



Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.

## ACADEMIA STEAME

### PLANO DE ENSINO, FACILITAÇÃO DE APRENDIZAGEM E CRIATIVIDADE (Plano A & C) - – PROFESSORES ESTUDANTES DO NÍVEL 2: **HARMONIA – A BELEZA DA MATEMÁTICA**

**S**

**T**

**Eng**

**Um**

**M**

**Ent**



#### 1. Visão Geral

Título	<b>Harmonia – a Beleza da Matemática. A Matemática nas Artes e na Natureza.</b>		
Questão Principal ou Tópico	<p><i>Como se define “harmonia” em Matemática e nas Artes (artes visuais e música)?</i></p> <p><i>De que forma os conceitos matemáticos estão presentes no que consideramos agradável à vista e ao ouvido? O que é a proporção áurea (“proporção divina”, “proporção de beleza”) e onde pode ser encontrada nas formas de organismos vivos, pinturas, esculturas e edifícios? Será a Matemática a linguagem da natureza?</i></p>		
Idades, Níveis, ...	14-15 anos	8º - 9 ano	
Duração, Cronograma, Atividades	18 aulas	18 aulas de 40 minutos	1 ou 2 aulas por semana durante 9-18 semanas consecutivas
Alinhamento Curricular	<p>Matemática, Arte (artes visuais, música), Biologia, TI (Design Gráfico)</p> <p>Aprendendo as bases matemáticas da teoria da harmonia – desde a escola de Pitágoras, sólidos platônicos e a definição geométrica da <i>proporção áurea</i> por Euclides, passando pelas contribuições de famosos matemáticos europeus como Leonardo Fibonacci, François Lucas, Luca Pacioli, Jacques Binet, Jacob Bernoulli, Johannes Kepler e outros, até as generalizações mais recentes da proporção áurea chamada números metálicos por Vera W. de Spinadel.</p> <p>Aprender como estes conceitos matemáticos fundamentais são encontrados em obras de arte, design e arquitetura, o cosmos e nas formas dos seres vivos. A importância da Matemática para compreender e moldar o mundo que nos rodeia.</p>		

Colaboradores, Parceiros	<i>Galerias de arte, Museus de história, Estúdios de design gráfico</i>
Resumo - Sinopse	<p><i>O professor de matemática apresenta a definição matemática de harmonia e seus aspetos geométricos. De seguida fala sobre o desenvolvimento histórico do conceito de harmonia explicando e sublinhando os seus laços estreitos com as artes e o estudo do universo e da natureza viva. Os alunos aprendem sobre a proporção áurea, a sua definição geométrica e o que é uma raiz positiva de uma equação quadrada. Posteriormente, aprendem sobre algumas generalizações da proporção áurea – a proporção de prata e outras proporções metálicas, como eles também podem ser definidos como raízes de equações quadradas e a sua ligação com polígonos regulares. Aprendem também sobre as ligações desses números irracionais com séries numéricas famosas, como os números de Fibonacci, Lucas e Pell. Os alunos resolvem problemas geométricos e algébricos envolvendo a proporção áurea e outras proporções.</i></p> <p><i>Um professor de biologia explica aos alunos onde a proporção áurea e a espiral de Fibonacci (espiral logarítmica com a proporção áurea como fator de crescimento, ou seja, a espiral de crescimento) são encontradas em várias formas de organismos vivos.</i></p> <p><i>O professor de arte (artes visuais, de preferência com experiência em design gráfico ou em logotipos) introduz os alunos ao conceito de harmonia nas artes, a obras famosas de pintores (por exemplo, Leonardo da Vinci, Salvador Dali) e escultores (por exemplo, Fídias), artefactos e edifícios dos tempos antigos aos dias modernos que são baseados na proporção áurea ou de prata.</i></p> <p><i>Um professor de TI ou de arte apresenta aos alunos algumas funções básicas de software de computador que podem ser usadas para gráficos e design de logotipos, como Adobe Photoshop, Illustrator, Corel Draw, Wix Logo Maker, Canva, Adobe Express, Ucraft, GIMP ou outros.</i></p> <p><i>(Opcional) Um professor de música explica aos alunos como o conceito de harmonia na música se baseia no mesmo princípio que na matemática – ideias que remontam à escola de Pitágoras sobre as séries harmónicas, intervalos musicais e distâncias musicais que soam agradáveis ao ouvido humano.</i></p> <p><i>Os alunos podem navegar na Internet e/ou visitar galerias de arte e museus juntamente com o professor de matemática e arte para ver várias obras de arte e discutir a proporção áurea e outras relações de harmonia apresentadas nelas.</i></p> <p><i>Em seguida, com o auxílio da direção da escola, é organizada uma reunião com um designer gráfico profissional. O designer gráfico também explica aos alunos como usar um software para projetar um logotipo simples ou uma simples obra de arte digital e como incorporar os conceitos de harmonia para torná-lo mais estético. O designer apresenta aos alunos algumas das suas obras de arte ou de outros designers que considera bonitas e inspiradoras, explicando como fazem uso da proporção áurea (harmonia).</i></p> <p><i>Na fase seguinte, os alunos assistidos pelo professor de arte (ou professor de informática) e pelo designer gráfico desenvolvem o seu próprio projeto para o design de um logótipo (para marca real ou imaginária à escolha do aluno) ou obra de arte digital que esteja relacionada com a proporção áurea ou outras proporções metálicas. Como inspiração, eles podem usar formas naturais como</i></p>

