad y seguridad medioambiental.

Compatibilidad con los sistemas de la Tierra

- Toxicidad nula.
- Mejora la salud de los océanos.
- Posibilidad de utilizar materiales de sustrato reciclables.

6.2 Revisar y volver a examinar los pasos anteriores según sea necesario para generar una solución viable.

- Adaptar las especies de plantas y musgos a los contaminantes atmosféricos de la región.
- Incorporar sensores para monitorizar la calidad del aire y la salud de las plantas.
- Combinar con funciones educativas o estéticas.

Recursos adicionales:

- <https://asknature.org>
- <https://biomimicry.org/>
- <https://mymodernmet.com/briiv-air-filter/>
- <https://www.whatdesigncando.com/stories/vertical-forests-reduce-energy-use-improve-urban-air-quality/>



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



Módulos de formación del WP3 sobre diseño de procesos biomiméticos

Tarea 3.1/ A1. Desarrollo de un kit de autoaprendizaje para estudiantes de FP - LP: ATS / CPs: TODOS IMITEMOS SOLUCIONES

Una solución se refiere a los pasos aplicados para resolver el reto identificado, a través de la biomimética.

Solución: Paneles acústicos inspirados en las plumas del búho

DISEÑO BIOMIMÉTICO	Descripción
Paso 2 – Biologizar	2.a Pregúntate cómo la naturaleza puede resolver esto. ¿Cómo consiguen los búhos un vuelo casi silencioso gracias a las adaptaciones físicas de sus plumas, que dispersan y absorben el sonido, lo que les permite cazar sin alertar a sus presas? 2.b ¿Qué quiero que haga mi diseño? • Reducir el ruido ambiental y de interiores no deseado mediante mecanismos físicos pasivos. • Que se pueda instalar en edificios, vehículos o infraestructuras. • Mejorar los paisajes sonoros sin añadir sistemas electrónicos. 2.c Dar la vuelta a la pregunta • En lugar de bloquear o cancelar el sonido electrónicamente, ¿cómo podemos dispersar o absorber el sonido como lo hacen los búhos? • ¿Qué texturas o microestructuras amortiguan el sonido de forma pasiva en la naturaleza?
Paso 3: Descubrir	3.a Busca modelos naturales que coincidan con las mismas funciones y el mismo contexto que tu solución de diseño. • Plumas de búho: las estructuras en forma de flecos en los bordes de ataque y de salida de las alas dispersan la turbulencia del aire y amortiguan el sonido. • Pinos o bambú: absorben y difuminan el sonido generado por el viento a través de copas flexibles y porosas. • Musgos y helechos: estructuras suaves y en capas que absorben la vibración y el ruido. 3.b Identifica a expertos y conéctate con comunidades de biólogos y naturalistas. • Ornólogos que estudian la morfología de los búhos. • Ingenieros acústicos e investigadores en biomimética. • Consultores de diseño de paisajes sonoros y psicólogos ambientales.



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.

Paso 4 – Resumen

4.1 Resume los elementos clave de la estrategia biológica. Destaca las funciones principales y las palabras clave. Si es posible, crea un diagrama o dibujo y/o busca imágenes que puedan servir de inspiración para el diseño.

Funciones principales

Absorción acústica, difusión de la turbulencia, amortiguación de vibraciones.

Elementos clave

- Bordes dentados y textura porosa en forma de pluma.
- Topografía irregular de la superficie.
- Dispersión direccional del sonido.

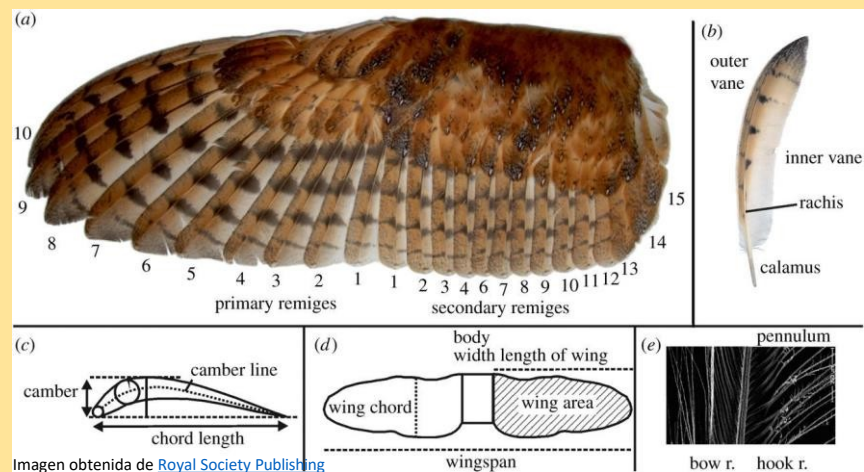


Imagen obtenida de [Royal Society Publishing](https://royalsocietypublishing.org/)

