

**LA BIOMIMESIS: TRABAJANDO EL
CURRÍCULO LOMLOE BAJO ESTRATEGIAS
DE LA NATURALEZA**

**BIOMIMICRY: WORKING THE LOMLOE CURRICULUM
UNDER THE STRATEGIES OF NATURE**

MODALIDAD DE INNOVACIÓN EDUCATIVA

ÁREA: DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES

ALUMNA: Helen Victoria Redfearn Domínguez

TUTOR: Dr. Miguel Ángel Negrín Medina

CURSO 2022-2023



Facultad de Educación
Universidad de La Laguna

*Máster en Formación del Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato,
Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas (Interuniversitario)*

Nota:

En el presente Trabajo de Fin de Máster se aplica la Ley Orgánica 3/2007, de 22 de marzo (BOE No. 71 de 23-03-2007), para la igualdad efectiva de mujeres y hombres, así como la Ley 1/2010, de 26 de febrero, Canaria de Igualdad entre Mujeres y Hombres (BOC No. 45 de 05-03-2010) y la Ley 2/2021, de 7 de junio, de igualdad social y no discriminación por razón de identidad de género, expresión de género y características sexuales (BOC No. 124, de 17-06-2021). Además, en todo aquello que intente evitar el uso del lenguaje sexista, se ha aplicado lo dispuesto en la parte trigésima del anexo del Decreto 15/2016, de 11 de marzo, del presidente, por el que se establecen las normas internas para la elaboración y tramitación de las iniciativas normativas del Gobierno y se aprueban las directrices sobre su forma y estructura (BOC No. 55 de 21-03-2016). En cualquier caso, toda referencia a personas, colectivos, representantes, u otros, contenida en este documento y cuyo género gramatical sea masculino, se entenderá referido a todas las personas, sin distinción de su expresión e identidad de género.

Resumen

La biomimesis es un enfoque que se basa en la observación y la imitación de la naturaleza para resolver problemas humanos. La aplicación de este enfoque en el aula puede tener varios beneficios, como fomentar la creatividad, la innovación y el pensamiento crítico en los estudiantes. Además, puede ayudar al alumnado a desarrollar un sentido de respeto y aprecio por el medio ambiente, ya que los animales y las plantas que se utilizan como modelos a menudo poseen soluciones ingeniosas y sostenibles a los desafíos de la vida.

Esta se puede aplicar en el aula mediante diversas metodologías de aprendizaje, como el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), el POE (Predecir, Observar, Experimentar) y el *Design Thinking* (pensamiento de diseño).

Con el ABP, los estudiantes pueden utilizar la biomimesis como un enfoque para la resolución de problemas y el diseño de soluciones innovadoras; con la metodología POE, se puede incorporar la biomimesis como una fuente de inspiración para la observación y la experimentación de fenómenos naturales; y mediante el *Design Thinking*, se puede utilizar la biomimesis como una fuente de inspiración para el diseño de productos innovadores y sostenibles.

Por tanto, la biomimesis puede ser una herramienta eficaz para fomentar la creatividad, el pensamiento crítico y la sostenibilidad en el aula. Su aplicabilidad con estas metodologías puede potenciar diferentes habilidades, contribuir a la formación de estudiantes y, por tanto, al aprendizaje de competencias y saberes básicos, con una visión más innovadora y consciente del mundo que les rodea, en el marco curricular LOMLOE.

Palabras clave:

Biomimesis, LOMLOE, Aprendizaje Basado en Proyectos, POE, Pensamiento de Diseño.

Abstract

Biomimicry is an approach that relies on the observation and imitation of nature to solve human problems. Applying this approach in the classroom can have several benefits, such as fostering creativity, innovation, and critical thinking in students. In addition, it can help students develop a sense of respect and appreciation for the environment, as the animals and plants used as models often have inventive and sustainable solutions to life's challenges.

This can be applied in the classroom through various learning methodologies, such as Project-Based Learning (PBL), POE (Predict, Observe, Experiment) and Design Thinking:

With the PBL, students can use biomimicry as an approach to solving problems and designing innovative solutions; with the POE methodology, biomimicry can be incorporated as a source of inspiration for the observation and experimentation of natural phenomena; and through Design Thinking, biomimicry can be used as a source of inspiration for the design of innovative and sustainable products.

Therefore, biomimicry can be an effective tool to foster creativity, critical thinking, and sustainability in the classroom. Its applicability with these methodologies can enhance different skills, contribute to the training of students and, therefore, to the learning of basic skills and knowledge, with a more innovative and conscious vision of the world around them, within the LOMLOE curricular framework.

Keywords:

Biomimicry, LOMLOE, Project Based Learning, POE, Design Thinking.

Índice

<i>Resumen</i>	
<i>Abstract</i>	
<i>Abreviaturas</i>	
<i>1. Introducción</i>	<i>1</i>
1.1. ¿Qué es la biomimesis?	1
1.2. Biomimesis en el marco de la Educación Básica y el Bachillerato.....	2
1.3. ¿Se puede trabajar la biomimesis en el aula? La metodología POE, ABP y pensamiento de diseño.....	5
1.4. Vinculación del tema con los ODS.	9
<i>2. Planteamiento del problema</i>	<i>11</i>
<i>3. Objetivos</i>	<i>12</i>
<i>4. Metodología</i>	<i>13</i>
4.1. El centro	13
4.1.1. Historia del centro	13
4.1.2. Características del entorno	14
4.1.3. Características del centro.....	15
4.1.4. Ideario y proyecto educativo	16
4.2. Introducir la biomimesis en el marco del currículo de la ESO y el Bachillerato en el marco de metodologías activas e interdisciplinarias.	17
4.3. Realizar una investigación sobre el conocimiento de la biomimesis entre el alumnado.	19
4.4. Emplear la metodología POE, ABP y pensamiento de diseño en una situación de aprendizaje teniendo la biomimesis como hilo conductor.	20
4.4.1. Situación de aprendizaje genérica	23
4.4.1.1. Descripción de la situación de aprendizaje	23
4.4.1.2. Justificación.....	24
4.4.1.3. Evaluación.....	26

4.4.1.4. Fundamentación curricular.....	32
4.4.2. Situación de aprendizaje parcial.....	48
4.4.2.1. Descripción.....	49
4.4.2.2. Justificación	49
4.4.2.3. Evaluación.....	51
4.4.2.4. Fundamentación curricular	52
5. Resultados y discusión.....	57
5.1. Instrumentos de recogida de datos	57
5.2. Justificación de la actividad	58
5.3. Encuesta inicial	59
5.4. Encuesta final	67
5.5. Teniendo en cuenta los datos obtenidos, ¿existe diferencia ente el antes y el después de la intervención didáctica?	74
6. Conclusiones.....	76
6.1. Limitaciones	76
6.2. Propuestas de mejora.....	77
6.3. Futuras investigaciones	77
7. Agradecimientos.....	78
8. Referencias	78
8. Anexos.....	82

Abreviaturas

ABP: Aprendizaje Basado en Proyectos.

CPEIPS: Centro Privado de Educación Infantil, Primaria y Secundaria.

ECG: Educación para la Ciudadanía Global.

EDS: Educación para el Desarrollo Sostenible.

ESO: Educación Secundaria Obligatoria.

IPBL: término traducido como Aprendizaje Basado en Proyectos de manera Interdisciplinar.

LOMCE: Ley Orgánica para la Mejora de la Calidad Educativa, también conocida como Ley Wert, se aprobó en noviembre de 2013.

LOE: Ley Orgánica de Educación, de 3 de mayo de 2006.

LOMLOE: Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación.

ODS: Objetivos de Desarrollo Sostenible.

PEC: Proyecto Educativo del Centro.

POE: Metodología educativa basada en: Predecir, Observar y Experimentar o Explicar.

SA: Situación de Aprendizaje.

STEAM: término que se traduce como Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas.

STEM: acrónimo inglés traducido como Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (Competencia matemática y competencia en ciencia, tecnología e ingeniería).

TFM: Trabajo de Fin de Máster.

Descriptorios operativos:

CC: Competencia Ciudadana.

CCL: Competencia en Comunicación Lingüística.

CCEC: Competencia en Conciencia y Expresión Culturales.

CD: Competencia Digital.

CE: Competencia Emprendedora.

CP: Competencia Plurilingüe.

CPSAA: Competencia Personal, Social, y de Aprender a Aprender.

1. Introducción

1.1. ¿Qué es la biomimesis?

La biomimesis se refiere al proceso de observar, comprender y emplear soluciones inspiradas en la naturaleza para abordar los desafíos humanos. Esto implica el uso de principios biológicos y biomateriales diversos (Cervera, 2020). En términos más simples, la biomimesis consiste en imitar estructuras biológicas con el propósito de replicar las relaciones entre la estructura y la función de diversos mecanismos. A través de este enfoque, se busca ampliar nuestro entendimiento sobre el funcionamiento de los componentes de sistemas vivos complejos (Cifuentes Gómez, 2022).

De acuerdo con Benyus (2002), la biomimesis ha estado presente en la interacción y participación de la especie humana con los fenómenos naturales a lo largo de la historia. Actividades como imitar el vuelo de las aves, el transporte de semillas o incorporar diseños inspirados en la naturaleza en la arquitectura son ejemplos que se han integrado fácilmente gracias a las herramientas digitales y de visualización. Estas prácticas nos permiten aplicar el conocimiento adquirido a objetos, servicios y comunicación.

Actualmente la biomimesis es considerada como uno de los enfoques más visionarios disponibles que nos pueden ayudar a 'resolver los retos de la humanidad' (Porritt, 2007; Ruano, 2019). Esta situación se debe a que todas las especies que han evolucionado a lo largo de millones de años han logrado sobrevivir no solo por sí mismas, sino gracias a sus interacciones con el entorno. Mediante la necesidad y la creatividad impulsada por el azar, han encontrado soluciones a los desafíos que han enfrentado, adaptándose y asegurando su supervivencia. Por esta razón, es fundamental considerar a las diferentes especies como modelos a seguir (Benyus, 2002). Este enfoque que aporta la biomimesis produce, no solo respeto hacia la naturaleza, sino una perspectiva profunda para ver desde la tecnología o ingeniería y la biología una herramienta que nos ayude a luchar contra el cambio climático y a ser más sostenibles y eficientes.

En la práctica del diseño, la biomimesis implica emplear los "principios de la vida" como herramienta o técnica. Su propósito es aplicar e integrar conocimientos de diversas disciplinas, como diseño, biología y tecnología, en la creación de soluciones para los problemas de nuestro entorno, tanto a nivel local como global. Este enfoque de aprendizaje basado en la vida, que a su vez es una solución creativa a problemas, fomenta la exploración de nuevas rutas educativas e innovadoras.

Desde los años noventa, época en la que se acuñó el término biomimesis, esta disciplina se ha erigido como una ciencia trans e interdisciplinar que examina y valora la naturaleza como un modelo, medida y mentor. Su objetivo es obtener inspiración e imitar los procesos naturales con el fin de mejorarlos y aplicarlos a sistemas que sean beneficiosos para nosotros. De esta manera, se busca encontrar soluciones innovadoras para problemas complejos (Benyus, 2002). De ahí el interés en relacionar la biomimesis con los ODS, ya que, la biomimesis se vale de un estándar ecológico para juzgar la corrección de nuestras innovaciones (Collazo Expósito, 2021). Por esa razón, es cada vez más necesario promover una Educación que contribuya a la formación de un profesorado capaz de formar ciudadanos que innoven para acercarnos a una vida más sostenible. Esto se debe a que la educación científica debe promover la toma de conciencia del vínculo entre la ciencia y los problemas sociales, de la relación entre las decisiones individuales cotidianas y sus consecuencias en la vida colectiva (Collazo Expósito, 2021; Pujol, 2003).

Con todo lo anterior, queda claro que la biomimesis no es una moda (Ruano, 2019).

Es fundamental tener en cuenta el proceso de diseño como una actividad inherente a la naturaleza. Aunque la información sobre diversas especies esté disponible, es necesario comunicarla, darle forma y significado, y para ello contamos con la enseñanza y la educación. En la actualidad, se requieren esfuerzos interdisciplinarios, que involucren a biólogos, diseñadores, ciudadanos, entre otros, para buscar respuestas, establecer un lenguaje común y aportar soluciones en beneficio de todos. El conocimiento de la biomimesis implica ser conscientes y capaces de imitar la vida de otros organismos para resolver problemas humanos y lograr una simbiosis (mutualista) beneficiosa con el planeta en el que vivimos.

1.2. Biomimesis en el marco de la Educación Básica y el Bachillerato.

La biomimesis es un campo interdisciplinario de la ciencia que se ocupa del análisis y los sistemas de transferencia temática de conocimientos biológicos a aplicaciones técnicas y viceversa. Además, el desarrollo de productos biomiméticos ayuda a mejorar nuestra comprensión de los conceptos y procesos biológicos. ¿Qué significa esto para la educación del alumnado, profesorado y otras personas interesadas en la biomimesis? El desafío es tener una base sólida de conocimientos en las disciplinas científicas involucradas y la competencia para tener una mente lo suficientemente abierta para desarrollar soluciones innovadoras. Esta combinación asegura la transferencia de conocimientos desde la biología a la ingeniería o tecnología y viceversa sobre la base de un lenguaje común que es perfectamente comprensible

para todos y todas. La oportunidad dentro de la biomimesis es su capacidad para despertar en los estudiantes interés por la tecnología a través de la fascinación inherente por las soluciones biológicas y despertar el entusiasmo en la naturaleza a través de la comprensión de la tecnología (Speck y Speck, 2021).

La pandemia ha resaltado la importancia de impartir contenidos educativos de manera que los estudiantes puedan trabajar de forma autónoma. En este sentido, los experimentos relacionados con la biomimesis son especialmente adecuados para enseñar conocimientos y fomentar el pensamiento científico y técnico. Se pueden realizar una amplia variedad de experimentos sobre biomimesis utilizando recursos cotidianos, como un tazón de agua, líquido para lavar platos u hojas de plantas, y siguiendo precauciones de seguridad sencillas, como el uso de gafas de seguridad, delantales y guantes. Una ventaja adicional de la biomimesis es que los resultados de investigaciones actuales pueden ser accesibles rápidamente a través de experimentos prácticos simples o ejercicios mentales (Speck y Speck, 2021).

Para garantizar la equidad y la igualdad de oportunidades en la educación, se han establecido nuevos contenidos y estándares educativos. Iniciativas de equidad apoyan a los programas STEM o STEAM (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas y/o arte) a lo largo del proceso educativo. Dado que todos los ámbitos de la sociedad se caracterizan por las innovaciones técnicas y científicas y desafíos que requieren soluciones, necesitamos participar profesional y socialmente en tales desafíos interdisciplinarios. En los últimos años, el campo de la biomimesis, como combinación de la biología y la tecnología, se ha demostrado que realiza una contribución significativa a la Educación. Además, los resultados obtenidos a través de este tipo de experimentos basados en la biomimesis pueden contribuir a mejorar nuestra comprensión de los modelos biológicos. Los experimentos simples permiten un acceso más fácil al trabajo independiente y fomentan el desarrollo de habilidades de trabajo en equipo cuando se llevan a cabo de manera cooperativa (Speck y Speck, 2021).

En el marco de los módulos educativos sobre biomimesis, los estudiantes adquieren habilidades personales (por ejemplo: responsabilidad, perseverancia, tolerancia a la frustración, iniciativa personal, etc.), competencias profesionales (por ejemplo: interdisciplinariedad, comprensión de los procesos tecnológicos, biológicos y de innovación, y apertura de mente crítica frente a las nuevas tecnologías), y competencias sociales (capacidad para trabajar en equipo, habilidades de comunicación, cooperación, responsabilidad, etc.) (Speck y Speck, 2021).

En un estudio realizado por Uluçinar-Sağır y colaboradores, se ha revelado que los estudiantes de secundaria tienen un bajo nivel de conocimiento sobre relaciones ciencia-tecnología-investigación (Uluçinar-Sağır et al., 2022). Aunque no ha habido una definición clara y nítida de ciencia y tecnología, la mayoría de los estudiantes piensan que la imaginación y creatividad afecta al estudio que realizan los científicos y científicas sobre la naturaleza. Concretamente, en este estudio, se ha encontrado que el 49% de los estudiantes de primaria y el 45% de los estudiantes de secundaria, creen que los científicos usan su imaginación mientras planifican e interpretan sus investigaciones.

La capacidad de los estudiantes para proponer diseños basados en ejemplos de la naturaleza está estrechamente relacionada con su creatividad y habilidades de innovación. El currículo actual de ciencias tiene como objetivo brindar a los estudiantes alfabetización científica y diversas habilidades relacionadas con la ciencia, entre las que destacan: la creatividad, el pensamiento crítico y la resolución de problemas. Por lo tanto, se espera que el alumnado presente ideas alternativas en la resolución de problemas y posea habilidades para desarrollar productos con ideas creativas. A través de la competencia STEM y/o STEAM, se busca formar a los estudiantes como futuros diseñadores, ingenieros y científicos. La práctica de la biomimesis no solo fomenta la creatividad y la innovación, sino que también desarrolla habilidades en el proceso científico, diseño y fabricación, alfabetización científica e investigación interdisciplinar. La implementación de la biomimesis en el aula permite que los estudiantes obtengan más conocimiento sobre los seres vivos que les rodean, así como sobre sus propiedades. Esto puede ayudarles a identificar problemas y diseñar soluciones basadas en los seres vivos (Uluçinar Sağır et al., 2022).

Por ejemplo, desde el centro experto para la innovación educativa holandés, trabajan constantemente en evaluar y rediseñar el sistema educativo. En el estudio de Roobeek, se investigó la importancia de esta disciplina y si el profesorado está preparado para integrarla, ya que, para ello, deben trabajar sinérgicamente las asignaturas de biología y tecnología, entre otras (Roobeek, 2019).

Este estudio encontró que la biomimesis tiene un gran potencial para ser implementada en educación secundaria, además de bachillerato. Los resultados indican que el profesorado requiere materiales que permitan el aprendizaje centrado en el estudiante, que despierte la curiosidad de estos, permita el aprendizaje activo e integre todo lo anterior en un proyecto

interdisciplinar que cubra las habilidades más necesitadas del siglo XXI para estar completamente preparados para el mundo laboral.

Aquí es exactamente dónde radica el valor intrínseco de la biomimesis, según los resultados de un análisis. Las recomendaciones más importantes son:

- Habilitar el aprendizaje centrado en el estudiante, despertando su curiosidad.
- Integrar el aprendizaje activo en temas interdisciplinares basados en proyectos.
- Integrar todas las habilidades del siglo XXI (Roobeek, 2019).

La biomimesis como método de aprendizaje contextual tiene potencial para ser utilizada en educación para la integración del entrenamiento de habilidades a través de las ciencias beta. Estas, de acuerdo con la terminología empleada en los Países Bajos (Tress et al., 2003; Vegt, 2019) son aquellas que han sido denominadas ciencias “duras” o naturales (incluyendo las matemáticas y las ciencias experimentales).

Los proyectos basados en la biomimesis alientan a los estudiantes a adquirir conocimientos y habilidades mientras aprenden a pensar de forma sostenible y circular. Hasta ahora, no se pueden encontrar muchos ejemplos donde la biomimesis se utilice en la educación secundaria. Junto a esto, hay una posible brecha entre cómo se desempeña la educación actual y lo que prescribe el currículo sobre cómo debería ser la situación ideal. Este vacío podría llenarse mediante el uso de la biomimesis como un método de diseño (Roobeek, 2019). Por tanto, este Trabajo de Fin de Máster (TFM) pretende estudiar cómo puede implementarse la biomimesis en el currículum de la Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato (ESO), de tal manera que sirva como herramienta para ayudar a integrar y estimular el aprendizaje sobre todo en biología y tecnología, pero también en otras materias como pueden ser matemáticas y física y química.

1.3. ¿Se puede trabajar la biomimesis en el aula? La metodología POE, ABP y pensamiento de diseño.

La biomimesis ofrece un amplio abanico de posibilidades al campo del diseño. Los organismos y sus ecosistemas brindan lecciones de diseño que pueden llevar a soluciones innovadoras a través de su analogía. La imitación biológica permite realizar una interpretación técnica de algo que ya existe en la naturaleza, evitando la necesidad de inventar desde cero y estableciendo una transferencia de conocimiento. En este sentido, la biología y sus expertos son fundamentales para comprender la lógica funcional de cada organismo y sus estrategias de adaptación a diferentes entornos. Su conocimiento permite abstraer principios y patrones que

pueden ser aplicados al diseño de productos, sistemas y servicios, aprovechando la eficiencia de la naturaleza. La biomimesis, al ser un enfoque multidisciplinario, fomenta la colaboración entre diseñadores, biólogos y otros especialistas para integrar conceptos y conocimientos de diferentes áreas y lograr soluciones más efectivas y sostenibles. Esta sinergia entre diseño y biología puede desencadenar avances significativos en la innovación y la resolución de problemas complejos en diferentes campos (Cabrero Olmos et al., 2021).

El aprendizaje inspirado en la naturaleza nos invita a explorar los principios que hacen de la naturaleza un modelo de sostenibilidad. Nos brinda la oportunidad de descubrir cómo estos principios pueden ayudarnos a abordar algunos de los mayores desafíos que enfrentamos actualmente, como el cambio climático, la creciente cantidad de residuos (especialmente plásticos) y la contaminación mencionados anteriormente. Además, permite a los estudiantes aplicar sus nuevas habilidades para crear soluciones reales que sean efectivas. La educación inspirada en la naturaleza es valiosa en la práctica docente debido a su capacidad para captar el interés de los estudiantes y generar entusiasmo. Dado que el interés de los estudiantes es un requisito previo para el aprendizaje efectivo, las pedagogías del profesorado deben tener en cuenta este aspecto tan importante. Al utilizar ejemplos de la naturaleza y enseñar a través de la biomimesis, se pueden crear experiencias de aprendizaje significativas que promuevan la participación de los estudiantes y su conexión con el mundo que les rodea, lo que resulta en un aprendizaje más efectivo y significativo (Dawson y Winks, 2021).

Además, la educación inspirada en la naturaleza no requiere que se agreguen nuevos contenidos académicos a los planes de estudio, no es un área temática en sí misma y no aumenta la carga de los planes de estudio existentes. Es un enfoque pedagógico. En lugar de agregar contenido, las ideas académicas existentes se exploran en contextos menos abstractos y más significativos que ayudan a atraer el interés de los estudiantes y a desarrollar su contacto y apreciación por el tema en estudio, así como con el mundo natural. Los temas escolares estándar simplemente se exploran conceptualmente en conexión con el mundo natural, utilizando una metodología científica para hacer y explorar preguntas y, por tanto, provocar curiosidad. En segundo lugar, se puede abordar una amplia variedad de ideas y temas académicos a través de enfoques educativos inspirados en la naturaleza. Muchas de las materias académicas, como arte, ciencia, matemáticas, química, física e ingeniería, se han desarrollado históricamente como resultado directo de la observación de los fenómenos naturales por parte de la humanidad. Un tercer aspecto a tener en cuenta es que las ideas y materias académicas se exploran en conexión con el contexto del mundo natural. Esto ni siquiera requiere que los estudiantes abandonen el

aula. Todas las ideas académicas y los temas explorados a través de un enfoque inspirado en la naturaleza pueden abordarse dentro de las cuatro paredes del aula (Dawson y Winks, 2021).

¿Mediante qué metodologías podemos introducir la biomimesis en el aula?

La primera de ellas es la que se conoce como **POE (predecir, observar y experimentar o explicar)**. Esta es una estrategia de enseñanza que permite conocer qué tanto comprende el alumnado sobre un tema al ponerlos ante tres tareas específicas: primero, el alumno o alumna debe predecir los resultados de algún experimento que se le presenta, o que él o ella mismo realiza; después, debe observar lo que sucede y registrar sus observaciones detalladamente; y, finalmente, debe explicar el fenómeno observado y reconciliar cualquier conflicto entre su predicción y sus observaciones (Hernández Millán y López Villa, 2011).

Asimismo, se pueden proponer los trabajos prácticos como actividades por indagación o descubrimiento, a través de las cuales se fomenta el desarrollo de habilidades de aprendizaje como la identificación de supuestos, el uso del pensamiento lógico y crítico y la consideración de explicaciones alternativas. Se propone una etapa inicial llamada *preindagación*, en la que el alumnado observa un experimento, o bien lo realiza siguiendo un protocolo, pero cuyos resultados son lo suficientemente interesantes como para que surjan algunas preguntas que pueden ser contestadas realizando un trabajo experimental (ahora sí, por indagación). En una segunda fase, los estudiantes formulan hipótesis relacionadas con la pregunta que quieren contestar, diseñan un experimento para contestar dicha pregunta y, finalmente, analizan si se comprobó o no su hipótesis (Hernández Millán y López Villa, 2011). De esta manera, el método POE puede ser introducido en el aula para introducir la biomimesis, ya que es una manera de aprender los saberes básicos de currículum, pero de una manera distinta, más innovadora y, generalmente por descubrimiento, ya que serán ellos y ellas quienes predigan sucesos, los observen y experimenten a través de la naturaleza para llegar a los objetivos finales que son: aprender, relacionarse con el resto de los compañeros y compañeras, entender el entorno en que habitan, etc.

Por su parte, una segunda metodología que puede implementarse en el estudio de la biomimesis es a través de proyectos interdisciplinarios o **aprendizaje basado en proyectos (ABP)**. Como se comentó anteriormente, la biomimesis integra distintas áreas como son la biología, la tecnología, la ingeniería, la física, las matemáticas, o el diseño, entre otras. El trabajo de proyectos en la educación secundaria obligatoria supone para el alumnado un trabajo de investigación a pequeña escala, a partir de un reto personal y grupal que permite adquirir

conocimiento de una o varias áreas del currículum. La metodología ABP supone una organización de tareas de aprendizaje basadas en la resolución de cuestiones y/o problemas, que implican al alumno o alumna en el diseño y planificación de su aprendizaje. El propio enfoque metodológico les conduce hacia la toma de decisiones y conlleva procesos de investigación, dándoles la oportunidad para trabajar de manera relativamente autónoma durante la mayor parte del tiempo (Alsina et al., 2019)

De la misma manera, IPBL (del inglés *interdisciplinary project-based learning*) es un enfoque pedagógico creativo que permite a los estudiantes de un área desarrollar proyectos para estudiantes con diferentes perfiles académicos. Puede ser implementado en cualquier institución de educación superior o secundaria que promueva el aprendizaje y la resolución de problemas en diferentes áreas temáticas. En distintos artículos queda demostrado que estas estructuras organizacionales en grupos cooperativos e interdisciplinarios es importante, ya que permite que el equipo sincronice sus esfuerzos, cada uno aportando sus fortalezas y recursos individuales para promover el aprendizaje del resto de los estudiantes. La participación de los estudiantes en actividades prácticas y de investigación interdisciplinarias no se limita a la realización de algún trabajo supervisado por profesores o especialistas. Además, el trabajo por proyectos ayuda a los estudiantes a superar algunas barreras erigidas por el egocentrismo disciplinario, desarrolla la creatividad y permite un equilibrio en el aprendizaje autónomo del estudiante. Esto es esencial tanto para la resolución de problemas como para el aprendizaje y enseñanza efectivos. El tema de la integración interdisciplinaria en la educación persigue tanto una reestructuración de todo el proceso de aprendizaje mediante la construcción de un modelo educativo innovador, como la introducción de metodologías y técnicas pedagógicas modernas.

Todo ello permite que se despierte el interés de los estudiantes, se mejore su motivación y compromiso en el proceso de aprendizaje y, finalmente, se mejore su nivel de cognición (Stozhko et al., 2015).

Por último, el pensamiento de diseño o *design thinking* es una metodología, aplicable en el ámbito educativo, que busca resolver problemas y enfrentar desafíos ofreciendo soluciones que se ajusten a las necesidades reales de las personas. Se basa en el enfoque de pensamiento y trabajo utilizado por expertos en diseño, integrando enfoques de diferentes campos y metodologías. El *design thinking* fomenta y promueve la empatía, la intuición, la creatividad y la generación de ideas innovadoras, además, cuando se aplica en el ámbito educativo, favorece el desarrollo de competencias para la resolución de problemas a través del trabajo en grupo y

de manera creativa. Los estudiantes “aprenden haciendo” y sienten que están contribuyendo de manera significativa. Se convierten en protagonistas de su propio aprendizaje al experimentar con herramientas y procesos que combinan momentos de generación de ideas diversas, de convergencia de soluciones y de síntesis de conocimientos (Gobierno de Canarias, 2018). Esta metodología posee varias fases o etapas:

1. **Empatizar**, sentir y observar: antes de empezar, se define el desafío y se crea un plan de proyecto.
2. **Definir** e interpretar: se comparte lo que se ha investigado, se encuentran los grandes temas, agrupando la información en temas y titulares y se convierten los problemas en oportunidades mediante preguntas generadoras de ideas.
3. **Idear**: se da rienda suelta a la imaginación y se piensa en propuestas de soluciones viables y valiosas. Posteriormente, se agrupa, se seleccionan y se discuten las mejores ideas.
4. **Prototipar** y experimentar: se modela y se experimenta, se construyen arquetipos y se obtiene retroalimentación mediante la distribución de los prototipos y la identificación de los aspectos que deben mejorarse.
5. **Testear** y evolucionar las ideas: se debe realizar un seguimiento de los aprendizajes, se define el éxito y se documenta el proceso, de esta manera se consigue que el alumnado avance (Gobierno de Canarias, 2018).

Por todo lo anterior, se hace evidente que estas metodologías (POE, ABP/IPBL y pensamiento de diseño) pueden ser una propuesta eficaz para trabajar la biomimesis en el aula.

1.4. Vinculación del tema con los ODS.

Los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) son parte de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, la cual es un plan de acción a favor del planeta, las personas y el futuro. Los diferentes Estados miembro de las Naciones Unidas aprobaron en 2015 una resolución en la que reconocen que existe un gran desafío actualmente. Los objetivos comentados anteriormente consisten en 169 metas de carácter integrado que se relacionan con diferentes áreas: económica, social y ambiental. De esta manera, los diferentes Estados se comprometieron a poner los medios necesarios para su implementación (Ministerio de Derechos Sociales y Agenda 2030, 2021).

Por tanto, los ODS son un llamamiento a la acción de los diferentes Estados para poner fin a la pobreza, proteger al planeta y mejorar la vida de las personas, que son los desafíos que

tenemos actualmente, entre otros (Ministerio de Derechos Sociales y Agenda 2030, 2021). Cada uno de los objetivos tiene unas metas específicas que deben alcanzarse antes de 2030 y para lograr estos propósitos, cada persona tiene que poner de su parte. En relación con la biomimesis, se le pueden asignar varios de estos objetivos:

Objetivo 4: Educación de calidad. La biomimesis puede aplicarse en el aula por medio de diferentes metodologías, es por esto por lo que el alumnado puede aprender diferentes competencias específicas y diversos saberes básicos, sobre todo mediante el nuevo currículum LOMLOE que se centra en estos ODS, la agenda 2030 y la ecología y sostenibilidad, entre otros. Por ejemplo, pueden aplicarse las metodologías POE, ABP, pensamiento de diseño, trabajar mediante grupos cooperativos, de manera interdisciplinar, etc.

Objetivo 7: Energía asequible y no contaminante. La biomimesis puede inspirar el diseño de tecnologías más eficientes y sostenibles para la generación y uso de energía. Por ejemplo, los paneles solares que imitan la estructura de las hojas de las plantas para maximizar la captación de luz solar y la producción de energía.

Objetivo 11: Ciudades y comunidades sostenibles. La biomimesis puede ayudar a diseñar edificios y ciudades más sostenibles al imitar los procesos y sistemas naturales para mejorar la eficiencia energética y la gestión de recursos. Por ejemplo, el diseño de edificios que imitan los sistemas de ventilación y enfriamiento de los termiteros para reducir el consumo de energía.

Objetivo 12: Producción y consumo responsables. La biomimesis puede inspirar la creación de productos y procesos más sostenibles al imitar los ciclos y sistemas naturales para reducir el desperdicio y mejorar la eficiencia. Por ejemplo, el diseño de envases biodegradables que imitan las propiedades de los frutos y semillas para proteger y conservar los alimentos.

Objetivo 13: Acción por el clima. La biomimesis puede ayudar a mitigar el cambio climático al imitar los procesos y sistemas naturales para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y promover la resiliencia climática. Por ejemplo, el diseño de tecnologías de captura de carbono que imitan la forma en que los corales capturan el carbono y lo transforman en minerales.