*ensinado pelo professor de biologia e navegar na Internet (Google ou sites como o Pinterest) para ver alguns designs digitais. Os alunos podem primeiro esboçar os seus desenhos com lápis em papel, discuti-los com o professor de arte e, em seguida, proceder ao seu desenho com o software de design gráfico ou de logótipos escolhido pelo professor de TI e pelo designer gráfico.*

*Na fase final, as obras de arte dos alunos podem ser impressas e exibidas numa exposição escolar e discutidas entre eles. Cada aluno pode explicar aos professores e aos seus pares de onde obtiveram a inspiração e como incorporaram os conceitos de harmonia aprendidos com a matemática e a teoria das artes visuais .*

*O trabalho sobre o tema tem duração de 18 horas.*

## Referências, Agradecimentos

Alexey Stakhov, Scott Olsen, The Mathematics of Harmony, World Scientific, 2009.

Gary B. Meisner, The Golden Ratio: The Divine Beauty of Mathematics, Race Point Publishing, 2018.

John Stillwell, Mathematics and its History, 3rd ed., Springer, 2010.

Mario Livio, The Golden Ratio: The Story of Phi, the World's Most Astonishing Number, Broadway, 2002, ISBN: 978-0767908153.

Alfred S. Posamentier, Ingmar Lehmann, The Glorious Golden Ratio, Prometheus Books, 2011.

Thomas Koshy, Fibonacci and Lucas Numbers with Applications, Second Edition, Wiley, 2018.

Alfred S. Posamentier, Ingmar Lehmann, The Fabulous Fibonacci Numbers, Prometheus Books, 2007.

Vera W. de Spinadel, Number Theory and Art, ISAMA The International Society of the Arts, Mathematics, and Architecture, 415–421.

Vera W. de Spinadel, The Family of Metallic Means,

<http://www.mi.sanu.ac.rs/vismath/spinadel/>

Vera W. de Spinadel, New Smarandache sequences. In: Proceedings of the first international conference on Smarandache type notions in number theory, 21-24 August 1997. Lupton: American Research Press; 1997, ISBN 1-879585-58-8, 81116.

Dan Pedoe, Geometry and the Visual Arts (Dover Books on Mathematics), Dover Publications, 2011, ISBN 978-0486244587.

Gabriele Cappellato, Nicoletta Sala, Connections between Mathematics, the Arts and Architecture, Nova, 2019, ISBN: 978-1-53615-195-4.

