

**PARTE I: Artes Visuais e
Matemática**

FAIXA ETÁRIA: 13 – 15

**UNIDADE 3: ARTE E GEOMETRIA
NO RENASCIMENTO**

LogoPsyCom



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Guia do Professor

Título: Arte e geometria no Renascimento

Faixa Etária: 13 – 15 anos

Duração: 2 horas

Conceitos matemáticos: perspetiva, proporção áurea, retângulo de Ouro, poliedros.

Conceitos artísticos: arte renascentista, perspetiva linear, ponto de fuga, escorço, perspetiva aérea, focal Ponto, influência clássica e antiga, frontão.

Objetivos Gerais: descobrir os conceitos matemáticos ocultos na arte renascentista, usando técnicas de perspetiva e a proporção áurea.

Instruções e Metodologias: os alunos explorarão as duas áreas como um todo, desenhando a arte ou assistindo os vídeos sugeridos que analisam as famosas pinturas renascentistas. Eles aprenderão a base dos conceitos matemáticos mencionados.

Dicas para o professor: aprender fazendo é muito eficiente, especialmente para alunos com distúrbios de aprendizagem. Incentive-os a desenhar / pintar usando as técnicas aprendidas.

Recursos: esta ferramenta fornece fotos e vídeos. Os tópicos da ferramenta serão uma inspiração para encontrar outros materiais para personalizar e dar nuances à sua aula.

Objetivos de aprendizagem e competências: no final desta unidade, o aluno será capaz de:

- Compreender o processo lógico por trás das perspetivas linear e aérea usadas pelos artistas;
- Entender como a proporção áurea é usada na arte renascentista;
- Reconhecer um sólido platónico e saber o que constitui um poliedro.

Síntese e avaliação:

Indique 3 aspetos que tenha gostado nesta atividade	1. 2. 3.
Indique 2 aspetos que tenha aprendido	1. 2.
Indique 1 aspeto a melhorar	1.

Introdução

A matemática e a arte parecem pertencer a duas correntes muito diferentes de pensamento, respetivamente lógica e criatividade. Como a arte se destina a expressar emoções e a matemática é usada para expressar factos e reflexões, poder-se-ia pensar que eles não têm, absolutamente, nenhuma conexão.

No entanto, muitos artistas decidiram estudar a matemática nos seus trabalhos. A melhoria que o conhecimento geométrico poderia trazer às criações artísticas fez dele um instrumento teórico inestimável nas artes visuais. Muitos artistas do Renascimento estudaram perspetiva, poliedros e outros conceitos matemáticos para alcançar uma representação mais realista do mundo.

Muitos estudiosos que lidam com a história da arte notaram ocasionalmente que as duas maiores revoluções na história da arte, o Renascimento e a Arte Moderna, foram feitas por artistas que conceituaram novas geometrias; a geometria da perspetiva para o Renascimento e a geometria multidimensional para a Arte Moderna.

Nesta ferramenta, iremos focar a Arte Renascentista, suas influências e a aplicabilidade da matemática em obras artísticas e arquitetónicas. Discutiremos as obras de alguns artistas e arquitetos de renome que mudaram perspetiva e dimensões durante o Renascimento.

Arte Renascentista

O Renascimento é o período entre a Idade Média e a Modernidade. Vai desde o século 14 ao século 17, uma época em que os artistas estavam a voltar às obras clássicas da Antiguidade para encontrar inspiração. O Renascimento deu origem a muitos artistas e arquitetos de renome. Como foram inspirados pela Antiguidade, o período histórico do século VIII aC ao século VI dC, algumas obras renascentistas tendem a ser confundidas com a arte antiga da Grécia e do Império Romano.