4.b Trasponer las lecciones de la naturaleza a estrategias de diseño. Reescribir la estrategia sin utilizar términos biológicos y relacionarla con las funciones y el contexto desde una perspectiva humana.

Diseñar paneles acústicos y deflectores con superficies microestructuradas o con flecos que imiten el aspecto de las plumas de un búho. Estos podrían crearse utilizando materiales compuestos fonoabsorbentes, dispuestos en geometrías curvas o en capas que reflejen y atrapen las ondas sonoras en entornos interiores o exteriores.

Paso 5 – Emular

5.1 Enumera la información clave y explora tantas ideas como sea posible. Ideas clave

Paneles de techo ligeros con texturas microestriadas, similares a flecos.

- Barreras acústicas exteriores con forma de conjuntos de plumas.
- Asientos públicos o mamparas con texturas suaves que amortiguan las vibraciones.
- Paneles acústicos modulares para aulas o espacios de coworking.



5.2 Organiza tus ideas en categorías que incluyan las características, el contexto, las limitaciones, etc., y selecciona los conceptos de diseño que mejor se adapten a tu solución.

Contexto	Características	Limitaciones
Vivienda urbana desarrollos	Paneles de fachada inspirados en absorber el tráfico y ruido industrial, que mejoran el confort	Resistencia a la intemperie, integración en el edificio normativas de construcción, y el coste del materiales biomiméticos
Colegios y públicos bibliotecas	certificación de techos interiores y paneles de pared con microestructurados para difundir y absorber el sonido, que favorecen un entorno de aprendizaje	Certificación de seguridad contra incendios, requisitos estéticos, limpieza/mantenimiento
Público transporte infraestructura (estaciones de tren, del metro)	Curvado, con forma de pluma de búho deflectores imitados para amortiguar el alto sonidos de alta de motores y sistemas de megafonía sistemas de megafonía	Alto tránsito peatonal durabilidad, instalación logística, vibración resistencia
Oficina diáfana espacios de trabajo	Instalación suspendida ligera tabiques y sistemas basados en la compatibilidad de OWL los patrones de flecos de las alas para reducir el habla humana ruido	Flexibilidad de instalación, costes de materiales, compatibilidad con las distribuciones de oficina existentes



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



6.1 Evaluar los conceptos de diseño en cuanto a su alineación con los criterios y restricciones del reto de diseño, así como su compatibilidad con los sistemas de la Tierra. Evaluar la viabilidad tanto de los modelos técnicos como de los de negocio.

Cumplimiento de los criterios

- Cumple eficazmente el objetivo de la reducción pasiva del ruido.
- Inspirado directamente en la morfología de las alas de los búhos.
- Escalable a múltiples contextos arquitectónicos.

Viabilidad

- Técnicamente viable con los métodos de fabricación actuales (CNC, impresión 3D, polímeros moldeados).
- Bajo consumo energético en comparación con el control activo del ruido.





- Se puede integrar en el diseño estético.

Compatibilidad con el medio ambiente

- Los paneles fabricados con fibras biodegradables o recicladas son respetuosos con el medio ambiente.
- Reduce la contaminación acústica sin aumentar la carga energética.

6.2 Revisar y volver a examinar los pasos anteriores según sea necesario para generar una solución viable.

- Adaptar la textura de la superficie del panel a rangos de frecuencia específicos (por ejemplo, tráfico frente a habla humana).
- Realizar pruebas de seguridad contra incendios, resistencia al moho y compatibilidad con la calidad del aire interior.
- Explorar colaboraciones con marcas de diseño de interiores o fabricantes de mobiliario urbano.

Recursos adicionales: <https://asknature.org> <https://biomimicry.org/>

<https://mymodernmet.com/briiv-air-filter/>

<https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rsfs.2016.0078>



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



Módulos de formación del WP3 sobre diseño de procesos biomiméticos

Tarea 3.1/ A1. Desarrollo de un kit de autoaprendizaje para estudiantes de FP - LP: ATS / CPs: TODOS IMITEMOS SOLUCIONES

Una solución se refiere a los pasos aplicados para resolver el reto identificado, a través de la biomimética.

