



Co-funded by  
the European Union



Financiado por la Unión Europea. Sin embargo, los puntos de vista y opiniones expresados son únicamente los del autor o autores y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea o de la Agencia Ejecutiva Europea de Educación y Cultura (EACEA). Ni la Unión Europea ni la EACEA pueden ser consideradas responsables de ellos.

## STEAME ACADEMY

### PLANIFICACIÓN DOCENTE - NIVEL 2 (ESTUDIANTES): Armonía: la belleza de las matemáticas

C      T      /      A      M      E



#### 1. Descripción general

Título	Armonía: la belleza de las matemáticas. Las matemáticas en las artes y la naturaleza.		
Pregunta o tema de conducción	<p>¿Cómo se define la armonía en las Matemáticas y en las Artes (artes visuales y música)?</p> <p>¿Cómo funcionan los conceptos matemáticos en el corazón de lo que nos agrada a la vista y al oído? ¿Qué es la proporción áurea ("la divina proporción", "proporción de la belleza") y dónde se puede encontrar en las formas de los organismos vivos, pinturas, esculturas y edificios? ¿Son las matemáticas el lenguaje de la naturaleza?</p>		
Edad y curso	14-15 años	3º ESO	
Duración, cronograma, actividades	18 lecciones	18 clases cada una con una duración de 40 min.	1 o 2 clases por semana durante 9-18 semanas consecutivas
Contenidos curriculares	<p>Matemáticas, Arte (artes visuales, música), Biología, Informática (Diseño gráfico)</p> <p>Aprender las bases matemáticas de la teoría de la armonía, desde la escuela de Pitágoras, los sólidos platónicos y la definición geométrica de la sección áurea de Euclides, a través de las contribuciones de famosos matemáticos europeos como Leonardo Fibonacci, François Lucas, Luca Pacioli, Jacques Binet, Jacob Bernoulli, Johannes Kepler y otros, hasta las generalizaciones más recientes de la proporción áurea llamada medios metálicos de Vera W. de Spinadel.</p> <p>Aprender cómo estos conceptos matemáticos fundamentales se encuentran en las obras de arte, el diseño y la arquitectura, el cosmos y la naturaleza viva. La importancia de las matemáticas como medio último para comprender y dar forma al mundo que nos rodea.</p>		

Colaboradores, Socios	<i>Galerías de arte, Museos de historia, Estudio de diseño gráfico</i>
Resumen - Sinopsis	<p><i>Inicialmente, los y las estudiantes son enseñados por una persona docente de matemáticas que les presenta la definición matemática de la armonía y sus aspectos geométricos. El profesor o la profesora de matemáticas sigue el desarrollo histórico del concepto de armonía, explicando y subrayando sus estrechos vínculos con las artes y el estudio del universo y la naturaleza viva. Primero, los y las estudiantes aprenden sobre la sección áurea, su definición geométrica y que es la raíz positiva de una determinada ecuación cuadrada. Luego, aprenden sobre algunas generalizaciones de la sección áurea: la sección plateada y otros medios metálicos, cómo también se pueden definir como raíces de ecuaciones cuadradas y su conexión con polígonos regulares. También aprenden sobre las conexiones de estos números irracionales con series de números famosas, como los números de Fibonacci, Lucas y Pell. Los y las estudiantes resuelven problemas geométricos y algebraicos relacionados con las secciones áureas y otras.</i></p> <p><i>El/la docente de biología explica al alumnado dónde se encuentran la proporción áurea y la espiral de Fibonacci (espiral logarítmica con la proporción áurea como factor de crecimiento, es decir, la espiral de crecimiento) en varias formas de organismos vivos.</i></p> <p><i>El/la profesor/a de arte (artes visuales, preferiblemente con experiencia en diseño gráfico o de logotipos) introduce al alumnado en el concepto de armonía en las artes, en obras famosas de pintores (por ejemplo, Leonardo da Vinci, Salvador Dalí) y escultores (por ejemplo, Fidias), artefactos y edificios desde la antigüedad hasta la actualidad que se basan en la sección áurea o la sección plateada.</i></p> <p><i>Un profesor o una profesora de informática o de arte presenta al alumnado algunas funciones básicas del software informático que se puede utilizar para el diseño de gráficos y logotipos, como Adobe Photoshop, Illustrator, Corel Draw, Wix Logo Maker, Canva, Adobe Express, Ucraft, GIMP u otros.</i></p> <p><i>(Opcional) Un/a docente de música explica al alumnado cómo el concepto de armonía en la música se basa en el mismo principio que en matemáticas: ideas que se remontan a la escuela de Pitágoras sobre las series armónicas, los intervalos musicales y las distancias musicales que suenan agradables al oído humano.</i></p> <p><i>Los y las estudiantes pueden navegar por Internet y/o visitar galerías de arte y museos junto con el profesorado de matemáticas y arte para observar diversas obras de arte y discutir la proporción áurea y otras relaciones de armonía que se presentan en ellas.</i></p> <p><i>A continuación, con la ayuda de la dirección de la escuela, se organiza una reunión con un/a diseñador/a gráfico/a profesional. Dicha persona explica al alumnado cómo usar el software para diseñar un logotipo simple o una obra de arte digital simple y cómo incorporar los conceptos de armonía para hacerlo más estético. Además, presenta al estudiantado algunas de sus obras de arte o de otras personas que le parecen hermosas e inspiradoras explicando cómo hacen uso de la sección áurea (armonía).</i></p>

