

Arte y Matemáticas: de la Alhambra a Gaudi pasando por Toledo

J. I. Díaz



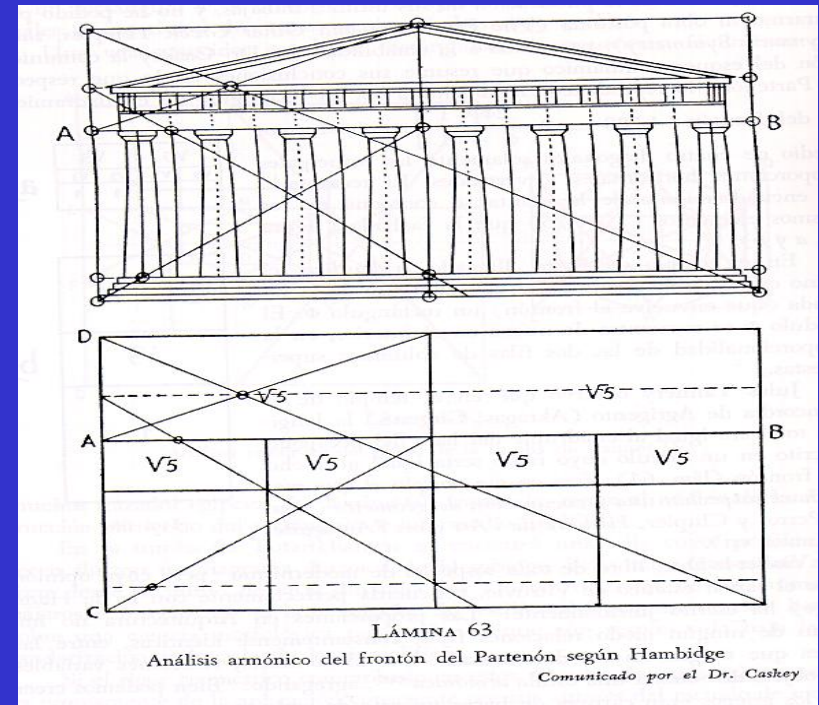
Real Fundación Toledo
21 de noviembre de 2002