BBC How Music Works, Part 3 Harmony

<https://www.youtube.com/watch?v=KwRRHu8T1ICs>

Cooperação entre professores	<p><b>Professor 1:</b> Professor de Matemática – explica aos alunos a teoria matemática básica da harmonia em geometria e álgebra.</p> <p><b>Professor 2:</b> Professor de Artes (professor de artes visuais, de preferência com alguma experiência em design gráfico ou de logótipos) – explica aos alunos como a teoria da harmonia é aplicada nas artes visuais, apresentando-lhes obras de arte de pintores, escultores, arquitetos e artefactos históricos em que se pode encontrar a proporção áurea ou outras proporções metálicas.</p> <p><b>Professor 3:</b> Professor de TI – um professor de TI (ou o professor de arte) explica aos alunos como um software básico de design gráfico pode ser usado para o design de um logotipo simples.</p> <p><b>Professor 4:</b> Professor de Biologia – explica aos alunos como a proporção áurea tem um significado especial na natureza porque é encontrada em várias formas vivas, incluindo o corpo humano.</p> <p><b>(Opcional) Professor 5:</b> Professor de Música – Fundamentos de harmonia musical.</p>
Organização STEAME in Life (SiL)	<p>Visita a estúdio de design / encontro com designer profissional.</p> <p>Saídas a museus ou galerias para observar obras com proporções áureas.</p>
Etapas do Plano de Ação	<ol style="list-style-type: none"> <li><b>Aquisição de conhecimentos teóricos.</b> Os alunos aprendem sobre os princípios teóricos da harmonia na matemática e como eles são aplicados na biologia e nas artes – artes visuais e música.</li> <li><b>Aquisição de conhecimentos de informática.</b> Os alunos aprendem sobre as funções básicas do software de design gráfico e como criar um logotipo simples ou arte digital com a sua ajuda.</li> <li><b>Discussões e inspiração.</b> Os alunos discutem entre si e com os professores de arte e matemática sobre a presença da harmonia, principalmente as proporções áureas e prateada, em várias formas criadas pelo homem ou pela natureza, visitam galerias de arte e museus e analisam obras de arte digitais encontradas na Internet. Um designer gráfico profissional também apresenta aos alunos obras de arte digitais e explica o que as torna agradáveis ao olho humano (cérebro). Os alunos inspiram-se em formas naturais e obras de arte para criar os seus próprios desenhos incorporando os princípios da harmonia. Para o efeito, podem criar quadros de visualização (em papel ou quadros criativos digitais, por exemplo, em Canva.com) para os ajudar a desenvolver melhor as suas ideias artísticas e a inspirar-se.</li> <li><b>Ser criativo.</b> Os alunos planeiam e desenvolvem os seus projetos artísticos ligados às proporções áureas, prateada ou outras proporções metálicas orientadas pelo professor de arte e pelo designer gráfico profissional. O designer apresenta aos alunos as etapas que envolvem a realização de tal projeto de design para um logotipo simples ou design de arte digital – desde o esboço da ideia principal até o desenho com um software de computador.</li> </ol>

5. **Exposição de obras de arte dos alunos e avaliação.** Os alunos apresentam as suas obras numa exposição e partilham com os seus professores e colegas como incorporaram os princípios da harmonia e o que os inspirou a criar as suas obras. Cada professor segue a metodologia de avaliação, ou seja, avalia os conhecimentos, a apresentação e as capacidades de comunicação dos alunos. Os alunos podem votar no melhor design.

\* Elementos finais da framework encontram-se em desenvolvimento.

### 3. Objetivos e metodologias

#### Metas e Objetivos de Aprendizagem

#### **Após a conclusão da formação, os alunos devem saber:**

- Como a harmonia é definida na Matemática.
- O que é a proporção áurea, informações básicas sobre os números de Fibonacci e a espiral dourada e como eles estão presentes em várias formas naturais.
- Como a proporção áurea pode ser generalizada para obter outras proporções, as chamadas proporções metálicas. Que figuras geométricas contêm estas proporções – triângulos dourados, polígonos regulares e outros. Métodos geométricos para divisão de um segmento linear em proporção áurea.
- Como os princípios matemáticos regem o que parece agradável ao olho humano (cérebro) – proporção áurea nas obras de arte: pinturas, esculturas e edifícios, desde os tempos antigos até a arte digital atual.
- Como a harmonia é definida na teoria musical. Quais são as regras básicas da harmonia musical ocidental e como ela influencia as nossas emoções. Como os princípios matemáticos nos ajudam a entender o que soa agradável ao ouvido humano (cérebro).
- Como funciona o software de design gráfico e como ele pode ser usado para criar logotipos simples e design de arte digital.

#### Resultados de Aprendizagem e Resultados Esperados

*Os alunos entendem os princípios matemáticos básicos da harmonia e onde eles são encontrados na natureza viva e obras de arte famosas.*

*Aquisição de competências básicas para software de design gráfico informático.*

#### **Após a conclusão das aulas, os alunos serão capazes de:**

- Compreender e explicar os princípios matemáticos básicos da harmonia.
- Explicar como funciona a teoria matemática da harmonia na natureza, nas artes visuais e na música.
- Analisar obras de arte quanto à presença da proporção áurea ou de proporção de prata.
- Criar e usar quadros de visualização para ajudá-los a desenvolver uma ideia artística.
- Inspirar-se na natureza e nas obras de arte.