*En la siguiente etapa, los y las estudiantes, asistidos/as por el/a profesor/a de arte (o profesor/a de informática) y el/a diseñador/a gráfico/a, desarrollan su propio proyecto para un diseño de logotipo (para la marca real o imaginaria de la elección del/de la estudiante) o una obra de arte digital que esté relacionada con la sección áurea u otros medios metálicos. Para inspirarse, pueden utilizar formas naturales como las que les enseñó el/a profesor/a de biología y navegar por Internet (Google o sitios web como Pinterest) para mirar algunos diseños digitales. Los y las estudiantes pueden primero esbozar sus diseños con lápices sobre papel, discutirlos con la persona docente de arte y luego proceder a dibujarlos con el software de diseño gráfico o de logotipo elegido por quien sea docente de informática y el/a diseñador/a gráfico/a.*

*En la etapa final, las obras de arte de los y las estudiantes pueden imprimirse y mostrarse en una exposición escolar y discutirse entre ellos. Cada estudiante puede explicar al equipo docente y a sus compañeros/as de dónde sacaron la inspiración y cómo incorporaron los conceptos de armonía aprendidos de las matemáticas y la teoría de las artes visuales.*

*El trabajo sobre el tema tiene una duración de 18 horas.*

## Referencias, Agradecimientos

Alexey Stakhov, Scott Olsen, Las matemáticas de la armonía, World Scientific, 2009.

Gary B. Meisner, La proporción áurea: la belleza divina de las matemáticas, Race Point Publishing, 2018.

John Stillwell, Las matemáticas y su historia, 3<sup>a</sup> ed., Springer, 2010.

Mario Livio, La proporción áurea: la historia de Phi, el número más asombroso del mundo, Broadway, 2002, ISBN: 978-0767908153.

Alfred S. Posamentier, Ingmar Lehmann, La gloriosa proporción áurea, Prometheus Books, 2011.

Thomas Koshy, Fibonacci y Lucas Números con Aplicaciones, Segunda Edición, Wiley, 2018.

Alfred S. Posamentier, Ingmar Lehmann, Los fabulosos números de Fibonacci, Prometheus Books, 2007.

Vera W. de Spinadel, Teoría de Números y Arte, ISAMA The International Sociedad de las Artes, las Matemáticas y la Arquitectura, 415-421.