Objetivo 15: Vida de ecosistemas terrestres. La biomimesis puede ayudar a proteger la biodiversidad y los ecosistemas terrestres al imitar los procesos y sistemas naturales para restaurar y preservar los hábitats naturales. Por ejemplo, el diseño de sistemas de purificación

de agua que imitan los procesos naturales de filtración y purificación del agua en los humedales (Organización de las Naciones Unidas, 2015).

De acuerdo con Negrín Medina y Marrero Galván (2021), la LOMLOE desde su gestación ha estado marcada por la Agenda 2030 y sus ODS a través de la denominada Educación para la Ciudadanía Global (ECG) (Negrín Medina y Marrero Galván, 2021). No cabe duda, entonces, del interés que puede suscitar la biomimesis para el desarrollo de aquellas competencias transversales, como pueden ser el pensamiento crítico y la competencia integrada para la resolución de problemas, que forman parte de la Educación para el Desarrollo Sostenible que, a su vez, forma parte también de esa ECG (Negrín Medina y Marrero Galván, 2021; Rieckmann, 2018).

2. Planteamiento del problema

Las crecientes presiones sobre los recursos y el medio ambiente, junto con el impacto del cambio climático, nos obligan a buscar alternativas a las tecnologías y prácticas actuales en la generación de productos y materiales. Las metodologías utilizadas en la actualidad a menudo fomentan la producción de objetos de un solo uso, fabricados a partir de fuentes no sostenibles y no renovables como el petróleo. Esto resulta en una fabricación no sostenible ni reutilizable, y contribuye a la destrucción de diversos ecosistemas, ya que no hay suficiente espacio para almacenar la gran cantidad de residuos generados. Como resultado, la demanda de materiales reciclables y biodegradables está en aumento. En este sentido, la Unión Europea, por ejemplo, ha planteado la transición hacia una economía circular eficiente y regenerativa. Esta transición implica cambiar nuestro enfoque actual de "usar y desechar" hacia un enfoque que promueva la reutilización, el reciclaje y la regeneración de los recursos (Blok y Gremmen, 2016).

Por tanto, la biomimesis crea un enfoque diferente, respetuoso con la naturaleza, ya que pretende crear objetos y materiales biodegradables y reutilizables desde la exploración de esta y su aprendizaje, en lugar de explotar y dominar los diferentes ecosistemas, como ocurrió en la primera revolución industrial. Con la biomimesis se pretende que, tal y como ocurre en la naturaleza con las cadenas tróficas, cada organismo en un sistema vivo contribuya a la salud de todos y los desechos de un organismo, sirvan de alimento para el resto. De esta forma, se consigue que los nutrientes y la energía fluyan en ciclos que se van regenerando (Blok y Gremmen, 2016).

La educación es el principal medio para preparar a la sociedad para enfrentarse a este tipo de situaciones e intentar ponerles remedio. Al mismo tiempo, es necesaria para solventar los problemas derivados del cambio climático y los que lo producen.

En primera instancia, el objetivo de este trabajo consiste en analizar el concepto de biomimesis, observar sus ventajas y ver cómo se puede emplear en el aula desde diferentes estrategias y metodologías de aprendizaje.

Debido a la situación climática actual es conveniente educar a las nuevas generaciones en el respeto a la naturaleza y la sostenibilidad y, por tanto, en la EDS (Educación para el Desarrollo Sostenible) y sus competencias transversales (Rieckmann, 2018). Es por ello por lo que se plantea la introducción del concepto de biomimesis en el centro educativo con el fin de que el alumnado pueda ver la naturaleza desde otras perspectivas, ya que antes de comenzar con el trabajo se pensó que podía ser interesante evaluar de alguna manera la percepción del alumnado en relación con la biomimesis antes y después de impartir el taller en el centro en el que se realizaron las prácticas.

Es por ello por lo que se plantearon las siguientes cuestiones:

1º) ¿Qué metodologías se podrían aplicar para introducir el concepto de biomimesis en el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato (LOMLOE)?

2º) ¿Estas metodologías activas nos podrían servir para proponer una situación de aprendizaje (SA) donde se trabaje el concepto de biomimesis con el fin de asegurar un aprendizaje competencial de estos contenidos?

3º) ¿Se podría indagar en los conocimientos del alumnado respecto al concepto de biomimesis y en otros relacionados mediante una actividad de ideas previas y otra de consolidación una vez aplicada una propuesta de intervención?

3. Objetivos

En base a lo anteriormente expuesto, se ha propuesto como objetivo general del trabajo: Obtener información completa y actualizada acerca la biomimesis, abordándola desde el marco de la Educación Básica y el Bachillerato, así como investigar si es posible trabajarla en el aula desde la metodología POE, ABP y pensamiento de diseño.

Para la consecución de este objetivo general, se abordarán los siguientes objetivos específicos:

1. Introducir la biomimesis en el marco del currículo de la ESO y el Bachillerato en el marco de metodologías activas e interdisciplinarias.
2. Realizar una pequeña investigación sobre el conocimiento de la biomimesis entre el alumnado de 3º de la ESO del CPEIPS Decroly, centro donde se realizaron las prácticas formativas para el Máster de Formación del Profesorado.
3. Emplear la metodología POE, ABP y pensamiento de diseño en una situación de aprendizaje teniendo la biomimesis como hilo conductor.

4. Metodología

4.1. El centro

4.1.1. Historia del centro

El colegio Decroly fue creado en **1968** con la denominación de “Ángel de la Guarda” situado, entonces, en la calle Marqués de Celada nº 27 de La Laguna, dedicándose a la actividad de Enseñanza Primaria hasta que, más tarde, por la Ley de Educación General Básica, al no cumplir las normas legales de edificación exigidas del momento y teniendo en cuenta que el cierre causaba un problema para la escolarización del alumnado se compraron solares y se edificó en el sitio donde actualmente está ubicado.

Para la construcción se recurrió al Interés Social, que fue concedido por Real Decreto 3222/1976 de 3 de diciembre y publicado en el B.O.E. de 29 de enero de 1977. Se edificó en un solar de, aproximadamente, 11.000 m² en edificio de dos plantas con aulas amplias y ventiladas como todas sus dependencias y zonas deportivas correspondientes, así como con muchas facilidades de ampliación.

Obtuvo clasificación definitiva para 8 unidades de EGB y 2 de Preescolar mediante Resolución de fecha 27 de junio de 1980 según la D.G. de Educación. Por Resolución de 10 de junio de 1985 cambia su denominación por la actual de Colegio Decroly en memoria del médico y psicólogo belga, iniciador de la pedagogía científica basada en el método global y los centros de interés.

A la entrada en vigor de los conciertos educativos, el centro suscribió con la Administración, por primera vez, las ya mencionadas 8 unidades de EGB; más tarde, mediante solicitud, presentada por el centro, se autorizó para impartir por primer año el primer curso de ESO y la adaptación del concierto suscrito en aplicación de los artículos II y VI de la Orden 20 de marzo del 1996, (BOC nº 31 de 25 de marzo de la Dirección General de Promoción Educativa), donde se autoriza a impartir, durante el curso 1996/97, 1º de ESO y a la espera de resolver la situación “pendiente de obra” para ofrecer la secundaria completa. A partir de entonces, se fue incorporando año por año al concierto la continuidad de las enseñanzas hasta completar la etapa de la Educación Secundaria.

Cabe destacar que el centro se encuentra localizado en una zona en crecimiento, como ocurre en la mayoría de las zonas que circundan las ciudades y donde se ha venido satisfaciendo una clara necesidad de escolarización incrementada en los últimos tiempos en la etapa de la Secundaria Obligatoria (que en el centro se ofrece de manera concertada) por coincidir que los centros públicos desvían al alumnado a los IES, situados lejos de este, con la consiguiente preocupación de las familias que relacionan la edad de sus hijos con el cambio de centro y la distancia. El centro ofrece, además, el completar las enseñanzas no universitarias ofreciendo dos modalidades de bachillerato (de manera privada) con lo que se ha visto también, una mayor demanda en el puesto escolar en esta etapa de Secundaria que necesita seguir atendándose.

4.1.2. Características del entorno

El centro CPEIPS Decroly es un centro concertado y privado de Educación Infantil, Primaria, Secundaria y Bachillerato. Se encuentra en calle Camino Verde, número 125, en Las Mercedes. Se localiza a las afueras de San Cristóbal de La Laguna y a solo cinco minutos del centro, al norte de la isla. A un lado, el Valle de Agüere y el Monte de Las Mercedes con su tan característica laurisilva ofrece el contacto directo de pequeños y mayores con la naturaleza. A otro lado, la zona agrícola del municipio. Paraje semirural, de medianía, en el que aún hoy, perviven hortelanos y pequeños ganaderos. Se encuentra en la zona norte de la isla, en una zona un poco aislada al encontrarse en un entorno rural.

Las Mercedes es una entidad de población del municipio de San Cristóbal de La Laguna y es una de las puertas al Parque Rural de Anaga. **San Cristóbal de La Laguna** cuenta con 157.815 habitantes. La ciudad fue declarada Patrimonio de La Humanidad por la Unesco en 1999 por ser ejemplo único de ciudad colonial no amurallada.

Al igual que en toda Canarias, la sociedad lagunera fue el resultado de la convergencia de las aportaciones aborígenes, y de los conquistadores y colonos europeos. Creció en la confluencia de culturas entre América y Europa que la convirtieron en una ciudad con una sociedad multirracial o multinacional aún hoy palpable en sus calles y plazas gracias a la llegada del turismo, por ser Patrimonio de la Humanidad, y a la inmigración, esta última atraída por sus múltiples funciones urbanas (administración, comercio, servicios y universidad). El avance en los servicios sociales; sanidad, educación, seguridad, etc., ha supuesto una notable mejora en la calidad de vida del proletariado y las clases medias menos favorecidas.

En La Laguna germinaron las primeras instituciones docentes de Canarias, como la Universidad de San Fernando y el primer instituto de Bachillerato. En el año 2011, por ejemplo, contó con los mejores centros educativos de Canarias, hecho que supone una reducción paulatina del analfabetismo de su población.

En cuanto a la **economía** de la ciudad, está caracterizada por la diversidad, ya que aglutina ofertas de trabajo tanto en el sector primario, como en el secundario y el terciario. Si bien siempre ha existido una importante tradición agrícola, con el tiempo, el municipio se convirtió en el término que mayores servicios ofrece a la población de toda la Isla.

En la actualidad, la población se dedica, entre otras cosas, a la agricultura y ganadería. La zona comercial y urbana se encuentran en la zona centro y sur del municipio y turística en la costa norte. En la zona sur del municipio se encuentran los principales polígonos industriales donde se concentran fábricas y almacenes de alimentación y manufacturas, exportaciones y centros comerciales de gran tamaño de la rama de la alimentación, bricolaje, automóviles y equipamientos domésticos. En el casco histórico y en los 180 barrios del municipio se dispersa el comercio tradicional y la pequeña industria familiar. La mayoría de la población trabaja en el sector servicios.

La mayoría del alumnado que asiste al centro procede de Las Mercedes, aunque también de su expansión hacía el nordeste de la isla: Las Canteras, Pedro Álvarez; seguido de La Laguna casco, destacando las zonas de San Benito, Camino Las Gavias, Pozo Cabildo, al igual que hacía el Sureste Bº Nuevo, La Verdellada e incluso Finca España; hacía el oeste se les une El Portezuelo y Guamasa.

4.1.3. Características del centro

Actualmente el colegio Decroly es mixto y cuenta con aproximadamente 500 alumnos/as, 30 docentes y personal de administración y servicios. La jornada lectiva en el caso

de secundaria es continua (08:30-14:20h) lo que permite al alumnado asistir a actividades extraescolares en horario de tarde.

El colegio dispone de aulas actualizadas con los recursos tecnológicos propios que requiere la educación actual, también dispone de una biblioteca, un aula de música, un laboratorio, un aula de informática, otra de usos múltiples, así como otras aulas disponibles para realizar sesiones de apoyo para el alumnado que así lo necesite. El centro también dispone de servicio de comedor en el que la comida es realizada en el mismo centro y también oferta la posibilidad de acogida temprana para aquellas familias que necesitan dejar a sus hijos antes del comienzo de las clases por motivos de trabajo.

Actualmente, el colegio Decroly se encuentra dirigido por una directora, así como por un vicedirector y secretario y un jefe de estudios. Dentro de los órganos de coordinación, se encuentran varias orientadoras.

4.1.4. Ideario y proyecto educativo

En relación con la descripción de las Características del Proyecto Educativo (PEC), y teniendo en cuenta la globalización de la sociedad, el Colegio Decroly considera, como primera estrategia de PEC, priorizar las capacidades de expresión-comprensión y el fomento y desarrollo de las actitudes relacionadas con la adquisición de hábitos (lectores, de estudio, de comportamiento, etc.), así como estimular un compromiso de actuación que pase por una toma de conciencia sobre el medio ambiente y el uso de sus recursos implicando al alumnado a participar de la vida con conocimiento y respeto para la salud propia y del entorno.

El centro prioriza el uso de las tecnologías y la organización también de cursos de idiomas e intercambios con otros países de la Comunidad Europea, así como viajes y visitas culturales a instituciones y empresas públicas y privadas, museos, exposiciones, conciertos, teatro, etc.

Para todo ello, el centro cuenta con un equipo de profesionales dedicados a la educación del alumnado, impartándose mayor número de horas de clase al apoyarse en un sistema de refuerzo educativo, a fin de conseguir un nivel de conocimiento superior, para, en suma, ofrecer la mejor solución existente para la formación de niños/as y jóvenes.

4.2. Introducir la biomimesis en el marco del currículo de la ESO y el Bachillerato en el marco de metodologías activas e interdisciplinares.

En primer lugar, es de destacar que no se han encontrado artículos en los que se muestre la implementación de la biomimesis en el currículo de España. Es por ello por lo que me he basado en los currículos de otros países para la propuesta de introducción de este tema en el marco del currículo de la Educación Secundaria Obligatoria (ESO) y el Bachillerato español.

Es importante mencionar que la biomimesis tiene implicaciones para su incorporación en muchas disciplinas diferentes. Una de las áreas más accesibles para su integración, son las asignaturas relacionadas con la biología y/o las ciencias ambientales, sobre todo en la actualidad, ya que nos encontramos en pleno cambio climático (Staples, 2005).

Inherente a la aplicación de la biomimesis en el currículo está la aceptación de la educación como parte integral de un programa educativo. Asimismo, muchos científicos reconocen la importancia de enseñar principios de ecología para preparar a las próximas generaciones para estilos de vida más sostenibles. Sin embargo, no todos los sistemas educativos están integrando estos conceptos en las escuelas.

La biomimética o biomimesis puede desempeñar un papel fundamental en la educación sobre el medio ambiente. Al proporcionar un enfoque unificador, esta disciplina ofrece un modelo y un marco conceptual que promueven la exploración de nuestro planeta. En lugar de limitarnos a realizar análisis de costos y beneficios para la salud humana y el medio ambiente, podemos adoptar un enfoque basado en la naturaleza y modelar nuestros sistemas de acuerdo con sus principios. De esta manera, podemos trabajar en la prevención de la generación excesiva de residuos en lugar de centrarnos en su posterior limpieza.

La integración de la biomimesis en el currículo ambiental representa un nuevo y prometedor paradigma en la enseñanza por dos razones principales. En primer lugar, es necesaria la transferencia del optimismo con respecto a los temas ambientales. En segundo lugar, es una forma de abordar la importancia de la educación para un futuro sostenible (Staples, 2005).

Sin embargo, al ser la biomimesis un campo que está todavía en estudio, existen diversas cuestiones a tener en cuenta y que hay que solventar.

Debido a que la biomimesis es una superdisciplina que integra múltiples asignaturas y pedagogías para enseñar el conocimiento, sus métodos y valores deben desarrollarse, probarse y enseñarse al profesorado y al alumnado. Sin embargo, todavía hay varios aspectos de la

enseñanza y pedagogía de la biomimesis que están bajo investigación: qué y a quién enseñar, a quién involucrar en los proyectos, qué recursos, herramientas y métodos incluir en la docencia de la biomimesis, cuándo y cómo ofrecer su aprendizaje, etc. (Jacobs et al., 2022).

La problemática principal con esta cuestión es que los sistemas educativos mundiales no están diseñados para valorar significativamente la enseñanza y el aprendizaje interdisciplinares dentro del núcleo del plan de estudios. Aunque muchas instituciones educativas en todo el mundo han declarado que la enseñanza y el aprendizaje interdisciplinares son valiosos, incluso críticos para la educación de los estudiantes, muy pocos han adoptado estas habilidades dentro de la oferta educativa (Jacobs et al., 2022).

En la intersección de la biología y la ingeniería o tecnología, muchas de las metas asociadas con presentar a los estudiantes de secundaria la biomimesis son similares a las de animar a los estudiantes a explorar caminos en STEM o STEAM. En un estudio de Jacobs y colaboradores, se ha visto cómo se puede implementar la biomimesis mediante la preparación del profesorado durante el verano y luego creando pequeños grupos de trabajo en el aula, donde su tarea principal es diseñar guiándose por el profesorado. De esta manera, se consigue introducir la biomimesis en la clase, además de elementos STEM o STEAM del currículo (Jacobs et al., 2022). Con respecto a la evidencia de aprendizaje, los estudiantes han informado haber aprendido más sobre el pensamiento de diseño y la cooperación, además de habilidades asociadas específicamente con la biomimesis. Del mismo modo, el profesorado ha reconocido la importancia de los espacios de creación del alumnado y del aprendizaje más práctico, así como el pensamiento de diseño (aprendizaje experiencial) (Jacobs et al., 2022).

En cuanto a la introducción de la biomimesis en el marco del currículo de la ESO y Bachillerato, hay que tener en cuenta las metodologías activas e interdisciplinares. Esto es importante porque la relevancia que ocupan estos aspectos metodológicos al aplicarse en nuestro trabajo como docentes es muy importante, ya que el alumnado debe tomar plena responsabilidad para la adquisición de conocimientos y competencias mediante la implicación, motivación, atención y el trabajo constante, así como de corrientes de aprendizaje denominadas “pasivas” como la memorización, para crear una base sólida en el transcurso del aprendizaje (Gómez Jiménez, 2020). Por su parte, la interdisciplinariedad (o unión de varias materias afines para abordar los contenidos del currículo de forma más global) permite conectar los conocimientos con la realidad del alumnado, trabajar y poner en práctica los contenidos y adaptarlos al contexto del estudiante, lo que supone un aprendizaje más significativo. También

incentivan el trabajo autónomo del alumnado, con el profesor como guía, y ofrecen la opción de unificar los proyectos por ámbitos de conocimiento, de forma que varios docentes pueden supervisar y evaluar un mismo trabajo, lo que reduce la sensación de tener muchas tareas desconectadas entre sí (Salazar, 2020). Con todo ello, estas dos metodologías son especialmente útiles y beneficiosas para la introducción de la biomimesis en el aula.

Al encontrarnos en un proceso de transición entre dos leyes orgánicas educativas (derogación de la LOE en los términos dados por la LOMCE y despliegue de la nueva LOE en su nueva redacción dada por la LOMLOE), se estimó que era mejor adaptar la propuesta de una situación de aprendizaje a la nueva realidad curricular marcada por la LOMLOE. Es por ello por lo que en los apartados 4.4.1. y 4.4.2. se proponen dos situaciones de aprendizaje, con su correspondiente fundamentación curricular, en diferentes cursos tanto de la ESO como de Bachillerato bajo las directrices LOE-LOMLOE que, en nuestra Comunidad Autónoma para la materia de Biología y Geología, se materializa mediante el Decreto 30/2023, de 16 de marzo, por el que se establece la ordenación y el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato en la Comunidad Autónoma de Canarias (BOC núm. 58 de 23 de marzo).

Cabe destacar que en los apartados 4.4.1. y 4.4.2. se han realizado dos situaciones de aprendizaje con su correspondiente fundamentación curricular en diferentes cursos tanto de la ESO como de Bachillerato en la modalidad LOMLOE.

4.3. Realizar una investigación sobre el conocimiento de la biomimesis entre el alumnado.

Para mantener al alumnado interesado en el tema de la biomimesis y para motivarlos a adquirir conocimientos y experiencia en este campo, la educación de la biomimesis puede aprender de las experiencias de las competencias STEM y STEAM, ya que hay todavía muy pocos datos sobre la teoría educativa específica de la biomimesis y cómo enseñarla. Maltese y colaboradores recomiendan que la enseñanza de las ciencias sea personal, más relacionada con la vida del alumnado, es decir, relevante e individualizada, involucrando a los estudiantes con problemas del mundo real (Maltese y Tai, 2011). La biomimesis se conecta con los desafíos sociales actuales, como la sostenibilidad, el cambio climático y la contaminación, así como a la mejora de los productos que los estudiantes utilizan en su vida diaria.

Para conocer cómo se encuentra el estado sobre el conocimiento de la biomimesis en la actualidad se facilitó una actividad de ideas previas al alumnado del centro donde se realizaron

las prácticas, el CPEIPS Decroly y otra de consolidación con el objetivo de ver qué conocimientos poseen al respecto y con qué ideas se quedaron al finalizar la actividad.

4.4. Emplear la metodología POE, ABP y pensamiento de diseño en una situación de aprendizaje teniendo la biomimesis como hilo conductor.

Usando el enfoque constructivista, el aprendizaje ocurre cuando un individuo estructura el conocimiento en su mente con su propio esfuerzo y, por lo tanto, el profesorado tiene gran responsabilidad en este aspecto. De acuerdo con eso, el profesorado necesita determinar qué métodos y estrategias son efectivos para que el aprendizaje del alumnado sea significativo (Erdem Özcan y Uyanık, 2022).

El aprendizaje con enfoque constructivista requiere el uso de diversas estrategias y técnicas. **POE (predecir, observar y experimentar)** es una de las estrategias incluidas en este enfoque. Esta estrategia se caracteriza por estimar, verificar predicciones, definir observaciones, comparar, explicar predicciones con observaciones, dar información previa al alumnado y ayudarles a encontrar alternativas para hallar las soluciones a problemas complejos (Erdem Özcan y Uyanık, 2022).

La estrategia POE se enseña y aplica en laboratorios de ciencias o en las aulas y permite a los estudiantes vincular información científica con eventos naturales que suceden en su día a día. Este, por lo tanto, puede ser visto como uno de los métodos que deben ser utilizados por el profesorado para que el aprendizaje ocurra en la mente del alumnado de manera permanente. La estrategia POE activa los conocimientos previos del alumnado, permite que alumnado busque soluciones a sus propios problemas y trata de asegurarse de que el estudiante sigue el método sin saltarse las etapas. Además, esta estrategia, anima a los estudiantes a desarrollar la confianza en sí mismos, asumir responsabilidades en el trabajo individual y en grupo, a responsabilizarse de su propio aprendizaje, a mostrar motivación, a realizar predicciones, etc., por lo que promueve diversas actitudes y la adquisición de distintas competencias (Erdem Özcan y Uyanık, 2022).

La estrategia POE también saca a los estudiantes del papel de observadores pasivos y los incorpora en el proceso desde el inicio del experimento hasta su finalización. Esta estrategia consta de tres etapas: predicción, observación y experimentación o explicación. En este contexto, el alumnado debe primero predecir el resultado de una demostración, evento o experimento, luego para observar, y finalmente experimentar para exponer sus hipótesis y hallazgos en acuerdo con sus predicciones y observaciones (Erdem Özcan y Uyanık, 2022).

En lugar de informar al alumnado directamente, el profesorado debe guiarlos para que piensen y consigan llevar a cabo el método contrastando su hipótesis o predicciones (Erdem Özcan y Uyanık, 2022).

Diversos autores han puesto de manifiesto que la estrategia POE es efectiva, sobre todo, en ciencia, aunque también en otras áreas de la educación (Erdem Özcan y Uyanık, 2022). Por tanto, se ha comprobado que esta estrategia es beneficiosa para ayudar al alumnado a aprender conceptos, desarrollar actitudes y competencias y aumentar el interés en las materias de ciencias, lo que es de gran ayuda, ya que conseguir el aprendizaje significativo en ciencias, por lo general es difícil. Esto se debe a que la ciencia consta de conceptos intangibles, a menudo abstractos, y a los estudiantes les resulta difícil incorporarlos a sus esquemas mentales previos. Por todo ello, es decisivo centrarse en cómo el estudiante aprende y diseñar actividades con métodos efectivos para lograr que el aprendizaje sea significativo (Erdem Özcan y Uyanık, 2022).

En el ámbito de la Comunidad Autónoma de Canarias, la estrategia POE ha sido empleada por Rivera Gavidia y Marrero Galván (2023) para predecir y explicar situaciones científicas del currículo de Física y Química en centros de educación secundaria de las islas. Para estos autores, la estrategia POE fue recibida por el alumnado de manera positiva para el aprendizaje de la Física y Química, ya que sus actividades fueron consideradas como motivadoras y atractivas, máxime cuando se combinaba con experimentos caseros (Rivera Gavidia y Marrero Galván, 2023).

Por su parte, el enfoque del **Aprendizaje Basado en Proyectos** o **ABP** implica la conformación de equipos que incluyan a individuos con diferentes perfiles, áreas disciplinarias, idiomas y culturas, los cuales trabajan juntos en la ejecución de proyectos para resolver problemas reales. La diversidad de estos equipos brinda grandes oportunidades para el aprendizaje y prepara a los estudiantes para desenvolverse en entornos diversos. Para lograr resultados exitosos en el trabajo bajo este enfoque, se requiere un diseño instruccional bien definido, una definición clara de los roles de cada miembro y un sólido fundamento en el diseño de proyectos (Galeana, 2022).

Esta metodología se basa en un enfoque de aprendizaje en el que los estudiantes planifican, implementan y evalúan proyectos con aplicaciones en el mundo real, más allá del aula. Este modelo se basa en el constructivismo, una corriente teórica que surge a partir de las investigaciones de psicólogos y educadores como Lev Vygotsky, Jerome Bruner, Jean Piaget y

John Dewey. El constructivismo se apoya en una comprensión cada vez más amplia del funcionamiento del cerebro humano, incluyendo la forma en que almacena y recupera información, aprende y cómo el aprendizaje amplía y enriquece el conocimiento previo. Según esta corriente teórica, el aprendizaje es el resultado de la construcción de ideas y conceptos a partir de los conocimientos actuales y previos. El Aprendizaje Basado en Proyectos promueve actividades de aprendizaje centradas en el estudiante, interdisciplinarias y a largo plazo (Galeana, 2022).

El ABP proporciona entornos auténticos de enseñanza y aprendizaje para estudiantes y profesorado. Las aplicaciones del uso de este método en las escuelas se extienden desde infantil hasta la universidad. Con diferentes objetivos en cada nivel, el APB apoya la construcción del conocimiento de manera individual y la autosuficiencia sobre el aprendizaje, aunque también el aprendizaje de manera cooperativa y/o colaborativa. Por lo tanto, este método promueve el aprendizaje permanente (Capraro et al., 2013). Más concretamente, el ABP es de especial interés en la etapa secundaria, ya que se basa, entre otras cosas, en el pensamiento de diseño, el cual es transversal a distintas áreas fomentando la contextualización del aprendizaje y, por tanto, el entendimiento de los saberes básicos a la vez que se adquieren distintas competencias inter e intrapersonales (Condliffe et al., 2017).

Por último, cabe mencionar que la metodología ***Design Thinking*** o **Pensamiento de Diseño** permite desarrollar de manera analítica y creativa ideas innovadoras para dar salida a los problemas planteados en la búsqueda de la mejor solución posible, mediante la experimentación, el modelado y la creación de prototipos (maquetas y similares) con el fin de obtener nueva información y el rediseño del prototipo en caso necesario (Arias Flores et al., 2019). Desde el punto de vista operativo, el pensamiento de diseño propugna la resolución de problemas o desafíos, de manera creativa y cooperativa, mediante la detección de la problemática, la materialización del diseño e iterando la solución para su mejora (Steinbeck, 2011).

Esta metodología, como se comentó previamente, consta de varias fases (empatizar, definir, idear, prototipar las ideas y evaluar o testear) y que se desarrolla de manera cooperativa en el aula (Otero Calviño et al., 2022), permitiendo la asunción de una postura crítica y reflexiva del trabajo que se lleva a cabo, participando en los procesos didácticos planteados por el docente, con el fin de diseñar su propio escenario de aprendizaje. En nuestra comunidad existen ejemplos de la aplicación de esta metodología en la educación secundaria, bien de manera

genérica (Otero Calviño et al., 2022) o combinada con el aprendizaje basado en la indagación (Negrín Medina et al., 2023).

Como la biomimesis se puede enseñar desde varias metodologías, se idearon dos situaciones de aprendizaje donde se pudiera aplicar tanto la metodología POE (predecir, observar, experimentar), como el ABP (aprendizaje basado en proyectos) y el pensamiento de diseño, además de explicarse que se puede trabajar de manera interdisciplinar y en trabajos cooperativos. La primera situación de aprendizaje (punto 4.4.1.) es genérica y se ha planteado para que se pueda desarrollar en el aula durante unas once sesiones. Esta ha sido diseñada para que encaje y pueda utilizarse en cualquier curso de la Educación Secundaria Obligatoria (1º, 3º, 4º) y Bachillerato (1º y 2º). La segunda situación de aprendizaje (parcial, punto 4.4.2) ha sido adaptada para aplicarse en el Colegio Decroly en un taller de dos sesiones durante la semana de la cultura para 3º de la ESO (A y B).

4.4.1. Situación de aprendizaje genérica

Como se ha comentado previamente, para esta temática se ha planteado una situación de aprendizaje genérica y una parcial. La genérica se corresponde con lo que se cree que sería un tiempo adecuado para tratar el concepto de biomimesis y todo lo que conlleva, ya que existen diversas competencias, criterios de evaluación y saberes básicos asociados a esta y que pueden trabajarse a través de la biomimesis.

La situación de aprendizaje genérica se llama “Biomimesis: aprendiendo de la naturaleza”, la cual consta de 11 sesiones.

Tabla 1. Resumen de las diferentes sesiones incluidas en la situación de aprendizaje "Biomimesis: aprendiendo de la naturaleza".

Título: “Biomimesis: aprendiendo de la naturaleza”	
Sesión 1	¡Bio-mimetízate!
Sesión 2	¡Explora la naturaleza!
Sesiones 3-11 (9 sesiones)	Piensa como la naturaleza

4.4.1.1. Descripción de la situación de aprendizaje

A lo largo de esta situación de aprendizaje llamada “Biomimesis: aprendiendo de la naturaleza”, se persigue que el alumnado de diferentes cursos aprenda a resolver problemas que se le puedan plantear en su vida diaria desde el punto de vista de la Biología y la Tecnología.

Con las distintas actividades se pretende que el alumnado aprenda, entre otros aspectos a analizar conceptos y procesos biológicos interpretando y valorando la información en diferentes formatos para extraer conclusiones propias. Además, se aspira a que el alumnado sea capaz de localizar y contrastar información de distintas fuentes para resolver cuestiones sobre Biología relacionadas con diversos saberes básicos como pueden ser los relacionados con la ecología y sostenibilidad.

Asimismo, se intenta que el alumnado plantee preguntas e hipótesis que puedan ser respondidas o contrastadas utilizando las destrezas propias del trabajo científico para explicar fenómenos biológicos e intentar realizar predicciones sobre estos. También pretende que el alumnado sea capaz de diseñar proyectos de investigación que supongan la experimentación, la toma de datos y el análisis de fenómenos biológicos con la finalidad de poder dar respuesta a preguntas concretas y contrastar una hipótesis planteada (lo cual se relaciona con la metodología POE). Así como realizar, de manera individual o colaborativa/cooperativa, experimentos para comprobar una hipótesis planteada, con el objetivo de fomentar el pensamiento científico. Igualmente, que sean capaces de interpretar los resultados obtenidos en un proyecto de investigación utilizando herramientas matemáticas o tecnológicas para obtener conclusiones fundamentadas, reformulando el procedimiento si fuera preciso y comunicando los resultados en el formato adecuado. Adicionalmente, se espera que el alumnado proponga y adopte hábitos sostenibles, a partir del análisis crítico de las actividades propias y ajenas, utilizando sus propios razonamientos, los conocimientos adquiridos y la información disponible a través de distintas fuentes, con el objetivo de desarrollar y comunicar ideas y soluciones innovadoras, éticas y sostenibles dirigidas a mejorar la calidad de vida de nuestro planeta, etc.

Los saberes básicos asociados a esta situación de aprendizaje dependerán del curso en el que se lleve a cabo, por lo que este apartado está sujeto a cambios. En general, los saberes básicos serán todos aquellos relacionados con la ecología y sostenibilidad, aunque también pueden asociarse otros como el proyecto científico, los cuales se repiten tanto en la Educación Secundaria Obligatoria como en Bachillerato.