1. Introducción: temas clásicos del binomio Matemáticas y Arte

A. La razón áurea (número de oro, divina proporción,...)

$$\phi = \frac{1 + \sqrt{5}}{2} = 1,618..$$

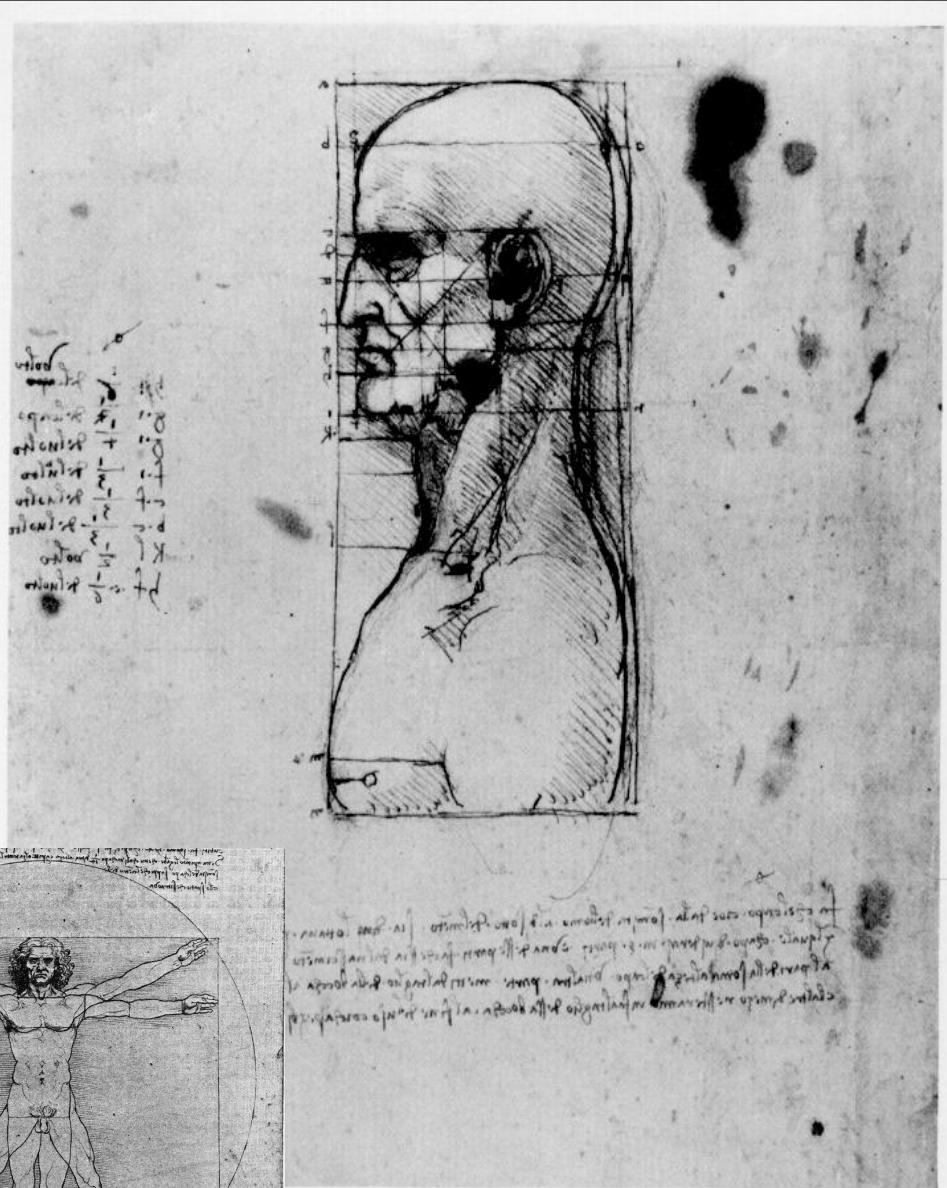
Platon, Fidias, Euclides..