Solución: Superficies antihielo inspiradas en la hoja de loto y la pluma del pingüino

DISEÑO BIOMIMÉTICO	Descripción
Paso 2 – Biologizar	2.a Pregúntate cómo la naturaleza puede resolver esto. ¿Cómo evitan las hojas de loto y las plumas de pingüino que el agua se adhiera y se congele en sus superficies utilizando texturas microscópicas y la química de la superficie que repelen la humedad y limitan la adhesión del hielo? 2.b ¿Qué quiero que haga mi diseño? - Prevenir o reducir de forma pasiva la acumulación de hielo. - Evitar el uso de electricidad o productos químicos. - Ser escalable y adaptable a diferentes materiales de superficie. 2.c Dale la vuelta a la pregunta - En lugar de eliminar el hielo una vez que se ha formado, ¿cómo podemos evitar que se forme o se adhiera desde el principio? ¿Cómo podemos imitar las estrategias naturales de repelencia a la humedad y aislamiento térmico?
Paso 3: Descubre	3.a Busca modelos naturales que coincidan con las mismas funciones y el mismo contexto que tu solución de diseño. - Hoja de loto: microestructuras y nanoestructuras superhidrófobas que hacen que el agua se acumule en gotas y resbale, evitando la congelación. - Plumas de pingüino: Las barbas superpuestas atrapan el aire, reduciendo el contacto con el agua y limitando la congelación, al tiempo que favorecen un secado rápido. - Alas de mariposa y piel de colémbolo: repelen la humedad gracias a sus escamas con patrones y a su rugosidad. 3.b Identifica a expertos y conéctate con comunidades de biólogos y naturalistas. - Investigadores en ingeniería de superficies especializados en tecnologías antihielo. - Biólogos que estudian las adaptaciones al clima frío. - Laboratorios de ciencia de materiales e innovación textil.



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.

Paso 4 – Resumen

4.1 Resume los elementos clave de la estrategia biológica. Destaque las funciones principales y las palabras clave. Si es posible, elabore un diagrama o dibujo y/o busque imágenes que puedan servir de referencia para el diseño.

Función principal

Superhidrofobicidad, baja conductividad térmica y repelencia a la humedad.

Elementos clave

- Rugosidad jerárquica a escala micro y nanométrica.
- Recubrimientos superficiales similares a la cera en la naturaleza.
- Estructuras que atrapan el aire y aíslan o eliminan la humedad rápidamente.



Imagen obtenida de [DownToEarth](#)

4.b Trasponer las lecciones de la naturaleza a estrategias de diseño. Reescribir la estrategia sin utilizar términos biológicos y relacionar con las funciones y el contexto desde una perspectiva humana.

Crear recubrimientos o tratamientos superficiales que imiten las microestructuras de las hojas de loto y la disposición de las plumas de los pingüinos. Incorporar

Paso 5: Emular

, materiales de baja energía superficial o películas con textura 3D para su uso en infraestructuras o vehículos expuestos al frío.

5.1 Enumera la información clave y explora tantas ideas como sea posible. Ideas clave

- Láminas transparentes para ventanas con propiedades antihielo para coches y aviones.
- Recubrimientos protectores para las palas de los aerogeneradores en regiones nevadas.
- Recubrimientos de fibra inspirados en los pingüinos para ropa de clima extremo.
- Reflectores viales o paneles de infraestructura ferroviaria antihielo.

5.2 Organiza tus ideas en categorías que incluyan las características, el contexto, las limitaciones, etc., y selecciona los conceptos de diseño que mejor se adapten a tu solución.

Contexto	Características	Limitaciones
Alerones/ventanas de aeronaves	Recubrimientos transparentes con textura hidrofóbica	Resistencia a los rayos UV, tolerancia aerodinámica y claridad óptica
Palas de aerogeneradores	Superficies texturizadas con ranuras que repelen el hielo	Durabilidad frente a la erosión causada por el viento y la lluvia
Ropa para climas fríos	Fibras ligeras con diseño que atrapa el aire y repele la humedad	Transpirabilidad, coste de fabricación, comodidad
Infraestructura urbana (vías férreas, carreteras)	Paneles o baldosas resistentes al hielo inspirados en la textura de la hoja de loto	Resistencia al impacto, viabilidad de la instalación

Paso 6: Evaluar

6.1 Evaluar los conceptos de diseño en cuanto a su adecuación a los criterios y limitaciones del reto de diseño, así como su compatibilidad con los sistemas de la Tierra. Evaluar la viabilidad tanto de los modelos técnicos como de los modelos de negocio.