Vera W. de Spinadel, La familia de los medios metálicos,  
<http://www.mi.sanu.ac.rs/vismath/spinadel/>

Vera W. de Spinadel, Nuevas secuencias de Smarandache. En: Actas de la primera

Conferencia internacional sobre las nociones de tipo Smarandache en la teoría de números, 21-24

Agosto de 1997. Lupton: American Research Press; 1997, ISBN 1-879585-58-8, 81116.

Dan Pedoe, Geometría y las artes visuales (Dover Books on Mathematics), Dover Publications, 2011, ISBN 978-0486244587.

Gabriele Cappellato, Nicoletta Sala, Conexiones entre las matemáticas, las artes y la arquitectura, Nova, 2019, ISBN: 978-1-53615-195-4.

BBC Cómo funciona la música, parte 3 Armonía

<https://www.youtube.com/watch?v=KwRHu8T1lCs>

## 2. Marco de STEAME ACADEMY\*

Cooperación entre docentes

**Docente 1 (matemáticas):** explica al alumnado la teoría matemática básica de la armonía en geometría y álgebra.

**Docente 2 (de artes visuales, preferiblemente con alguna experiencia en diseño gráfico o de logotipos):** explica al alumnado cómo se aplica la teoría de la armonía en las artes visuales presentándoles obras de arte de pintores/as, escultores/as, arquitectos/as y artefactos históricos en los que se puede encontrar la sección áurea u otros medios metálicos.

**Docente 3 (informática):** explica al alumnado cómo se puede utilizar un software básico de diseño gráfico para el diseño de logotipos sencillos.

**Docente (Biología):** explica al alumnado cómo la proporción áurea tiene un significado especial en la naturaleza porque se encuentra en varias formas vivas, incluido el cuerpo humano.

**(Opcional) Docente 5 (música):** explica al alumnado los principios básicos de la armonía musical occidental: intervalos, armónicos (armónicos), tríadas, quintas, acordes (tríadas: tríadas mayores y menores, acordes tónicos, acordes dominantes y subdominantes), progresiones de acordes y cómo armonizar una melodía simple. También explica cómo la proporción áurea ha sido utilizada por los/as compositores/as para evocar una sensación de armonía y satisfacción a los oyentes.

Relación con el contexto (SiL)

Reunión con diseñadores/as gráficos/logotipos profesionales. Visita a un estudio de diseño gráfico.

Plan de Acción

**Paso 1. Adquisición de conocimientos teóricos.** Los y las estudiantes aprenden sobre los principios teóricos de la armonía en las matemáticas y cómo se aplican en la biología y las artes: artes visuales y música.

**Paso 2. Adquisición de conocimientos informáticos.** Los y las estudiantes aprenden sobre las funciones básicas del software de diseño gráfico y cómo crear un logotipo simple o una obra de arte digital con su ayuda.

**Paso 3. Debates e inspiración.** Los y las estudiantes discuten entre ellos/as y con docentes de arte y matemáticas sobre la presencia de la armonía, principalmente las proporciones áurea y plateada, en diversas formas creadas por el ser humano o la naturaleza, visitan galerías de arte y museos, y analizan obras de arte digital encontradas en Internet. Un/a diseñador/a gráfico/a profesional también presenta al alumnado las obras de arte digitales y explica qué las hace agradables al ojo humano (cerebro). Los y las estudiantes se

*inspiran en formas naturales y obras de arte para crear sus propios diseños incorporando los principios de la armonía. Para ello, pueden crear tableros de visión (en papel o tableros creativos digitales, por ejemplo en Canva.com) para ayudarles a desarrollar mejor sus ideas artísticas e inspirarse.*

**Paso 4. Ser creativo.** Los y las estudiantes planifican y desarrollan sus proyectos artísticos relacionados con las proporciones doradas, plateadas u otras metálicas guiados por el profesor o la profesora de arte y el/la diseñador/a gráfico/a profesional. La diseñadora gráfica presenta al alumnado los pasos que implica la realización de un proyecto de diseño de este tipo para un logotipo simple o un diseño de arte digital, desde el boceto de la idea principal hasta el dibujo con un software informático.