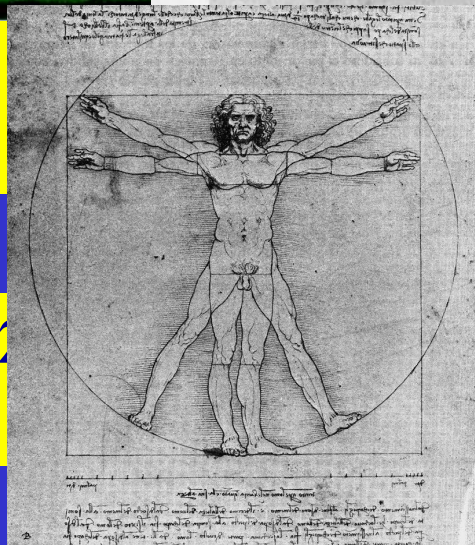


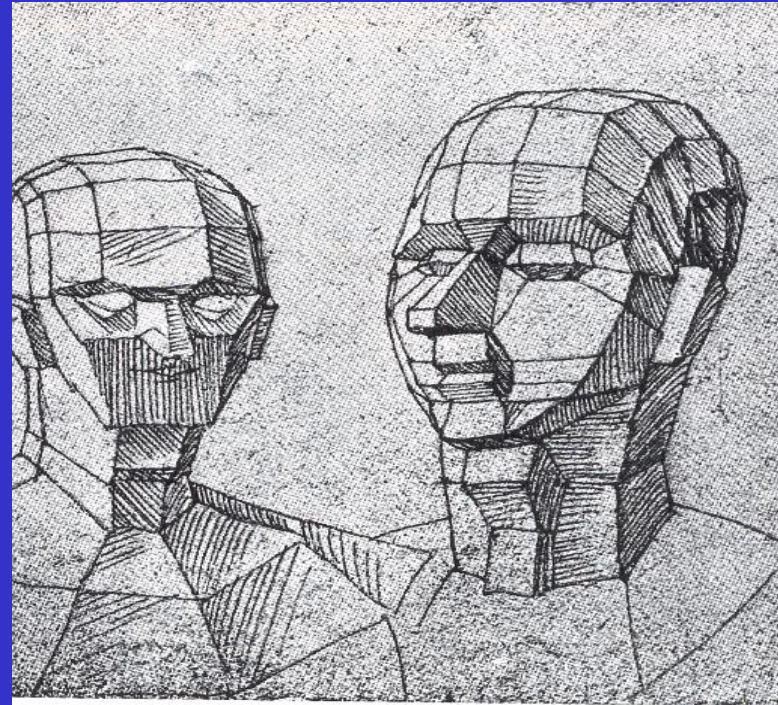
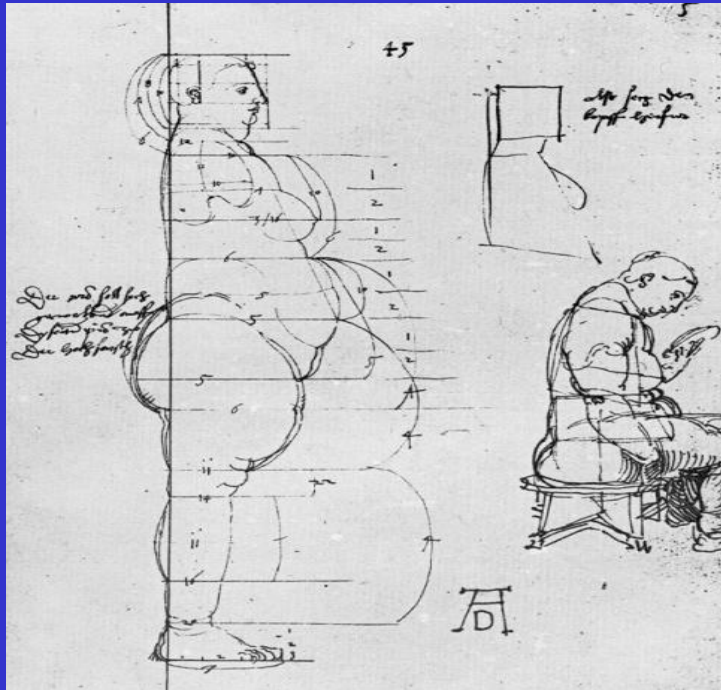
**Fra Luca Paccioli di
Borgo**