Cumplimiento de los criterios

- Solución pasiva y basada en la naturaleza que elimina los productos químicos tóxicos y reduce el consumo de energía.
- Inspirada directamente en dos modelos naturales robustos y probados en la práctica (loto + pingüino).

Viabilidad

- Éxito en laboratorio en la creación de recubrimientos superhidrófobos.
- Requiere pruebas de durabilidad frente al desgaste mecánico, la exposición a los rayos UV y la acumulación de suciedad.

Compatibilidad con los sistemas de la Tierra



- Evita el uso de agentes descongelantes contaminantes.
- Los materiales pueden ser biodegradables o reciclables.
- Fomenta la sostenibilidad a largo plazo en múltiples sectores.

6.2 Revisar y volver a examinar los pasos anteriores según sea necesario para generar una solución viable.

- Personalizar los diseños de microestructuras para diferentes climas.
- Combinar con materiales que absorban la energía solar o aislantes.
- Modularizar las aplicaciones superficiales para facilitar la reparación o sustitución.

Recursos adicionales:

<https://asknature.org> <https://biomimicry.org/>

<https://www.downtoearth.org.in/wildlife-biodiversity/penguin-feathers-help-inspire-new-de-icing-techniques-87092>



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



Módulos de formación del WP3 sobre diseño de procesos biomiméticos

Tarea 3.1/ A1. Desarrollo de un kit de autoaprendizaje para estudiantes de FP - LP: ATS / CPs: TODOS IMITEMOS SOLUCIONES

Una solución se refiere a los pasos aplicados para resolver el reto identificado, a través de la biomimética.

Solución: Tejidos repelentes al agua inspirados en la hoja de loto y el ala de mariposa

DISEÑO BIOMIMÉTICO	Descripción
Paso 2 – Biologizar	2.a Pregúntate cómo la naturaleza puede resolver esto. ¿Cómo repelen el agua las hojas de loto y las alas de mariposa utilizando texturas superficiales estructuradas y una química hidrofóbica que impide que la humedad se adhiera o penetre en la superficie? 2.b ¿Qué quiero que haga mi diseño? • Repeler el agua y la humedad de forma pasiva. • Ser seguro para la piel y el medio ambiente. • Conservar la flexibilidad, la suavidad y la transpirabilidad. 2.c Dale la vuelta a la pregunta • En lugar de impermeabilizar sellando o bloqueando, ¿cómo podemos mantener las superficies secas solo mediante la textura? • ¿Podemos crear superficies estructuradas y transpirables que repelan el agua a nivel microscópico?
Paso 3: Descubre	3.a Busca modelos naturales que cumplan las mismas funciones y se adapten al mismo contexto que tu solución de diseño. • Hojas de loto: tienen micropapilas cubiertas de nanoestructuras que atrapan el aire y reducen el contacto con el agua. • Alas de mariposa: las escamas forman patrones que crean superhidrofobicidad e iridiscencia. • Plumaz de pato: el agua resbala gracias a las barbas cerosas en capas. • Seda de araña: Las gotas y los canales alejan el agua. 3.b Identifica a expertos y conéctate con comunidades de biólogos y naturalistas. • Ingenieros textiles especializados en acabados funcionales. • Investigadores en biofísica de microestructuras y nanoestructuras. • Profesionales de la química verde que trabajan en repelentes sin flúor.
Paso 4 – Resumen	4.1 Resume los elementos clave de la estrategia biológica. Destaque las funciones principales y las palabras clave. Si es posible, cree un diagrama o dibujo y/o busque imágenes que puedan servir de referencia para el diseño.



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.

Funciones principales

Superhidrofobicidad, transpirabilidad y eliminación de agua por capilaridad.

Elementos clave

- Rugosidad a múltiples escalas (micro y nano).
- Materiales o tratamientos superficiales hidrofóbicos.
- Estructura flexible que permite el movimiento y el flujo de aire.