<p>Conhecimentos Prévios e Pré-requisitos</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Usar um software de design gráfico para criar um logotipo simples ou outra arte digital.</li> </ul> <p><b>Os estudantes deverão ser capazes de:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Resolver equações quadráticas e familiarizar-se com números irracionais e frações contínuas.</li> <li>- Possuir conhecimentos de figuras geométricas básicas – triângulos e polígonos regulares.</li> <li>- Ser criativo e gerar novas ideias.</li> <li>- Efetuar apresentações perante uma audiência.</li> </ul> <p><b>Resultados esperados:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Uma melhor e mais profunda compreensão das ideias matemáticas básicas de harmonia e a sua ligação com a biologia e as artes.</li> <li>- Obras de arte digitais dedicadas à proporção áurea ou proporção de prata.</li> <li>- Desenvolvimento e aperfeiçoamento de conhecimentos matemáticos e percepções estéticas.</li> </ul> <p>Motivação, Metodologia, Estratégias, Apoios</p> <p>Uma das principais tarefas deste plano é desenvolver uma compreensão mais profunda do conceito matemático de harmonia, principalmente através da aprendizagem sobre a proporção áurea, e como esta pode ser encontrada em várias formas da natureza viva, incluindo o corpo humano, bem como em obras de arte famosas – pinturas, esculturas, arquitetura e etc. Estas aulas têm como objetivo melhorar o conhecimento matemático dos alunos e sublinhar o papel fundamental que a matemática desempenha na exploração, compreensão e formação do mundo que nos rodeia. O outro grande objetivo destas aulas é melhorar o pensamento criativo, a estética e as capacidades artísticas dos alunos, e inspirá-los a procurar ligações ocultas entre a matemática e outras disciplinas. A matemática como fonte de inspiração artística. Os métodos utilizados incluem a implementação de ligações entre conteúdos de álgebra e geometria, bem como ligações interdisciplinares entre matemática, ciências naturais (biologia) e artes. Os alunos criarão suas próprias obras de arte aplicando os princípios matemáticos da harmonia com a ajuda de software de computador (TI). A principal motivação deste plano é usar a Matemática para inspirar os alunos a serem mais criativos e mostrar-lhes como a Matemática é bonita.</p>
---	--

#### 4. Preparação e meios

<p>Preparação, configuração de espaço, dicas para resolução de problemas</p>	<p>Em diferentes fases do trabalho, os professores mudam o seu papel de liderança. No período inicial, o professor responsável é o professor de matemática que apresenta os conhecimentos teóricos sobre harmonia em geometria e álgebra. O Professor apresenta vários problemas de matemática para os alunos e ajuda-os a encontrar as soluções corretas. Na etapa seguinte, o professor de biologia e arte (e eventualmente o professor de música) desempenham um papel fundamental, explicando aos alunos como os conceitos matemáticos de harmonia são aplicados nas suas disciplinas. Todos os professores (cada um de acordo com as suas competências) colaboram com os alunos na resolução dos</p>
--	---

Recursos, Ferramentas,  
Material, Anexos,  
Equipamento

seus problemas, demonstrando assim a natureza interdisciplinar da aprendizagem baseada em projetos.

São dadas instruções, material digital e em papel com as referências necessárias para a implementação do plano de aprendizagem.

Os alunos trabalham na sala de aula e em um laboratório de informática enquanto adquirem novos conhecimentos e habilidades. Eles discutem juntos como uma equipe em um centro STEAM ou outro ambiente seguro com seus professores. Os professores devem dispor de recursos de aprendizagem adequados, tais como apresentações, vídeos, exemplos práticos, etc. Alguns materiais e vídeos que podem ser utilizados para a motivação inicial dos alunos sobre o assunto são os seguintes:

- Proporção áurea na arte e na natureza

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

- Proporção de áurea na arte

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

- PBS. A Proporção Áurea: Mito ou Matemática?

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

- A Magia dos números de Fibonacci – Por que aprendemos Matemática?