**Leonardo da Vinci (1452-
1519)**

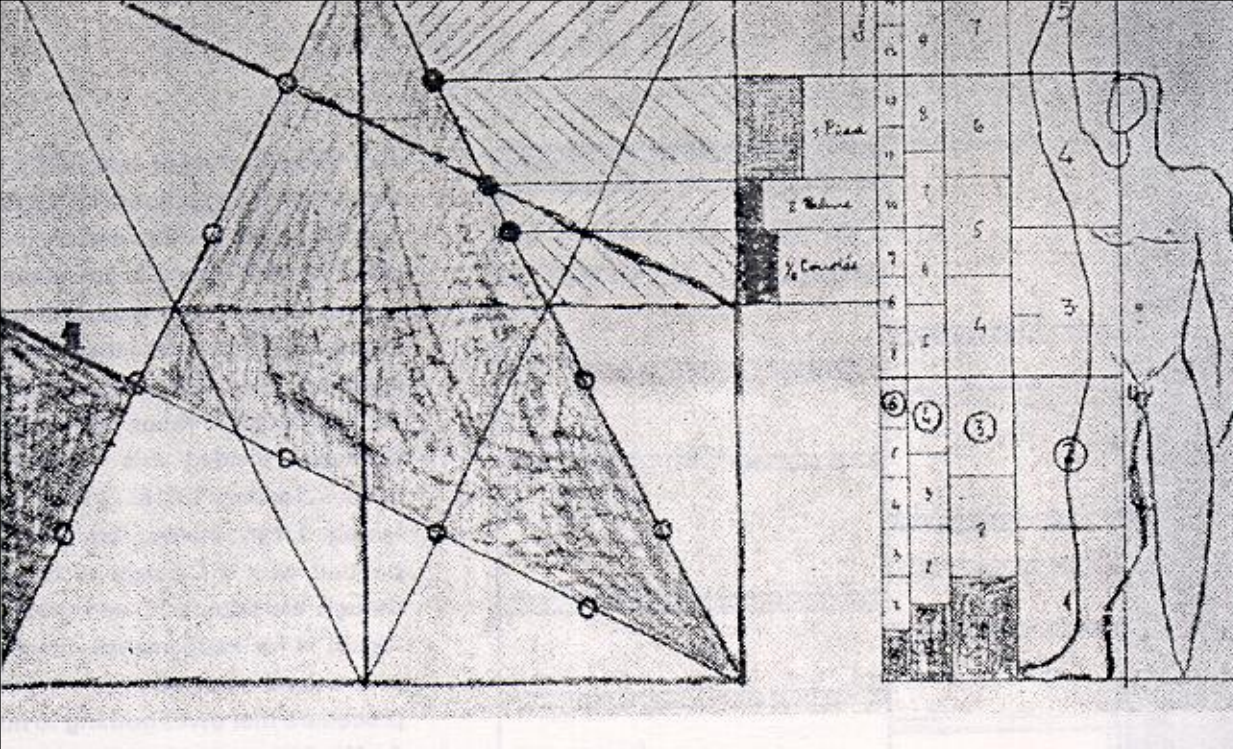


Leonardo da Vinci: *Head of an Old Man*, pen and ink and red chalk. Accademia di Belle Arti, Venice.
There is no way of telling whether Leonardo's grid governs or follows the proportions of the face.