Deriving technology from nature: A team of chemists from the PTRI reproduces the Lotus Effect as demonstrated by the lotus leaf (left) to develop pineapple/cotton water repellent fabrics (right).



Desarrollar tejidos con fibras estructuradas o tratamientos superficiales que imiten la hoja de loto y el ala de mariposa. Utilizar compuestos hidrófobos no tóxicos (por ejemplo, siliconas, ceras o recubrimientos a base de grafeno) y

Paso 5 – Emular

técnicas de tejido de fibras texturizadas para crear textiles repelentes al agua y transpirables.

5.1 Enumera la información clave y explora tantas ideas como sea posible. Ideas clave

- Ropa deportiva que se mantenga seca y transpirable durante la actividad intensa.
- Batas médicas impermeables o EPI con recubrimientos superhidrófobos naturales.
- Tejidos de moda con efectos de repelencia al agua y superficies que cambian de color (inspirados en las mariposas).
- Equipamiento para actividades al aire libre ecológico sin repelentes químicos.

5.2 Organiza tus ideas en categorías que incluyan las características, el contexto, las limitaciones, etc., y selecciona los conceptos de diseño que mejor se adapten a tu solución.

Contexto	Características	Limitaciones
Al aire libre ropa deportiva	Tejidos transpirables con la suavidad táctil repelencia	Resistencia al lavado, suavidad táctil y swvapourapor transferencia
Protector médico ropa	No tóxico hidrofóbico recubrimiento, ligero propiedades de barrera	Esterilización , biodegradabilidad
Moda y diseño de textiles	cambio de color, repelencia al agua que repelen patrones (mariposa)	Coste de la estructura replicación, consistencia en grandes superficies
Técnico uniformes (rescate, militar)	Duradero, secado al capas exteriores de contacto	Resistencia a la abrasión, equilibrio entre volumen y peso

Paso 6: Evaluar

6.1 Evaluar los conceptos de diseño en cuanto a su adecuación a los criterios y limitaciones del reto de diseño, así como su compatibilidad con los sistemas terrestres. Evaluar la viabilidad del modelo técnico y de negocio.

Cumplimiento de los criterios

- Solución pasiva, no tóxica y transpirable.
- Imita dos modelos biológicos bien conocidos y eficaces.

Viabilidad



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



- Éxito continuo en nanotecnología textil y química verde.
- Requiere un equilibrio entre rendimiento, comodidad y sostenibilidad.

Compatibilidad con los sistemas de la Tierra

- Evita los productos químicos fluorados nocivos (PFAS).
- Permite el uso de tejidos reciclados y polímeros biodegradables.
- Reduce la necesidad de volver a aplicar el producto o de realizar limpiezas agresivas.

6.2 Revisar y volver a examinar los pasos anteriores según sea necesario para generar una solución viable.

- Mejorar la resistencia a los ciclos de lavado y a la abrasión.
- Comprobar la compatibilidad con tejidos teñidos o estampados.
- Combinar el diseño bioinspirado con tecnologías de fibras renovables (por ejemplo, cáñamo, bambú).

Recursos adicionales:

<https://asknature.org> <https://biomimicry.org/>

<https://www.ptri.dost.gov.ph/s-t/philippine-silk-s-t-program/2-transparency-seal/uncategorised/73-mimicking-nature-s-waterproof-technology>

<https://www.linkedin.com/pulse/biomimicry-nature-inspires-design-high-tech-apparel-siddhi-mathur/>



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



Módulos de formación del WP3 sobre diseño de procesos biomiméticos

Tarea 3.1/ A1. Desarrollo de un kit de autoaprendizaje para estudiantes de FP - LP: ATS / CPs: TODOS SOLUCIONES DE IMITACIÓN

Una solución se refiere a los pasos aplicados para resolver el reto identificado, a través de la biomimética.