**Paso 5. Exposición de obras del alumnado y evaluación.** Los y las estudiantes presentan sus obras de arte en una exposición y comparten con el equipo docente y compañeros/as cómo incorporaron los principios de la armonía y qué los inspiró a crear sus obras. Cada docente sigue la metodología del nivel de evaluación, es decir, evalúa los conocimientos, la presentación y las habilidades de comunicación de los y las estudiantes. El alumnado puede votar por el mejor diseño.

\* En desarrollo Los elementos finales del marco

### 3. Objetivos y metodologías

Objetivos de aprendizaje

**Después de completar la formación, los y las estudiantes deben saber:**

- Definir la armonía en las matemáticas.
- Definir la proporción áurea, información básica sobre los números de Fibonacci y la espiral áurea y su presencia en varias formas naturales.
- Ser capaz de generalizar la proporción áurea para obtener otras proporciones, las llamadas proporciones metálicas. Identificar las figuras geométricas que contienen estas proporciones: triángulos dorados, polígonos regulares y otros. Métodos geométricos para la división de un segmento lineal en proporción áurea.
- Reconocer la gobernanza de los principios matemáticos en lo que parece agradable al ojo humano (cerebro): proporción áurea en las obras de arte: pinturas, esculturas y edificios, desde la antigüedad hasta el arte digital actual.
- Definir la armonía en la teoría musical. ¿Cuáles son las reglas básicas de la armonía musical occidental y cómo influye en nuestras emociones? Cómo los principios matemáticos nos ayudan a entender lo que suena agradable al oído humano (cerebro).
- Detectar el funcionamiento del software de diseño gráfico y su uso para crear un logotipo simple y un diseño de arte digital.

Resultados de aprendizaje

*Los y las estudiantes comprenden los principios matemáticos básicos de la armonía y dónde se encuentran en la naturaleza viva y las obras de arte famosas.*

*Adquisición de competencias básicas para el diseño de software de diseño*

gráfico por ordenador.

**Después de completar las lecciones, los estudiantes podrán:**

- Comprender y explicar los principios matemáticos básicos de la armonía.
- Explicar cómo funciona la teoría matemática de la armonía en la naturaleza, las artes visuales y la música.
- Analizar las obras de arte para detectar la presencia de la proporción áurea o la proporción de plata.
- Crear y utilizar tableros de visión para ayudarles a desarrollar una idea artística.
- Inspirarse en la naturaleza y en las obras de arte.
- Para crear un logotipo simple u otra obra de arte digital con un software de diseño gráfico.

Conocimientos y requisitos previos

**Los y las estudiantes deben ser capaces de:**

- Resolver ecuaciones cuadráticas y familiarizarse con los números irracionales y las fracciones continuas.
- Poseer conocimientos de figuras geométricas básicas: triángulos y polígonos regulares.
- Ser creativo/a y generar nuevas ideas.
- Presentar a una audiencia.

**Resultados esperados:**

- Mejor y más profunda comprensión de las ideas matemáticas básicas de la armonía y su conexión con la biología y las artes.
- Obras de arte digitales dedicadas a la proporción áurea o proporción de plata.
- Desarrollo y mejora de los conocimientos matemáticos y las percepciones estéticas.

Motivación, Metodología, Estrategias, Andamiaje

Una tarea importante de este plan es desarrollar una comprensión más profunda del importante concepto matemático de la armonía, principalmente a través del aprendizaje sobre la proporción áurea y cómo se puede encontrar en varias formas de la naturaleza viva, incluido el cuerpo humano, así como en obras de arte famosas: pinturas, esculturas, arquitectura, etc. Estas lecciones tienen como objetivo mejorar el conocimiento matemático de los y las estudiantes y subrayar el papel fundamental que desempeñan las matemáticas en la exploración, comprensión y configuración del mundo que nos rodea. El otro objetivo principal de estas lecciones es mejorar el pensamiento creativo, la estética y las habilidades artísticas de los y las estudiantes, e inspirarlos a buscar conexiones ocultas entre las matemáticas y otras materias. Las matemáticas como fuente de inspiración artística. Los métodos utilizados incluyen la implementación de conexiones intra-materias entre el álgebra y la geometría, así como conexiones interdisciplinarias entre las matemáticas, las ciencias naturales (biología) y las artes. Los y las estudiantes crearán sus propias obras de arte aplicando los principios matemáticos de la armonía con la ayuda de software informático (TI). La motivación principal de este plan es utilizar las matemáticas para inspirar a