<https://www.youtube.com/watch?v=SjSHVDfXHQ4>

- Mario Livio, A proporção áurea e estética,

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

- Números metálicos: Para além da proporção áurea:

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

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

- Dann Passoja, Variações sobre um Tema da Proporção de Prata

[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 dos números de Fibonacci <https://www.youtube.com/watch?v=IGJeGOW8TzQ>

- Harmonia na música – <https://www.youtube.com/watch?v=KwRHu8T1ICs>

Os professores também usam as referências na primeira página deste plano,



	<p><i>bem como:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● <i>Plataformas de comunicação e colaboração - Google Meet, Google Classroom, Zoom, Skype, etc.</i></li> <li>● <i>Plataforma de e-learning - Google classroom, Moodle, etc.</i></li> </ul>
<i>Saúde e Segurança</i>	<i>Alunos e professores trabalham num ambiente saudável e seguro.</i>

## 5. Implementação

Atividades didáticas, Procedimentos, Reflexões	<p><i>Este plano é desenvolvido com ênfase em aulas de Matemática, Informática, Biologia, Artes ou num clube de interesse SATEAME. Abrange os temas de estudo:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Matemática</i></li> <li>- <i>Biologia</i></li> <li>- <i>Arte, Arte Digital, Design Gráfico</i></li> <li>- <i>Capacidade de apresentação e comunicação</i></li> </ul> <p><i>Os professores planeiam suas atividades no ambiente Google usando o Google Calendar e o Google Classroom como parte do currículo. Os alunos são ativamente envolvidos através de hands-ons e pesquisa conduzida como trabalho independente que pode ser discutido em sala de aula.</i></p> <p><i>São 18 horas de estudo baseadas numa aula de 40 minutos. Todas as aulas são realizadas uma ou duas vezes por semana com um currículo de 9 a 18 semanas consecutivas.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>3 horas para teoria matemática da harmonia</i></li> <li>- <i>2 horas para harmonia nas artes – a proporção áurea e prata em obras de arte famosas</i></li> <li>- <i>1 hora para proporção áurea em formas de organismos vivos (biologia)</i></li> <li>- <i>2 horas para harmonia musical</i></li> <li>- <i>1 hora para visitar uma galeria de arte ou um museu</i></li> <li>- <i>3 horas para aprender o básico de um software de design gráfico</i></li> <li>- <i>2 horas para reunião com um designer gráfico profissional, visitando um estúdio de design gráfico</i></li> <li>- <i>3 horas para criar um logotipo simples ou arte digital inspirada na proporção áurea, proporção prata ou outros princípios de harmonia</i></li> <li>- <i>1 hora para exposição das obras de arte dos alunos</i></li> </ul>
Avaliação	<i>A apresentação dos resultados finais acontece perante os professores, o designer</i>



	<p><i>gráfico profissional e os colegas de turma numa exposição escolar onde cada aluno apresenta a obra de arte digital criada por ele e explica como esta reflete os princípios de harmonia aprendidos nas aulas de matemática, biologia e arte e de onde se inspiraram. Cada apresentação é avaliada pelos professores e pelo designer gráfico. Os principais fatores são: conhecimento teórico do aluno, profundidade de conhecimento, aplicação de conceitos teóricos, capacidades de comunicação e apresentação e estética do design.</i></p>
Apresentação - Relatório - Partilha	<p><i>Os projetos concluídos pelos alunos são impressos em papel e apresentados por eles aos professores e aos seus colegas numa exposição escolar. As obras de arte dos alunos em formato digital são publicadas no site da escola e nas contas das redes sociais. Os desenhos podem ser usados como exemplos para outros projetos artísticos.</i></p>
Extensões - Outras Informações	--