O surgimento da perspectiva

Antes do século XIV, os artistas representavam pessoas importantes sendo as mais altas e mais enfatizadas. No entanto, esse método não ilustrou a maneira como o olho humano vê as coisas. É por isso que os artistas começaram a experimentar a perspectiva, que consiste em diferentes linhas e pontos que podem representar o que vemos em 3D num suporte bidimensional. Aqui está como o olho humano vê as coisas com perspectiva:

4

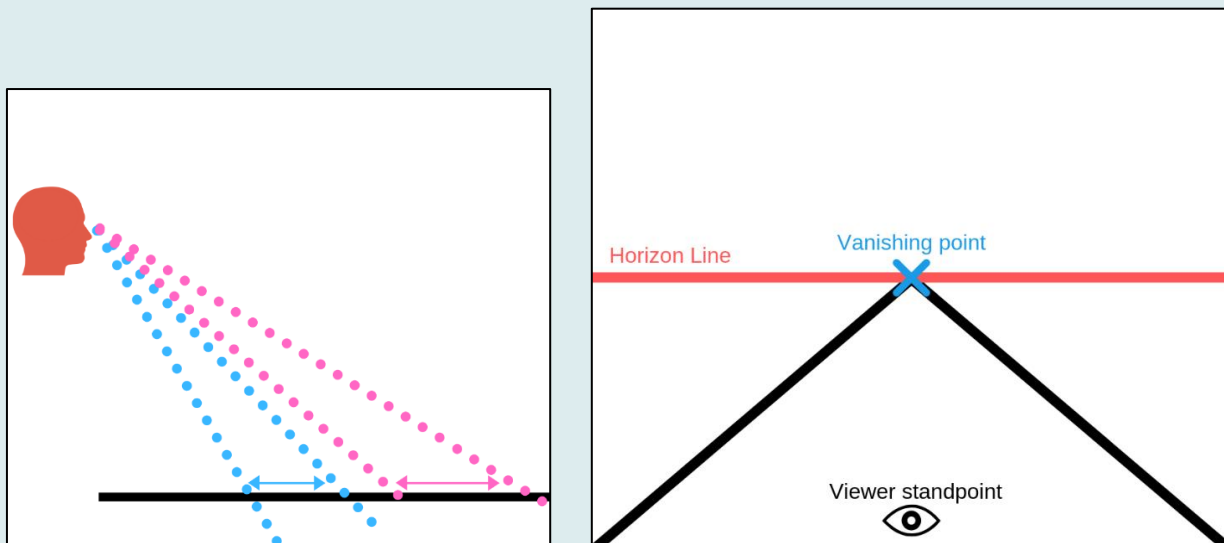


Fig. 1 – Perspetiva

Com os estudos em perspectiva, os artistas começaram a usar métodos diferentes. Foram amplamente utilizados três tipos principais de perspectiva em obras de arte: perspectiva linear, escorço e perspectiva aérea.

A **perspetiva linear** é construída pela convergência de várias linhas na imagem. O ponto em que elas se encontram é chamado de ponto de fuga, que parece ser o item mais distante da imagem. Veja as linhas da Fig. 2, elas são uma boa imitação das linhas de perspectiva criadas pelo olho humano. ve:



Fig. 2 – Carlo Crivelli, A Anunciação com São Emídio, 1486

Escorço é o encurtamento de um item do primeiro plano para dar uma impressão de perspectiva linear. Aqui, pode ver que as pernas são muito curtas e o tronco muito grande. Isso é para dar ao espetador a impressão de perspectiva, como se estivéssemos de pé aos pés do homem.

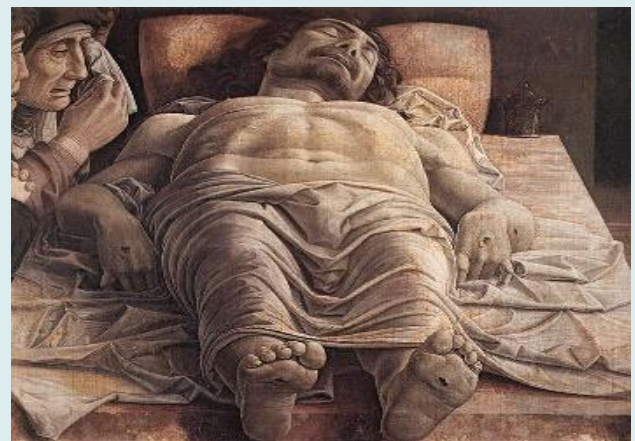


Fig. 3 – Mantegna Andrea, Cristo Morto, 1470-71

A **perspetiva aérea ou atmosférica** concentra-se nas cores da pintura. Quando vemos algo de longe, muitas vezes parece muito desfocado, as cores não são muito claras. Alguns pintores criaram perspetiva, tornando o fundo da sua pintura mais embaçado e menos contrastado que o primeiro plano. Isso dá-nos a impressão de que vemos os itens do primeiro plano com muita clareza e que o resto está muito longe para ser visto.