Solución: Palas de aerogenerador inspiradas en las ballenas

DISEÑO BIOMIMÉTICO	Descripción
Paso 2 – Biologizar	2.a Pregúntate cómo la naturaleza puede resolver esto. ¿Cómo consiguen las ballenas jorobadas una agilidad y una sustentación extraordinarias en el agua utilizando aletas grandes y de forma irregular con tubérculos (protuberancias) que optimizan la separación del flujo y reducen la resistencia? 2.b ¿Qué quiero que haga mi diseño? - Mejorar la sustentación y la eficiencia de las palas de los aerogeneradores. - Mejorar el rendimiento en flujos de aire turbulentos o a baja velocidad. - Reducir la tensión estructural y el desgaste mecánico. 2.c Dale la vuelta a la pregunta - En lugar de aerodinamizar las palas para obtener superficies lisas, ¿y si las formas irregulares, como los tubérculos, mejoraran el rendimiento? ¿Cómo se puede aprovechar de forma constructiva el flujo de aire turbulento?
Paso 3: Descubre	3.a Busca modelos naturales que coincidan con las mismas funciones y el mismo contexto que tu solución de diseño. Aletas de la ballena jorobada: los tubérculos situados en los bordes de ataque crean zonas de presión alternas, lo que aumenta la sustentación y retrasa la pérdida de sustentación. Alas de las aves: Ajustan su forma de forma dinámica para un planeo o aleteo eficiente. Aletas de los peces: La flexibilidad pasiva mejora la propulsión y la dirección. 3.b Identifica a expertos y conéctate con comunidades de biólogos y naturalistas. - Biólogos marinos e investigadores en dinámica de fluidos. - Ingenieros aeroespaciales que trabajan en aerodinámica biomimética. - Instituciones de energía renovable.
Paso 4 – Resumen	4.1 Resume los elementos clave de la estrategia biológica. Destaque las funciones principales y las palabras clave. Si es posible, elabore un diagrama o dibujo y/o busque imágenes que puedan servir de referencia para el diseño. Funciones principales Generación de sustentación, gestión de la turbulencia, retraso de la pérdida. Elementos clave Protuberancias en el borde de ataque (tubérculos).



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.

- Control localizado del flujo de aire.
- Estabilidad mejorada ante velocidades variables del fluido.

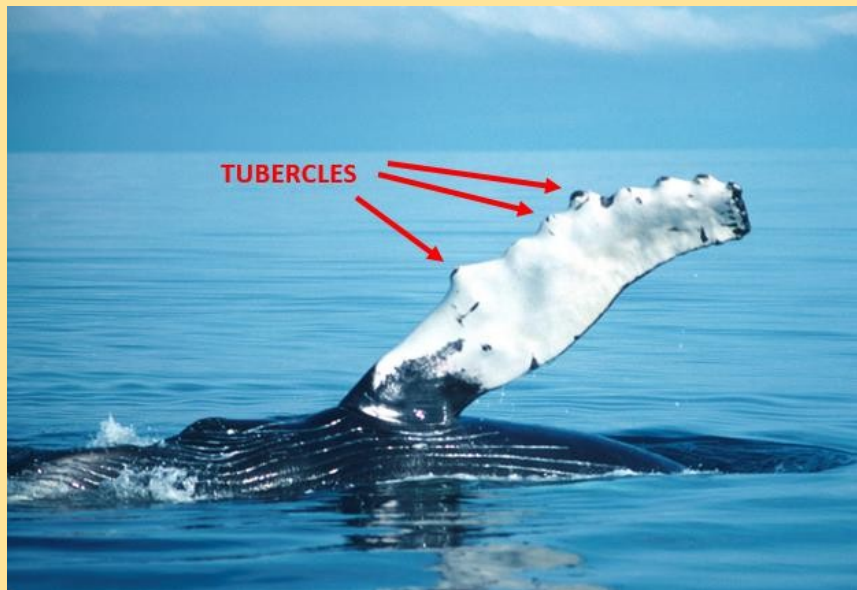


Imagen obtenida de [EnergiMedia](#)



Imagen obtenida de [ResearchGate](#)

4.b Trasponer las lecciones de la naturaleza a estrategias de diseño. Reescribir la estrategia sin utilizar términos biológicos y relacionarla con las funciones y el contexto desde una perspectiva humana.

Diseña palas de aerogeneradores con bordes festoneados inspirados en los tubérculos. Utiliza materiales compuestos y técnicas de moldeado de precisión para replicar las ventajas aerodinámicas de las aletas de las ballenas, mejorando la dinámica del flujo de aire en un amplio rango de velocidades del viento.

5.1 Enumera la información clave y explora tantas ideas como sea posible. Ideas clave

- Las palas de los aerogeneradores se moldean con bordes de ataque en forma de tubérculo.

Paso 5: emular



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



- Kits de adaptación para turbinas existentes.
- Mini-aerogeneradores para uso urbano o fuera de la red con palas biomiméticas.
- Hélices para drones o turbinas submarinas que utilicen el mismo principio.