4.4.1.2. Justificación

Es importante que el alumnado adquiera habilidades y destrezas del trabajo científico. Por ello, se ha elegido este enfoque en el planteamiento de la situación de aprendizaje. Permite, además, ir proporcionando nuevos conceptos y orientaciones para que vayan adquiriendo competencias. El alumnado se va a situar en tres tipos de contextos que favorecerán su

desempeño competencial: un contexto de escritura y comunicación científica, un contexto de observación directa de la naturaleza y otro de búsqueda de información, trabajo manual en taller, trabajo digital y comunicativo.

En el primero de los contextos, relacionado con el desempeño comunicativo en ciencia, guarda relación con que el alumnado tenga que esforzarse por aplicar sus conocimientos previos sobre el tema en una actividad de ideas previas, para posteriormente aprender en un seminario o taller y tomar apuntes al respecto. Esto se basa en algunos de los criterios de evaluación como:

- a) **CE 1.1:** Explicar conceptos y procesos biológicos interpretando información en diferentes formatos, con el fin de elaborar conclusiones y compartir conocimiento con actitud cooperativa y respetuosa, en el caso de 1º de la ESO.
- b) **CE 5.2:** Proponer y adoptar hábitos sostenibles, a partir de las actividades propias y ajenas, utilizando sus propios razonamientos, los conocimientos adquiridos y la información disponible a través de distintas fuentes, con el objetivo de presentar ideas y soluciones innovadoras, éticas y sostenibles dirigidas a mejorar la calidad de vida del entorno próximo, en el caso de 1º, 3º, 4º de la ESO y primero de Bachillerato.

El segundo de estos tres contextos se establece con tal de generar las condiciones propicias para que el alumnado, mediante la observación directa en la naturaleza, aprenda a identificar ejemplos de elementos naturales que observan en su día a día y que les pueden servir como guía para resolver posibles problemas que les surjan y/o para la siguiente actividad. De esta manera, en esta salida de campo o excursión por los alrededores del centro, pueden aprender a reconocer la importancia de la ciencia en la resolución de los problemas ambientales actuales y del futuro, a cooperar y a debatir en la búsqueda de soluciones para estos. Al afrontar esta situación, se ponen de manifiesto los aspectos recogidos en algunos de los criterios de evaluación, como puede ser:

- a) **CE 1.1** de 1º, 3º, 4º de la ESO y 2º de Bachillerato de la asignatura de Ciencias Generales: explicar conceptos y procesos biológicos interpretando información en diferentes formatos, con el fin de elaborar conclusiones y compartir conocimiento con actitud cooperativa y respetuosa.
- b) **CE 3.1**, en el caso de 1º, 3º, 4º y 1º de Bachillerato: plantear preguntas e hipótesis que puedan ser respondidas utilizando las destrezas propias del trabajo científico para intentar explicar fenómenos biológicos principalmente.

Por último, el tercer contexto en el que se sitúa al alumnado, lo enfrenta a tener que elaborar cooperativamente una maqueta basada en un problema que se hayan encontrado en su día a día y que esté basada en la biomimesis. Con esta maqueta se pretende poner solución a dicho problema. Además, deberán realizar un póster acerca de la elaboración de la maqueta, y, por último, deberán exponer tanto la maqueta como el póster al resto de sus compañeros y compañeras. Con esto se pretende trabajar el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), ya que deberán buscar información acerca de la biomimesis y de cómo elaborar la maqueta siempre guiados y guiadas por el profesorado, empleando el *Design Thinking* o Pensamiento de Diseño para la elaboración de la maqueta. Todo ello se justifica mediante diferentes criterios de evaluación dependiendo del curso en el que se aplique, además de poder utilizarse de manera interdisciplinar con asignaturas como Tecnología o Tecnología y Digitalización. Entre los criterios de evaluación asociados que se encuentran con más detalle en el apartado de fundamentación curricular de la SA, se hallan:

- a) **CE 1.2:** Transmitir información sobre procesos biológicos de forma clara y utilizando el vocabulario y los formatos adecuados con el fin de facilitar su comprensión y generar curiosidad e interés por la ciencia, en todos los cursos.
- b) **CE 3.2:** Diseñar pequeños proyectos de investigación relacionados con procesos y fenómenos que supongan experimentación, con la finalidad de poder dar respuesta a preguntas concretas.
- c) **CE 3.3:** Realizar de manera cooperativa experimentos sencillos sobre fenómenos biológicos, utilizando los instrumentos, herramientas o técnicas adecuadas y respetando las normas de uso y seguridad en el laboratorio o taller, con el fin de fomentar el pensamiento científico, valorar la importancia del trabajo en equipo y comprender el alcance y las limitaciones de la ciencia, etc.

4.4.1.3. Evaluación

La evaluación o análisis de las distintas actividades que constituyen esta situación de aprendizaje se caracterizará por ser de carácter formativo y continuo. Así, el proceso de aprendizaje y adquisición de las competencias por parte del alumnado se articula mediante un constante proceso de retroalimentación en el que el profesorado informa al alumnado sobre su progreso, los aspectos a mejorar y los que debe mantener. Además, el proceso de adquisición de las competencias es continuo por lo que también lo es su evaluación.

Como se ha explicado anteriormente, en esta situación de aprendizaje se trabajarán y

evaluarán distintas competencias específicas dependiendo del curso en el que se lleve a cabo, pero, en general, pueden trabajarse muchas de ellas, ya que el concepto de biomimesis es transversal y holístico, y puede aplicarse a múltiples competencias de los diferentes cursos. Estas competencias junto con sus criterios de evaluación asociados pueden evaluarse siguiendo los descriptores operativos señalados más adelante (véase el apartado de Fundamentación curricular). La evaluación de estas competencias se llevará a cabo mediante el uso de varias técnicas de evaluación, en concreto, mediante observación sistemática, sondeo a través de encuestas (actividades de ideas previas y de consolidación) y análisis de los productos.

La técnica de observación sistemática se emplea en la evaluación de todos los criterios, pues al llevar a cabo una evaluación formativa, el profesorado irá anotando diariamente cómo trabajan y progresan sus estudiantes para poder darles el *feedback* que requieren. Para aplicarla, se emplearán como herramientas de evaluación el diario del profesor y los registros anecdóticos que se emplearán para tomar nota sobre todos los instrumentos y productos realizados por el alumnado.

La técnica de sondeo mediante encuestas se aplicará para evaluar ciertos criterios pues algunos están más relacionados con parámetros medibles. Las actividades de ideas previas y consolidación nos dan acceso a conocer si el alumnado posee conocimientos previos acerca del concepto de biomimesis y cuáles ha entendido después de toda la secuenciación de la situación de aprendizaje.

La técnica de análisis de productos se empleará para evaluar otros criterios asociados a la elaboración de la maqueta, el póster y su exposición al resto de compañeros y compañeras y el análisis de la actividad de consolidación para la obtención de resultados y su observación para comprobar qué han aprendido con la situación de aprendizaje.

En este caso, la mayor parte de la evaluación es una heteroevaluación.

Tabla 2. Ponderación de los productos elaborados durante las sesiones de la situación de aprendizaje genérica.

Producto	Ponderación
Maqueta	50%
Póster	20%
Presentación	30%

Tabla 3. Rúbrica para la evaluación de la maqueta realizada de manera cooperativa relacionada con la biomimesis. Con esta se pretende que solucionen un problema de su vida diaria o de su entorno usando las herramientas de la biomimesis. Elaboración propia basada en otras vistas previamente.

Categorías	Insuficiente (0-4)	Suficiente (5)	Bien (6)	Notable (7-8)	Sobresaliente (9-10)
Búsqueda y selección de la información	No realiza prácticamente una búsqueda de información y aquella información seleccionada no es relevante.	Pocas veces consulta fuentes de información, y la información seleccionada es insuficiente y poco relevante.	Algunas veces consulta fuentes de información, y la información seleccionada es insuficiente y poco relevante.	La mayoría de las veces consulta fuentes de información de calidad, y selecciona información suficiente y relevante.	Siempre consulta fuentes de información de calidad, y selecciona información suficiente y muy relevante.
Comprensión del tema	No comprende qué es la biomimesis ni las principales herramientas para crear objetos que solucionen problemas relacionados con su entorno.	Pocas veces comprende conceptos sobre la biomimesis y las principales herramientas para crear objetos que solucionen problemas relacionados con su entorno.	Algunas veces comprende algunos conceptos sobre la biomimesis y las principales herramientas para crear objetos que solucionen problemas relacionados con su entorno.	La mayoría de las veces comprende la mayoría de los conceptos trabajados sobre la biomimesis y las principales herramientas para crear objetos que solucionen problemas relacionados con su entorno.	Comprende en profundidad todos los conceptos trabajados sobre la biomimesis y las principales herramientas para crear objetos que solucionen problemas relacionados con su entorno.
Diseño de la maqueta	La presentación no resulta atractiva y no está basada en la naturaleza. No se ha cuidado el diseño (colores, formas...). No utiliza materiales ni elementos biodegradables o reciclados.	La presentación es correcta y está más o menos basada en la naturaleza. No se ha cuidado el diseño (colores, formas...). Apenas ha usado elementos o materiales biodegradables o reciclados.	La presentación de la maqueta es correcta y está basada en la naturaleza. No se ha cuidado especialmente el diseño (colores, formas...). No siempre utiliza elementos o materiales biodegradables o reciclados.	La presentación de la maqueta es atractiva y está basada en la naturaleza. Se ha cuidado el diseño (colores, formas...). Utiliza elementos y materiales biodegradables o reciclados para elaborarla.	La presentación de la maqueta es muy atractiva y está basada en la naturaleza. Se ha cuidado especialmente el diseño (colores, formas...). Utiliza elementos y materiales biodegradables y reciclados para elaborarla.
Utilidad/ funcionamiento de la maqueta	La maqueta recoge pocos de los aspectos que se propusieron al inicio de la actividad. No funciona y no es útil.	La maqueta elaborada recoge los aspectos básicos que se propusieron al inicio de la actividad. No funciona, pero es útil; o funciona, pero no es útil.	La maqueta elaborada recoge los aspectos básicos que se propusieron al inicio de la actividad. A veces funciona y es más o menos útil.	La maqueta elaborada recoge casi todos los aspectos que se propusieron desde el inicio de la actividad, funciona casi siempre y es útil.	La maqueta elaborada recoge todos los aspectos que se propusieron desde el inicio, funciona siempre y es útil.

Tabla 4. Rúbrica para la evaluación del póster realizado de manera cooperativa relacionado con la biomimesis y la elaboración de la maqueta. Con este se pretende que expliquen qué es la biomimesis, qué les inspiró para darse cuenta del problema, qué elemento de la naturaleza usaron como inspiración y cómo realizaron la maqueta. Elaboración propia basada en otras vistas previamente.

Categorías	Insuficiente (0-4)	Suficiente (5)	Bien (6)	Notable (7-8)	Sobresaliente (9-10)
Búsqueda y selección de la información	No realiza prácticamente una búsqueda de información y aquella información seleccionada no es relevante.	Pocas veces consulta fuentes de información, y la información seleccionada es insuficiente y poco relevante.	Algunas veces consulta fuentes de información, y la información seleccionada es insuficiente y poco relevante.	La mayoría de las veces consulta fuentes de información de calidad, y selecciona información suficiente y relevante.	Siempre consulta fuentes de información de calidad, y selecciona información suficiente y muy relevante.
Comprensión del tema	No comprende qué es la biomimesis, ni qué problemas se encuentran a su alrededor y que pueden solucionar o cómo se realizó la maqueta.	Pocas veces comprende conceptos sobre la biomimesis, qué problemas se encuentran a su alrededor y que pueden solucionar y cómo se realizó la maqueta.	Algunas veces comprende algunos conceptos sobre la biomimesis, qué problemas se encuentran a su alrededor y que pueden solucionar y cómo se realizó la maqueta.	La mayoría de las veces comprende la mayoría de los conceptos trabajados sobre la biomimesis, qué problemas se encuentran a su alrededor y que pueden solucionar y cómo se realizó la maqueta.	Comprende en profundidad todos los conceptos trabajados sobre la biomimesis, qué problemas se encuentran a su alrededor y que pueden solucionar y cómo se realizó la maqueta.
Diseño del póster	La presentación no resulta atractiva. No se ha cuidado el diseño (letras, colores, formas...). No utiliza elementos gráficos y/o audiovisuales muy relevantes que ilustran el contenido.	La presentación es correcta. No se ha cuidado el diseño (letras, colores, formas...). Apenas ha usado elementos gráficos y/o audiovisuales muy relevantes que ilustran el contenido.	La presentación del póster es correcta. No se ha cuidado especialmente el diseño (letras, colores, formas...). No siempre utiliza elementos gráficos y/o audiovisuales muy relevantes que ilustran el contenido.	La presentación del póster es atractiva. Se ha cuidado el diseño (letras, colores, formas...). Utiliza elementos gráficos y/o audiovisuales muy relevantes que ilustran el contenido.	La presentación del póster es muy atractiva. Se ha cuidado especialmente el diseño (letras, colores, formas...). Utiliza elementos gráficos y/o audiovisuales muy relevantes que ilustran el contenido.
Contenido del póster	El póster recoge pocos de los aspectos de contenido que se proponían. La información por lo general no está bien organizada, hay fallos de coherencia y cohesión que dificultan la comprensión.	El póster elaborado recoge los aspectos básicos de contenido que se proponían. La información no está bien organizada.	El póster elaborado recoge algunos de los aspectos de contenido que se proponían. La información está bastante organizada.	El póster elaborado recoge casi todos los aspectos de contenido que se proponían. La información está bastante bien organizada.	El póster elaborado recoge todos los aspectos de contenido que se proponían. La información está muy bien organizada.

Tabla 5. Rúbrica para la evaluación de la presentación realizada de manera cooperativa relacionada con la biomimesis, la elaboración de la maqueta y el póster. Con este se pretende que muestren la maqueta y expliquen el proceso de diseño, la inspiración en que se basaron y los principios de biomimesis utilizados. Elaboración propia basada en otras vistas previamente.

Categorías	Insuficiente (0-4)	Suficiente (5)	Bien (6)	Notable (7-8)	Sobresaliente (9-10)
Exposición	No hay orden en las ideas que expone. Evidencia inseguridad sin poder articular ideas coherentes. Desorden en la organización del equipo e inadecuado manejo de los tiempos. Mucho tiempo invertido en secciones poco relevantes. Se aprecia que el trabajo lo hubiera realizado básicamente una persona del equipo.	Desarrolla solo las ideas principales. Titubea y hace desarrollos del tema innecesarios. No hay un buen manejo del tiempo y una inadecuada distribución entre los integrantes del equipo. Hay un manejo más o menos equilibrado de los integrantes, aunque queda claro quién lleva el liderazgo en el planteo del proyecto.	Expone una introducción directa. Hay un buen manejo del tiempo, pero con inadecuada distribución entre los integrantes del equipo, se aprecia un equilibrio a favor de uno o dos de ellos. Hay un manejo más o menos equilibrado de los integrantes, aunque a veces se puede ver quién lleva el liderazgo en el planteo del proyecto.	Realiza una buena introducción. Expone de manera secuencial las ideas principales. Expresa sus ideas con fluidez. Hay un buen manejo del tiempo, con una distribución más o menos adecuada entre los integrantes del equipo, y equilibrada participación en las partes del proceso. Se nota que la mayoría han participado activamente en el desarrollo del proyecto.	Realiza una introducción motivadora. Expone de manera secuencial y jerárquica los subtemas e ideas principales. Expresa sus ideas con seguridad y fluidez. Hay un buen manejo del tiempo, con adecuada distribución entre los integrantes del equipo, y equilibrada participación en todas las partes del proceso. Se nota que todos han participado activamente en el desarrollo del proyecto.
Comprensión del tema	No comprende qué es la biomimesis ni las principales herramientas para crear objetos que solucionen problemas relacionados con su entorno.	Pocas veces comprende conceptos sobre la biomimesis y las principales herramientas para crear objetos que solucionen problemas relacionados con su entorno.	Algunas veces comprende algunos conceptos sobre la biomimesis y las principales herramientas para crear objetos que solucionen problemas relacionados con su entorno.	La mayoría de las veces comprende la mayoría de los conceptos trabajados sobre la biomimesis y las principales herramientas para crear objetos que solucionen problemas relacionados con su entorno.	Comprende en profundidad todos los conceptos trabajados sobre la biomimesis y las principales herramientas para crear objetos que solucionen problemas relacionados con su entorno.
Diseño de la presentación	La presentación no resulta atractiva. No se ha cuidado el diseño (letras, colores, formas...). No utiliza elementos gráficos y/o audiovisuales muy relevantes que ilustran el contenido.	La presentación es correcta. No se ha cuidado el diseño (letras, colores, formas...). Apenas ha usado elementos gráficos y/o audiovisuales muy relevantes que ilustran el contenido.	La presentación es correcta. No se ha cuidado especialmente el diseño (letras, colores, formas...). No siempre utiliza elementos gráficos y/o audiovisuales muy relevantes que ilustran el contenido.	La presentación es atractiva. Se ha cuidado el diseño (letras, colores, formas...). Utiliza elementos gráficos y/o audiovisuales muy relevantes que ilustran el contenido.	La presentación es muy atractiva. Se ha cuidado especialmente el diseño (letras, colores, formas...). Utiliza elementos gráficos y/o audiovisuales muy relevantes que ilustran el contenido.

<p>Contenido de la presentación</p>	<p>La presentación recoge pocos de los aspectos de contenido que se proponían. La información por lo general no está bien organizada, hay fallos de coherencia y cohesión que dificultan la comprensión.</p>	<p>La presentación elaborada recoge los aspectos básicos de contenido que se proponían. La información no está bien organizada.</p>	<p>La presentación elaborada recoge algunos de los aspectos de contenido que se proponían. La información está bastante organizada.</p>	<p>La presentación elaborada recoge casi todos los aspectos de contenido que se proponían. La información está bastante bien organizada.</p>	<p>La presentación elaborada recoge todos los aspectos de contenido que se proponían. La información está muy bien organizada.</p>
--	--	---	---	--	--

4.4.1.4. Fundamentación curricular

A continuación, se dispone la fundamentación curricular diseñada para cada curso:

FUNDAMENTACIÓN CURRICULAR 1º ESO		
Competencia específica		
Número	Descripción	Descriptorios operativos de las competencias clave. Perfil de salida.
1	Interpretar y transmitir información y datos científicos, argumentando sobre ellos y utilizando diferentes formatos, para analizar conceptos y procesos de las ciencias biológicas.	CCL1, CCL2, CCL5, STEM4, CD2, CD3, CCEC4
2	Identificar, localizar y seleccionar información, organizándola y evaluándola críticamente, para resolver preguntas relacionadas con las ciencias biológicas.	CCL3, CD1, CD2, CD4, CPSAA4
3	Planificar y desarrollar proyectos de investigación, siguiendo los pasos de las metodologías científicas y cooperando cuando sea necesario, para indagar en aspectos relacionados con las ciencias biológicas.	CCL1, CCL2, CCL3, STEM1, STEM2, STEM3, STEM4, CD1, CD2, CPSAA3, CC3
4	Utilizar el razonamiento y el pensamiento computacional, analizando críticamente las respuestas y soluciones y reformulando el procedimiento, si fuera necesario, para resolver problemas o dar explicación a procesos de la vida cotidiana.	STEM1, STEM2, CD5, CPSAA5, CE1, CE3, CCEC4
5	Analizar los efectos de determinadas acciones sobre el medio ambiente y la salud, basándose en los fundamentos de las ciencias biológicas, para promover y adoptar hábitos que eviten o minimicen los impactos medioambientales negativos y permitan mantener y mejorar la salud individual y colectiva.	STEM2, STEM5, CD4, CPSAA1, CPSAA2, CC3, CC4, CE1
Criterios de evaluación		
Número/Código	Descripción	Descriptorios operativos de las competencias clave. Perfil de salida.
1.1	Explicar conceptos y procesos biológicos interpretando información en diferentes formatos, con el fin de elaborar conclusiones y compartir conocimiento con actitud cooperativa y respetuosa.	CCL1, CCL2, STEM4
1.2	Transmitir información sobre procesos biológicos de forma clara y utilizando el vocabulario y los formatos adecuados con el fin de facilitar su comprensión y generar curiosidad e interés por la ciencia.	CCL1, CCL2, CCL5, STEM4, CD3, CCEC4
1.3	Explicar fenómenos biológicos representándolos mediante modelos utilizando, cuando sea posible, algún paso del diseño de ingeniería y herramientas digitales, para generar de forma cooperativa productos comunicativos en diversos soportes.	CCL1, STEM4, CD2, CCEC4
2.1	Localizar, seleccionar y organizar de manera guiada información de distintas fuentes, respetando la propiedad intelectual, para resolver cuestiones biológicas relacionadas con el medio natural.	CCL3, CD1, CD2
3.1	Plantear preguntas e hipótesis que puedan ser respondidas utilizando las destrezas propias del trabajo científico para intentar explicar fenómenos biológicos.	CCL1, CCL3, STEM1, STEM2, STEM3, STEM4
3.2	Diseñar pequeños proyectos de investigación relacionados con procesos y fenómenos biológicos que supongan experimentación, con la finalidad de poder dar respuesta a preguntas concretas.	CCL2, STEM1, STEM2, STEM3, STEM4, CE3
3.3	Realizar de manera cooperativa experimentos sencillos sobre fenómenos biológicos, utilizando los instrumentos, herramientas o técnicas adecuadas y respetando las normas de uso y seguridad en el laboratorio o taller, con el fin de fomentar el pensamiento científico, valorar la importancia del trabajo en equipo y comprender el alcance y las	CCL3, STEM1, STEM2, STEM3, CD1, CPSAA3

	limitaciones de la ciencia.	
3.4	Describir o interpretar los resultados obtenidos en un proyecto de investigación utilizando, cuando sea necesario, herramientas matemáticas y tecnológicas para compartir información y obtener conclusiones de manera razonada.	CCL1, CCL2, STEM1, STEM4, CD2
3.5	Cooperar dentro de un proyecto científico, utilizando espacios virtuales cuando sea necesario y empleando algunas estrategias de trabajo cooperativo con el fin de aceptar tareas y responsabilidades de manera equitativa, respetando la diversidad y la igualdad de género y favoreciendo la inclusión.	CPSAA3
4.1	Resolver problemas sencillos de forma guiada o dar explicación a procesos biológicos a partir de datos e información proporcionada por el docente o la docente, el razonamiento lógico, o recursos digitales, valorando la contribución de la ciencia en la construcción del conocimiento, para generar productos colaborativos y presentar ideas sostenibles.	STEM1, STEM2, CD5, CCEC4
4.2	Analizar de forma razonada la solución a un problema sobre fenómenos biológicos con el fin de valorar su viabilidad y buscar, utilizando estrategias de trabajo cooperativo, soluciones alternativas si esta no lo fuese.	STEM1, STEM2, CPSAA5, CE1, CE3
5.2	Proponer y adoptar hábitos sostenibles, a partir de las actividades propias y ajenas, utilizando sus propios razonamientos, los conocimientos adquiridos y la información disponible a través de distintas fuentes, con el objetivo de presentar ideas y soluciones innovadoras, éticas y sostenibles dirigidas a mejorar la calidad de vida del entorno próximo.	STEM2, STEM5, CD4, CPSAA1, CPSAA2, CC3, CC4, CE1

Saberes básicos

I-1 Aproximación a los pasos del método científico (hipótesis, preguntas y conjeturas) a través de ejemplos de la vida cotidiana.

I-2 Utilización de estrategias para la búsqueda de información, la colaboración y la comunicación de procesos, resultados o ideas científicas.

I-3 Reconocimiento y utilización de fuentes fidedignas de información científica para evitar los riesgos de desinformación.

I-4 Utilización de herramientas digitales y formatos de uso frecuente en ciencia (presentación, gráfica, vídeo, póster, informe, etc.).

I-5 Uso de los instrumentos y espacios necesarios (laboratorio, aulas, taller, etc.) para dar respuesta a cuestiones científicas mediante la experimentación y el trabajo de campo.

I-6 Empleo del modelado como método práctico de representación y comprensión de procesos o elementos de la naturaleza.

V-5 Implantación de un modelo de desarrollo sostenible como alternativa posible para el logro de los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) de la Agenda 2030.

FUNDAMENTACIÓN CURRICULAR 3º ESO

Competencia específica

Número	Descripción	Descriptorios operativos de las
--------	-------------	---------------------------------

		competencias clave. Perfil de salida.
1	Interpretar y transmitir información y datos científicos, argumentando sobre ellos y utilizando diferentes formatos, para analizar conceptos y procesos de las ciencias biológicas.	CCL1, CCL2, CCL5, STEM4, CD2, CD3, CCEC4
3	Planificar y desarrollar proyectos de investigación, siguiendo los pasos de las metodologías científicas y cooperando cuando sea necesario, para indagar en aspectos relacionados con las ciencias biológicas.	CCL1, CCL2, CCL3, STEM1, STEM2, STEM3, STEM4, CD1, CD2, CPSAA3, CE3
4	Utilizar el razonamiento, analizando las respuestas y soluciones y reformulando el procedimiento, si fuera necesario, para resolver problemas o dar explicación a procesos de la vida cotidiana relacionados con la biología.	STEM1, STEM2, CD5, CPSAA5, CE1, CE3, CCEC4
5	Analizar los efectos de determinadas acciones sobre el medio ambiente y la salud, basándose en los fundamentos de las ciencias biológicas, para promover y adoptar hábitos que eviten o minimicen los impactos medioambientales negativos y permitan mantener y mejorar la salud individual y colectiva.	STEM2, STEM5, CD4, CPSAA1, CPSAA2, CC3, CC4, CE1

Criterios de evaluación

Número/Código	Descripción	Descriptorios operativos de las competencias clave. Perfil de salida.
1.1	Analizar conceptos y procesos biológicos interpretando y valorando con actitud crítica información en diferentes formatos con el fin de extraer conclusiones propias y fundamentadas.	CCL1, CCL2, STEM4, CD2
1.2	Transmitir información sobre procesos biológicos o trabajos científicos con rigor y utilizando la terminología y los formatos adecuados con el fin de facilitar su comprensión y establecer interacciones comunicativas constructivas mediante la argumentación fundamentada, respetuosa y flexible.	CCL1, CCL2, CCL5, STEM4, CD3, CCEC4
1.3	Analizar y explicar fenómenos biológicos representándolos mediante modelos, utilizando, cuando sea necesario, los pasos del diseño de ingeniería y herramientas digitales para generar productos comunicativos y crear contenidos, tanto de forma individual como colaborativa.	CCL1, CCL2, STEM4, CD2, CD3, CCEC4
3.1	Plantear preguntas e hipótesis que puedan ser respondidas o contrastadas utilizando las destrezas propias del trabajo científico para explicar fenómenos biológicos e intentar realizar predicciones sobre estos.	CCL1, STEM1, STEM2, STEM3, STEM4
3.2	Diseñar proyectos de investigación que supongan la experimentación, y el análisis de fenómenos biológicos con la finalidad de poder dar respuesta a preguntas concretas y contrastar una hipótesis planteada.	CCL2, STEM1, STEM2, STEM3, STEM4, CE3
3.4	Interpretar los resultados obtenidos en un proyecto de investigación utilizando, cuando sea necesario, herramientas matemáticas o tecnológicas para obtener conclusiones fundamentadas, reformulando el procedimiento si fuera preciso y comunicando los resultados en el formato adecuado.	CCL1, CCL2, STEM1, STEM2, STEM4, CD2, CE3
3.5	Establecer colaboraciones en las distintas fases del proyecto científico, utilizando espacios virtuales cuando sea necesario y empleando estrategias de trabajo cooperativo con el fin de comprender las perspectivas de las demás personas e incorporarlas al propio aprendizaje, distribuyendo tareas y responsabilidades de manera equitativa, respetando la diversidad y la igualdad de género y favoreciendo la inclusión.	CPSAA3
4.1	Resolver problemas a procesos biológicos identificando las variables o aspectos relevantes en cada caso y planteando modelos simplificados para generar productos o soluciones sostenibles a los mismos,	STEM1, STEM2, CD5, CCEC4

	utilizando datos e información, el razonamiento lógico, el pensamiento computacional o recursos digitales.	
4.2	Analizar críticamente la solución a un problema sobre fenómenos biológicos de forma cooperativa, valorando el impacto que puedan suponer en el entorno y reflexionando sobre el proceso realizado y el resultado obtenido para fomentar el razonamiento lógico y reformular los procedimientos y las conclusiones si dicha solución no fuese viable.	STEM1, STEM2, CPSAA5, CE1, CE3
5.2	Proponer y adoptar hábitos sostenibles, a partir del análisis crítico de las actividades propias y ajenas, utilizando sus propios razonamientos, los conocimientos adquiridos y la información disponible a través de distintas fuentes, con el objetivo de desarrollar y comunicar ideas y soluciones innovadoras, éticas y sostenibles dirigidas a mejorar la calidad de vida de nuestro planeta.	STEM2, STEM5, CD4, CPSAA2, CC3, CC4, CE1
5.3	Proponer y adoptar hábitos saludables, analizando las acciones propias y ajenas con actitud crítica con el objetivo de elaborar un plan de acción o proyecto con medidas que permitan mantener y mejorar la salud individual y colectiva.	STEM2, STEM5, CPSAA1, CPSAA2, CC3, CC4, CE1

Saberes básicos

I-1 Aplicación de las destrezas y habilidades propias del trabajo científico para explicar fenómenos biológicos.

I-2 Estrategias para la búsqueda de información, la colaboración y la comunicación de procesos, resultados o ideas científicas: herramientas digitales y formatos de uso frecuente en ciencia (presentación, gráfica, vídeo, póster, informe, etc.).
Contraste de la información científica y uso de fuentes fidedignas para evitar los riesgos de la desinformación.

I-3 Realización de trabajo experimental de laboratorio, de campo o taller, utilizando los instrumentos y espacios necesarios (laboratorio, aulas, entorno, huertos, etc.) de forma adecuada, para la resolución de problemas científicos.

I-4 Construcción de modelos que expliquen procesos o elementos de la naturaleza.

IV- 3 Relación entre la situación de emergencia climática y las iniciativas de adaptación, mitigación y resiliencia para conocer las consecuencias de las acciones diarias en el planeta y generar empatía hacia el entorno natural y social.

IV-5 Adquisición urgente de estilos de vida sostenibles y saludables como respuesta a la necesidad de transformación del actual modelo socioeconómico hacia un modelo ecosocial que priorice la sostenibilidad.