Fig. 4 – Leonardo da Vinci, Virgem das Rochas, 1503 – 1506

6

Alguns exemplos de perspetiva

A Mona Lisa, uma das pinturas mais famosas de Leonardo da Vinci, também nos mostra o seu trabalho em perspetiva. Pode ver que as cores e formas são mais desfocadas e mais mescladas no segundo plano, enquanto o primeiro plano é preenchido com detalhes. Isso faz com que a Mona Lisa se destaque e pareça ainda mais intrigante para o espectador. Como verá mais adiante, esta pintura também contém a figura matemática importante do retângulo de ouro.



Fig. 5 – Leonardo da Vinci, Mona Lisa, 1503-1506

Provavelmente reconhece o nome de Leonardo da Vinci, que já foi citado duas vezes como exemplo. Ele foi um dos pintores de renome do Renascimento.

A próxima pintura também é dele, mas mostra como ele estudou verdadeiramente a perspectiva antes de começar a pintar.

No "Estudo de perspectiva de A Adoração dos Magos", podemos ver o trabalho que ele fez em perspectiva para o pano de fundo da pintura. Neste caso, ele desenhou todas as linhas que levam ao ponto de fuga em segundo plano.

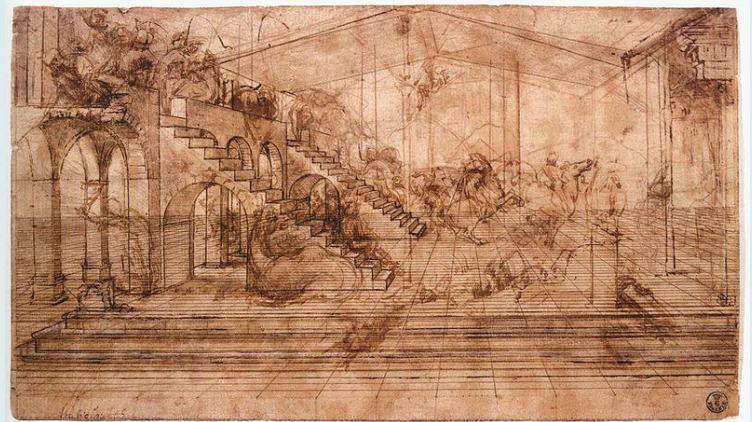


Fig. 6 – Estudo de perspectiva de A Adoração dos Magos, Leonardo da Vinci, ca.1481

Como pode ver, o estudo da perspectiva concentrou-se no fundo desta pintura, que contém muitos detalhes e, portanto, usa a perspectiva linear para mostrar a paisagem de fundo, que parece estar muito mais distante na pintura final.



Fig. 7 – A Adoração dos Magos, Leonardo da Vinci, ca.1481

Dimensões e proporções na arte renascentista

No Renascimento, o estudo de alguns textos antigos ajudou artistas e arquitetos a desenvolver novas técnicas para construir os seus trabalhos em termos de proporção e dimensão. A perspetiva era uma dessas técnicas, mas havia muitas mais.

A estátua de David de Michel Angelo foi inicialmente projetada para estar no telhado da catedral de Florença e, portanto, vista de baixo, razão pela qual a sua cabeça e mãos são tão grandes. Este também é um exemplo de como os artistas renascentistas brincavam com dimensões e proporções para criar perspetiva e se adaptar ao ponto de vista do espectador.

Pode saber mais no seguinte vídeo:

https://www.youtube.com/watch?v=o9Kum_Jjdk

Leonardo da Vinci estudava constantemente ciências e matemática nas suas obras. As proporções dos dois homens no Vitrúvio de da Vinci são baseadas na proporção áurea. Dizem que o homem de Vitruvius “combina as habilidades de matemática, religião, filosofia, arquitetura e arte de sua época”. Acreditava-se que suas proporções fossem as proporções perfeitas para o corpo humano. A Mona Lisa (veja a figura acima) também contém alguns retângulos de ouro.