5.2 Organiza tus ideas en categorías que incluyan las características, el contexto, las limitaciones, etc., y selecciona los conceptos de diseño que mejor se adapten a tu solución.

Contexto	Características	Limitaciones
Parques eólicos terrestres	Palas inspiradas en las ballenas para mejorar la sustentación con vientos variables	Coste de fabricación, retos de la modernización
Turbinas marinas	Mejor rendimiento con vientos oceánicos turbulentos	Resistencia a la corrosión, logística de mantenimiento
Instalaciones eólicas urbanas	Turbinas pequeñas con palas tuberculadas para aumentar la producción	Limitaciones de espacio, integración estética
Sistemas de propulsión para drones y UAV	Hélices eficientes, silenciosas y biomiméticas	Precisión requerida, compatibilidad con materiales ligeros

6.1 Evaluar los conceptos de diseño en cuanto a su adecuación a los criterios y restricciones del reto de diseño, así como su compatibilidad con los sistemas terrestres. Evaluar la viabilidad del modelo técnico y de negocio.

Cumplimiento de los criterios

- Aumenta la producción de energía y la fiabilidad.
- Reduce el ruido, el estancamiento y la tensión.

Viabilidad

- Respaldo por CFD (dinámica de fluidos computacional) y pruebas en el mundo real.
- Los prototipos comerciales (por ejemplo, las palas de WhalePower) han demostrado un aumento de la eficiencia.

Compatibilidad con los sistemas de la Tierra

- Favorece la expansión de las energías renovables.
- Puede permitir que turbinas más pequeñas sustituyan a los generadores de combustibles fósiles en más zonas.
- Fomenta el uso de componentes más duraderos con menor impacto ambiental.



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



Paso 6 – Evaluar



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



6.2 Revisar y volver a examinar los pasos anteriores según sea necesario para generar una solución viable.

- Optimizar la geometría de los tubérculos para diferentes escalas de turbinas.
- Probar el rendimiento en condiciones climáticas extremas.
- Colaborar con los fabricantes para encontrar opciones de materiales sostenibles.

Recursos adicionales:

<https://asknature.org> <https://biomimicry.org/>

<https://energi.media/innovation/canadian-inventors-turbine-humpback-whales-increasing-wind-efficiency/>

https://www.researchgate.net/figure/a-Humpback-whale-pectoral-flippers-and-b-Manufactured-adapted-tubercles-on-the_fig4_322112572



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



Módulos de formación del WP3 sobre diseño de procesos biomiméticos

Tarea 3.1/ A1. Desarrollo de un kit de autoaprendizaje para estudiantes de FP - LP: ATS / CPs: TODOS IMITEMOS SOLUCIONES

Una solución se refiere a los pasos aplicados para resolver el reto identificado, a través de la biomimética.

Solución: Filtración de microplásticos inspirada en los mejillones

DISEÑO BIOMIMÉTICO	Descripción
Paso 2 – Biologizar	2.a Pregúntate cómo la naturaleza puede resolver esto. ¿Cómo consiguen los mejillones, las esponjas y las ostras filtrar eficazmente las partículas del agua y adherirse a las superficies mediante bioadhesivos en condiciones de humedad y turbulencia? 2.b ¿Qué quiero que haga mi diseño? • Capturar partículas de microplástico del agua corriente o estancada. • Funcionar sin necesidad de energía continua ni productos químicos. • Ser biodegradable, reciclable y seguro para los ecosistemas. 2.c Dar la vuelta a la pregunta • En lugar de retirar los plásticos en los puntos de recogida, ¿cómo podemos integrar la filtración inspirada en la naturaleza en los sistemas de agua existentes? • ¿Podemos replicar las estrategias pasivas, adhesivas, fibrosas o basadas en mallas de los filtradores acuáticos?
Paso 3: Descubrir	3.a Busca modelos naturales que coincidan con las mismas funciones y el mismo contexto que tu solución de diseño. • Mejillones: filtran partículas y segregan hilos adhesivos (bisos) para anclarse y atrapar. • Esponjas: filtran el agua a través de canales porosos utilizando el flujo pasivo y los coanocitos. • Ostras y almejas: atrapan sólidos en suspensión mientras se protegen a sí mismas. • Raíces de manglares y pastos marinos: atrapan los residuos en redes de fibra natural. 3.b Identifica a expertos y conéctate con comunidades de biólogos y naturalistas. • Biólogos marinos que estudian la filtración bentónica. • Investigadores de materiales bioadhesivos. • Startups dedicadas a la purificación del agua y la biomimética.