FUNDAMENTACIÓN CURRICULAR 4º ESO

Competencia específica

Número	Descripción	Descriptorios operativos de las competencias clave. Perfil de salida
1	Interpretar y transmitir información y datos científicos, argumentando sobre ellos y utilizando diferentes formatos, para analizar conceptos y procesos de las ciencias biológicas.	CCL1, CCL2, CCL5, STEM4, CD2, CD3, CCEC4
3	Planificar y desarrollar proyectos de investigación, siguiendo los pasos de las metodologías científicas y cooperando cuando sea necesario, para indagar en aspectos relacionados con las ciencias biológicas.	CCL1, CCL2, CCL3, STEM1, STEM2, STEM3, STEM4, CD1, CD2, CPSAA3, CE3

4	Utilizar el razonamiento y el pensamiento computacional, analizando críticamente las respuestas y soluciones y reformulando el procedimiento, si fuera necesario, para resolver problemas o dar explicación a procesos de la vida cotidiana relacionados con la biología.	STEM1, STEM2, CD5, CPSAA5, CE1, CE3, CCEC4
5	Analizar los efectos de determinadas acciones sobre el medio ambiente y la salud, basándose en los fundamentos de las ciencias biológicas, para promover y adoptar hábitos que eviten o minimicen los impactos medioambientales negativos y permitan mantener y mejorar la salud individual y colectiva.	STEM2, STEM5, CD4, CPSAA1, CPSAA2, CC3, CC4, CE1
Criterios de evaluación		
Número/Código	Descripción	Descriptorios operativos de las competencias clave. Perfil de salida.
1.1	Analizar conceptos y procesos biológicos interpretando información, con actitud crítica, en diferentes formatos con el fin de obtener conclusiones propias, formar opiniones fundamentadas y tomar decisiones coherentes para participar en diferentes contextos de manera activa e informada.	CCL1, CCL2, STEM4, CD2
1.2	Comunicar opiniones propias e información sobre conceptos, procesos y fenómenos biológicos de forma argumentada y con rigor científico, evitando el uso discriminatorio de la lengua y utilizando la terminología y el formato adecuados para facilitar su comprensión y análisis.	CCL1, CCL2, CCL5, STEM4, CD3
1.3	Analizar información y datos científicos para explicar fenómenos biológicos representándolos mediante el diseño y la realización de modelos, utilizando cuando sea necesario el diseño de ingeniería y las herramientas digitales con ética y responsabilidad para compartir y construir conocimiento.	CCL1, CCL2, STEM4, CD2, CCEC4
3.1	Plantear preguntas e hipótesis que puedan ser respondidas o contrastadas utilizando las destrezas propias del trabajo científico para explicar fenómenos biológicos y realizar predicciones sobre estos.	CCL1, CCL3, STEM1, STEM2, CD1
3.2	Diseñar y realizar proyectos de investigación que supongan la experimentación, la toma de datos, la búsqueda y el tratamiento de información de carácter científico a partir de diferentes fuentes y el análisis de fenómenos biológicos, utilizando los instrumentos, herramientas o técnicas adecuadas con precisión con el fin de poder dar respuesta a preguntas concretas y contrastar las hipótesis planteadas evitando sesgos.	CCL1, CCL2, CCL3, STEM1, STEM2, STEM3, CD1, CD2, CD3
3.3	Interpretar y analizar críticamente los resultados obtenidos en un proyecto de investigación utilizando, cuando sea necesario, herramientas matemáticas y tecnológicas para obtener conclusiones razonadas y fundamentadas o valorar la imposibilidad de hacerlo, reformulando el procedimiento si fuera preciso y comunicando los resultados en el formato adecuado.	CCL1, STEM1, STEM2, STEM4, CD2, CE3
3.4	Establecer colaboraciones, cuando sea necesario, en las distintas fases del proyecto científico para trabajar con mayor eficiencia, distribuyendo y aceptando tareas y responsabilidades de manera equitativa, valorando la importancia de la cooperación en la investigación, respetando la diversidad y la igualdad de género y favoreciendo la inclusión.	CPSAA3
4.1	Resolver problemas o dar explicación a procesos biológicos de la vida cotidiana identificando las variables o aspectos relevantes en cada caso y planteando modelos simplificados para generar productos o soluciones sostenibles a los mismos, utilizando conocimientos, datos e información proporcionados por el docente, el razonamiento lógico,	STEM1, STEM2, CD5, CE1, CCEC4

	el pensamiento computacional o los recursos digitales.	
4.2	Analizar críticamente la solución a un problema sobre fenómenos biológicos de forma creativa y cooperativa, valorando el impacto que puedan suponer en el entorno, con el fin de reformular los procedimientos y las conclusiones si dicha solución no fuese viable o ante nuevos datos aportados con posterioridad, presentando ideas o propuestas innovadoras, éticas y sostenibles.	STEM1, STEM2, CPSAA5, CE1, CE3
5.2	Comprender y analizar a partir de documentación científica extraída de diferentes fuentes, los riesgos para la salud relacionados con el deterioro del medio ambiente, tanto a nivel local como mundial, adoptando medidas preventivas para proteger la salud y el entorno, tomar conciencia de la importancia de mantener estilos de vida sostenibles, ecosocialmente responsables y saludables y proponer acciones que permitan mantener y mejorar la salud individual y colectiva.	STEM2, STEM5, CD4, CPSAA1, CPSAA2, CC3, CC4, CE1

Saberes básicos

I-1 Formulación de hipótesis, preguntas y conjeturas aplicando las destrezas y habilidades propias del trabajo científico para explicar fenómenos biológicos.

I-2 Empleo de estrategias para la búsqueda de información, la colaboración y la comunicación de procesos, resultados o ideas científicas: herramientas digitales y formatos de uso frecuente en ciencia (presentación, gráfica, vídeo, póster, informe, etc.). Utilización de fuentes fidedignas de información científica para evitar los riesgos de manipulación y desinformación.

I-3 Diseño de proyectos de investigación que supongan la experimentación y el trabajo de campo utilizando los instrumentos y espacios necesarios (laboratorio, aulas, entorno, taller, etc.) de forma adecuada y precisa para responder a cuestiones científicas.

I-4 Utilización de modelos para la representación y comprensión de procesos o elementos de la naturaleza.

I-5 Aplicación de métodos de observación y de toma de datos de fenómenos naturales.

I-8 Reconocimiento de la ciencia como labor colectiva, interdisciplinar y en continua construcción.

FUNDAMENTACIÓN CURRICULAR 1º BACHILLERATO (BIOLOGÍA, GEOLOGÍA Y CIENCIAS AMBIENTALES)

Competencia específica

Número	Descripción	Descriptorios operativos de las competencias clave. Perfil de salida.
1	Interpretar y transmitir información y datos científicos, argumentando sobre estos con precisión y utilizando diferentes formatos para analizar procesos, experimentos o resultados de las ciencias biológicas y medioambientales.	CCL1, CCL2, CCL3, CP2, STEM2, STEM4, CD1, CD3, CPSAA4, CC3, CCEC3.2
3	Diseñar, planear y desarrollar proyectos de investigación siguiendo los pasos de las metodologías científicas, teniendo en cuenta los recursos disponibles de forma realista y buscando vías de colaboración, para indagar en aspectos relacionados con las ciencias biológicas y medioambientales.	CCL1, CCL3, CCL5, STEM1, STEM2, STEM3, STEM4, CD1, CD2, CD3, CPSAA3.2, CE3
4	Buscar y utilizar estrategias en la resolución de problemas analizando críticamente las soluciones y respuestas halladas y reformulando el	CCL1, CCL2, CCL3, STEM1, STEM2, CD1,

	procedimiento si fuera necesario, para dar explicación a fenómenos relacionados con las ciencias biológicas y medioambientales.	CD5, CPSAA1.1, CPSAA5, CE1
5	Diseñar, promover y ejecutar iniciativas relacionadas con la conservación del medioambiente, la sostenibilidad y la salud, basándose en los fundamentos de las ciencias biológicas y ambientales, para fomentar estilos de vida sostenibles y saludables.	CCL1, CCL2, STEM2, STEM5, CD4, CPSAA2, CC2, CC4, CE1, CE3

Criterios de evaluación

Número/Código	Descripción	Descriptorios operativos de las competencias clave. Perfil de salida.
1.1	Analizar críticamente conceptos y procesos relacionados con los saberes de la materia, interpretando información en diferentes formatos y valorando la fiabilidad de las fuentes, para extraer las ideas más relevantes y obtener conclusiones lógicas.	CCL2, CCL3, CP2, STEM2, STEM4, CD1, CPSAA3.2
1.2	Comunicar informaciones u opiniones razonadas relacionadas con los saberes de la materia o con trabajos científicos, transmitiéndolas de forma clara y rigurosa, utilizando la terminología y el formato adecuados, tanto de forma analógica como a través de herramientas digitales, con el fin de dar respuesta de manera fundamentada a las cuestiones que puedan surgir durante el proceso y crear conocimiento de forma colectiva.	CCL1, CCL2, STEM2, STEM4, CD3, CPSAA3.2, CC3
3.1	Plantear preguntas, realizar predicciones y formular hipótesis que puedan ser respondidas o contrastadas utilizando el pensamiento y los métodos científicos para intentar describir y explicar, haciendo un uso ético y no discriminatorio del lenguaje, fenómenos biológicos, o ambientales.	CCL1, CCL3, CCL5, STEM1, STEM2, STEM3, CD1, CD2, CE3
3.2	Diseñar y realizar proyectos de investigación sobre fenómenos biológicos y ambientales, aplicando los conocimientos y habilidades del trabajo científico seleccionando y utilizando los instrumentos, herramientas o técnicas adecuadas para poder dar respuesta a preguntas concretas y contrastar una hipótesis previa, minimizando los sesgos y errores, en la medida de lo posible, y reformulando el procedimiento, si fuera necesario.	CCL1, CCL3, CCL5, STEM1, STEM2, STEM3, CD1, CD2, CE3
3.3	Interpretar, analizar y comunicar los resultados obtenidos en el proyecto de investigación, utilizando el vocabulario científico y, cuando sea necesario, herramientas matemáticas y tecnológicas, reconociendo su alcance y limitaciones y obteniendo conclusiones razonadas y fundamentadas o valorando la imposibilidad de hacerlo con el fin de reflexionar sobre el método científico aplicado y argumentar o defender su validez y resultados.	CCL1, CCL5, STEM1, STEM2, STEM4, CD2, CD3
3.4	Establecer colaboraciones dentro y fuera del centro educativo en las distintas fases del proyecto científico, con el fin de trabajar con mayor eficiencia, utilizando las herramientas tecnológicas adecuadas, valorando la importancia de la cooperación en la investigación, respetando la diversidad y favoreciendo la inclusión.	CCL5, STEM3, CD3, CPSAA3.2
4.1	Resolver problemas o dar explicación a procesos biológicos, o ambientales relacionados con el medio natural canario a partir de los conocimientos propios y de datos e información recabados de diversas fuentes, aplicando el razonamiento lógico, el pensamiento computacional o herramientas digitales para afrontar los retos del siglo XXI como el calentamiento global.	CCL1, CCL2, CCL3, STEM1, STEM2, CD1, CD5, CE1
4.2	Analizar críticamente la solución a un problema sobre fenómenos biológicos, o ambientales y modificar los procedimientos utilizados o conclusiones obtenidas, si dicha solución no fuese viable o ante nuevos datos aportados o recabados con posterioridad, con la finalidad de fomentar la reflexión, el razonamiento lógico y el pensamiento científico y desarrollar procesos autorregulados de aprendizaje.	CCL2, STEM1, STEM2, CPSAA1.1, CPSAA5, CE1

5.2	Diseñar, proponer y poner en práctica proyectos innovadores que promuevan estilos de vida e iniciativas sostenibles y saludables a nivel individual, colectivo y local, argumentando sobre sus efectos positivos y la urgencia de adoptarlos y basándose en los saberes de la materia, con el fin de contribuir al logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, preservar el medioambiente y mantener y mejorar la salud física y mental y la calidad de vida.	CCL1, STEM5, CD4, CPSAA2, CC2, CC4, CE1, CE3
------------	--	--

Saberes básicos

I-1 Formulación de hipótesis, preguntas, problemas y conjeturas como herramientas para la elaboración de planteamientos con perspectiva científica.

I-2 Empleo de estrategias para la búsqueda de información, colaboración, comunicación e interacción con instituciones científicas: herramientas digitales, formatos de presentación de procesos, resultados e ideas (diapositivas, gráficos, videos, posters, informes y otros).

I-4 Diseño, planificación y realización de experiencias científicas de laboratorio o de campo aplicando procedimientos de contraste de hipótesis y controles experimentales.

I-6 Utilización de vocabulario científico, formatos (informes, videos, modelos, gráficos y otros) y herramientas digitales como estrategias para la comunicación científica.

II-2 Reflexión y argumentación sobre la sostenibilidad de las actividades cotidianas mediante la identificación de indicadores de sostenibilidad, como la adopción de estilos de vida compatibles y coherentes con un modelo de desarrollo sostenible.

II-3 Localización y análisis crítico de iniciativas locales y globales para promover un modelo de desarrollo sostenible.

FUNDAMENTACIÓN CURRICULAR 2º BACHILLERATO (CIENCIAS GENERALES)

Competencia específica

Número	Descripción	Descriptorios operativos de las competencias clave. Perfil de salida.
1	Aplicar las metodologías propias de la ciencia, utilizando con precisión, procedimientos, materiales e instrumentos adecuados, para responder a cuestiones sobre procesos biológicos.	CCL1, CCL3, STEM1, STEM2, STEM3, CD1, CD3, CPSAA4, CE1
2	Comprender y explicar los procesos del entorno y explicarlos, utilizando los principios, leyes y teorías científicos adecuados, para adquirir una visión holística del funcionamiento del medio natural.	CCL1, CCL2, STEM1, STEM2, STEM4, CD1, CPSAA1.1
3	Argumentar sobre la importancia de los estilos de vida sostenibles y saludables, basándose en fundamentos científicos, para adoptarlos y promoverlos en su entorno.	CCL1, CCL2, STEM2, STEM4, CD2, CPSAA2, CC4, CCEC1
4	Aplicar el pensamiento científico mediante la búsqueda y selección de estrategias y herramientas apropiadas, para resolver problemas relacionados con las ciencias experimentales.	CCL3, STEM1, STEM2, CD1, CPSAA1.1, CC3, CE1
5	Analizar la contribución de la ciencia y de las personas que se dedican a ella, con perspectiva de género y entendiéndola como un proceso colectivo e interdisciplinar en continua construcción, para valorar su papel esencial en el progreso de la sociedad.	CCL1, CCL2, STEM4, CD3, CPSAA4, CC1, CC3, CCEC1
6	Utilizar recursos variados, con sentido crítico y ético, para buscar y seleccionar información contrastada y establecer colaboraciones.	CCL3, STEM3, STEM4, CD1, CD2, CD3, CPSAA3.2, CPSAA4, CC3

Criterios de evaluación		
Número/ Código	Descripción	Descriptorios operativos de las competencias clave. Perfil de salida.
1.1	Plantear cuestiones acerca de procesos del entorno siguiendo las pautas de las metodologías científicas, observación y emisión de hipótesis, con el fin de analizar y dar respuesta a fenómenos naturales.	STEM1, STEM2, STEM3
1.2	Contrastar hipótesis mediante la investigación y la experimentación en laboratorios o talleres, respetando las normas de seguridad correspondientes, utilizando con precisión, procedimientos, materiales e instrumentos adecuados y reformulando el procedimiento, si fuera necesario, para obtener conclusiones lógicas y tomar decisiones, afrontando retos, con sentido crítico y ético.	CCL3, STEM1, STEM2, STEM3, CD1, CD3, CPSAA4, CE1
1.3	Comunicar los resultados de un experimento o trabajo científico de manera clara y rigurosa y en coherencia con los principios éticos básicos, utilizando los recursos adecuados y adoptando un punto de vista creativo y crítico a la par que respetuoso con la propiedad intelectual para contribuir a la divulgación científica y hacer accesible la información a la comunidad educativa.	CCL1, CCL3, CD3
2.1	Analizar y explicar los fenómenos que ocurren en el entorno, basándose en los principios, leyes y teorías de las ciencias de la naturaleza y representándolos mediante formatos diversos con el fin de desarrollar el pensamiento científico y adquirir una visión integral del funcionamiento del medio natural.	CCL1, CCL2, STEM1, STEM2, STEM4, CPSAA1.1
3.1	Adoptar y promover estilos de vida compatibles con un modelo de desarrollo sostenible y argumentar, basándose en fundamentos científicos, sobre su importancia con el fin de fomentar una actitud crítica y comprometida con la conservación del medio natural y contribuir al logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible y la lucha contra el cambio climático.	CCL1, CCL2, STEM2, STEM4, CPSAA2, CC4, CCEC1
3.2	Adoptar y promover estilos de vida saludables y argumentar sobre su importancia, utilizando los fundamentos de la fisiología humana si fuera necesario, para mantener y mejorar la salud física y mental y la calidad de vida, individual y colectiva.	CCL1, CCL2, STEM2, STEM4, CPSAA2
4.1	Resolver problemas relacionados con fenómenos y procesos biológicos, mediante la aplicación del pensamiento científico, buscando, seleccionando y empleando estrategias variadas de resolución, y valorando el alcance y las limitaciones de los métodos empleados, para afrontar con juicio propio y argumentado la búsqueda de soluciones a los retos locales y globales que se le presenten.	CCL3, STEM1, STEM2, CD1, CC3
5.1	Percibir la ciencia como un área de conocimiento global en continua construcción, analizando las interrelaciones y las interdependencias entre las diferentes disciplinas que la forman para reconocer el carácter holístico de la investigación y el trabajo científico.	CCL1, CCL2, CD3, CPSAA4, CC1
6.2	Establecer y desarrollar estrategias colaborativas, seleccionando, configurando y utilizando los recursos necesarios, comunicándose y compartiendo información en las diferentes etapas del proyecto científico, en la realización de actividades o en la resolución de problemas, para mejorar la eficacia del trabajo en equipo y desarrollar habilidades sociales.	STEM4, CD3, CPSAA3.2, CC3

Saberes básicos

I-1 Uso de metodologías propias de la investigación científica para la identificación y formulación de cuestiones, la

elaboración de hipótesis y la comprobación experimental de las mismas.

I-2 Planificación y realización de experimentos y proyectos de investigación utilizando el instrumental adecuado y controles experimentales. Empleo de métodos de análisis de los resultados obtenidos en la resolución de cuestiones y problemas científicos relacionados con el entorno.

I-3 Uso de fuentes veraces y medios de colaboración para la búsqueda y selección de información científica en diferentes formatos y con herramientas adecuadas.

I-4 Interpretación de información científica y comunicación utilizando un lenguaje y vocabulario adecuado. Desarrollo del criterio propio basado en la evidencia y el razonamiento.

III-7.2 Interpretación y comparación de las adaptaciones de los seres vivos a diferentes medios.

III-9.1 Definición de modelo de desarrollo sostenible y valoración de su implantación como única alternativa posible para el logro de los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) de la Agenda 2030.

III-10 Relación entre la conservación medioambiental, la salud humana y el desarrollo económico de la sociedad.

En relación con la secuencia de actividades se van a realizar:

FUNDAMENTACIÓN METODOLÓGICA: SECUENCIA DE ACTIVIDADES

ACTIVIDAD 1: ¡Bio-mimetízate!

La primera actividad de esta situación de aprendizaje tiene por objetivo motivar al alumnado a aprender el concepto de biomimesis el cual no se ha visto con anterioridad, a través de una actividad de ideas previas y de un seminario o taller en el que se instruirá al alumnado sobre la biomimesis, sus beneficios a la hora de trabajar de manera interdisciplinar, mediante el aprendizaje basado en proyectos, e invitarles a pensar a través del pensamiento de diseño, los cuales son nuevas metodologías que les sirven para pensar aplicando el método científico y para buscar soluciones a problemas que surgen en su día a día. Con esta experiencia se espera además que quede claro en qué consistirán el resto de las actividades que se llevarán a cabo a lo largo de toda la situación de aprendizaje, qué se aprenderá, cómo, para qué y cómo se evaluará. A continuación, se describe el desarrollo completo de la actividad.

El primer lugar, el/la docente agrupará al alumnado en el aula. Una vez hecho esto, el/la docente comenzará explicando que se va a introducir un concepto nuevo que es el de la biomimesis, pero que antes de empezar se va a realizar una actividad de ideas previas (probablemente en formato digital con herramientas como los formularios de Google, Kahoot, o similares). Esto sirve para saber cuáles son los conocimientos previos del alumnado respecto al tema de la biomimesis.

Una vez terminada la actividad, el profesorado comenzará dando un taller o seminario acerca de la biomimesis, explicando conceptos clave, ejemplos que podemos observar en nuestro día a día (velcro, paneles solares basados en la fotosíntesis, etc.), metodologías para aplicarlo en el aula (POE, pensamiento de diseño o *design thinking*, aprendizaje basado en proyectos de manera interdisciplinar, etc.), aplicaciones de la biomimesis, cómo podemos diseñar objetos que nos ayuden a solucionar problemas de nuestro alrededor (sostenibilidad, adaptabilidad, resiliencia, etc.). Es recomendable aconsejar al alumnado que coja notas o apuntes durante este taller, ya que le servirán para realizar el resto de las actividades de esta situación de aprendizaje.

Una vez terminado el taller, el profesor o profesora culminará la actividad con una presentación general de la situación de aprendizaje.

Competencias específicas	Criterios de evaluación	Saberes básicos	Descriptorios operativos de las competencias clave. Perfil de salida.	Técnicas de evaluación	Herramientas de evaluación	Instrumentos de evaluación
1º ESO: 1 3 5	1.1 3.1 5.2	I-3, I-4,	- CCL1, CCL2, STEM4 - CCL1, CCL3, STEM1, STEM2, STEM3, STEM4 - STEM2, STEM5, CD4, CPSAA1, CPSAA2, CC3, CC4, CE1	Observación sistemática	-Registro anecdótico - Diario de clase del profesorado	No aplica
3º ESO: 5	5.2	I-2, IV-3, IV-5	STEM2, STEM5, CD4, CPSAA2, CC3, CC4, CE1			
4º ESO: 3 5	3.1 5.2	I-8	-CCL1, CCL3, STEM1, STEM2, CD1 - STEM2, STEM5, CD4, CPSAA1, CPSAA2, CC3, CC4, CE1			
1º Bach: 5	5.2	II-2	CCL1, STEM5, CD4, CPSAA2, CC2, CC4, CE1, CE3			
2º Bach: 2 3 5	2.1 3.1 5.1	III-9.1, III-10	- CCL1, CCL2, STEM1, STEM2, STEM4, CPSAA1.1 - CCL1, CCL2, STEM2, STEM4, CPSAA2, CC4, CCEC1 - CCL1, CCL2, CD3, CPSAA4, CC1			
Productos			Tipos de evaluación según el agente			
No aplica (en caso de que se quiera revisar si el alumnado ha cogido apuntes, se puede revisar el cuaderno del alumno o alumna.			Heteroevaluación.			
Agrupamientos	Sesiones	Recursos		Espacios	Observaciones	
Trabajo individual (TIND)	1 sesión	<ul style="list-style-type: none"> - <u>Actividad de ideas previas:</u> https://forms.gle/mUZpAXA7D3JNSsAD6 - Ordenador - <u>Material digital realizado por la profesora:</u> Anexo - Libreta y boli o lápiz para coger apuntes 		Aula Aula de informática o recursos TIC	No aplica	

FUNDAMENTACIÓN METODOLÓGICA: SECUENCIA DE ACTIVIDADES

ACTIVIDAD 2: ¡Explora la naturaleza!

Una vez se ha comprendido el proceso de biomimesis, se intentará que el alumnado por sí mismo sepa entender y observar su entorno e interpretarlo como una oportunidad para diseñar nuevos objetos basados en la naturaleza.

Para ello, el profesorado buscará un entorno natural en los alrededores del centro (o un parque, jardín, museo, etc.) que sirva para que el alumnado pueda observar la naturaleza desde otro punto de vista, más detalles, patrones, estructuras y funciones, y les sirva de inspiración para la actividad 3. Durante esta actividad se le puede plantear cuestiones al alumnado del tipo: ¿Cómo funciona este sistema?, ¿cuáles son las características clave que lo hacen eficiente o eficaz?, ¿cómo se adapta a las condiciones cambiantes?, ¿qué materiales se utilizan y cómo se estructuran?

Es recomendable que en este caso también cojan apuntes y empiecen a buscar ideas basadas en la naturaleza para solucionar problemas de su entorno, por lo que se le debe avisar al alumnado de que lleven material a la salida para la recogida de apuntes.

Para concluir la actividad, se realizará una lluvia de ideas sobre las propuestas que les han surgido durante la salida de campo, de tal forma que con las ideas del resto de compañeros y compañeras también les puedan surgir otras nuevas a las que no tienen, tanto de problemas que deben solucionar, como de los objetos que pueden crear para solventarlos que estén basados en la naturaleza. De esta forma se abre la posibilidad de iniciar un diálogo/debate sobre cómo podríamos tratar de solucionar problemas asociados al cambio climático, problemas sociales, enfermedades, etc.

En este momento se le pueden plantear cuestiones al alumnado del tipo: ¿qué problema humano podríamos resolver usando estas ideas?, o ¿cómo podríamos aplicar estas ideas o cuestiones a un producto o sistema?

Competencias específicas	Criterios de evaluación	Saberes básicos	Descriptor operativos de las competencias clave. Perfil de salida.	Técnicas de evaluación	Herramientas de evaluación	Instrumentos de evaluación
1º ESO: 1 3	1.1 3.1	I-1	- CCL1, CCL2, STEM4 - CCL1, CCL3, STEM1, STEM2, STEM3, STEM4	Observación sistemática	-Registro anecdótico - Diario de clase del profesorado	No aplica
3º ESO: 1 3	1.1 3.1	I-1, I-3	- CCL1, CCL2, STEM4, CD2 - CCL1, STEM1, STEM2, STEM3, STEM4			
4º ESO: 1 3	1.1 3.1	I-1, I-3, I-5	- CCL1, CCL2, STEM4, CD2 - CCL1, CCL3, STEM1, STEM2, CD1			
1º Bach: 3	3.1	I-1, I-4	CCL1, CCL3, CCL5, STEM1, STEM2, STEM3, CD1, CD2, CE3			
2º Bach: 1	1.1	I-1, II-7.2	STEM1, STEM2, STEM3			
Productos			Tipos de evaluación según el agente			
No aplica (en caso de que se quiera revisar si el alumnado ha cogido apuntes, se puede revisar el cuaderno del alumno o alumna.			Heteroevaluación.			
Agrupamientos	Sesiones	Recursos		Espacios	Observaciones	
Trabajo individual (TIND)	1 sesión	Libreta y boli o lápiz para coger apuntes.		Entorno natural en los alrededores del centro (o un	No aplica	

			parque, jardín, museo, etc.).	
--	--	--	-------------------------------	--

FUNDAMENTACIÓN METODOLÓGICA: SECUENCIA DE ACTIVIDADES

ACTIVIDAD 3: Piensa como la naturaleza

En esta tercera actividad, se retará al alumnado a utilizar la biomimesis para diseñar un nuevo producto o sistema inspirado en la naturaleza. El alumnado deberá usar las observaciones y aprendizajes que ha obtenido hasta el momento para diseñar un nuevo producto o maqueta. Además, se le proyectará una guía basada en una metacognición para que se apoyen en ella a la hora de crear los diferentes productos, sobre todo la maqueta (se encuentra en el anexo: guía elaborada por la profesora de la actividad 3 SA genérica).

En este caso, el/la docente agrupará al alumnado en grupos conformados, de acuerdo con su criterio, por tres o cuatro estudiantes con características heterogéneas, pero no demasiado dispares (grupos cooperativos). Dentro de cada grupo, además, se selecciona a un coordinador (persona encargada de coordinar las tareas que se deben hacer, asegurarse de que todos trabajen...), un secretario (que se encarga de anotar las referencias bibliográficas usadas, disponer de los documentos y entregarlos cuando sea pertinente...), un portavoz (que será el encargado de comunicarse con el profesor o el resto de la clase en nombre de todos los integrantes de su grupo) y un moderador (que se encargará de moderar el volumen de voz de sus compañeros). Estos grupos de trabajo a priori serán los que se mantengan durante toda la actividad. El aula, por su parte, se configura de forma que las mesas/pupitres de los integrantes de un mismo grupo queden enfrentados entre sí.

El alumnado debe trabajar en estos pequeños grupos cooperativos para intercambiar y esbozar ideas para un nuevo producto o sistema inspirado en la naturaleza, al inicio; y luego crear una maqueta usando los materiales que necesiten y que el centro tenga disponibles (como cartón, papel, tijeras, cinta adhesiva, madera, metal, plástico, etc.), para poner solución a un problema que hayan encontrado en su entorno y que esté basado en la naturaleza. Por tanto, se les pedirá que consideren cómo el diseño está inspirado en la naturaleza, cómo aborda el problema y cómo demuestra los principios de biomimesis. Una vez completado, el alumnado debe realizar un póster que explique todo el proceso (qué es la biomimesis, qué les inspiró para darse cuenta del problema, qué elemento de la naturaleza usaron como inspiración y cómo realizaron la maqueta, por ejemplo). Por último, el alumnado deberá presentar al resto de la clase tanto el póster en formato digital como la maqueta. En esta presentación deben mostrar la maqueta y explicar el proceso de diseño, la inspiración en que se basaron y los principios de biomimesis utilizados.

Esta actividad ayudará al alumnado a comprender los principios de la biomimesis y cómo se pueden aplicar en el diseño. Tras haber observado y analizado los sistemas naturales, los estudiantes se habrán inspirado para crear nuevos productos y sistemas que sean sostenibles, resistentes y eficientes. También habrán aprendido a apreciar la belleza y la complejidad de la naturaleza, y cómo puede proporcionar ideas y soluciones valiosas para los problemas humanos.

Una vez finalizada la situación de aprendizaje el/la docente hará un breve resumen de toda la situación de aprendizaje a modo de cierre.

Por último, se le presentará al alumnado una actividad de consolidación (probablemente en formato digital con herramientas como los formularios de Google, Kahoot, o similares), esta le servirá al profesorado para saber qué ha aprendido el alumnado acerca de la biomimesis y si la situación de aprendizaje ha sido efectiva. De esta manera, dependiendo de los resultados se podrá modificar y mejorar para futuras aplicaciones.

Competencias específicas	Criterios de evaluación	Saberes básicos	Descriptorios operativos de las competencias clave. Perfil de salida.	Técnicas de evaluación	Herramientas de evaluación	Instrumentos de evaluación
--------------------------	-------------------------	-----------------	---	------------------------	----------------------------	----------------------------

1º ESO: 1 2 3 4	1.2 1.3 2.1 3.2 3.3 3.4 3.5 4.1 4.2	I-2, I-3, I-4, I-5, I-6, V-5	- CCL1, CCL2, CCL5, STEM4, CD3, CCEC4 - CCL1, STEM4, CD2, CCEC4 - CCL3, CD1, CD2 - CCL2, STEM1, STEM2, STEM3, STEM4, CE3 - CCL3, STEM1, STEM2, STEM3, CD1, CPSAA3 - CCL1, CCL2, STEM1, STEM4, CD2 - CPSAA3 -STEM1, STEM2, CD5, CCEC4 -STEM1, STEM2, CPSAA5, CE1, CE3	Observación sistemática Análisis de productos y producciones	-Registro anecdótico - Diario de clase del profesorado - Rúbricas (apartado 4.4.1.3)	Maqueta Póster Presentación
3º ESO: 1 3 4 5	1.2 1.3 3.2 3.4 3.5 4.1 4.2 5.3	I-2, I-3, I-4	- CCL1, CCL2, CCL5, STEM4, CD3, CCEC4 - CCL1, CCL2, STEM4, CD2, CD3, CCEC4 - CCL2, STEM1, STEM2, STEM3, STEM4, CE3 - CCL1, CCL2, STEM1, STEM2, STEM4, CD2, CE3 - CPSAA3 - STEM1, STEM2, CD5, CCEC4			

			- STEM1, STEM2, CPSAA5, CE1, CE3 - STEM2, STEM5, CPSAA1, CPSAA2, CC3, CC4, CE1			
4° ESO: 1 3 4	1.2 1.3 3.2 3.3 3.4 4.1 4.2	I-2, I-4	- CCL1, CCL2, CCL5, STEM4, CD3 - CCL1, CCL2, STEM4, CD2, CCEC4 - CCL1, CCL2, CCL3, STEM1, STEM2, STEM3, CD1, CD2, CD3 - CCL1, STEM1, STEM2, STEM4, CD2, CE3 - CPSAA3 - STEM1, STEM2, CD5, CE1, CCEC4 - STEM1, STEM2, CPSAA5, CE1, CE3			
1° Bach: 1 2 3 5	1.1 1.2 3.2 3.3 3.4 4.1 4.2	I-2, I-6, II-3	- CCL2, CCL3, CP2, STEM2, STEM4, CD1, CPSAA3.2 - CCL1, CCL2, STEM2, STEM4, CD3, CPSAA3.2, CC3 - CCL1, CCL3, CCL5, STEM1, STEM2, STEM3, CD1, CD2, CE3 - CCL1, CCL5, STEM1, STEM2, STEM4, CD2, CD3			

			- CCL5, STEM3, CD3, CPSAA3.2 - CCL1, CCL2, CCL3, STEM1, STEM2, CD1, CD5, CE1 - CCL2, STEM1, STEM2, CPSAA1.1, CPSAA5, CE1			
2º Bach: 1 3 4 6	1.2 1.3 3.2 4.1 6.2	I-2, I-3, I-4	- CCL3, STEM1, STEM2, STEM3, CD1, CD3, CPSAA4, CE1 - CCL1, CCL3, CD3 - CCL1, CCL2, STEM2, STEM4, CPSAA2 - CCL3, STEM1, STEM2, CD1, CC3 - STEM4, CD3, CPSAA3.2, CC3			
Productos			Tipos de evaluación según el agente			
- Maqueta - Póster - Presentación Elaborados en grupo.			Heteroevaluación.			
Agrupamientos	Sesiones	Recursos		Espacios	Observaciones	
-Pequeños grupos (PGRU) -Grupos heterogéneos (GHET) (Grupos cooperativos))	-Maqueta (4 sesiones) -Póster (3 sesiones) -Exposición (2 sesiones) = 9 sesiones	-Materiales para hacer las maquetas (cartón o similar, tijeras, herramientas, cola o un pegamento similar, cinta adhesiva, madera, plástico, metal, etc.). -Ordenadores para hacer la presentación -Otros. - <u>Guía elaborada por la profesora</u> : anexo - <u>Actividad de consolidación</u> : https://forms.gle/pRVJ2GAvHP6sqDLZ8		-Aula -Taller -Laboratorio -Aula con recursos TIC o aula de informática. -Casa	En caso de que el alumnado no consiga terminar la maqueta y/o poster en ese tiempo, deberá finalizarlo como tarea de casa. Los productos de esta situación de aprendizaje se recogen en esta tercera actividad, ya que se trata de una situación de aprendizaje de tipo secuencial. Por ello, los productos son consecuencia de las tres actividades.	