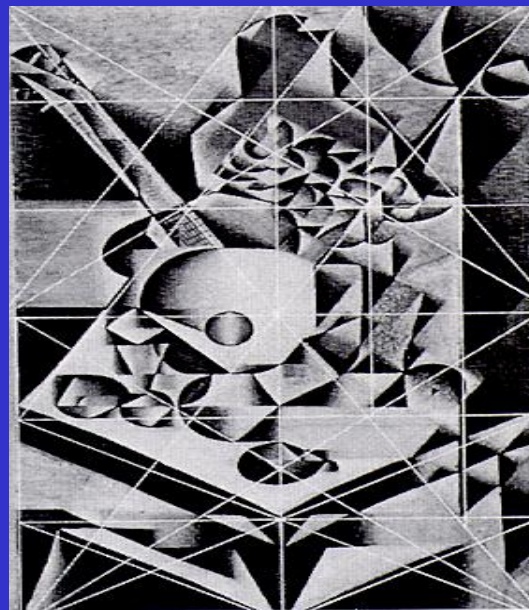




Dürero, 1471-1528



Le Corbusier: The Modulor,



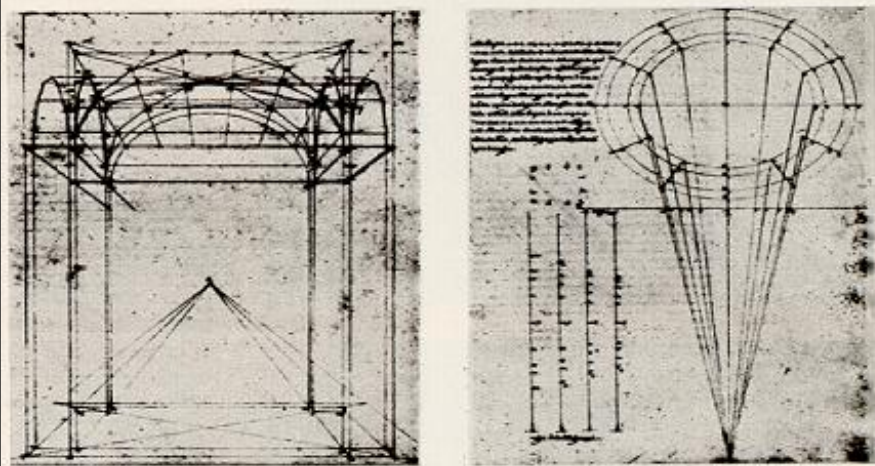
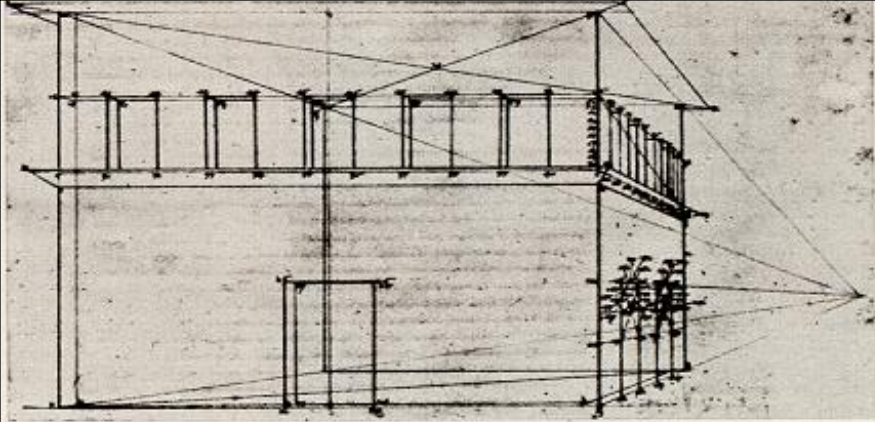
Juan Gris: Guitarra y flores

B. Geometría proyectiva

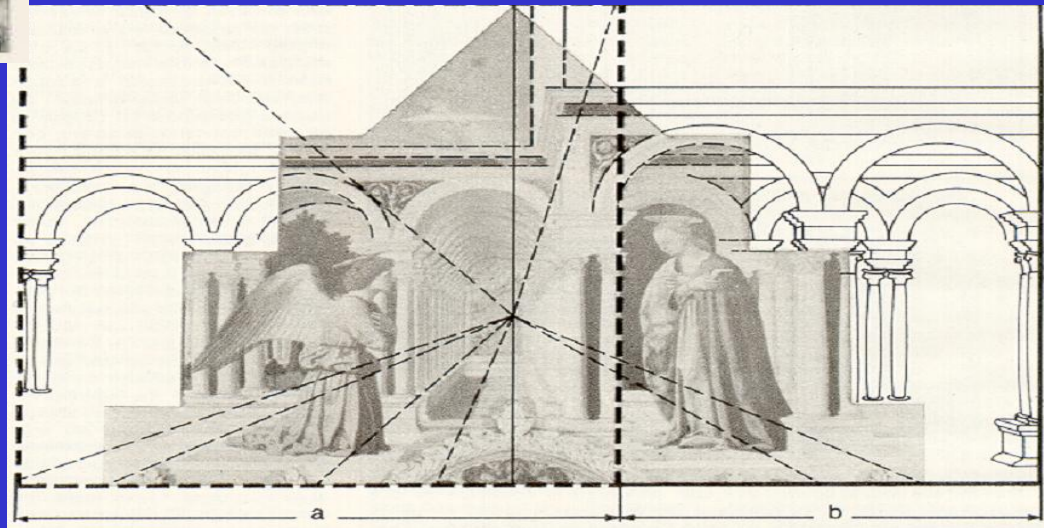
**La Anunciación del
Maestro de Barberini,
1450**