*los y las estudiantes a ser más creativos y mostrarles lo hermosas que son las matemáticas.*

#### 4. Preparación y medios

Preparación, configuración del espacio, consejos para la resolución de problemas

*En diferentes etapas del trabajo, el equipo docente cambia su rol protagónico. En el período inicial, lidera la persona docente de matemáticas que presenta los conocimientos teóricos sobre la armonía en geometría y álgebra. Les da varios problemas matemáticos a los estudiantes y les facilita la búsqueda de las soluciones correctas. En la siguiente etapa, es protagonismo se reparte entre biología y arte (y también música, opcionalmente) ya que, juegan el papel clave explicando a los y las estudiantes cómo se aplican los conceptos matemáticos de armonía en sus asignaturas. Todo el equipo docente (cada uno/a según sus competencias) colabora con el alumnado en la resolución de sus problemas, demostrando así el carácter interdisciplinario del aprendizaje basado en proyectos.*

*Se utilizan fuentes didácticas, material digital y en papel con las referencias relacionadas necesarias para la implementación del plan de aprendizaje.*

Recursos

*Los y las estudiantes trabajan en el aula y en un aula de informática mientras adquieren nuevos conocimientos y habilidades. Discuten juntos como equipo en un centro STEAM u otro entorno seguro con el profesorado. El equipo docente debe disponer de recursos didácticos adecuados, como presentaciones, vídeos, ejemplos prácticos, etc. Algunos materiales y videos que se pueden utilizar para la motivación inicial de los y las estudiantes sobre el tema son los siguientes:*

- *La proporción áurea en el arte y la naturaleza*

<https://www.thecollector.com/what-is-the-golden-ratio-and-how-does-it-apply-to-art/>

- *La proporción áurea en el arte*

<https://blog.artspaper.com/en/a-closer-look/golden-ratio-in-art/>

- *PBS. La proporción áurea: ¿mito o matemáticas?*

<https://www.youtube.com/watch?v=1Jj-sJ78O6M>

- *La magia de los números de Fibonacci – ¿Por qué aprendemos matemáticas?* <https://www.youtube.com/watch?v=SjSHVdfXHQ4>

- *Mario Livio, La proporción áurea y la estética,*

<https://plus.maths.org/content/golden-ratio-and-aesthetics>

- *Números metálicos: Más allá de la proporción áurea:*

*Parte 1:* <https://plus.maths.org/content/silver-ratio>

Parte 2: <https://plus.maths.org/content/part-ii>

- *Dann Passoja, Variaciones sobre el tema de la proporción de plata*

[https://www.researchgate.net/publication/288496866\\_Variations\\_on\\_a\\_Theme\\_of\\_the\\_Silver\\_Ratio](https://www.researchgate.net/publication/288496866_Variations_on_a_Theme_of_the_Silver_Ratio)

- *Música de los números de Fibonacci* <https://www.youtube.com/watch?v=IGJeGOw8TzQ>

- *Armonía en la música* – <https://www.youtube.com/watch?v=KwRHu8T1ICs>

*El equipo docente también utiliza las referencias de la primera página de este plan, así como:*

- *Plataformas de comunicación y colaboración: Google Meet, Google Classroom, Zoom, Skype, etc.*

- *Plataforma de e-learning: Google Classroom, Moodle, etc.*

*Salud y seguridad*

*El estudiantado y el equipo docente trabajan en un ambiente saludable y seguro.*