FUNDAMENTACIÓN METODOLÓGICA: RECURSOS, FUENTES, OBSERVACIONES, PROPUESTAS Y VALORACIÓN DEL AJUSTE

Recursos:

- Actividad de ideas previas.
- Ordenador.
- Libreta y boli o lápiz para coger apuntes.

- Materiales para hacer las maquetas (cartón o similar, tijeras, herramientas, cola o un pegamento similar, cinta adhesiva, madera, metal, plástico, etc.).
- Ordenadores para hacer la presentación.
- Actividad de consolidación.
- Otros.

Fuentes:

Guarro, A. (2002). Currículum y democracia. *Por un cambio en la cultura escolar*.

Fernández, J. T. (2006). El prácticum por competencias: implicaciones metodológico-organizativas y evaluativas. *Bordón: Revista de pedagogía*, 58(3), 403-422.

Observaciones:

La programación didáctica es abierta y flexible, por lo que puede estar sujeta a cambios según las condiciones del alumnado y del centro lo requieran. Es pertinente comentar que los grupos de trabajo cooperativo no tienen por qué ser fijos, pues pueden estar sujetos a modificaciones según el docente lo considere (ya sea porque los grupos no funcionan bien, porque se busca generar grupos más heterogéneos, favorecer la inclusividad, u otros motivos).

Vinculación con otras áreas/materias/ámbitos: esta situación de aprendizaje se puede emplear de manera interdisciplinar con otras materias o asignaturas como puede ser la de tecnología, aunque también con otras como física y química, o incluso, matemáticas. Esto se debe a su carácter holístico y transversal, ya que toca temas asociados a todas estas asignaturas. Es por ello por lo que se podría emplear para crear un gran proyecto interdisciplinar que cubra las necesidades de dichas materias.

Valoración del ajuste	Desarrollo	No aplica (en el caso de que se llegue a utilizar esta situación de aprendizaje, aquí se indicará si la temporalización ha sido adecuada si los recursos han servido para todo el alumnado, si han sido variados; si las actividades han facilitado el aprendizaje...).
	Propuestas de mejora	No aplica (en el caso de que se llegue a utilizar esta situación de aprendizaje, aquí se indicarán las propuestas de mejora).

4.4.2. Situación de aprendizaje parcial

El número y el título de esta SA es el siguiente: número 1 y he decidido llamarla “Biomimesis: aprendiendo de la naturaleza”

El período de implementación fue entre el 24 de abril y el 5 de mayo, lo cual coincidió con “La Semana Cultural”, este año dedicada a la ciencia. Es por ello por lo que me permitieron impartir este taller acerca de un concepto que no está implícito en el Currículum LOMLOE de Canarias de la asignatura de Biología y Geología. El número de sesiones que se emplearon para la realización de esta propuesta fue de dos sesiones (dos horas) para cada grupo (3º A y 3º B). Esta SA, por tanto, fue llevada a cabo en el tercer trimestre. En cuanto a la materia, se incluye dentro de Biología y Geología, aunque también se podría trabajar de manera interdisciplinar con otras asignaturas como Tecnología, Matemáticas, o inglés.

Identificación

4.4.2.1. Descripción

A lo largo de esta situación de aprendizaje llamada “Biomimesis: aprendiendo de la naturaleza”, se persigue que el alumnado de 3º de la Educación Secundaria Obligatoria (ESO) aprenda a resolver problemas que se le puedan plantear en su vida diaria desde el punto de vista de la Biología y la Tecnología.

Con las distintas actividades se pretende que el alumnado aprenda, entre otros aspectos, a analizar conceptos y procesos biológicos interpretando y valorando la información en diferentes formatos para extraer conclusiones propias. Además, se aspira a que el alumnado sea capaz de localizar y contrastar información de distintas fuentes para resolver cuestiones sobre Biología relacionada con diversos saberes básicos como pueden ser los relacionados con la ecología y sostenibilidad.

Asimismo, se intenta que el alumnado plantee preguntas e hipótesis que puedan ser respondidas o contrastadas utilizando las destrezas propias del trabajo científico para explicar fenómenos biológicos e intentar realizar predicciones sobre estos. También pretende que el alumnado sea capaz de diseñar bocetos de maquetas que a la larga podrían suponer la experimentación y el análisis de fenómenos biológicos con la finalidad de poder dar respuesta a preguntas concretas y contrastar una hipótesis planteada (esto se relaciona con la metodología POE y pensamiento de diseño). Adicionalmente se espera que el alumnado proponga y adopte hábitos sostenibles, a partir del análisis crítico de las actividades propias y ajenas, utilizando sus propios razonamientos, los conocimientos adquiridos y la información disponible a través de distintas fuentes, con el objetivo de desarrollar y comunicar ideas y soluciones innovadoras, éticas y sostenibles dirigidas a mejorar la calidad de vida de nuestro planeta.

En general, los saberes básicos serán todos aquellos relacionados con la ecología y sostenibilidad, aunque también pueden asociarse otros como el proyecto científico.

4.4.2.2. Justificación

Es importante que el alumnado adquiera habilidades y destrezas del trabajo científico. Por ello, se ha elegido este enfoque en el planteamiento de la situación de aprendizaje. Nos permitirá, además, ir proporcionando nuevos conceptos y orientaciones para que vayan adquiriendo competencias. El alumnado se va a situar en dos tipos de contextos que favorecerán su desempeño competencial: un contexto de escritura y comunicación científica y otro de

búsqueda de información y trabajo manual en el aula elaborando un boceto de una maqueta que se realizará de manera voluntaria.

En el primero de los contextos, relacionado con el desempeño comunicativo en ciencia, guarda relación con que el alumnado tenga que esforzarse por aplicar sus conocimientos previos sobre el tema en una actividad de ideas previas, para posteriormente aprender en un seminario o taller y tomar apuntes al respecto. Esto se basa en algunos de los criterios de evaluación como:

- a) **CE 1.1:** Analizar conceptos y procesos biológicos interpretando y valorando con actitud crítica información en diferentes formatos con el fin de extraer conclusiones propias y fundamentadas.
- b) **CE 5.2:** Proponer y adoptar hábitos sostenibles, a partir del análisis crítico de las actividades propias y ajenas, utilizando sus propios razonamientos, los conocimientos adquiridos y la información disponible a través de distintas fuentes, con el objetivo de desarrollar y comunicar ideas y soluciones innovadoras, éticas y sostenibles dirigidas a mejorar la calidad de vida de nuestro planeta.

El segundo de estos contextos se establece con tal de generar las condiciones propicias para que el alumnado elabore cooperativamente un boceto de una maqueta basada en un problema que se hayan encontrado en su día a día y que esté basada en la biomimesis. Con este objeto, se aspira a poner solución a dicho problema. Con esto se pretende trabajar el Aprendizaje Basado en Proyectos (a pequeña escala, ya que solo se dispone de una sesión para elaborar el boceto). Todo ello se justifica mediante diferentes criterios de evaluación, además de poder utilizarse de manera interdisciplinar con asignaturas como Tecnología. Algunos de los criterios de evaluación asociados y que se encuentran detallados en el apartado de fundamentación curricular son:

- a) **CE 1.3:** Analizar y explicar fenómenos biológicos representándolos mediante bocetos, utilizando, cuando sea necesario, los pasos del diseño de ingeniería para generar productos de forma colaborativa.
- b) **CE 3.1:** Plantear preguntas e hipótesis que puedan ser respondidas o contrastadas utilizando las destrezas propias del trabajo científico para explicar fenómenos biológicos e intentar realizar predicciones sobre estos.
- c) **CE 3.4:** Interpretar los resultados obtenidos en un proyecto utilizando, cuando sea necesario, herramientas matemáticas o tecnológicas para obtener conclusiones fundamentadas, reformulando el procedimiento si fuera preciso.

Como se observa, algunos de estos criterios se asocian con la metodología *Design Thinking*, ya que, por ejemplo, el criterio de evaluación 1.3 se relaciona con la elaboración de maquetas y bocetos, así como el diseño de la ingeniería. Esto se vincula al paso “prototipar” del pensamiento de diseño.

4.4.2.3. Evaluación

La evaluación o análisis de las distintas actividades que constituyen esta situación de aprendizaje se caracterizará por ser de carácter formativo y continuo. Así, el proceso de aprendizaje y adquisición de las competencias por parte del alumnado se articula mediante un constante proceso de retroalimentación en el que el docente informa al alumnado sobre su progreso, los aspectos a mejorar y los que debe mantener. Además, el proceso de adquisición de las competencias es continuo, por lo que también lo es su evaluación.

Como se ha explicado anteriormente, en esta situación de aprendizaje se trabajarán y evaluarán distintas competencias específicas, ya que el concepto de biomimesis es transversal, holístico e interdisciplinar. Estas competencias junto con sus criterios de evaluación asociados pueden evaluarse siguiendo los descriptores operativos señalados más adelante (véase el apartado de Fundamentación Curricular). La evaluación de estas competencias se llevará a cabo mediante el uso de varias técnicas de evaluación, en concreto, mediante observación sistemática, sondeo a través de encuestas y análisis de productos realizados por el alumnado.

La técnica de observación sistemática se emplea en la evaluación de todos los criterios, pues al llevar a cabo una evaluación formativa, el profesorado irá anotando cómo trabajan y progresan sus estudiantes para poder darles el *feedback* que requieren. Para aplicarla, se emplearán como herramientas de evaluación el diario del profesor y los registros anecdóticos que se emplearán para tomar nota sobre todos los instrumentos y productos realizados por el alumnado.

La técnica de sondeo mediante encuestas se aplicará para analizar ciertos criterios, pues algunos están más relacionados con parámetros medibles, pero no se obtendrá una calificación de estos. Las actividades de ideas previas y consolidación nos dan acceso a conocer si el alumnado tiene conocimientos previos acerca de la biomimesis, o si ha entendido los conceptos claves asociados a esta.

La técnica de análisis de productos se empleará para evaluar otros criterios, los bocetos y para el análisis y conclusiones para el TFM.

En este caso, la mayor parte de la evaluación es una heteroevaluación y no será una evaluación per se en el caso de las actividades de ideas previas y de consolidación, ya que no se consideran productos de la situación de aprendizaje como tal, solo van a servir para las estadísticas del TFM. Sin embargo, sí que se evaluarán los bocetos realizados por el alumnado mediante una rúbrica (en el anexo se encuentra la rúbrica empleada y los bocetos con su calificación).

4.4.2.4. Fundamentación curricular

FUNDAMENTACIÓN CURRICULAR		
Competencia específica		
Número	Descripción	Descriptorios operativos de las competencias clave. Perfil de salida
1	Interpretar información y datos científicos, argumentando sobre ellos y utilizando diferentes formatos, para analizar conceptos y procesos de las ciencias biológicas.	CCL1, CCL2, CCL5, STEM4, CD2, CD3, CCEC4
3	Planificar proyectos de investigación, siguiendo los pasos de las metodologías científicas y cooperando cuando sea necesario, para indagar en aspectos relacionados con las ciencias biológicas.	CCL1, CCL2, CCL3, STEM1, STEM2, STEM3, STEM4, CD1, CD2, CPSAA3, CE3
4	Utilizar el razonamiento analizando críticamente las soluciones y reformulando el procedimiento, si fuera necesario, para resolver problemas o dar explicación a procesos de la vida cotidiana relacionados con la biología.	STEM1, STEM2, CD5, CPSAA5, CE1, CE3, CCEC4
5	Analizar los efectos de determinadas acciones sobre el medio ambiente y la salud, basándose en los fundamentos de las ciencias biológicas, para promover y adoptar hábitos que eviten o minimicen los impactos medioambientales negativos y permitan mantener y mejorar la salud individual y colectiva.	STEM2, STEM5, CD4, CPSAA1, CPSAA2, CC3, CC4, CE1
Criterios de evaluación		
Número	Descripción	Descriptorios operativos de las competencias clave. Perfil de salida
1.1	Analizar conceptos y procesos biológicos interpretando y valorando con actitud crítica información en diferentes formatos con el fin de extraer conclusiones propias y fundamentadas.	CCL1, CCL2, STEM4, CD2
1.3	Analizar y explicar fenómenos biológicos representándolos mediante modelos (bocetos), utilizando, cuando sea necesario, los pasos del diseño de ingeniería para generar productos de forma colaborativa.	CCL1, CCL2, STEM4, CD2, CD3, CCEC4
3.1	Plantear preguntas e hipótesis que puedan ser respondidas o contrastadas utilizando las destrezas propias del trabajo científico para explicar fenómenos biológicos e intentar realizar predicciones sobre estos.	CCL1, STEM1, STEM2, STEM3, STEM4
3.4	Interpretar los resultados obtenidos en un proyecto utilizando, cuando sea necesario, herramientas matemáticas o tecnológicas para obtener conclusiones fundamentadas, reformulando el procedimiento si fuera preciso.	CCL1, CCL2, STEM1, STEM2, STEM4, CD2, CE3
3.5	Establecer colaboraciones en las distintas fases del proyecto científico, utilizando espacios virtuales cuando sea necesario y empleando estrategias de trabajo cooperativo con el fin de comprender las perspectivas de las demás personas e	CPSAA3

	incorporarlas al propio aprendizaje, distribuyendo tareas y responsabilidades de manera equitativa.	
4.1	Resolver problemas o dar explicación a procesos biológicos identificando las variables o aspectos relevantes en cada caso y planteando modelos simplificados (boceto) para generar soluciones sostenibles a los mismos, utilizando datos e información proporcionados por el profesorado, el razonamiento lógico, el pensamiento computacional o recursos digitales.	STEM1, STEM2, CD5, CCEC4
4.2	Analizar críticamente la solución a un problema sobre fenómenos biológicos de forma cooperativa, valorando el impacto que puedan suponer en el entorno y reflexionando sobre el proceso realizado y el resultado obtenido para fomentar el razonamiento lógico y reformular los procedimientos y las conclusiones si dicha solución no fuese viable.	STEM1, STEM2, CPSAA5, CE1, CE3
5.2	Proponer y adoptar hábitos sostenibles, a partir del análisis crítico de las actividades propias y ajenas, utilizando sus propios razonamientos, los conocimientos adquiridos y la información disponible a través de distintas fuentes, con el objetivo de desarrollar y comunicar ideas y soluciones innovadoras, éticas y sostenibles dirigidas a mejorar la calidad de vida de nuestro planeta.	STEM2, STEM5, CD4, CPSAA2, CC3, CC4, CE1
5.3	Proponer y adoptar hábitos saludables, analizando las acciones propias y ajenas con actitud crítica y teniendo en cuenta los conocimientos sobre el funcionamiento del cuerpo humano, con el objetivo de elaborar un plan de acción con medidas que permitan mantener y mejorar la salud individual y colectiva.	STEM2, STEM5, CPSAA1, CPSAA2, CC3, CC4, CE1
Saberes básicos		
I-1 Aplicación de las destrezas y habilidades propias del trabajo científico para explicar fenómenos biológicos.		
I-3 Realización de trabajo experimental en el aula de forma adecuada, para la resolución de problemas científicos.		
I-4 Construcción de modelos (boceto) que expliquen procesos o elementos de la naturaleza.		
IV- 3 Relación entre la situación de emergencia climática y las iniciativas de adaptación, mitigación y resiliencia para conocer las consecuencias de las acciones diarias en el planeta y generar empatía hacia el entorno natural y social.		
IV-5 Adquisición urgente de estilos de vida sostenibles y saludables como respuesta a la necesidad de transformación del actual modelo socioeconómico hacia un modelo ecosocial que priorice la sostenibilidad.		

FUNDAMENTACIÓN METODOLÓGICA: SECUENCIA DE ACTIVIDADES

ACTIVIDAD 1: Bio-mimetízate

La primera actividad de esta situación de aprendizaje tiene por objetivo motivar al alumnado a aprender el concepto de biomimesis el cual no se ha visto con anterioridad a través de una actividad de ideas previas y de un seminario o taller en el que se instruirá al alumnado sobre la biomimesis, sus beneficios a la hora de trabajar de manera interdisciplinar, mediante el aprendizaje basado en proyectos, e invitarles a pensar a través del pensamiento de diseño, los cuales son nuevas metodologías que les sirven para pensar aplicando el método científico y para buscar soluciones a problemas que surgen en su día a día. A continuación, se describe el desarrollo completo de la actividad.

En primer lugar, el/la docente agrupará al alumnado en el aula. Una vez hecho esto, se comenzará explicando que se va a introducir un nuevo concepto, que es el de la biomimesis, pero que antes de empezar, se va a realizar una actividad de idea previas (en formato digital con los formularios de Google) con diversas preguntas (punto 5.1) acerca de la biomimesis y aspectos relacionados con ella que deberán rellenar con sus conocimientos previos. Esto sirve para saber cuáles son los conocimientos previos del alumnado respecto al tema de la biomimesis.

Una vez realizada la actividad, se recogerán los resultados que serán analizados y utilizados para la elaboración del TFM.

La segunda parte de esta actividad tiene como objetivo formar al alumnado en el concepto de biomimesis y otros asociados a esta, sus ventajas y cómo incluirlo en el aula y otros espacios, además de poder utilizarlo de forma interdisciplinar. Para ello se impartirá un taller o seminario (metodología expositiva) acerca de la biomimesis, explicando conceptos clave, ejemplos que podemos observar en nuestro día a día (velcro, paneles solares basados en la fotosíntesis, etc.), metodologías para aplicarlo en el aula (POE, pensamiento de diseño o *design thinking*, aprendizaje basado en proyectos (ABP) y/o de manera interdisciplinar, etc.), aplicaciones de la biomimesis, cómo podemos diseñar objetos que nos ayuden a solucionar problemas de nuestro alrededor (sostenibilidad, adaptabilidad, resiliencia, etc.). Es recomendable aconsejar al alumnado que coja notas o apuntes durante este taller, ya que le servirán en el futuro para buscar más información acerca del tema.

Competencias específicas	Criterios de evaluación	Saberes básicos	Descriptor operativos de las competencias clave. Perfil de salida	Técnicas de evaluación	Herramientas de evaluación	Instrumentos de evaluación
1 4 5	1.1 4.1 5.2 5.3	I-1 IV-3 IV-5	- CCL1, CCL2, STEM4, CD2 -STEM1, STEM2, CD5, CCEC4 -STEM2, STEM5, CD4, CPSAA2, CC3, CC4, CE1 -STEM2, STEM5, CPSAA1, CPSAA2, CC3, CC4, CE1	Observación sistemática	- Diario de clase del profesorado - Actividad de ideas previas y consolidación	No aplica.
Productos			Tipos de evaluación según el agente			
Actividad de ideas previas (encuesta/cuestionario)			No aplica, ya que no se evalúa la actividad de ideas previas.			
Agrupamientos	Sesiones	Recursos		Espacios	Observaciones	
Trabajo individual (TIND)	1 sesión	<u>-Actividad de ideas previas:</u> https://forms.gle/foaG2a7s2KrjEFuf7 <u>-Material digital preparado por la profesora:</u> https://docs.google.com/presentation/d/1qp8IMfNi9o93dPw25DqZAPPIFBVaMSve/edit?usp=sharing&ouid=110653391601327685313&rtpof=true&sd=true		Aula con recursos TIC	No aplica	

FUNDAMENTACIÓN METODOLÓGICA: SECUENCIA DE ACTIVIDADES

ACTIVIDAD 2: Piensa como la naturaleza

Esta segunda actividad tiene como objetivo observar qué impacto ha tenido la primera actividad de la situación de aprendizaje sobre el alumnado, y para ver si existen cambios en la percepción del alumnado con respecto a la biomimesis.

Para ello, esta actividad será una adaptación de la de la actividad 3 de la SA genérica. Para adaptarla, en lugar de realizar una maqueta, deberán realizar un boceto de esta, y, de manera voluntaria, el alumnado podrá realizarla en casa con materiales simples como el cartón o similares.

Para comenzar con la actividad, se proyectará o imprimirá la “Guía de diseño para la biomimesis” (anexo: guía elaborada por la profesora de la actividad 3 SA parcial). El modelo de esta guía le será familiar al alumnado, ya que sigue una estructura similar a las metacogniciones con las que trabaja por proyectos el Colegio Decroly. Con esta guía se pretende que el alumnado:

1. Se pregunte por un problema de su vida diaria y prediga cómo se va a solucionar mediante la biomimesis.
2. Imagine cuáles son las posibles soluciones a ese problema observando su entorno y elija la mejor.
3. Planee cómo va a ser su diseño y haga (experimentando) el boceto de la maqueta que les gustaría crear para resolver dicho problema, además de que identifiquen qué materiales usarían para crearla.
4. Piense en qué complicaciones podría tener a la hora de elaborar la maqueta.
5. Piense qué ha aprendido con este taller.

Como puede observarse, esta actividad sigue la metodología POE, ya que deben predecir, observar y experimentar para llevar a cabo el boceto de la maqueta.

En este caso, la docente agrupará al alumnado en grupos conformados, de acuerdo con su criterio, por tres o cuatro estudiantes con características heterogéneas, pero no demasiado dispares (grupos cooperativos). Dentro de cada grupo, además, se selecciona a un coordinador (persona encargada de coordinar las tareas que se deben hacer, asegurarse de que todos trabajen...), un secretario (que se encarga de anotar las referencias bibliográficas usadas, disponer de los documentos y entregarlos cuando sea pertinente...), un portavoz (que será el encargado de comunicarse con el profesor o el resto de la clase en nombre de todos los integrantes de su grupo) y un moderador (que se encargará de moderar el volumen de voz de sus compañeros). Estos grupos de trabajo a priori serán los que se mantengan durante toda la actividad. El aula, por su parte, se configura de forma que las mesas/pupitres de los integrantes de un mismo grupo queden enfrentados entre sí.

Los estudiantes deben trabajar en estos pequeños grupos cooperativos para intercambiar ideas al inicio, y luego, crear un boceto de una hipotética maqueta que solucione el problema planteado usando los materiales que necesiten y que el centro tenga disponibles (como papel, lápiz, etc.). Esta actividad ayudará al alumnado a comprender los principios de la biomimesis y cómo se pueden aplicar en el diseño (los bocetos realizados por el alumnado se encuentran calificados mediante una rúbrica en el anexo). Una vez finalizada la situación de aprendizaje el/la docente hará un breve resumen de toda la situación de aprendizaje a modo de cierre.

Por último, se le presentará al alumnado una actividad de consolidación (en formato digital con herramientas como los formularios de Google), esta le servirá al profesorado para saber qué ha aprendido el alumnado acerca de la biomimesis y si la situación de aprendizaje ha sido efectiva. De esta manera, dependiendo de los resultados, se podrá modificar y mejorar para futuras aplicaciones. Los datos obtenidos y evaluados por el/la docente (heteroevaluación) servirán para un análisis necesario para la estadística del TFM.

Competencias específicas	Criterios de evaluación	Saberes básicos	Descriptorios operativos de las competencias clave. Perfil de salida	Técnicas de evaluación	Herramientas de evaluación	Instrumentos de evaluación
1	1.3	I-1	-CCL1, CCL2, STEM4, CD2, CD3, CCEC4	Observación sistemática	- Diario de clase del profesorado	Boceto (anexo con sus calificaciones).
3	3.1	I-3		Análisis de productos		
4	3.4	I-4				

3.5	4.2	-CCL1, STEM1, STEM2, STEM3, STEM4 -CL1, CCL2, STEM1, STEM2, STEM4, CD2, CE3 -CPSAA3 -STEM1, STEM2, CPSAA5, CE1, CE3	- Rúbricas (anexo)
-----	-----	--	--------------------

Productos	Tipos de evaluación según el agente
-Boceto de la maqueta basado en la biomimesis. -Actividad de consolidación.	Heteroevaluación para el boceto de la maqueta basado en la biomimesis.

Agrupamientos	Sesiones	Recursos	Espacios	Observaciones
- Pequeños grupos (PGRU) -Grupos fijos (GFIJ) -Grupos heterogéneos (GHET)	1 sesión	- <u>Actividad de consolidación:</u> https://forms.gle/yaceoU32RYguRRgTA - <u>Guía de diseño para la biomimesis:</u> https://drive.google.com/file/d/1kvTrhWCToBsm5m-t9_z1biRZ0GO-Z9tO/view?usp=sharing	Aula con recursos TIC	No aplica

FUNDAMENTACIÓN METODOLÓGICA: RECURSOS, FUENTES, OBSERVACIONES, PROPUESTAS Y VALORACIÓN DEL AJUSTE

Recursos:

- Actividad de ideas previas.
- Ordenador.
- Libreta y boli o lápiz para coger apuntes.
- Actividad de consolidación.
- Guía de diseño para la biomimesis.
- Otros

Fuentes:

Guarro, A. (2002). Currículum y democracia. *Por un cambio en la cultura escolar*.
 Fernández, J. T. (2006). El prácticum por competencias: implicaciones metodológico-organizativas y evaluativas. *Bordón: Revista de pedagogía*, 58(3), 403-422.

Observaciones:

La programación didáctica es abierta y flexible, por lo que puede estar sujeta a cambios según las condiciones del alumnado y del centro lo requieran. Es pertinente comentar que los grupos de trabajo cooperativo no tienen por qué ser fijos, pues pueden estar sujetos a modificaciones según el docente lo considere pertinente (ya sea porque los grupos no funcionan bien porque se busca generar grupos más heterogéneos favorecer la inclusividad, u otros motivos).

Vinculación con otras áreas/materias/ámbitos: Esta situación de aprendizaje se puede emplear de manera interdisciplinar con otras materias o asignaturas como puede ser la de Tecnología, aunque también con otras como Física y Química, o incluso, Matemáticas. Esto se debe a su carácter holístico y transversal, ya que toca temas asociados a todas

estas asignaturas. Es por ello por lo que se podría emplear para crear un gran proyecto interdisciplinar que cubra las necesidades de dichas materias.

Valoración del ajuste	Desarrollo	La temporalización ha sido un poco justa, ya que la situación de aprendizaje genérica planteada para el TFM constaba de 11 sesiones, de las cuales solo 2 se han podido emplear para esta de manera parcial. Es por ello por lo que no se pueden trabajar todas las competencias específicas y saberes básicos planteados en el inicio (en la situación de aprendizaje genérica planteada para el TFM). En cuanto a los recursos, como esta SA está adaptada, solo se han necesitado varios recursos de los cuales el centro está provisto, por lo que han servido para todo el alumnado. Las actividades, en mi opinión, han facilitado el aprendizaje, ya que partieron sin apenas conocimientos y la gran mayoría de alumnos se han ido contentos de la actividad y observando la naturaleza desde otra perspectiva. Por su parte no ha habido necesidad de realizar adaptaciones curriculares, ya que es un tema genérico que todo el alumnado ha podido entender. Las actividades de ideas previas y de consolidación, las he realizado con el alumnado que tiene discapacidad intelectual para poder explicarles qué significaba cada afirmación
	Propuestas de mejora	Entre las propuestas de mejora destacaría: más tiempo para llevar a cabo la actividad, otros lugares para realizarla (taller de tecnología con herramientas, salida de campo por los alrededores del centro, etc.). Más tiempo y materiales para poder elaborar las maquetas (madera, metal, plástico, herramientas de trabajo, tornillos, etc.).

5. Resultados y discusión

5.1. Instrumentos de recogida de datos

Para recolectar datos que ayudasen a conocer los conocimientos del alumnado antes y después del desarrollo de esta situación de aprendizaje, se elaboró una encuesta de carácter anónimo con la herramienta *Google Forms* (Anexo). Esta actividad constó de un total de 20 ítems que, mediante frases afirmativas, intentaban sondear las percepciones sobre la biomimesis y su importancia con respecto al cambio climático, la sostenibilidad, la inspiración de la naturaleza, etc., del alumnado mediante una variante de la escala de Likert (Likert, 1932). El grupo de estudiantes al que estuvo dirigida la intervención didáctica lo realizó dos veces, una al inicio de la intervención y otra al final (actividad de ideas previas y actividad de consolidación). Aunque esta encuesta se encuentra sin validar ni contrastar por los métodos

adecuados, se ha creído útil para observar cuál es la percepción del alumnado acerca de la biomimesis antes y después de aplicar la situación de aprendizaje parcial. Creemos que este tipo de actividades es útil para sondear la percepción del alumnado respecto al problema planteado antes y después de la intervención didáctica.

Por último, los bocetos realizados en clase correspondientes a la segunda actividad de la situación de aprendizaje parcial se encuentran en el anexo con sus correspondientes calificaciones las cuales se han basado en una rúbrica que también se encuentre en anexos.

5.2. Justificación de la actividad

Como se comentó previamente, se realizaron dos actividades, una antes del taller y de la realización del boceto y otra de consolidación al final. Ambas con las mismas afirmaciones, pero en formularios de Google diferentes para poder diferenciar el antes y el después y que no se mezclaran las respuestas. Con la actividad de ideas previas se pretendía saber qué conocimientos poseía el alumnado acerca de la biomimesis sin darle ningún tipo de referencia. Cabe destacar que parte del alumnado buscó información en los móviles, aunque se les había dicho que no, por lo que los datos no son completamente fiables. Por otro lado, la puntuación “3” correspondiente a “no estoy de acuerdo ni en desacuerdo”, la usaron como “no sabe o no contesta”, es decir, no tenían conocimientos sobre el tema, pero no querían poner la puntuación “1”, pero se corresponde con esta.

Por otro lado, una vez realizado el taller (presentación en anexo) y el boceto (anexo), se proyectó la actividad de consolidación, con esto se pretende conocer el grado de entendimiento sobre la biomimesis tras el desarrollo de la situación de aprendizaje. Una vez más, emplearon la puntuación “3” para reflejar que no estaban seguros de su respuesta.

Cabe destacar que la actividad de ideas previas posee 28 respuestas, mientras que la actividad de consolidación tiene 23. Esto se debe a que se realizaron en días distintos en un grupo y faltó alumnado. Asimismo, es preciso señalar que no todo el alumnado pudo realizar las actividades, ya que no todos poseían un dispositivo con internet para poder ejecutarlas.

Por último, los datos recopilados mediante estas encuestas se han analizado con el programa Microsoft Excel. Mediante esta herramienta he podido aplicar distintas fórmulas que me han servido para examinar los datos y crear las diferentes gráficas que se pueden observar a continuación.

5.3. Encuesta inicial

En la siguiente tabla se muestran los 20 ítems de la encuesta elaborada para obtener información acerca del conocimiento del alumnado sobre la biomimesis.

Tabla 6. Afirmaciones de las actividades de ideas previas y de consolidación.

AFIRMACIÓN	
1	Biomimesis es una palabra que conozco
2	La biomimesis está relacionada con las ciencias naturales
3	La biomimesis se aplica en muchos aspectos de nuestra vida
4	Mediante la biomimesis se obtienen productos útiles para el ser humano
5	Es necesario que en clase de Tecnología y Biología se explique en qué consiste la biomimesis
6	Los ingenieros e ingenieras utilizan la naturaleza como fuente de inspiración para sus creaciones
7	Muchos de los materiales cotidianos que utilizamos son producto de la biomimesis
8	Los métodos utilizados en ingeniería emplean la biomimesis para diseñar nuevos productos
9	Más de un producto tecnológico de uso cotidiano se inspira en los procesos que ocurren en la naturaleza
10	Tengo algunas ideas para diseñar algún producto inspirándome en lo que observo en la naturaleza
11	Tengo algunas ideas para resolver problemas cotidianos fijándome en la naturaleza
12	La naturaleza es una fuente de inspiración para nosotros y nosotras
13	La naturaleza es útil como referencia para el ser humano
14	El ser humano debería fijarse en la naturaleza para lograr que todo lo que utilice sea biodegradable
15	Los aviones se han diseñado para imitar a los pájaros y por eso tienen su forma
16	El Velcro se inventó siguiendo la estructura de las hojas o semillas que se pegan a la ropa cuando caminas por el campo
17	Las placas solares se diseñaron siguiendo la forma de las hojas de las plantas que realizan la fotosíntesis
18	El iPad es un objeto que se ha creado mediante la biomimesis

19	El sistema de navegación SONAR de los submarinos imita a lo que hacen los delfines o las ballenas
20	La carcasa de un submarino está basada en la piel de un tiburón para evitar la fricción del agua

En una primera aproximación, los resultados obtenidos en la actividad de ideas previas para cada uno de los ítems han sido los siguientes:

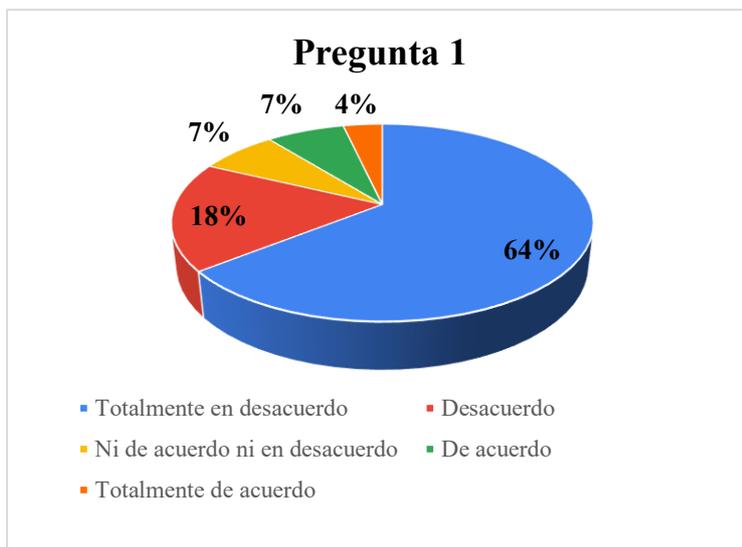


Figura 1. Gráfica de los datos recogidos de la 1ª pregunta. Ideas previas.