Piero de la Francesca



Perspectiva y razón áurea

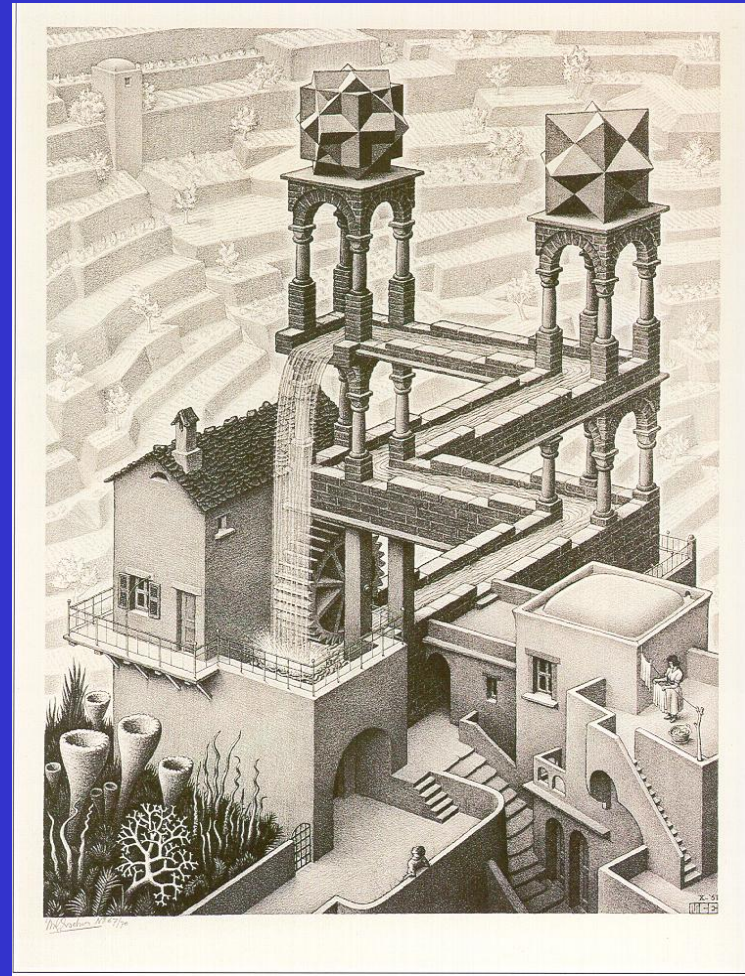


Falsas perspectivas



43

W. Horgarth (1754)



M. C. Escher (1898-1972)

Alternativa a los temas clásicos:

Presencia de las matemáticas: tramas ocultas

Matemáticas como aptitud



2. La Alhambra y otros ejemplos en Toledo

3. Juan de Herrera (arquitecto-matemático) y Toledo

4. Gaudí y las matemáticas

2. La Alhambra y la Teoría de grupos cristalográficos



Dinastía Nazarí (1238-1492)

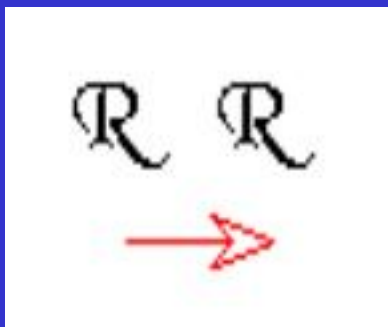
Arte islámico: no figuras de seres vivos. Decoraciones geométricas (formas simétricas repetidas)