## 5. Implementación

Actividades

*Este plan se desarrolla con énfasis en clases de Matemáticas, Informática, Biología, Artes o en un club de interés de STEAME. Cubre los temas de estudio:*

*-Matemáticas*

*-Biología*

*- Arte, Arte Digital, Diseño Gráfico*

*- Habilidades de presentación y comunicación*

*El equipo docente planifica sus actividades en el entorno de Google utilizando Google Calendar y Google Classroom como parte del plan de estudios. Los y las estudiantes participan activamente a través de la experiencia práctica y la investigación realizada como un trabajo independiente que se puede discutir en clase.*

*Hay 18 horas de estudio basadas en una lección de 40 minutos. Todas las clases se imparten una o dos veces por semana con un plan de estudios de 9 a 18 semanas consecutivas.*

*- 3 horas de teoría matemática de la armonía*

*- 2 horas para Armonía en las artes: la proporción de oro y plata en las obras de arte famosas*

- 1 hora para la proporción áurea en formas de organismos vivos (biología)
- 2 horas de armonía musical
- 1 hora para visitar una galería de arte o un museo
- 3 horas para aprender los conceptos básicos de un software de diseño gráfico
- 2 horas para reunirse con un/a diseñador/a gráfico/a profesional, visitando un estudio de diseño gráfico
- 3 horas para crear un logotipo simple o una obra de arte digital inspirada en la proporción áurea, la proporción de plata u otros principios de armonía
- 1 hora para la exposición de las obras de los y las estudiantes

#### Valoración - Evaluación

*La presentación de los resultados finales se lleva a cabo frente al equipo docente, diseñador/a gráfico/a profesional y los/as compañeros/as de clase en una exposición escolar donde cada estudiante presenta la obra de arte digital creada por ellos/as y explica cómo refleja los principios de armonía aprendidos en las clases de matemáticas, biología y arte y de dónde obtuvieron su inspiración. Cada presentación es evaluada por el equipo docente y la figura de la diseñadora. Los factores clave son: el conocimiento teórico del/de la estudiante, la profundidad del conocimiento, la aplicación de los conceptos teóricos, las habilidades de comunicación y presentación y la estética del diseño.*

#### Presentación - Informes - Compartir

*Los proyectos terminados de los y las estudiantes se imprimen en papel y son presentados por ellos/as al equipo docente y a sus compañeros/as en una exposición escolar. Las obras de los y las estudiantes en formato digital se publican en el sitio web de la escuela y en las cuentas de las redes sociales. Los diseños pueden ser utilizados por los profesores como ejemplos para otros proyectos de arte.*

#### Extensiones - Más información

--

*Principales pasos en el enfoque de aprendizaje de STEAME:*

## **ETAPA I: Preparación por parte de uno o más docentes**

### **1. Formulación de reflexiones iniciales sobre los sectores/áreas temáticas que se tratarán:**

*Dos grandes problemas de la vida real han impulsado el desarrollo de las matemáticas a lo largo de la historia de la civilización humana: el conteo, que ayudó al desarrollo de los sistemas numéricos, la aritmética y el álgebra, y la medición de cantidades (perímetros, áreas, volúmenes, etc.), que es responsable del desarrollo de la geometría. Pero hay un tercer problema importante en las matemáticas que también refleja su importancia en las ciencias naturales (biología) y las artes: la teoría matemática de la armonía. En Matemáticas, la armonía se entiende como la igualdad o proporcionalidad de las partes entre sí y las partes con el todo. O más generalmente, la armonía de un objeto es una proporcionalidad de las partes y el todo, una fusión de los diversos componentes del objeto para crear un todo orgánico uniforme. El objetivo de estas lecciones es introducir a los y las estudiantes en el concepto de armonía en matemáticas, su desarrollo histórico, y explicar cómo encuentra aplicaciones en la biología, la música y las artes visuales. La teoría matemática se centra principalmente en la proporción áurea y sus generalizaciones, las llamadas medias metálicas, definidas por la matemática argentina Vera W. de Spinadel en 1998, de las cuales la proporción de plata es la más popular y se encuentra en las obras de arte y la arquitectura. En geometría se exploran las conexiones entre la proporción áurea y la plata y ciertos triángulos y polígonos regulares, y en álgebra las conexiones entre estas dos proporciones y los números de Fibonacci y Pell, respectivamente.*