Pregunt 1: Biomimesis es una palabra que conozco.

Como puede observarse, la gran mayoría del alumnado desconocía la palabra biomimesis, solo al 4% le sonaba, pero puede ser porque varios buscaron información antes de tiempo.

En general, todos desconocían su significado.

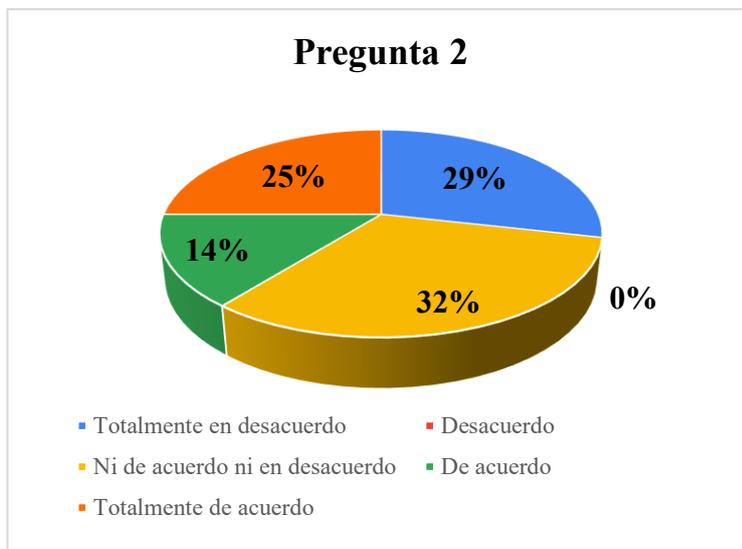
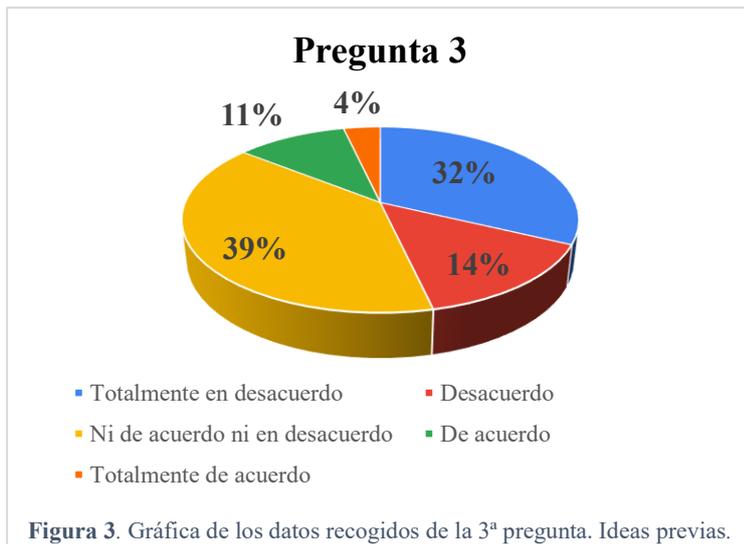


Figura 2. Gráfica de los datos recogidos de la 2ª pregunta. Ideas previas.

Pregunt 2: La biomimesis está relacionada con las ciencias naturales. Como comenté, la fracción amarilla de esta gráfica se corresponde también al color azul, pero marcaron el amarillo porque no estaban seguros. Algunos argumentaron que al empezar por “bio”, debía estar relacionada con la naturaleza, pero no estaban seguros.



Pregunta 3: La biomimesis se aplica en muchos aspectos de nuestra vida.

En esta pregunta puede verse claramente que desconocían la importancia de la biomimesis porque, o no estaban seguros, o directamente pensaban que no se aplica en nuestro día a día.



Pregunta 4: Mediante la biomimesis se obtienen productos útiles para el ser humano. Se observa cómo la mayoría del alumnado pensaba que no se obtienen productos útiles para el ser humano. Algunos (18%) tenía dudas, y solo unos pocos (4%) lo tenían claro (probablemente los que buscaron información).

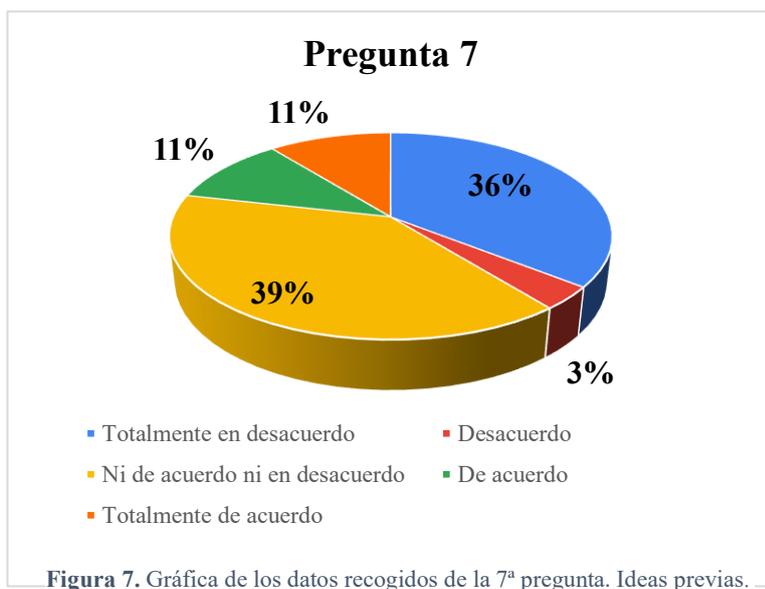


Pregunta 5: Es necesario que en clase de Tecnología y Biología se explique en qué consiste la biomimesis.

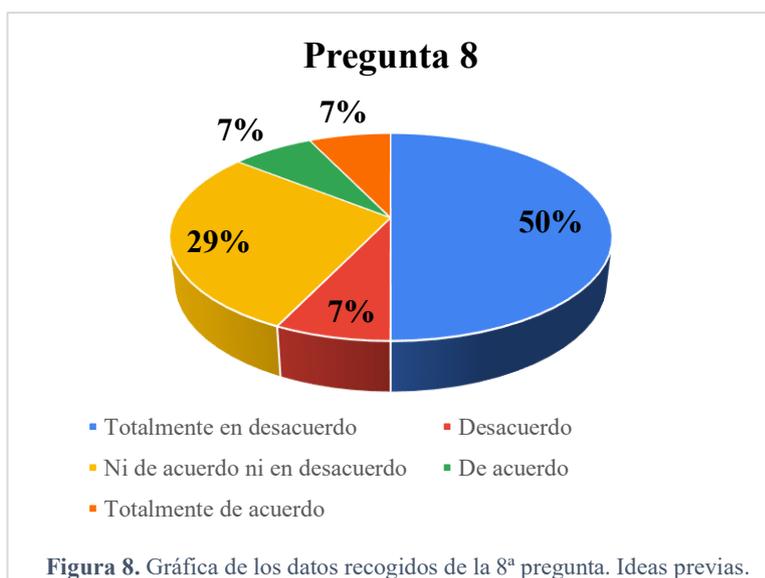
En este caso, aunque no sabían prácticamente nada acerca de la biomimesis, puede verse que estaban interesados en saber más sobre el tema y en que se incluya en sus clases.



Pregunta 6: Los ingenieros e ingenieras utilizan la naturaleza como fuente de inspiración para sus creaciones. En este caso, quizá en algún documental o similar habrían escuchado que los ingenieros en muchas ocasiones usan la naturaleza como inspiración, aunque muchos no lo tenían claro.

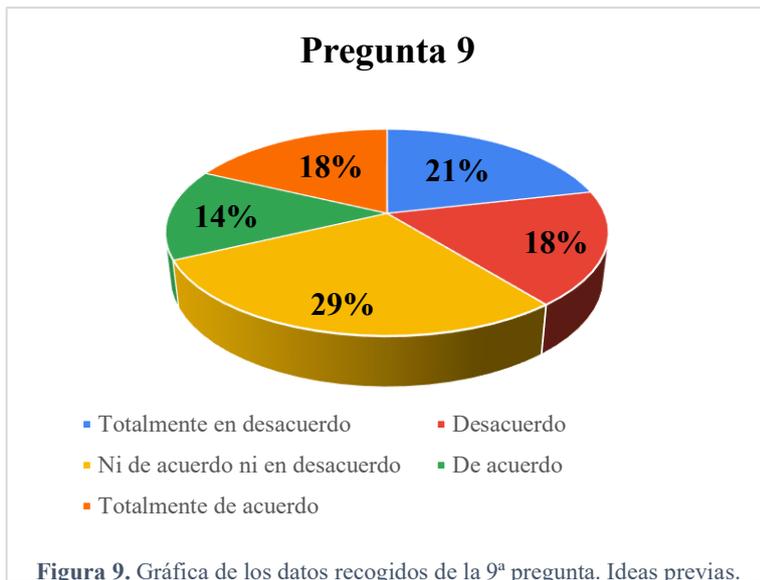


Pregunta 7: Muchos de los materiales cotidianos que utilizamos son producto de la biomimesis. En este caso, puede observarse que la mayoría del alumnado no estaba seguro o estaba totalmente en desacuerdo con que los materiales cotidianos que usamos son producto de la biomimesis.



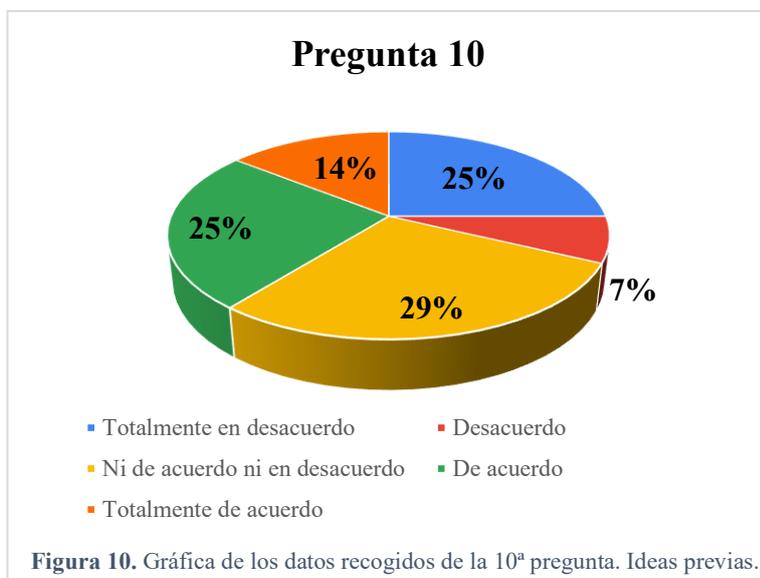
Pregunta 8: Los métodos utilizados en ingeniería emplean la biomimesis para diseñar nuevos productos.

En esta pregunta, la mitad del alumnado no estaba de acuerdo con esta afirmación y gran parte del alumnado restante, no estaba convencido de que se emplee la biomimesis para el diseño.



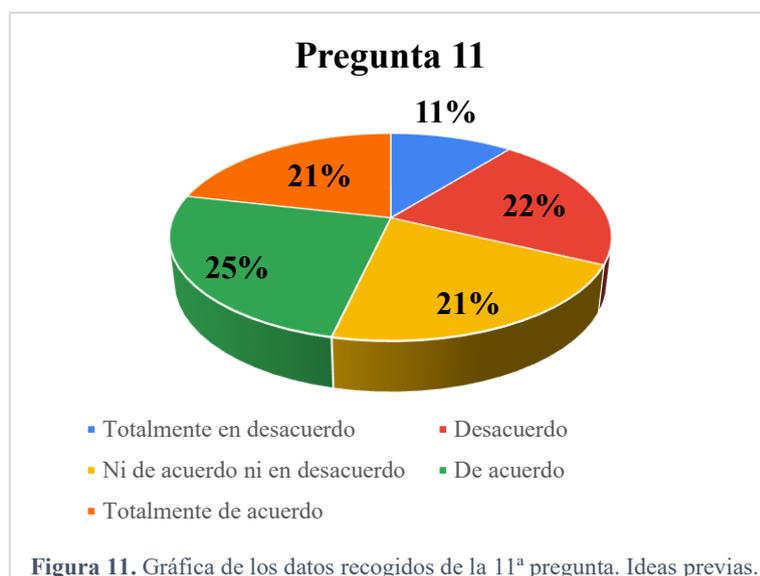
Pregunta 9: Más de un producto tecnológico de uso cotidiano se inspira en los procesos que ocurren en la naturaleza.

En esta pregunta hay opiniones muy dispares, pero la mayoría no estaban seguros de que los objetos que usamos en nuestro día a día estén inspirados en la naturaleza.



Pregunta 10: Tengo algunas ideas para diseñar algún producto inspirándome en lo que observo en la naturaleza.

En esta afirmación, o no estaban seguros, o estaban de acuerdo en que se les pueden ocurrir ideas para diseñar objetos basándose en la naturaleza, como luego demostraron al hacer el boceto.



Pregunta 11: Tengo algunas ideas para resolver problemas cotidianos fijándome en la naturaleza. Como en la pregunta anterior, muchos de ellos creían poder resolver problemas fijándose en la naturaleza, y así lo hicieron cuando me comentaban qué se podría hacer mientras realizaban el boceto.

Pregunta 12

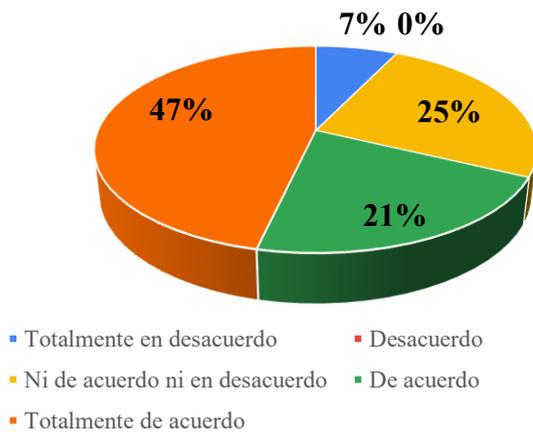


Figura 12. Gráfica de los datos recogidos de la 12ª pregunta. Ideas previas.

Pregunta 12: La naturaleza es una fuente de inspiración para nosotros y nosotras.

En este caso, la gran mayoría estaba totalmente de acuerdo o de acuerdo (68%) con que la naturaleza es una fuente de inspiración sin haberles impartido el taller.

Pregunta 13

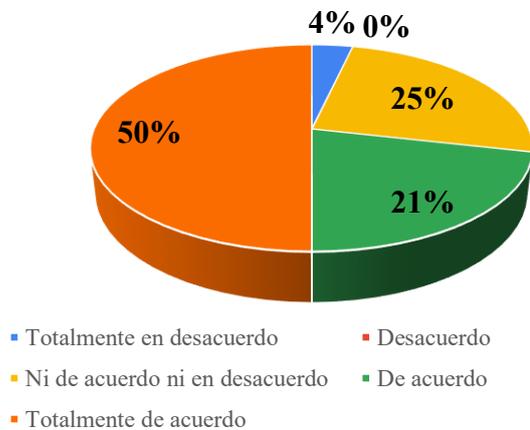


Figura 13. Gráfica de los datos recogidos de la 13ª pregunta. Ideas previas.

Pregunta 13: La naturaleza es útil como referencia para el ser humano.

En este caso, casi todo el alumnado estaba totalmente de acuerdo o de acuerdo (71%) con que la naturaleza nos es útil, aunque todavía no sabían hasta qué punto.

Pregunta 14

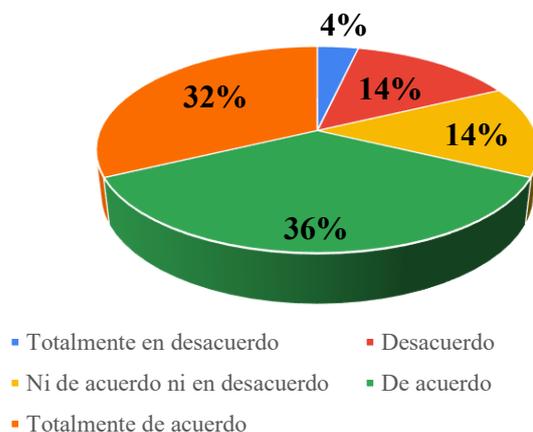
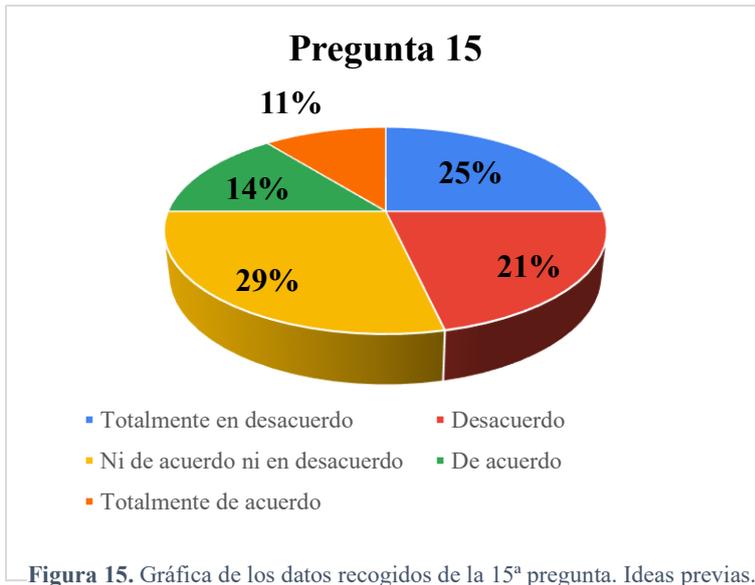


Figura 14. Gráfica de los datos recogidos de la 14ª pregunta. Ideas previas.

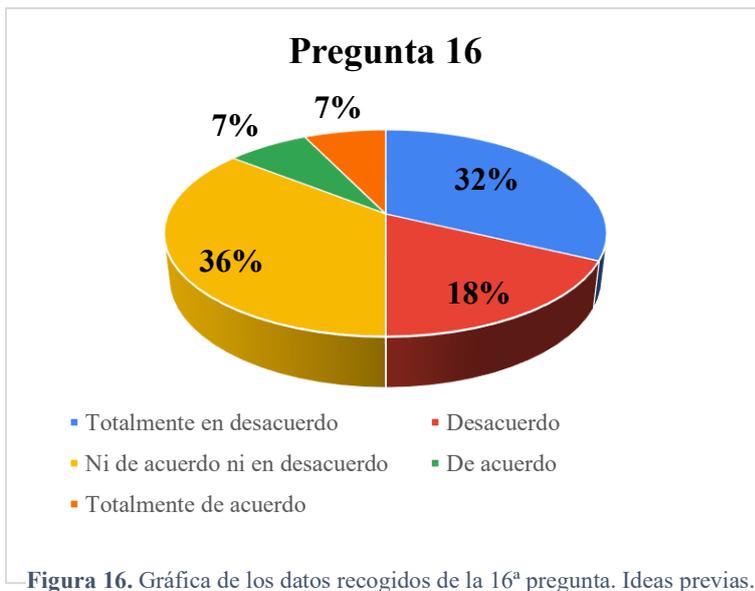
Pregunta 14: El ser humano debería fijarse en la naturaleza para lograr que todo lo que utilice sea biodegradable.

En esta pregunta, la mayoría (68%) pensaba que deberíamos fijarnos en la naturaleza para crear objetos biodegradables. En el centro están muy concienciados con esto.

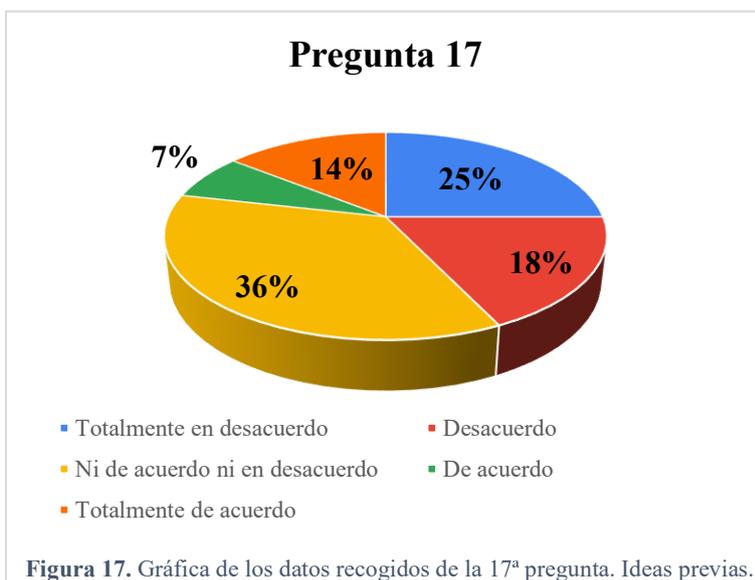


Pregunta 15: Los aviones se han diseñado para imitar a los pájaros y por eso tienen su forma.

En este caso, o no estaban seguros de que la afirmación fuese cierta, o estaban en desacuerdo con que los aviones se hayan diseñado fijándose en los pájaros (75%).



Pregunta 16: El Velcro se inventó siguiendo la estructura de las hojas o semillas que se pegan a la ropa cuando caminas por el campo. En esta afirmación, al igual que la anterior, no tenían referencias, por lo que la mayoría no están de acuerdo o no podían afirmarlo con seguridad (86%).



Pregunta 17: Las placas solares se diseñaron siguiendo la forma de las hojas de las plantas que realizan la fotosíntesis.

En esta, quizá por el contexto, la mayoría no podía afirmarlo con seguridad (36%) y el resto no estaba de acuerdo directamente (43%). Por lo que la mayoría no “acertó” con su respuesta (73%).

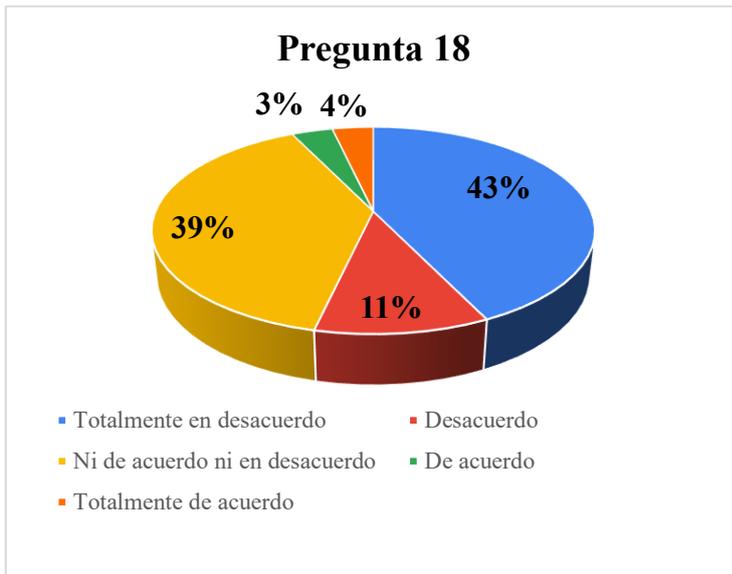


Figura 18. Gráfica de los datos recogidos de la 18ª pregunta. Ideas previas.

Pregunta 18. El iPad es un objeto que se ha creado mediante la biomimesis.

En esta pregunta “trampa” la mayoría “acertó” (54%), ya que estaban en desacuerdo o totalmente en desacuerdo con que los iPad se basaran en la biomimesis.

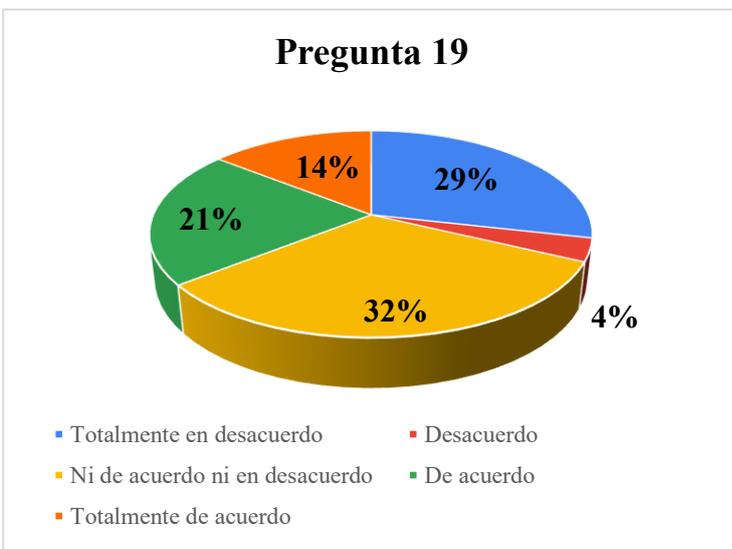


Figura 19. Gráfica de los datos recogidos de la 19ª pregunta. Ideas previas.

Pregunta 19: El sistema de navegación SONAR de los submarinos imita a lo que hacen los delfines o las ballenas.

En esta pregunta la mayoría tenía dudas (32%) y, más o menos, la misma cantidad de personas estaban de acuerdo (35%), que en desacuerdo (33%), por lo que había mucha indecisión.

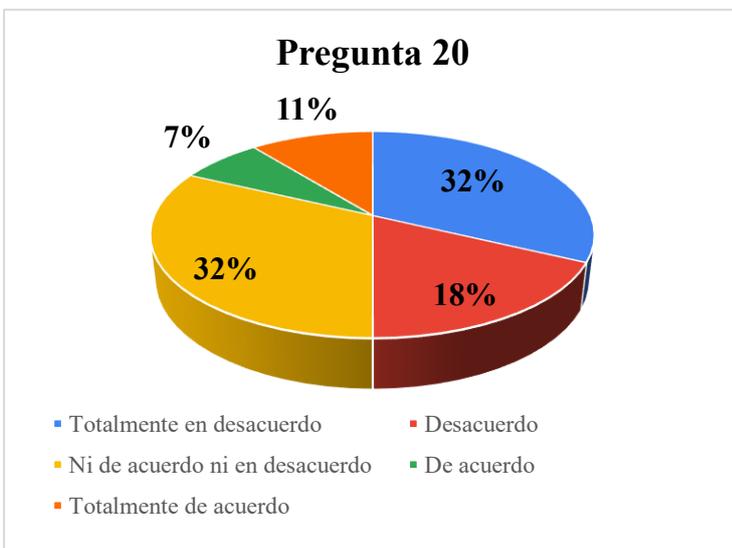


Figura 20. Gráfica de los datos recogidos de la 20ª pregunta. Ideas previas.

Pregunta 20: La carcasa de un submarino está basada en la piel de un tiburón para evitar la fricción del agua.

Por último, en este caso se repite lo anterior, gran parte del alumnado tenía dudas con la respuesta (32%), mientras que la mayoría del restante (50%) estaba en desacuerdo o totalmente en desacuerdo con la afirmación.

Por tanto, se puede concluir que el alumnado de 3º de la Enseñanza Secundaria Obligatoria del Colegio Decroly, no tenía apenas conocimientos previos acerca de la biomimesis, aunque sí estaba más o menos concienciado acerca de la problemática actual del cambio climático, tenía ganas de solventar problemas de su día a día o a mayor escala y buscar soluciones ante diferentes problemas.

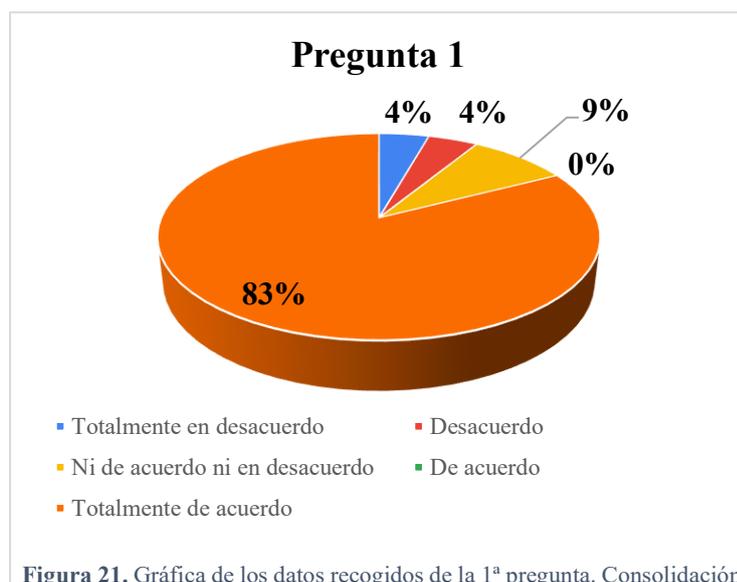
Cabe destacar que este colegio se sensibiliza con los problemas que existen en nuestra sociedad asociados al cambio climático: no reciclar, producción masiva de residuos, no reutilizar los distintos envases, consumir o comprar objetos o prendas nuevas y luego no darles más usos, etc. Es por ello por lo que afirman que deberíamos fijarnos en la naturaleza para crear objetos biodegradables, que deberíamos usar la naturaleza como referencia o como fuente de inspiración, o que tengan ganas de aprender y de que se introduzca el tema en asignaturas como Biología y Geología o Tecnología.

Debido a lo anterior, creo que indirectamente ya poseían conocimientos previos de cara a la realización del taller de biomimesis y en ello se basa parte del éxito de la situación de aprendizaje.

5.4. Encuesta final

La encuesta final posee los mismos 20 ítems señalados en el apartado 5.3., solo que se realizaron en formularios de Google diferentes para agilizar la estadística posterior.

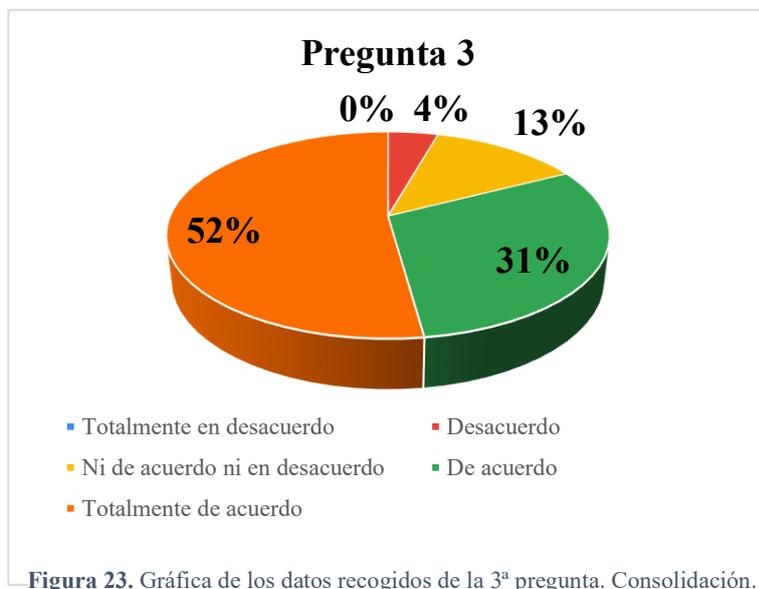
Los resultados recogidos en el formulario de Google y analizados con Excel son los siguientes:



Pregunta 1: Biomimesis es una palabra que conozco. Puede observarse como la mayoría del alumnado (83%) ha comprendido el concepto de biomimesis, a diferencia de la actividad de ideas previas, en la que el 82% desconocía la palabra. El 17% restante puede ser que no se acordara, o que no fuera a clase los días en los que impartí el taller.