Fig. 8 – Michel Angelo, David statue, 1501

8

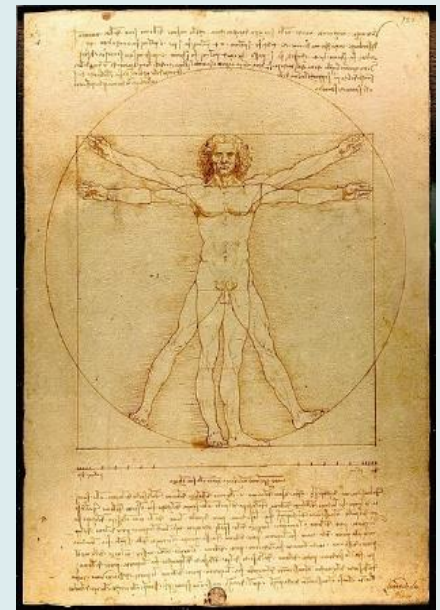


Fig. 9 – Leonardo da Vinci, The Vitruvian man, 1490

Assista ao vídeo a seguir para ver como a proporção áurea é usada neste desenho:
<https://www.youtube.com/watch?v=gQ5a-RcLBuk>.

Leon Battista Alberti projetou parte da fachada de Santa Maria Novella, em Florença. Ele foi influenciado pelo classicismo e queria seguir os padrões e as dimensões perfeitas da Antiguidade. A igreja em que ele tinha que trabalhar era gótica, o que tornava o seu trabalho ainda mais difícil. O resultado foi uma fachada mista que refletia influências góticas e clássicas. Ele mostra os mesmos padrões e estratégias geométricos descritos acima para tornar sua estrutura mais organizada, usando colunas para definir as bordas do edifício e encontra inspiração nos templos gregos com o frontão no topo da fachada.



Fig. 10 – Leon Battista Alberti, Santa Maria Novella, 1470

Poliedros na Arte Renascentista

Poliedros são formas geométricas que podemos encontrar na arte renascentista. Alguns deles são bem conhecidos e são chamados de "sólidos platônicos" porque artistas do Renascimento encontraram inspiração nos textos de Platão. Platão atribuiu um poliedro a cada um dos elementos. O Tetraedro ao Fogo, o Icosaedro à Água, o Octaedro ao Ar, o Cubo à Terra e o Dodecaedro a "Quinta Essência" (o Universo). Aprenderá mais na parte matemática da ferramenta, mas pode, já, perceber que esses sólidos são feitos de uma combinação de diferentes formas, como triângulos e quadrados.



Fig. 11 – Associação dos Sólidos Platônicos de Platão aos elementos, por Johannes Kepler



Fig. 12 – Mosaico sem título de Uccello, 1425

O Mosaico sem título de Paolo Uccello na Basílica de São Marcos, em Veneza (1425 - 1430), é uma das representações do uso renascentista de poliedros em composições artísticas. Pode ver que ele desenhou sólidos diferentes neste ladrilho, um deles mostrando um poliedro muito complexo, que pode ser decomposto em várias partes. O uso do poliedro neste caso ajuda o artista a dar-nos uma ilusão de profundidade e terceira dimensão.

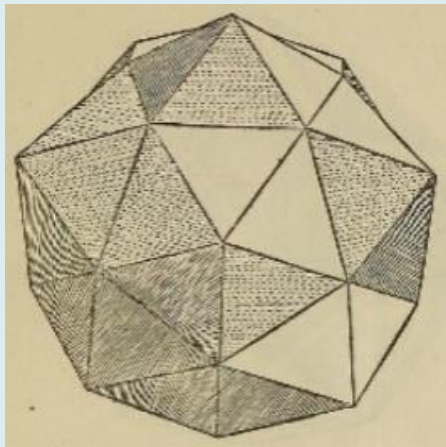


Fig. 14 – Ilustração de Leonardo da Vinci em "A Divina Proporção", 1509

Leonardo da Vinci também estudou poliedros e desenhou a ilustração de um livro chamado "A Divina Proporção" (Sobre a proporção divina). Pode ver o exemplo à esquerda como um dos casos que ele estudou. O artista usou a perspectiva para desenhar as diferentes formas e combinou-as para criar um sólido. Novamente, essa técnica cria uma ilusão de profundidade. Temos a impressão de que, se pudéssemos tocar a forma, poderíamos girá-la e ver todos os seus lados em três dimensões.