**Protótipo/Guia STEAME ACADEMY para a Abordagem de Aprendizagem & Criatividade**  
Formulação do Plano de Ação

*Principais etapas na abordagem de aprendizagem STEAME:*

## **ETAPA I: Preparação por um ou mais professores**

**1. Formulação de ideias iniciais sobre os setores/áreas temáticas a serem abordadas:**

*Dois grandes problemas da vida real impulsionaram o desenvolvimento da Matemática ao longo da história da civilização humana – a contagem que ajudou no desenvolvimento de sistemas numéricos, aritmética e álgebra, e a medição de grandezas (perímetros, áreas, volumes e etc.) que é responsável pelo desenvolvimento da geometria. Mas há um terceiro problema importante na Matemática que também reflete o seu significado nas ciências naturais (biologia) e nas artes – a teoria matemática da harmonia. Em Matemática, harmonia é entendida como igualdade ou proporcionalidade das partes entre si e as partes com o todo. Ou mais geral, a harmonia de um objeto é uma proporcionalidade das partes e do todo, uma fusão dos vários componentes do objeto para criar um todo orgânico uniforme. O objetivo destas aulas é apresentar aos alunos o conceito de harmonia na Matemática, o seu desenvolvimento histórico, e explicar como encontra aplicações na biologia, na música e nas artes visuais. A teoria matemática centra-se principalmente na razão áurea e suas generalizações, os chamados meios metálicos, definidos pela matemática argentina Vera W. de Spinadel em 1998, dos quais a razão de prata é a mais popular e encontrada em obras de arte e arquitetura. Em geometria são exploradas as conexões entre a razão ouro e prata e certos triângulos e polígonos regulares, e em álgebra as conexões entre essas duas razões e os números de Fibonacci e Pell, resp.*

**2. Envolvimento do mundo externo / trabalho / negócios / pais / sociedade / ambiente/ ética:**

*Está planeado o envolvimento de um designer gráfico profissional como mentor/professor. Visitas a galerias de arte, museus e um estúdio de design gráfico estão previstas como atividades fora da sala de aula.*

**3. Faixa Etária Alvo dos Alunos – Alinhamento com o Currículo Oficial – Definição de Metas e Objetivos:**

*O tema destina-se a alunos do 8.º ao 9.º ano do ensino secundário. Nas aulas de Matemática do 8º ano (nas escolas secundárias búlgaras), os alunos aprendem primeiro sobre números irracionais (raízes quadradas) e depois são apresentados à equação quadrática e à fórmula de Brahmagupta para encontrar as suas soluções. Como a razão áurea e as outras razões metálicas são raízes positivas de equações quadradas, este material é adequado para alunos da 8ª série. Conhecimentos muito básicos de computação gráfica e habilidades para trabalhar com arquivos de imagem são ensinados no 6º ano (escola búlgara), mas esses conhecimentos precisam ser ampliados para o propósito dessas lições.*

**4. Organização das Tarefas dos Envolvidos – Designação de Coordenador – Espaços de Trabalho, etc.**

*Os professores organizam a formação e apoiam o trabalho dos alunos; motivam os alunos e definem uma verdadeira tarefa a cumprir; A direção da escola apoia a organização de reuniões com designers gráficos, a organização extracurricular do trabalho, bem como a apresentação dos resultados a um público adequado. O professor de Matemática pode desempenhar o papel de coordenador. Os locais de trabalho a utilizar são uma sala de aula e um laboratório de informática.*

## **ETAPA II: Formulação do Plano de Ação (Passos 1-18)**

*Preparação (por parte dos professores)*

**1. Relação com o Mundo Real – Reflexão**

*Várias formas de organismos vivos contêm a proporção áurea, números de Fibonacci e a espiral dourada. A chamada "proporção divina", de Luca Pacioli, também pode ser encontrada no corpo*

humano. As proporções de ouro e prata são incorporadas em obras de arte famosas – pinturas, esculturas, edifícios e etc.

**2. Incentivo – Motivação**

*Os professores de matemática, biologia, arte e música introduzem os alunos ao conceito de harmonia em suas disciplinas, que estão ligadas à teoria matemática da harmonia postulada por Pitágoras e Euclides. Um designer gráfico profissional orienta os alunos no processo de criação do seu próprio projeto de arte com base na proporção dourada, prateada ou outra relação metálica e nos princípios de harmonia na arte e na matemática. Os alunos são motivados pela busca da harmonia no mundo que nos rodeia criado pelo meu homem ou pela natureza. Em seu esforço criativo eles são inspirados meu conhecimento matemático.*

**3. Formulação de um Problema (possivelmente em etapas ou fases) decorrente do exposto:**

*Os alunos são primeiramente apresentados ao conceito de harmonia pelo professor de matemática, que pode mostrar-lhes imagens de flores e animais, obras de arte e edifícios e perguntar-lhes se eles acham as formas retratadas agradáveis aos olhos e, em caso afirmativo, então por quê. O professor pode lembrar os alunos sobre as proporções. Assim, introduzindo-os à razão áurea e, em seguida, à sua definição geométrica e algébrica. Outra pergunta que o professor pode fazer antes de começar a aula de matemática é se os alunos acham que a matemática tem algo a ver com estética.*