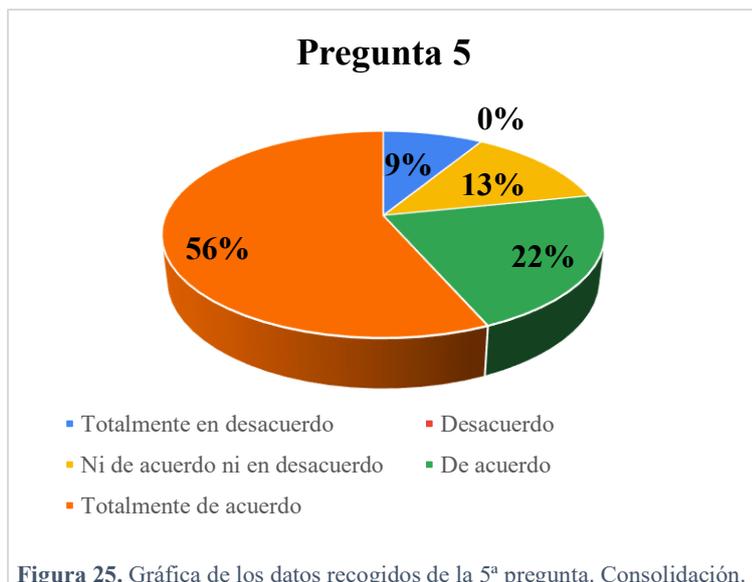
Pregunta 2: La biomimesis está relacionada con las ciencias naturales. Nuevamente, la gran mayoría (82%) ha aprendido que la biomimesis está relacionada con las ciencias naturales, a diferencia de la actividad de ideas previas, en las que el 61% no estaba seguro o no estaba de acuerdo.



Pregunta 3: La biomimesis se aplica en muchos aspectos de nuestra vida. Puede observarse cómo la mayoría del alumnado (83%) está de acuerdo o totalmente de acuerdo con que la biomimesis se aplica en muchos aspectos de nuestra vida. A diferencia de la actividad previa, en la que el 85% dudaba o no estaba de acuerdo.



Pregunta 4: Mediante la biomimesis se obtienen productos útiles para el ser humano. En esta caso, prácticamente todos (91%) han aprendido que con la biomimesis se obtienen productos útiles, frente al 75% anterior, en el que, o no estaban seguros (18%), o no estaban de acuerdo (57%).



Pregunta 5: Es necesario que en clase de Tecnología y Biología se explique en qué consiste la biomimesis. En esta gráfica puede observarse que la mayoría (78%) quiere aprender más sobre el tema, aunque también habían puntuado esto en la actividad de ideas previas (50%). Tras la actividad tienen más ganas de seguir aprendiendo.



Pregunta 6: Los ingenieros e ingenieras utilizan la naturaleza como fuente de inspiración para sus creaciones.

En este caso, el 82% de los estudiantes tiene claro que los ingenieros en ocasiones utilizan la naturaleza como fuente de inspiración, frente al 40% anterior.



Pregunta 7: Muchos de los materiales cotidianos que utilizamos son producto de la biomimesis. Ahora el 78% del alumnado está de acuerdo con que muchos de los materiales que usamos son producto de la biomimesis, frente al 39% anterior que no estaba seguro y el 36% que no estaba de acuerdo.

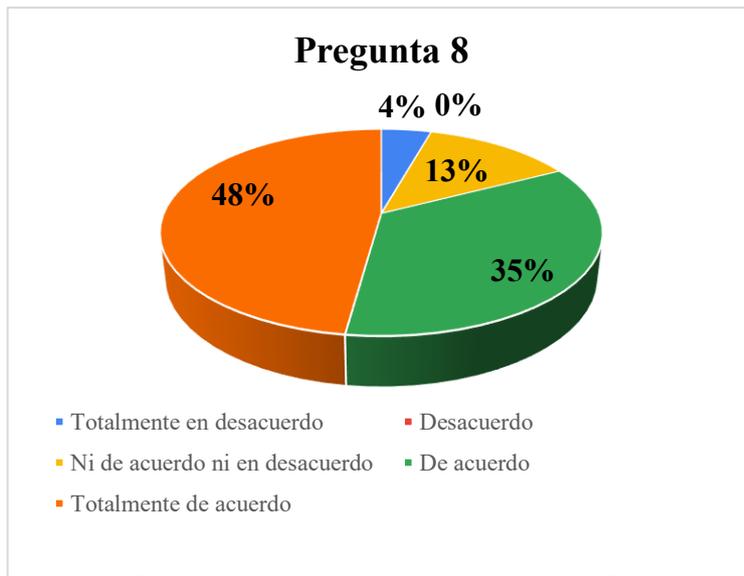


Figura 28. Gráfica de los datos recogidos de la 8ª pregunta. Consolidación.

Pregunta 8: Los métodos utilizados en ingeniería emplean la biomimesis para diseñar nuevos productos. Tras el taller, el 83% del alumnado está de acuerdo con que en la ingeniería se emplea la biomimesis para el diseño, al contrario de lo que pensaban antes, en la que el 57% no estaba de acuerdo y el 29% no estaba seguro.

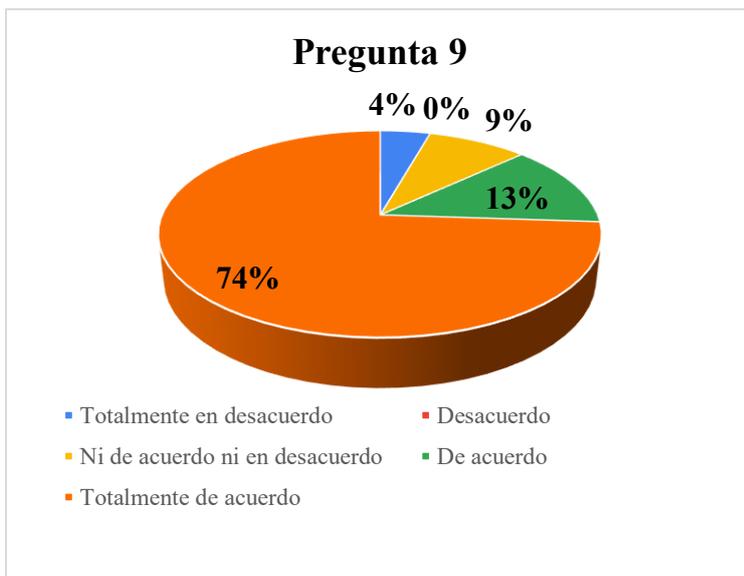


Figura 29. Gráfica de los datos recogidos de la 9ª pregunta. Consolidación.

Pregunta 9: Más de un producto tecnológico de uso cotidiano se inspira en los procesos que ocurren en la naturaleza.

Ahora, el 87% del alumnado opina que usamos objetos basados en la naturaleza, mientras que antes del taller, el 29% del alumnado no estaba seguro de su respuesta, y el 39% estaba en desacuerdo.

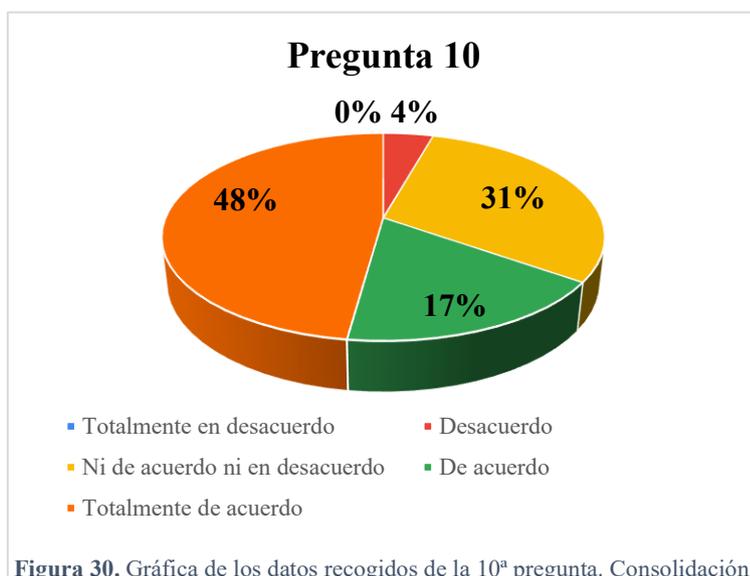


Figura 30. Gráfica de los datos recogidos de la 10ª pregunta. Consolidación.

Pregunta 10: Tengo algunas ideas para diseñar algún producto inspirándome en lo que observo en la naturaleza.

Antes del taller, la mayoría creía que quizás podría tener ideas para diseñar productos basados en la naturaleza (54%). Mientras que ahora, el 65% está seguro de poder conseguirlo.

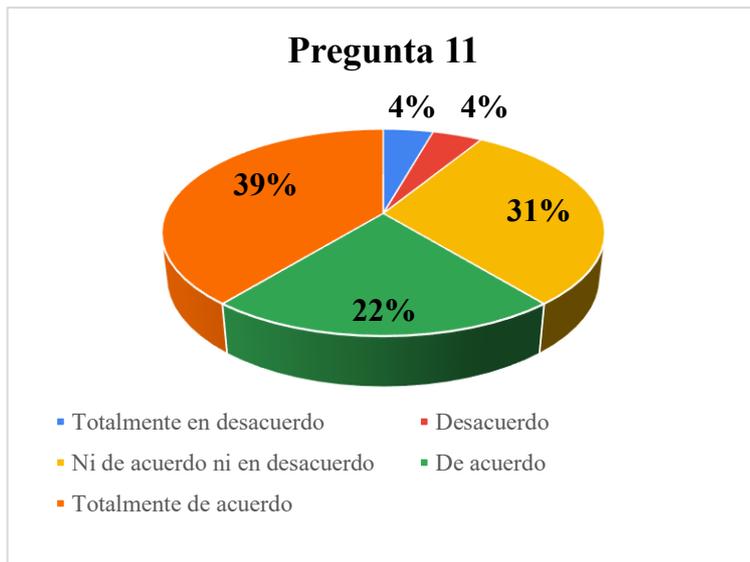


Figura 31. Gráfica de los datos recogidos de la 11ª pregunta. Consolidación.

Pregunta 11: Tengo algunas ideas para resolver problemas cotidianos fijándome en la naturaleza. Como puede observarse, antes del taller, ya pensaban que podrían tener alguna idea para resolver problemas cotidianos (67%). Ahora el 61% lo tiene claro y el 31% piensa que quizá podría (92%).

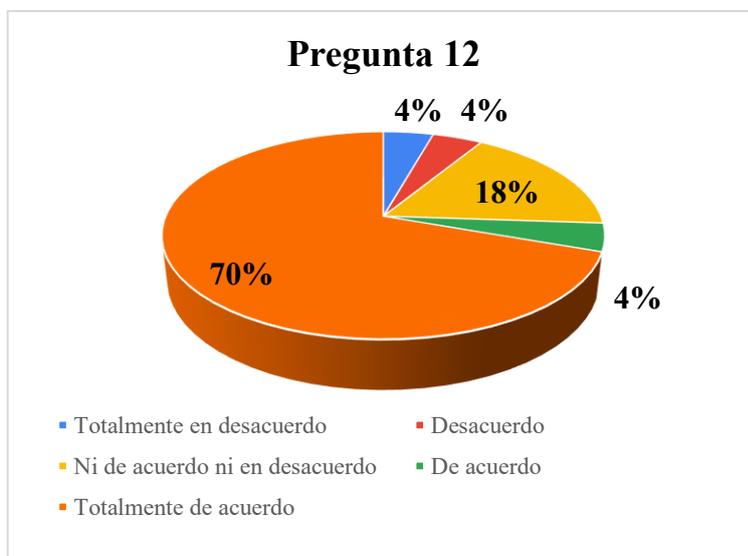


Figura 32. Gráfica de los datos recogidos de la 12ª pregunta. Consolidación.

Pregunta 12: La naturaleza es una fuente de inspiración para nosotros y nosotras.

Antes el 47% estaba de acuerdo con que la naturaleza es una fuente de inspiración para nosotros, mientras que ahora lo tiene claro el 74% del alumnado, por lo que tras el taller les ha quedado claro.

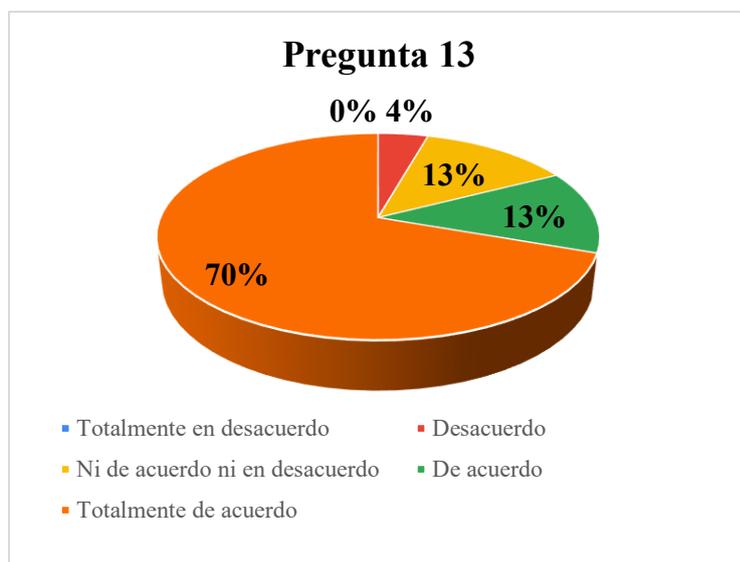


Figura 33. Gráfica de los datos recogidos de la 13ª pregunta. Consolidación.

Pregunta 13: La naturaleza es útil como referencia para el ser humano.

Ahora el 83% del alumnado tiene claro que la naturaleza es útil como referencia para el ser humano, mientras que antes de la intervención solo el 68% estaba de acuerdo.

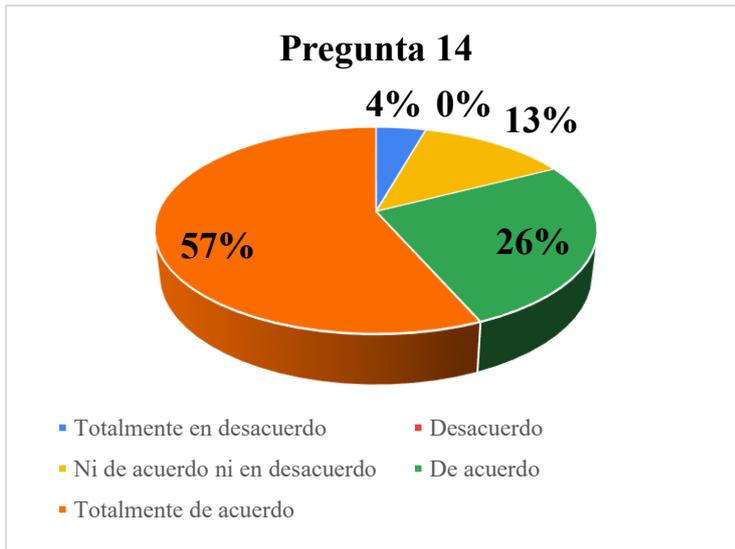


Figura 34. Gráfica de los datos recogidos de la 14ª pregunta. Consolidación.

Pregunta 14: El ser humano debería fijarse en la naturaleza para lograr que todo lo que utilice sea biodegradable. Puede observarse cómo se ha pasado de que el 68% de los estudiantes pensara que el ser humano debería fijarse en la naturaleza para crear objetos biodegradables, a que ahora sea el 83% los que lo piensan.

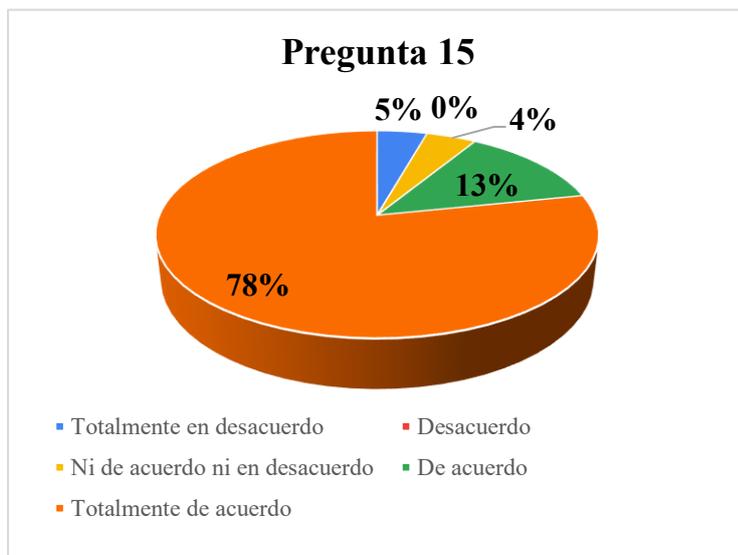


Figura 35. Gráfica de los datos recogidos de la 15ª pregunta. Consolidación.

Pregunta 15: Los aviones se han diseñado para imitar a los pájaros y por eso tienen su forma.

En este caso, el 91% del alumnado piensa que los aviones imitan a los pájaros, frente al 25% anterior obtenido mediante la actividad de ideas previas.

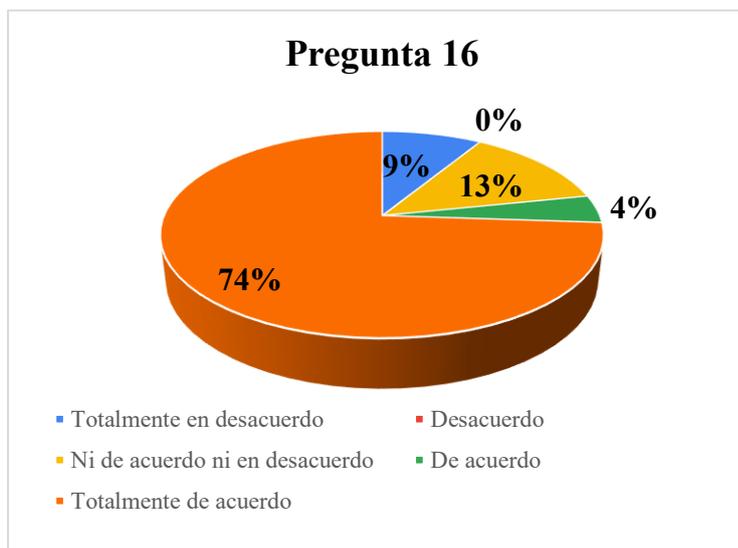


Figura 36. Gráfica de los datos recogidos de la 16ª pregunta. Consolidación.

Pregunta 16: El Velcro se inventó siguiendo la estructura de las hojas o semillas que se pegan a la ropa cuando caminas por el campo.

Antes del taller, solo el 14% de los estudiantes estaba de acuerdo con que el Velcro se inventó siguiendo la estructuras de semillas. Ahora esta cifra ha ascendido al 78%.

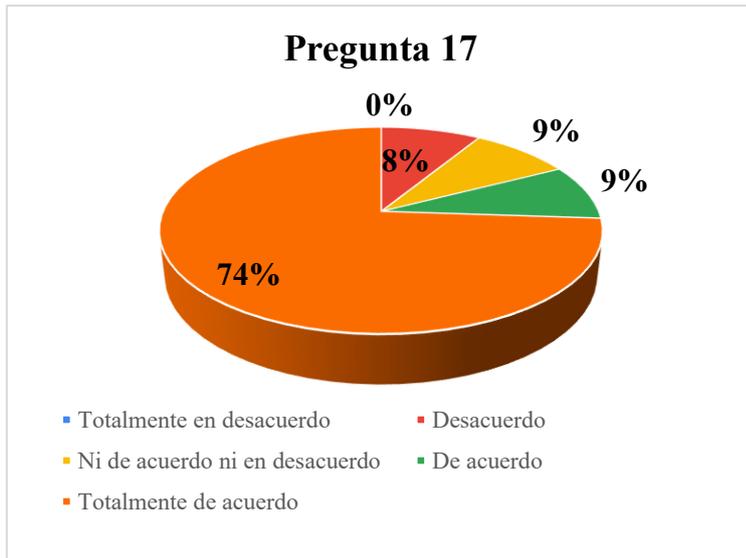


Figura 37. Gráfica de los datos recogidos de la 17ª pregunta. Consolidación.

Pregunta 17: Las placas solares se diseñaron siguiendo la forma de las hojas de las plantas que realizan la fotosíntesis.

Tras el taller, al 83% de los estudiantes les ha quedado claro que las placas solares siguen el diseño de las hojas, frente al 21% obtenido con la actividad de ideas previas.

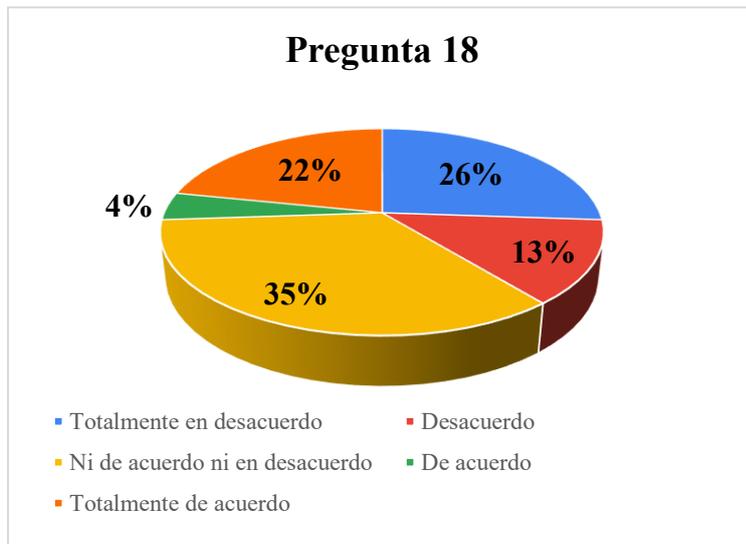


Figura 38. Gráfica de los datos recogidos de la 18ª pregunta. Consolidación.

Pregunta 18. El iPad es un objeto que se ha creado mediante la biomimesis.

Esta es un poco engañosa, ya que durante el taller no se mencionó nada acerca de los iPads. La mayoría contestó que no estaba seguro (35%) porque no se había mencionado, mientras que el 39% respondió correctamente.

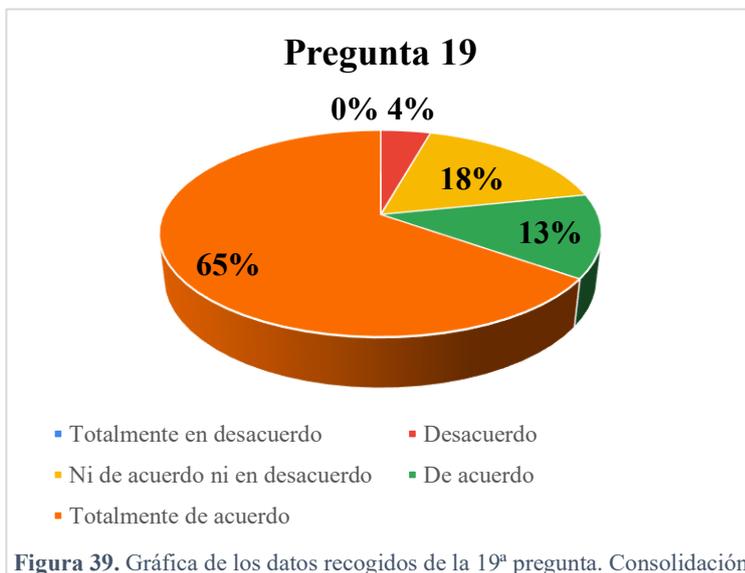


Figura 39. Gráfica de los datos recogidos de la 19ª pregunta. Consolidación.

Pregunta 19: El sistema de navegación SONAR de los submarinos imita a lo que hacen los delfines o las ballenas.

Tras el taller al 78% de los estudiantes les ha quedado claro que el sonar imita a diferentes animales, antes de este, solo lo tenían claro el 35% de los estudiantes.

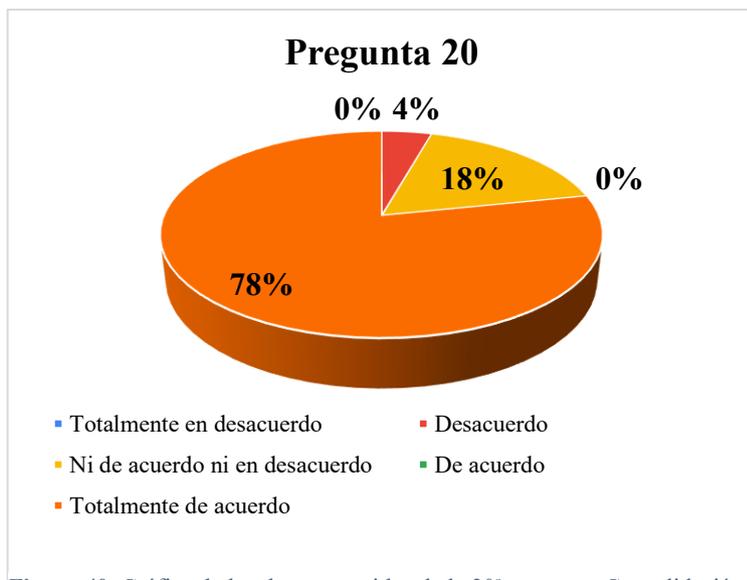


Figura 40. Gráfica de los datos recogidos de la 20ª pregunta. Consolidación.

Pregunta 20: La carcasa de un submarino está basada en la piel de un tiburón para evitar la fricción del agua.

Antes del taller, solo el 18% del alumnado estaba de acuerdo con que la carcasa de los submarinos está basada en la piel de los tiburones. Tras el taller, esta cifra ha aumentado al 78%.

5.5. Teniendo en cuenta los datos obtenidos, ¿existe diferencia ente el antes y el después de la intervención didáctica?

Como puede observarse en el apartado de la encuesta final, se han ido colocando las diferentes gráficas obtenidas con los datos recabados de la encuesta realizada al alumnado. Para ilustrarlo más claramente, se han obtenido dos nuevas gráficas con los datos en total. He creído conveniente eliminar la pregunta 18 (“El iPad es un objeto que se ha creado mediante la biomimesis”), ya que, al puntuarse correctamente al contrario, se trataría de un *outlaier* o valor atípico, lo que modificaría los datos.

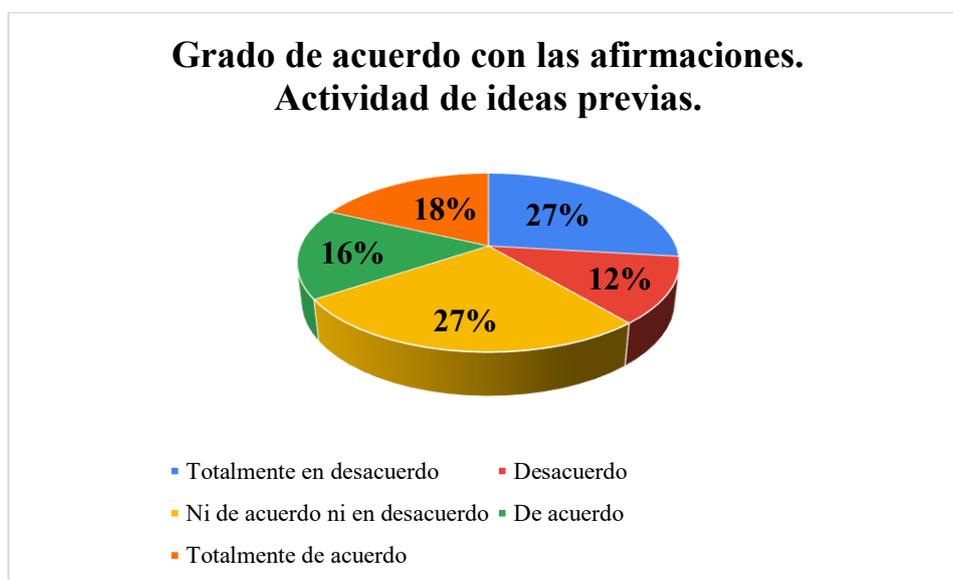


Figura 41. Gráfica realizada con los datos recogidos en la actividad de ideas previas.

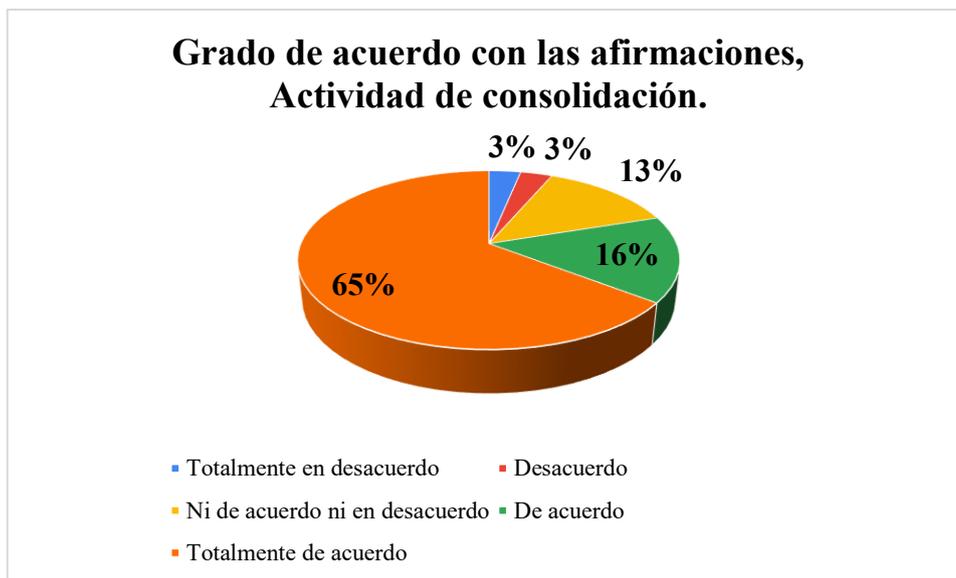


Figura 42. Gráfica realizada con los datos recogidos en la actividad de consolidación.

Mediante estas dos gráficas puede verse el efecto que el taller de biomimesis y la actividad del boceto han tenido sobre el alumnado. Han pasado de no estar seguros (ni de acuerdo ni en desacuerdo) con la mayoría de las afirmaciones (27%) a que esa indecisión se transforme en un 13%. Por otro lado, anteriormente el 27% de los estudiantes estaban totalmente en desacuerdo con las afirmaciones y el 12% estaba en desacuerdo. Tras el taller, esa disconformidad se ha transformado en un 4% cada una. Por último, antes y después del taller, el mismo porcentaje de alumnado estaba de acuerdo con las afirmaciones (16%).

Finalmente, y más importante, antes del taller solo el 18% de los estudiantes estaban de totalmente acuerdo con las afirmaciones, mientras que tras la intervención esa total seguridad se ha transformado a un 65%.

Por todo lo anterior, creo que puede observarse claramente el efecto que la situación de aprendizaje ha tenido sobre el alumnado de 3º de la ESO del CPEIPS Decroly. Creo que han entendido el concepto de biomimesis, qué aplicaciones puede tener, cómo surgió y cómo puede emplearse en el día a día, además de diferentes ejemplos que les pueden servir de inspiración para crear otros nuevos. Con esto se pretende sembrar una pequeña semilla que les ayude a ver la naturaleza desde otro enfoque y sean más sostenibles, ya que insistí en la creación de productos mediante materiales biodegradables, en el reciclaje y la reutilización de estos, en la creación otros más resistentes y eficaces basándonos en la naturaleza y en las rutas cíclicas, que pueden contribuir, tal y como sucede en las cadenas tróficas, a que los residuos de unos, sean útiles para el próximo.

En este punto es importante señalar las ventajas que tienen las estrategias metodológicas multimodales para la EDS y, por tanto, para la ECG, ya que permiten trabajarlas desde la perspectiva de la enseñanza de las ciencias experimentales, en consonancia con lo planteado por Rivera Gavidia y Marrero Galván (2023).

Por otro lado, parte de la presentación fue destinada al profesorado, aunque solo lo vio mi tutor de prácticas. En esta explicaba la aplicabilidad de la biomimesis en el aula, ya que nos sirve para trabajar mediante metodologías tales como el APB, POE, aplicar el pensamiento de diseño (*Design thinking*), trabajar de manera interdisciplinar, etc. Esto puede ayudar a explicar distintos saberes básicos y a ayudar al alumnado a aprender diversas competencias específicas de una manera diferente y más innovadora.