### **2. Implicarse en el mundo del medio ambiente más amplio / trabajo / empresa / familias / sociedad / medio ambiente / ética:**

*Se planea que una persona experta en diseño gráfico profesional participe como mentora/maestra. Las visitas a galerías de arte, museos y un estudio de diseño gráfico están previstas como actividades fuera del aula.*

### **3. Grupo de edad objetivo de los y las estudiantes - Asociación con el currículo oficial - Establecimiento de metas y objetivos**

*El tema está dirigido a estudiantes de 3º ESO. En las clases de matemáticas en el 3º de ESO (en las escuelas secundarias búlgaras), los y las estudiantes primero aprenden sobre números irracionales (raíces cuadradas) y luego se les presenta la ecuación cuadrática y la fórmula de Brahmagupta para encontrar sus soluciones. Como la proporción áurea y las otras proporciones metálicas son raíces positivas de ecuaciones cuadradas, este material es adecuado para estudiantes de 2º de ESO. En el 6º de primaria (escuela búlgara) se enseñan conocimientos muy básicos de gráficos por ordenador y habilidades para trabajar con archivos de imagen, pero estos conocimientos deben ampliarse para el propósito de estas lecciones.*

### **4. Organización de las tareas de las partes implicadas - Designación de Coordinador/a - Lugares de trabajo, etc.**

*El equipo docente organiza la formación y apoya el trabajo del alumnado; motiva al estudiantado y establece una tarea real a cumplir; La dirección de la escuela apoya la organización de reuniones con diseñadores gráficos, la organización extracurricular del trabajo, así como la presentación de los resultados a un público adecuado. El/a profesor/a de matemáticas puede desempeñar el papel de coordinador/a. Los lugares de trabajo que se utilizarán son un aula y un aula de informática.*

## **ETAPA II: Formulación del Plan de Acción (Pasos 1-18)**

*Preparación (por parte del equipo docente)*

### **1. Relación con el Mundo Real – Reflexión**

*Varias formas de organismos vivos contienen la proporción áurea, los números de Fibonacci y la espiral áurea. La llamada "divina proporción" de Luca Pacioli también se encuentra en el*

cuerpo humano. Las proporciones de oro y plata se incorporan en obras de arte famosas: pinturas, esculturas, edificios, etc.

## 2. Incentivo – Motivación

El equipo docente formado por profesores/as de matemáticas, biología, arte y música introducen a los y las estudiantes en el concepto de armonía en sus asignaturas, que están conectadas con la teoría matemática de la armonía postulada por Pitágoras y Euclides. Una persona experta en diseño gráfico profesional guía a los y las estudiantes en el proceso de creación de su propio proyecto de arte basado en la proporción de oro, plata u otro metal y los principios de armonía en el arte y las matemáticas. Los y las alumnos están motivados/as por la búsqueda de la armonía en el mundo que nos rodea, creado por el ser humano o por la naturaleza. En su esfuerzo creativo se inspiran mis conocimientos matemáticos.

## 3. Formulación de un problema (posiblemente en etapas o fases) que resulte de lo anterior

Primero, docente de matemáticas presenta al estudiantado el concepto de armonía, quien puede mostrarles imágenes de flores y animales, obras de arte y edificios y preguntarles si encuentran las formas representadas agradables a la vista y, de ser así, por qué. También, les puede recordar las proporciones. Así, introduciéndolos a la proporción áurea y luego a su definición geométrica y algebraica. Otra pregunta que la persona docente puede hacerse antes de comenzar con la clase de matemáticas es si el alumnado piensa que las matemáticas tienen algo que ver con la estética.