Na arquitetura antiga, os exemplos mais representativos de poliedros são as pirâmides egípcias.



Fig. 13 – Pirâmides de Giza, Egypt

No entanto, durante o Renascimento, os poliedros eram usados principalmente na arte e não foi antes dos tempos modernos que os arquitetos começaram a realmente explorar as possibilidades que eles oferecem nos seus edifícios.

Glossário

Perspetiva linear: a técnica de pintura que usa linhas e um ponto de fuga para criar perspetiva.

Escorço: a técnica de pintura que reduz um item em primeiro plano para criar uma ilusão de perspetiva.

Perspetiva aérea: a técnica de pintura que desfoca os itens do segundo plano para criar uma ilusão de distância e enfatizar os itens do primeiro plano.

Ponto de fuga: numa pintura, o ponto de fuga é a convergência das linhas de perspetiva, que cria a ilusão de uma pintura tridimensional.

Ponto focal: o item da pintura que é enfatizado para chamar a atenção dos observadores.

Frontão: é o elemento triangular frequentemente encontrado em templos na arquitetura antiga.

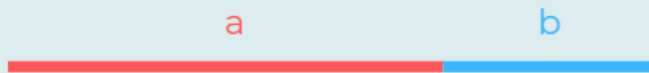
Gótico: um tipo de arquitetura muito presente na Europa do século XII ao XVI. Um exemplo famoso é a catedral de Notre-Dame em Paris. Pode aprender sobre isso na ferramenta sobre arte gótica.

A Matemática por trás da Arte Renascentista

O número de Ouro:

O número de Ouro é um número bastante único em matemática. É aproximadamente 1.618 e é frequentemente usado em arte e arquitetura. Usamos a letra grega ϕ (phi) para nos referirmos a ela.

A proporção de Ouro é o uso que fazemos desse número em diferentes disciplinas. Imagine que cortamos uma linha em duas partes diferentes: a e b. Quando usamos a proporção de Ouro, o comprimento do todo dividido pelo comprimento da parte longa é igual ao comprimento da parte longa dividido pelo comprimento da parte curta.



12

Para abreviar, lembre desta fórmula:

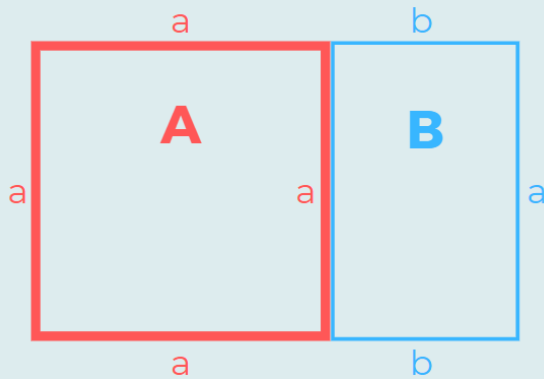
$$\phi = \frac{a+b}{a} = \frac{a}{b} = 1,618$$

A proporção de Ouro pode, então, ser aplicada a um retângulo, chamado retângulo de Ouro. Como era vista como a forma mais perfeita, muitos artistas e arquitetos renascentistas usavam-na nos seus trabalhos.

Como fizemos com a linha ab, vamos dividir um retângulo AB em 2 partes diferentes: um quadrado A e um retângulo B em que:

- todos os lados do quadrado A têm um comprimento de a;
- os lados longos do retângulo B têm um comprimento de a;
- os lados curtos do retângulo B um comprimento de b.

Veja a seguinte imagem:



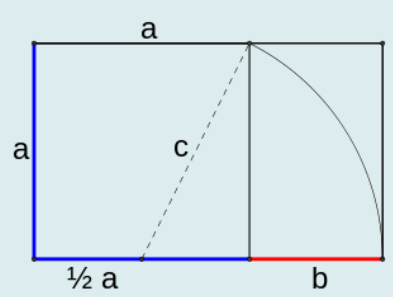
Para ter o retângulo perfeito, usaremos a mesma fórmula. Imagine, por exemplo, que o quadrado A tem dimensões 2cm x 2cm. Se queremos encontrar o lado b:

- Sabemos que $a \cdot b = 1.618$
- Também sabemos que $a = 2$
- Podemos dizer que $\frac{2}{b} = 1.618$
- E que $2 = b \times 1.618$
- Se isolarmos b, teremos: $b = \frac{2}{1.618}$
- Então, $b = 1.236$