Desenvolvimento (por parte dos alunos) – Orientação & Avaliação (por parte dos professores)

**4. Criação de Contexto – Pesquisa/Recolha de Informação:**

*Novos conhecimentos são aplicados na resolução de problemas. Os alunos são incentivados a procurar por si próprios informações e fontes de inspiração para o projeto criativo final. Os alunos podem criar quadros de visão real ou digital (criativos) com as imagens e informações que encontraram na Internet.*

**5. Simplificar o Problema – Definir o Problema com um Número Limitado de Requisitos:**

*A tarefa é claramente definida com as informações necessárias.*

**6. Elaboração de Casos – Design/Identificação de Materiais para Construção/Desenvolvimento/Criação:**

*A tarefa que os alunos recebem está claramente definida.*

**7. Construção – Fluxo de Trabalho – Implementação dos Projetos:**

*Formação introdutória com exemplos relevantes - Colocar um problema real - Formação complementar - Encontrar uma solução para o problema - Apresentar os resultados*

**8. Observação-Experimentação – Conclusões Iniciais:**

*Os alunos resolvem problemas de matemática guiados pelo professor de matemática e experimentam ideias criativas guiadas pelo professor de arte e um designer gráfico profissional.*

**9. Documentação – Pesquisa de Áreas Temáticas (campos de IA) relacionadas com o tema estudado – Explicação com Base em Teorias Existentes e/ou Resultados Empíricos:**

*Os alunos têm as informações teóricas e exemplos necessários.*

**10. Recolha de resultados/informações com base nos pontos 7, 8 e 9**

*A cada etapa, os professores relatam o progresso dos alunos.*

**11. Primeira apresentação de cada grupo pelos alunos:**

*Os alunos apresentam os resultados do seu trabalho numa exposição escolar e explicam os princípios de harmonia que aplicaram para a criar.*

Configuração & Resultados (por parte dos alunos) – Orientação & Avaliação (por parte dos professores)

**12. Configuração dos modelos STEAME para descrever/representar/ilustrar os resultados.**

**13. Estudo dos resultados obtidos (passo 9) e extração de conclusões (usando o passo 12).**

**14. Aplicações no Quotidiano - Sugestões para o Desenvolvimento 9 (Empreendedorismo - SIL Days)**

Revisão (por professores)

**15. Rever o problema e reavaliá-lo sob condições mais exigentes.**

Conclusão do Projeto (pelos alunos) – Orientação e Avaliação (pelos professores)

**16. Repetir os passos 5 a 11 com requisitos adicionais ou novos, conforme formulado no passo 15.**

17. Investigação – Estudos de Caso – Expansão – Novas Teorias – Teste de Novas Conclusões.  
 18. Apresentação das Conclusões – Estratégias de Comunicação.

## ETAPA III: Ações e Cooperação da STEAME ACADEMY em Projetos Criativos para alunos do Ensino Escolar

**Título do Projeto: Harmonia – a Beleza da Matemática**

Breve Descrição/Esquema dos Arranjos Organizacionais/Responsabilidades por Ação

ETAPA	Atividades/Passos Professor 1(P1) Cooperação com P2, P3 e orientação dos alunos	Atividades / Passos Por Estudantes Faixa etária: 14-15	Atividades / Passos Professor 2 (P2) Cooperação com P1, P3 e orientação estudantil
A	Preparação dos passos 1, 2, 3	--	Cooperação no passo 3
B	Orientação no passo 9	4,5,6,7,8,9,10	Suporte e orientação no passo 9
C	Avaliação Criativa	Passo 11	Avaliação Criativa
D	Orientação	Passo 12	Orientação
E	Orientação	Passo 13 (9+12)	Orientação
F	Organização (SiL) – STEAME in Life	Passo 14 Reunião com representantes de negócio	Organização (SiL) – STEAME in Life
G	Preparação do passo 15	--	Cooperação no passo 15
H	Orientação	Passo 16 (repetição dos passos 5-11)	Suporte e Orientação
I	Orientação	Passo 17	Suporte e Orientação
K	Avaliação Criativa	Passo 18	Avaliação Criativa