Desarrollo (por parte del estudiantado) – Orientación y Evaluación (en 9-11, por el equipo docente)

## 4. Creación de antecedentes - Buscar / Recopilar información:

Los nuevos conocimientos se aplican a la hora de resolver problemas. Se anima al alumnado a buscar por sí mismos/as información y fuentes de inspiración para el proyecto creativo final.

Los y las alumnos pueden crear tableros de visión (creativos) reales o digitales con las imágenes e información que encuentren en Internet.

## 5. Simplificación del problema: configura el problema con un número limitado de requisitos

La tarea está claramente establecida con la información necesaria.

## 6. Fabricación de casos - Diseño - identificación de materiales para la construcción / desarrollo / creación

La tarea que reciben los y las estudiantes está claramente definida.

## 7. Construcción - Flujo de trabajo - Implementación de proyectos

Formación introductoria con ejemplos relevantes - Plantear un problema real - Formación complementaria - Encontrar una solución al problema - Presentación de los resultados

## 8. Observación-Experimentación - Conclusiones Iniciales

Los y las estudiantes resuelven problemas matemáticos guiados por la persona docente de matemáticas y experimentan con ideas creativas guiados por la persona docente de arte una persona experta en diseño gráfico profesional.

## 9. Documentación - Búsqueda de Áreas Temáticas (campos de IA) relacionadas con el tema en estudio - Explicación basada en Teorías Existentes y/o Resultados Empíricos

Los y las estudiantes tienen la información teórica necesaria y ejemplos.

## 10. Recopilación de resultados / información basada en los puntos 7, 8, 9

En cada paso, los profesores informan sobre el progreso de los y las estudiantes.

## 11. Primera presentación grupal de los y las estudiantes

Los y las estudiantes presentan los resultados de su trabajo en una exposición escolar y explican los principios de armonía que aplicaron para crearla.

Configuración y resultados (por parte del alumnado) – Orientación y evaluación (por parte del equipo docente)

12. Configuración de modelos STEAME para describir/representar/ilustrar los resultados
13. Estudio de los resultados en 9 y sacar conclusiones, utilizando 12
14. Aplicaciones en la vida cotidiana - Sugerencias para desarrollar 9 (Emprendimiento - Días SIL)

Revisión (por parte del equipo docente)

15. Revisar el problema y revisarlo en condiciones más exigentes

Finalización del proyecto (por parte del estudiantado) – Orientación y evaluación (por parte del equipo docente)

16. Repetición de los pasos 5 a 11 con requisitos adicionales o nuevos tal como se formularon en 15

17. Investigación - Estudios de caso - Expansión - Nuevas teorías - Prueba de nuevas conclusiones

18. Presentación de Conclusiones - Tácticas de Comunicación.

## ETAPA III: STEAME ACADEMY Acciones y Cooperación en Proyectos

### Creativos para estudiantes de la escuela

#### Título del proyecto: Armonía: la belleza de las matemáticas

Breve descripción/esbozo de los arreglos organizacionales/responsabilidades para la acción

ETAP A	Actividades/Pasos Docente 1(T1) Cooperación con T2, T3 y orientación estudiantil	Actividades / Pasos Por los y las estudiantes Grupo de edad: 14-15	Actividades / Pasos Docente 2 (T2) Cooperación con T1, T3 y Orientación al/a la estudiante
A	Preparación de los pasos 1,2,3		Cooperación en la etapa 1,2,3
B	Orientación en el paso 9	4,5,6,7,8,9,10	Guía de soporte en el paso 9
C	Evaluación creativa	11	Evaluación creativa
D	Orientación	12	Orientación
E	Orientación	13 (9+12)	Orientación
F	Relación con el contexto (SIL)	14 Reunión con representantes de las empresas	Relación con el contexto (SIL)
G	Preparación de la etapa 15		Cooperación en la etapa 15
H	Orientación	16 (repetición 5-11)	Orientación de soporte
I	Orientación	17	Orientación de soporte
K	Evaluación creativa	18	Evaluación creativa