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.

Paso 4 – Resumen

4.1 Resume los elementos clave de la estrategia biológica. Destaca las funciones principales y las palabras clave. Si es posible, crea un diagrama o dibujo y/o busca imágenes que puedan servir de inspiración para el diseño.

Funciones principales

Filtración pasiva, unión adhesiva, retención de partículas.

Elementos clave

- Redes fibrosas y pegajosas.
- Geometrías porosas y optimizadas para el flujo.
- Secreción de bioadhesivos y regeneración de la malla.



4.b Trasponer las lecciones de la naturaleza a estrategias de diseño. Reescribir la estrategia sin utilizar términos biológicos y relacionarla con las funciones y el contexto desde una perspectiva humana.

Diseña membranas o mallas de filtración bioinspiradas que imiten las branquias y los filamentos de los mejillones para atrapar microplásticos. Utiliza adhesivos a base de biopolímeros o crea paneles de filtro modulares que puedan insertarse en cursos de agua urbanos, plantas de tratamiento o estaciones de limpieza flotantes.

5.1 Enumera la información clave y explora tantas ideas como sea posible. Ideas clave

- Filtros flotantes inspirados en los mejillones instalados en ríos o desagües pluviales.
- Inserciones de malla bioadhesiva en plantas de tratamiento de aguas.
- Trampas modulares para microplásticos fijadas a muelles, boyas o puentes.
- Biofiltros porosos inspirados en las esponjas para la acuicultura o la reutilización de aguas grises.

Paso 5 – Emular

5.2 Organiza tus ideas en categorías que incluyan las características, el contexto, las limitaciones, etc., y selecciona los conceptos de diseño que mejor se adapten a tu solución.

Paso 6 – Evaluar

Contexto	Características	Limitaciones
Sistemas de drenaje urbano	Insertos de biomalla para la captura de microplásticos	Acumulación de residuos, compatibilidad con reformas
Entornos costeros y fluviales	Unidades flotantes de filtración que imitan a los mejillones	Control de la flotabilidad, interacción con la vida marina
Infraestructura de tratamiento de aguas	Filtros inspirados en los filamentos de los mejillones con zonas de captura bioadhesivas	Mantenimiento de la biopelícula, optimización de la presión de flujo
Acuicultura y cría marina	Trampas pasivas de microplásticos tipo esponja en jaulas de red	Durabilidad en agua salada, compatibilidad específica con cada especie

6.1 Evaluar los conceptos de diseño en cuanto a su adecuación a los criterios y limitaciones del reto de diseño, así como su compatibilidad con los sistemas de la Tierra. Evaluar la viabilidad tanto de los modelos técnicos como de los modelos de negocio.

Cumplimiento de los criterios

- Elimina los plásticos con un bajo consumo energético.
- Compatible con la gestión regenerativa del agua.
- Fomenta la biodiversidad mediante el uso de métodos no tóxicos y biológicamente seguros.

Viabilidad

- La filtración bioinspirada ya se encuentra en fase piloto (p. ej., Nature-Inspired Solutions en el MIT).
- Requiere la creación iterativa de prototipos para optimizar el flujo y la resistencia a la obstrucción.

Compatibilidad con los sistemas de la Tierra

- Utiliza materiales biodegradables y no tóxicos.
- Evita daños a la fauna silvestre o a los ecosistemas.
- Fomenta la limpieza a largo plazo frente a las intervenciones reactivas.

6.2 Revisar y reconsiderar los pasos anteriores según sea necesario para generar una solución viable.

- Comprueba el rendimiento de la filtración en diferentes tamaños de partículas y condiciones.
- Desarrolla sistemas modulares para facilitar la extracción y la limpieza.
- Supervisar los efectos ecológicos no deseados (por ejemplo, el atrapamiento de especies).

Recursos adicionales:

- <https://asknature.org>



Co-funded by
the European Union

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.



- <https://biomimicry.org/>
- <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0025326X1930061X>



**Co-funded by
the European Union**

Financiado por la Unión Europea. No obstante, las opiniones y puntos de vista expresados son exclusivamente los 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 las mismas.