Vamos verificar o resultado usando as duas fórmulas:

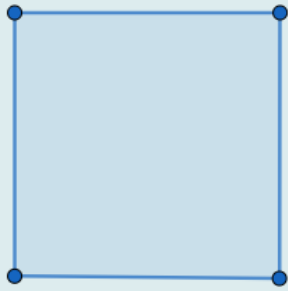
- $\frac{2+1.236}{2} = 1.618$
- $\frac{2}{1.236} = 1.618$

Também pode usar compasso e régua para desenhar o retângulo de Ouro:



1. Coloque a ponta da agulha do compasso no meio do lado inferior: $\frac{1}{2} a$
2. Abra o compasso para tocar o ângulo oposto
3. Faça uma curva a partir do prolongamento do lado inferior ao seu ângulo oposto

4. Desenhe o retângulo B desde o início da curva até o prolongamento dos lados superior e inferior do quadrado A



Poliedros

Um Poliedro é uma figura sólida feita de superfícies planas chamadas polígonos. Essas superfícies não podem ser arredondadas nem curvas.

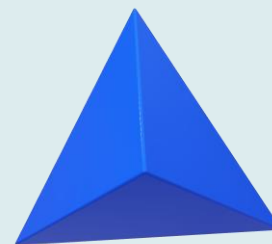
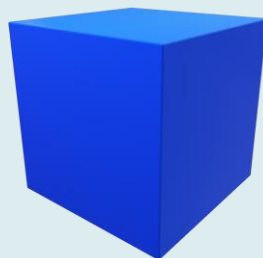
Para verificar se um sólido é um poliedro convexo, pode usar a **fórmula poliédrica de Euler**:

14

$$F + V - A = 2$$

na qual **F** é o número de **faces**, **V** o número de **Vértices** e **A** é o número de **Arestas**.

	The cube	The Tetrahedron
F	6	4
V	8	4
A	12	6
F + V - A = 2	$6 + 8 - 12 = 2$	$4 + 4 - 6 = 2$



TAREFA

As seguintes tarefas permitirão compreender como as perspetivas, a proporção de Ouro e os poliedros foram usados na Arte Renascentista.

A) Linhas de perspetiva

- Desenhe as linhas de perspetiva na segunda figura abaixo
- Desenhe o ponto de fuga na convergência das linhas de perspetiva.

Veja como fizemos isso em "A cidade ideal", de Piero della Francesca:



Fig. 15 – Piero della Francesca, A cidade ideal, 1470

15



Fig. 16 – Leonardo da Vinci, A Última Ceia, 1495

B) Resolva um problema de matemática sobre arquitetura usando a proporção de Ouro



Fig. 17 – O Partenão, Grécia, século V a.C.

Vê este templo? Chama-se Partenão, um templo grego antigo com as dimensões perfeitas da proporção de Ouro. Foi uma inspiração para muitos arquitetos do Renascimento.

Vamos desenhar um templo usando a fórmula.

- Desenhe um **quadrado com 2,7 cm** de lado.
- Utilizando o **método do compasso** que acabou de aprender, transforme-o num retângulo.
- Decore o seu retângulo de Ouro com recursos renascentistas (colunas, frontão etc.).

16

C) Descubra se as seguintes formas são poliedros convexos:



INFORMAÇÕES E RECURSOS ADICIONAIS

História do Renascimento:

https://www.youtube.com/watch?v=Vufba_ZcoR0

Análise da estátua de Davi de Michelangelo:

https://www.youtube.com/watch?v=o9Kum_Jjdk

Matemática na arte de Leonardo da Vinci:

<https://www.youtube.com/watch?v=gQ5a-RcLBuk>

O Homem de Vitróvio, de Leonardo da Vinci:

<https://www.youtube.com/watch?v=aMsaFP3kggQ>

Exemplos de poliedros animados:

<https://www.mathsisfun.com/geometry/polyhedron-models.html?m=Tetrahedron>

Uma descrição da Santa Maria Novella de Alberti:

<https://www.khanacademy.org/humanities/renaissance-reformation/earlyrenaissance1/sculpture-architecture-florence/v/alberti-santa-maria-novella>