6. Conclusiones

El presente trabajo pone de manifiesto la necesidad de repensar el currículo a través de diversos aspectos que surgen del desarrollo humano, a medida que la ciencia y la tecnología avanzan para lograr la sostenibilidad sobre la base de los ODS (Negrín Medina y Marrero Galván, 2021). La biomimesis se convierte entonces en un potente hilo conductor que nos relaciona la manera en que el enfoque curricular permite desarrollar las competencias transversales que propugna la EDS y la ECG, mediante el uso de diversas metodologías como las sugeridas en este trabajo como son la metodología POE, el ABP y el *Design Thinking*. Sin embargo, creo que es necesario poner de manifiesto las limitaciones y propuestas de mejora necesarias en el mismo.

6.1. Limitaciones

Entre las limitaciones encontradas se observan:

Por un lado, el tamaño de la muestra, ya que la actividad de ideas previas la realizaron 28 estudiantes, mientras que la actividad de consolidación la llevaron a cabo 23 personas. Por tanto, las conclusiones extraídas de este trabajo no pueden extrapolarse más allá por el momento. Para que las conclusiones sean veraces, el tamaño de la muestra debería ser mucho mayor. Es por este motivo por el que no se han realizado pruebas estadísticas para las escalas Likert como pueden ser la prueba T de dos muestras (si pensamos que los datos llevan una distribución normal continua, ya que se trata de una prueba paramétrica) o la prueba de Mann-

Whitney (si suponemos que los datos no llevan una distribución normal o continua, ya que se trata de una prueba no paramétrica).

Por otro lado, otra limitación fue el tiempo, ya que se tuvo que adaptar la situación de aprendizaje genérica de once sesiones a dos para cada curso. Esto pudo hacer que el alumnado no tuviera tiempo de asimilar la información (puesto que, por ejemplo, en uno de los grupos se llevó a cabo en dos horas consecutivas).

Por último, se quiso tener en cuenta el género del alumnado para ver si había diferencias en la población entre hombres, mujeres, personas no binarias u otros, es por ello, por lo que la primera pregunta de la encuesta era esta. Sin embargo, al ser una muestra muy pequeña y de un solo curso, no se obtuvieron resultados significativos y no se tuvieron en cuenta estos datos a la hora de exponerlo en este trabajo.

6.2. Propuestas de mejora

Creo que el instrumento empleado para indagar acerca de la percepción del alumnado sobre la biomimesis antes y después de aplicar la propuesta de intervención debe mejorarse, calibrarse y adaptarse para obtener resultados más fiables, ya que no sé si las encuestas pasadas son seguras. Además, aumentaría el tamaño de la muestra, y quizá aplicaría la situación de aprendizaje en otros cursos para ver cómo se comportaría y qué datos se obtendrían. Asimismo, me gustaría haber puesto en práctica la SA de manera interdisciplinar, por ejemplo, con Tecnología, de tal forma que la maqueta se hubiera hecho en un taller si el centro dispusiera de este.

Por último, dedicaría más tiempo a la situación de aprendizaje, ya que dos sesiones me parecen insuficientes para poder obtener resultados significativos.

6.3. Futuras investigaciones

A la vista de los cambios que se están dando y que están por llegar con la LOMLOE, se precisan de nuevos análisis que profundicen en la evolución del currículo español respecto a la biomimesis, ya que es un concepto que todavía no se aplica (solo lo he encontrado aplicado en otros países) y que es muy útil para trabajar mediante distintas metodologías y en la enseñanza de competencias y saberes básicos. Creo que sería conveniente introducirlo en el aula, ya que se presta a que pueda trabajarse bajo este nuevo currículo y teniendo en cuenta la diferenciación por género, ya que, aunque en la encuesta realizada se tuvo en cuenta, no se obtuvieron resultados significativos, por lo que sería conveniente realizar el estudio con una muestra mayor.

7. Agradecimientos

En primer lugar, me gustaría agradecer a mi familia y amigos por darme todo lo que he necesitado para llegar hasta aquí.

A mi tutor Miguel Ángel, por guiarme y estar ahí siempre que lo necesitaba, por su dedicación, paciencia, predisposición, ánimo y preocupación hasta el último momento. Su trayectoria como docente es un claro ejemplo a seguir.

A Pablo, mi tutor de prácticas en el CPEIPS Decroly por darme todas las facilidades para dar clase, poner en práctica esta intervención educativa, enseñarme tanto a nivel profesional y personal y, sobre todo, por enseñarme el tipo de profesora que quiero ser.

Al alumnado de del CPEIPS Decroly. Las prácticas terminaron demasiado pronto. Los días fueron intensos, pero se fueron volando. Gracias a todos por enseñarme tanto o más de lo que yo les pude enseñar. En general el alumnado fue maravilloso, especialmente el de un curso de primero y los dos cursos de 3º en los que estuve y donde puse en marcha la situación de aprendizaje. El alumnado me acogió desde el primer momento y fue muy participativo y respetuoso. Empecé las prácticas con miedo porque no sabía si me iban a gustar o no y por estos cursos, me he dado cuenta de lo mucho que me gusta y de lo valiosa que es la enseñanza y la educación.

A todos, gracias.

8. Referencias

- Alsina, M., Mallol, C., y Alsina, C. (2019). 3rd International Virtual Conference on Educational Research and Innovation. En *Currículum competencial en secundaria a partir de la metodología de proyectos interdisciplinarios* (pp. 35-39). Vinedu.
- Arias Flores, H., Jadán Guerrero, J., y Gómez Luna, L. (2019). Innovación educativa en el aula mediante Design Thinking y Game Thinking. *Hamut'ay*, 6(1), 82-95. <https://doi.org/10.21503/hamu.v6i1.1576>
- Benyus, J. M. (2002). *Biomimicry: Innovation Inspired by Nature*. Harper Perennial.
- Blok, V., y Gremmen, B. (2016). Ecological Innovation: Biomimicry as a New Way of Thinking and Acting Ecologically. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*, 29(2), 203-217. <https://doi.org/10.1007/s10806-015-9596-1>

- Cabrero Olmos, R., Calle Sánchez, L., Rodríguez-García, B., y Sevilla Lucio, V. (2021). La espiral biomimética inspiradora de retos actuales de diseño y soluciones sostenibles innovadoras. *Proyecta56, an Industrial Design Journal*, 1, 57-67. <https://doi.org/10.25267/P56-IDJ.2021.i1.6>
- Capraro, R. M., Capraro, M. M., y Morgan, J. (Eds.). (2013). *STEM Project-Based Learning An Integrated Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Approach*. Sense Publishers.
- Cervera, A. (2020). *Biomimética: Qué es y ejemplos inspiradores de biomimesis*. <https://www.simbiotia.com/biomimesis/>.
- Cifuentes Gómez, N. (2022). Biomimesis y mujeres. *Revista Neuronum*, 8(4), 40-44.
- Collazo Expósito, L. (2021). Teaching Methodology in the Process of Sports Training in Teams Sports. En *Introducción de la biomimesis al trabajo experimental de la formación de maestros para desarrollar competencias clave en sostenibilidad* (pp. 844-855). Dykinson.
- Condliffe, B., Quint, J., Visher, M. G., Bangser, M. R., Drohojowska, S., Saco, L., y Nelson, E. (2017). Project-Based Learning A Literature Review. *MDRC*, 3.
- Dawson, R., y Winks, L. (2021). Biomimicry -- A Nature-Based Approach to Designing Sustainable Futures. *School Science Review*, 102(381), 43-47.
- Decreto 30/2023, de 16 de marzo, por el que se establece la ordenación y el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato en la Comunidad Autónoma de Canarias (BOC núm. 58 de 23 de marzo).
- Erdem Özcan, G., y Uyanık, G. (2022). The effects of the “Predict-Observe-Explain (POE)” strategy on academic achievement, attitude and retention in science learning. *Journal of Pedagogical Research*, 6(3), 103-111. <https://doi.org/10.33902/JPR.202215535>
- Galeana, L. (2022). Aprendizaje basado en proyectos. *IMI, Universidad de Colima*, 2-18.
- Gobierno de Canarias. (2018). *Pensamiento de Diseño (Design Thinking): Convertimos los Problemas en Oportunidades*. Medusa.
- Gómez Jiménez, S. (2020). Una experiencia docente, su ejecución y resultados: la epigrafía, elemento didáctico e interdisciplinar para el aula. *Revista de Estudios Latinos*, 20, 181-196.

- Hernández Millán, G., y López Villa, N. (2011). Predecir, observar, explicar e indagar: Estrategias efectivas en el aprendizaje de las ciencias. *Universidad Nacional Autónoma De México*, 9, 4-12.
- Jacobs, S., Eggermont, M., Helms, M., y Wanieck, K. (2022). The Education Pipeline of Biomimetics and Its Challenges. *Biomimetics*, MDPI, 7(3), 93. <https://doi.org/10.3390/biomimetics7030093>
- Likert, R. (Eds.). (1932). *A technique for the measurement of attitudes*. Archives of Psychology.
- Maltese, A. v., y Tai, R. H. (2011). Pipeline persistence: Examining the association of educational experiences with earned degrees in STEM among U.S. students. *Science Education*, 95(5), 877-907. <https://doi.org/10.1002/sce.20441>
- Ministerio de Derechos Sociales y Agenda 2030. (2021). *Conoce la Agenda*. Ministerio de Derechos Sociales y Agenda 2030.
- Negrín Medina, M. A., Domínguez Hernández, J., y Otero Calviño, N. (2023). La indagación y el diseño en ingeniería como metodología STEAM para una propuesta formativa en la construcción de un cohete de agua. *Educación y Sociedad: Pensamiento e innovación para la transformación social*, 2726-2734.
- Negrín Medina, M. Á., y Marrero Galván, J. J. (2021). La nueva Ley de Educación (LOMLOE) ante los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030 y el reto de la COVID-19. *Avances en supervisión educativa: Revista de la Asociación de Inspectores de Educación de España*, 35, 140-182.
- Organización de las Naciones Unidas. (2015). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Organización de las Naciones Unidas.
- Otero Calviño, N., Domínguez Hernández, J. D., y Negrín Medina, M. Á. (2022). Tres, dos, uno, despegamos...Houston tenemos un problema: la estrategia del pensamiento de diseño (design thinking) en proyectos interdisciplinarios. *El Bucio: Revista Digital del CEP Tenerife Sur*, 4-18.
- Porritt, J. (Eds.). (2007). *Capitalism as if the World Matters*. Routledge.
- Pujol, R. M. (Eds.). (2003). *Didáctica de las Ciencias en la Educación Primaria*. Síntesis.

- Rieckmann, M. (2018). Learning to transform the world: key competencies in Education for Sustainable Development. *Issues and Trends in Education for Sustainable Development*, 2, 39-59.
- Rivera Gavidia, L. M., y Marrero Galván, J. J. (2023). Predictions and explanations about scientific situations in a high school context. *International Journal of Science Education*, 45(2), 144-163. <https://doi.org/10.1080/09500693.2022.2153095>
- Roobeek, M. (2019). Biomimicry in the Classroom How Biomimicry can be integrated in the Dutch curriculum. *Research Report BiomimicryNL*.
- Ruano, D. S. (2019). La Biomímesis: más que una herramienta de inspiración para el Diseño. *Artificio*, 24-36. <https://revistas.uaa.mx/index.php/artificio/article/view/2297>
- Salazar, A. (2020). Metodologías por proyectos e interdisciplinarias para una enseñanza virtual integral. *Magisterio*.
- Speck, O., y Speck, T. (2021). Biomimetics and Education in Europe: Challenges, Opportunities, and Variety. *Biomimetics*, 6(3), 49. <https://doi.org/10.3390/biomimetics6030049>
- Staples, H. (2005). The Integration of Biomimicry as a Solution-Oriented Approach to the Environmental Science Curriculum for High School Students. *Biomimicry in Environmental Education*, 1-72.
- Steinbeck, R. (2011). Building Creative Competence in Globally Distributed Courses through Design Thinking. *Comunicar*, 19(37), 27-35. <https://doi.org/10.3916/C37-2011-02-02>
- Stozhko, N., Bortnik, B., Mironova, L., Tchernysheva, A., y Podshivalova, E. (2015). Interdisciplinary project-based learning: technology for improving student cognition. *Research in Learning Technology*, 23(1), 27577. <https://doi.org/10.3402/rlt.v23.27577>
- Tress, B., Tress, G., van der Valk, A., y Fry, G. (2003). Interdisciplinary and Transdisciplinary Landscape Studies: Potential and Limitations. *Alterra Green World Research*, 2, 1-9.
- Uluçınar Sağır, Ş., Kandemir, N., y Ozan, F. (2022). The Awareness of Biomimicry Among Secondary School Students. *The International Journal of Educational Researchers*, 13(3), 12-23.

Vegt, W. (2019). *150 Yearn Physics based on the Wrong Equation: Light contains the key to open the doors to Heaven. Unfortunately, the same key fits on the doors to Hell.* 11, 6-113.

8. Anexos

Material digital elaborado por la profesora de la actividad 1:

<https://docs.google.com/presentation/d/1qp8IMfNiqo93dPw25DqZAPPIFBVaMSve/edit?usp=sharing&ouid=110653391601327685313&rtpof=true&sd=true>

Guía elaborada por la profesora de la actividad 3 SA genérica:

<https://drive.google.com/file/d/1JLXZrzCeT8wECcx2-noJwzpnObM1Bs-D/view?usp=sharing>

Guía elaborada por la profesora de la actividad 3 SA parcial:

https://drive.google.com/file/d/1kvTrhWCToBsm5m-t9_z1biRZ0GO-Z9tO/view?usp=sharing

Encuesta realizada acerca de la biomimesis (actividad de ideas previas):

<https://forms.gle/4CgiqQcoWiP4XAhb9>

Encuesta realizada acerca de la biomimesis (actividad de consolidación):

<https://forms.gle/9w5HnoYtkXBVYpzY9>

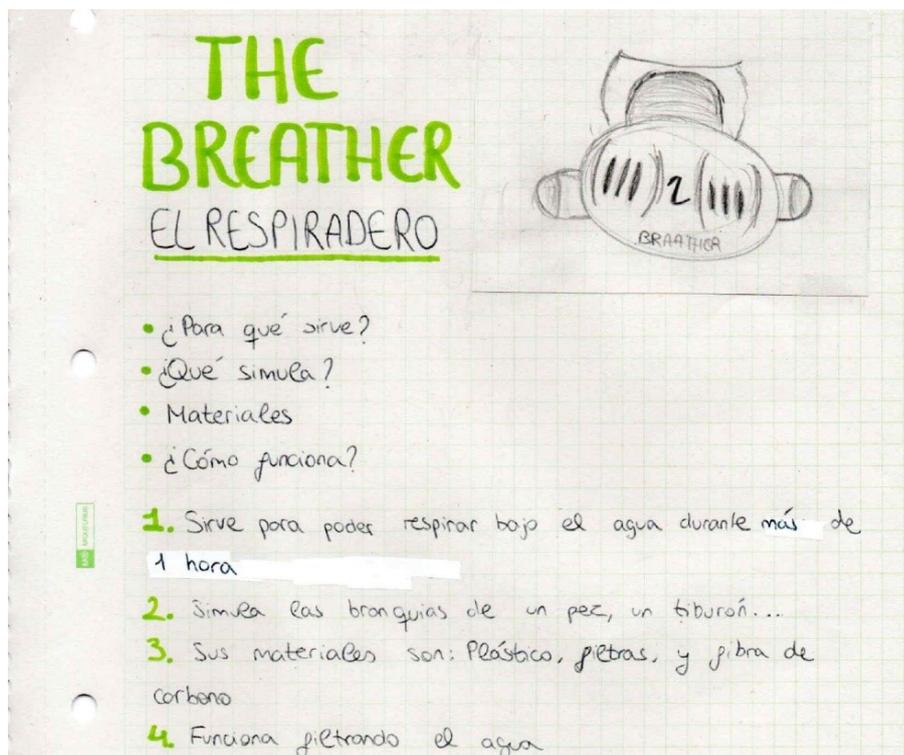
Tabla 7. Rúbrica para la evaluación del boceto realizado de manera cooperativa relacionado con la biomimesis. Con esta se pretende que solucionen un problema de su vida diaria o de su entorno usando las herramientas de la biomimesis. Elaboración propia basada en otras vistas previamente.

Categorías	Insuficiente (0-4)	Suficiente (5)	Bien (6)	Notable (7-8)	Sobresaliente (9-10)
Búsqueda y selección de la información	No realiza prácticamente una búsqueda de información y aquella información seleccionada no es relevante.	Pocas veces consulta fuentes de información, y la información seleccionada es insuficiente y poco relevante.	Algunas veces consulta fuentes de información, y la información seleccionada es insuficiente y poco relevante.	La mayoría de las veces consulta fuentes de información de calidad, y selecciona información suficiente y relevante.	Siempre consulta fuentes de información de calidad, y selecciona información suficiente y muy relevante.
Comprensión del tema	No comprende qué es la biomimesis ni las principales herramientas para crear objetos que	Pocas veces comprende conceptos sobre la biomimesis y las principales herramientas para crear	Algunas veces comprende algunos conceptos sobre la biomimesis y las principales herramientas para	La mayoría de las veces comprende la mayoría de los conceptos trabajados sobre la biomimesis y las principales	Comprende en profundidad todos los conceptos trabajados sobre la biomimesis y las principales herramientas para

	solucionen problemas relacionados con su entorno.	objetos que solucionen problemas relacionados con su entorno.	crear objetos que solucionen problemas relacionados con su entorno.	herramientas para crear objetos que solucionen problemas relacionados con su entorno.	crear objetos que solucionen problemas relacionados con su entorno.
Diseño del boceto	La presentación del boceto no resulta atractiva y no está basada en la naturaleza. No se ha cuidado el diseño (colores, formas...). No planea utilizar materiales ni elementos biodegradables o reciclados.	La presentación es correcta y está más o menos basada en la naturaleza. No se ha cuidado el diseño (colores, formas...). Apenas plantea utilizar elementos o materiales biodegradables o reciclados.	La presentación del boceto es correcta y está basada en la naturaleza. No se ha cuidado especialmente el diseño (colores, formas...). No siempre plantea utilizar elementos o materiales biodegradables o reciclados.	La presentación del boceto es atractiva y está basada en la naturaleza. Se ha cuidado el diseño (colores, formas...). Plantea utilizar elementos y materiales biodegradables o reciclados para elaborarla.	La presentación del boceto es muy atractiva y está basada en la naturaleza. Se ha cuidado especialmente el diseño (colores, formas...). Plantea utilizar elementos y materiales biodegradables y reciclados para elaborarla.
Originalidad	El boceto es poco/nada original, lo ha copiado tal cual de alguna fuente.	El boceto es poco original, la mayor parte de la idea del boceto es copiada de alguna fuente.	El boceto es poco original, ha copiado algunos aspectos de fuentes encontradas.	El boceto es original apenas ha copiado fuentes, solo para inspirarse.	El boceto es completamente fuente de la inspiración de la naturaleza y no se ha copiado para la elaboración de este.

Bocetos realizados por el alumnado en la segunda actividad de SA parcial:

*La calificación de los bocetos está basada en la rúbrica y en la observación sistemática realizada en clase.



- **Búsqueda y selección de la información:** sobresaliente.
- **Comprensión del tema:** notable.
- **Diseño del boceto:** bien.
- **Originalidad:** bien.
- **Calificación final:** notable.

Figura 43. Boceto realizado en la segunda actividad. Lo llamaron "The Breather".

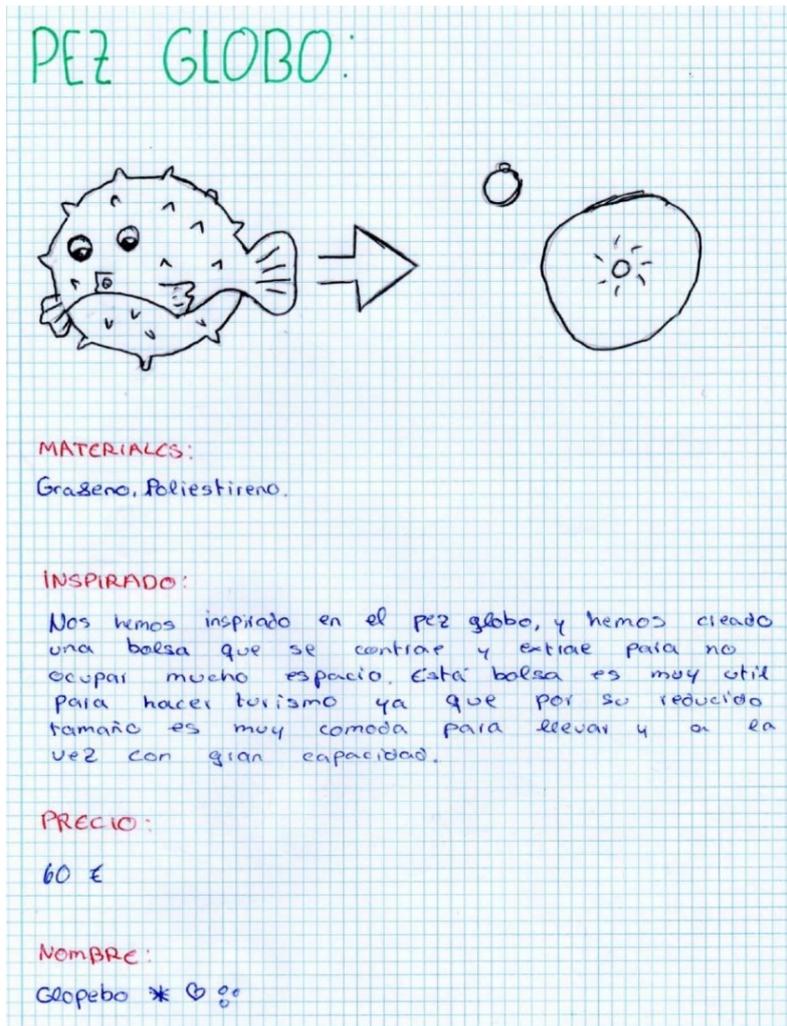


Figura 44. Boceto realizado en la segunda actividad. Lo llamaron "Glopebo".

- **Búsqueda y selección de la información:** notable.
- **Comprensión del tema:** notable.
- **Diseño del boceto:** bien.
- **Originalidad:** sobresaliente.
- **Calificación final:** notable.

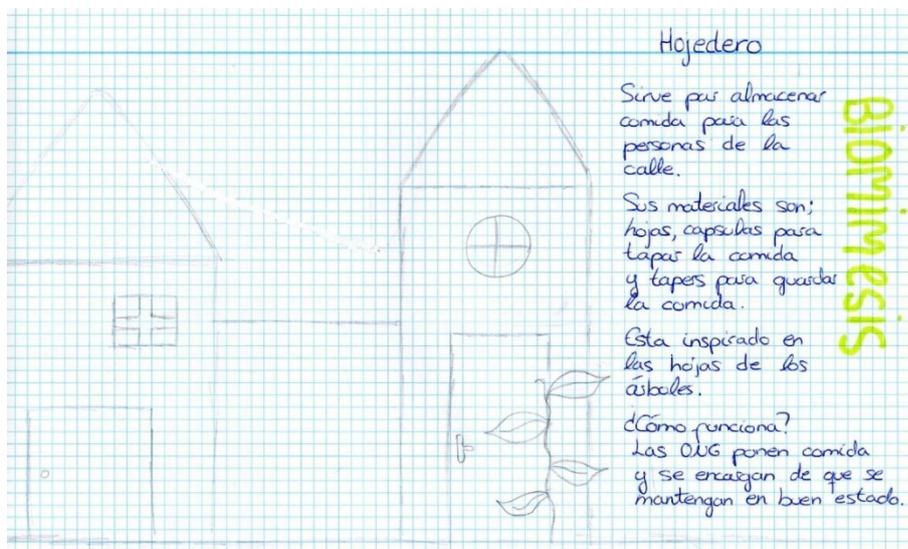


Figura 45. Boceto realizado en la segunda actividad. Lo llamaron "Hojedero".

- **Búsqueda y selección de la información:** bien.
- **Comprensión del tema:** bien.
- **Diseño del boceto:** bien.
- **Originalidad:** notable.
- **Calificación final:** bien.

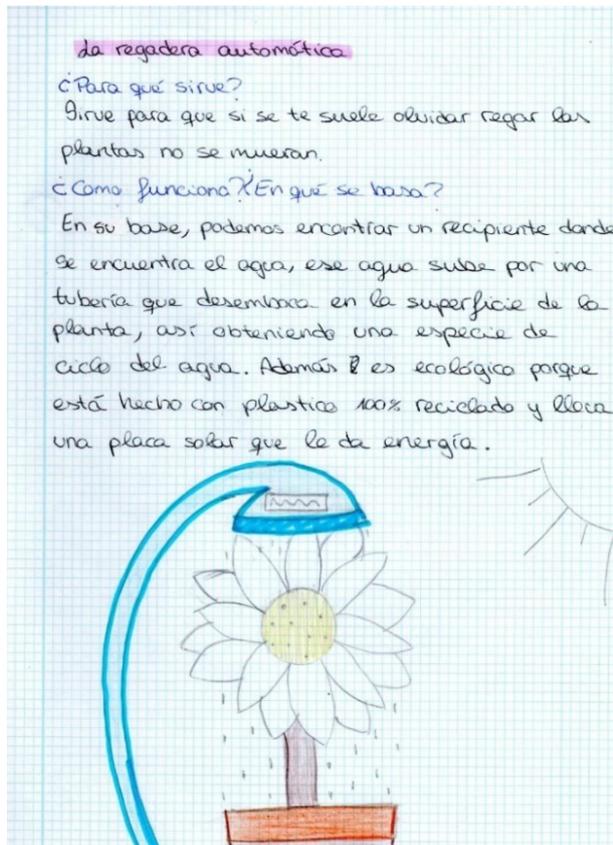


Figura 46. Boceto realizado en la segunda actividad. Lo llamaron "La regadera automática".

- **Búsqueda y selección de la información:** sobresaliente.
- **Comprensión del tema:** sobresaliente.
- **Diseño del boceto:** sobresaliente.
- **Originalidad:** notable.
- **Calificación final:** sobresaliente.

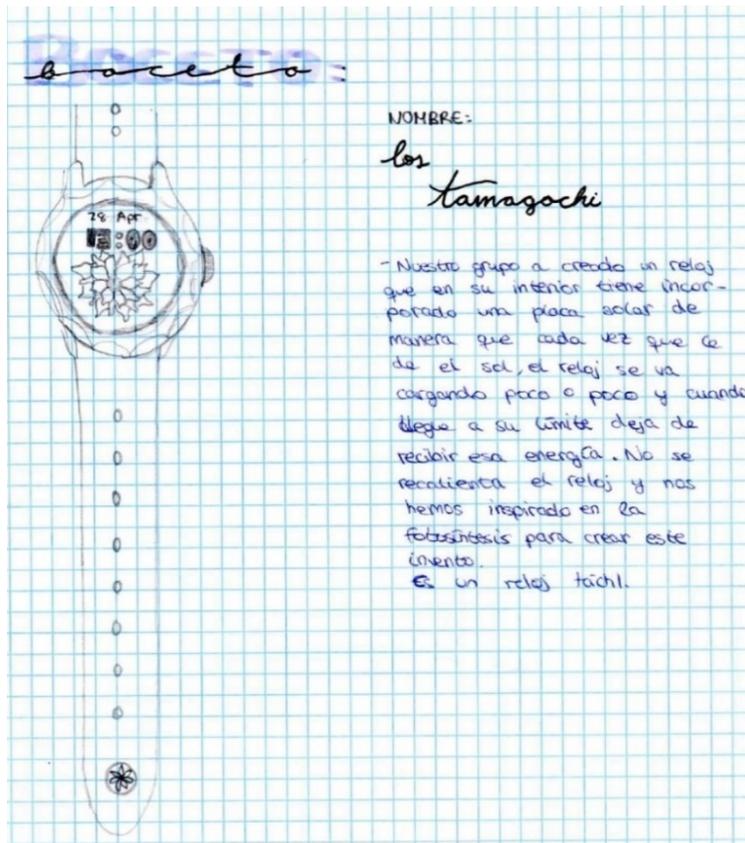


Figura 47. Boceto realizado en la segunda actividad. Lo llamaron "Los tamagochi".

- **Búsqueda y selección de la información:** sobresaliente.
- **Comprensión del tema:** sobresaliente.
- **Diseño del boceto:** sobresaliente.
- **Originalidad:** notable.
- **Calificación final:** notable.

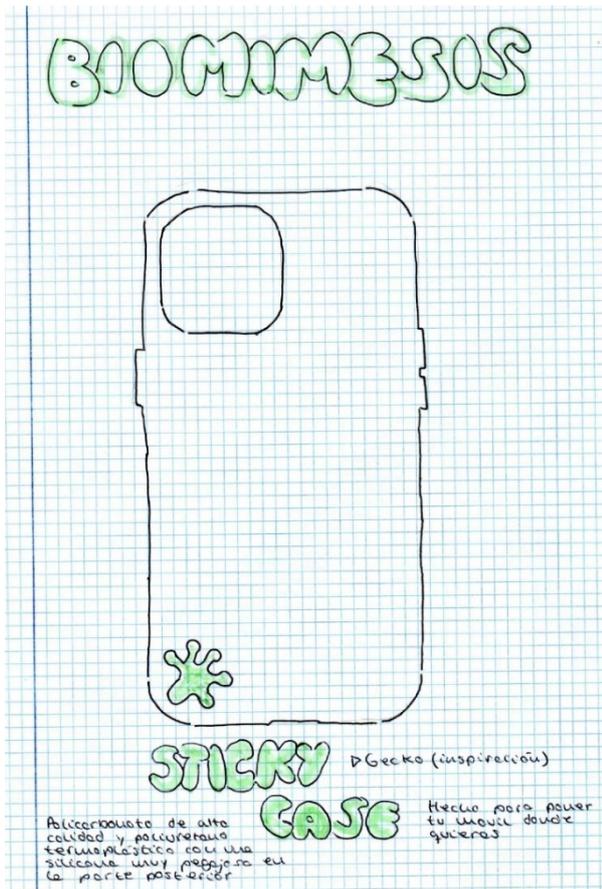


Figura 48. Boceto realizado en la segunda actividad. Lo llamaron "Sticky case".

- **Búsqueda y selección de la información:** sobresaliente.
- **Comprensión del tema:** notable.
- **Diseño del boceto:** notable.
- **Originalidad:** suficiente.
- **Calificación final:** notable.

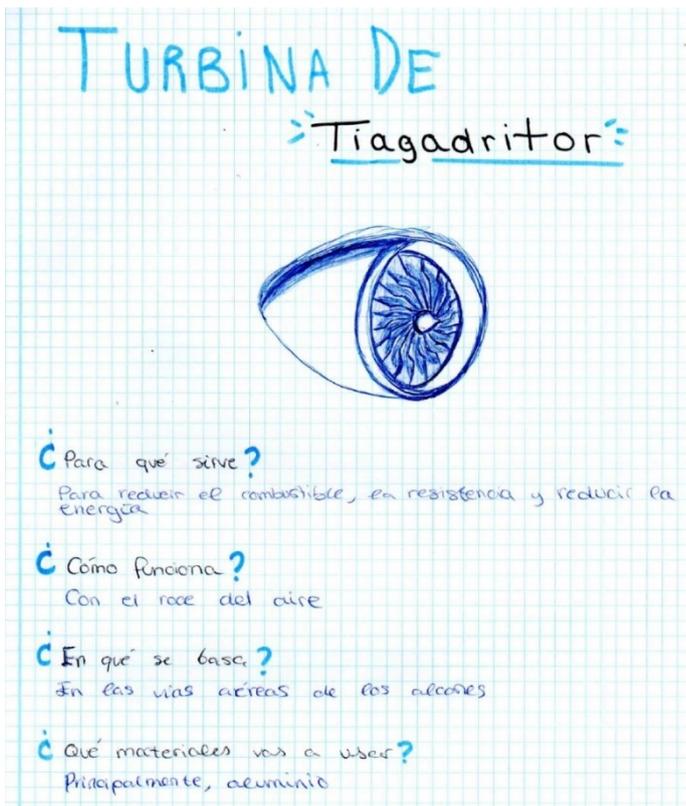


Figura 49. Boceto realizado en la segunda actividad. Lo llamaron "Turbina de Tiagadritor".

- **Búsqueda y selección de la información:** sobresaliente.
- **Comprensión del tema:** notable.
- **Diseño del boceto:** suficiente.
- **Originalidad:** notable.
- **Calificación final:** notable.