Simetría de reflexión

Transformaciones planas: isometrías

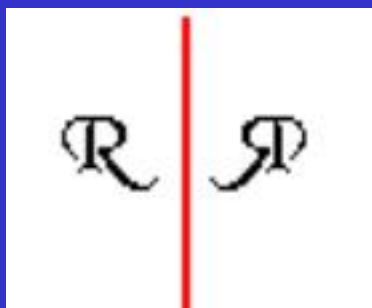
Traslación



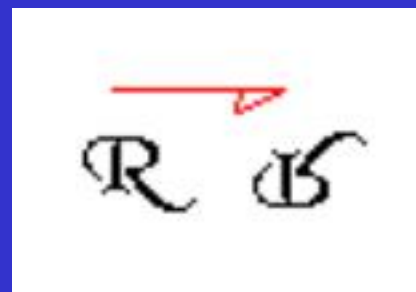
Rotación



Reflexión



Reflexión con deslizamiento



Estructura de Grupo (vida cotidiana / precisión matemática)

Película

Frisos (simetría de en una sólo dirección)



Simetrías de reflexión,
rotación y traslación

F_5



Todas las simetrías

F_7



Grupos cristalográficos planos

(formas de papeles pintados : *wallpaper patterns*)

Simetrías en dos direcciones (arriba/abajo, izquierda/derecha)



Ninguna rotación, línea de deslizamiento distinta a un eje de reflexión

Grupo cm

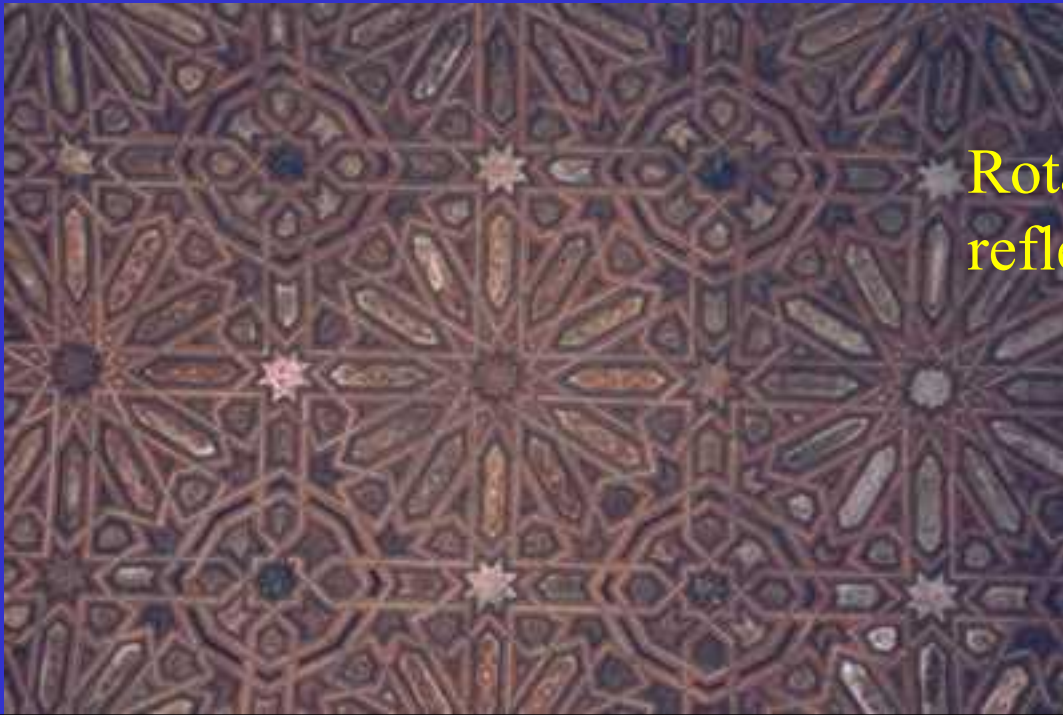
Ninguna reflexión, rotación de un cuarto de vuelta

Grupo p4



Grupo p4

Dos ejemplos de la misma clase de grupos pueden ser muy distintos entre sí



También en techos

Rotación de cuatro pliegues y reflexión

Grupo p4m



También en mosaicos

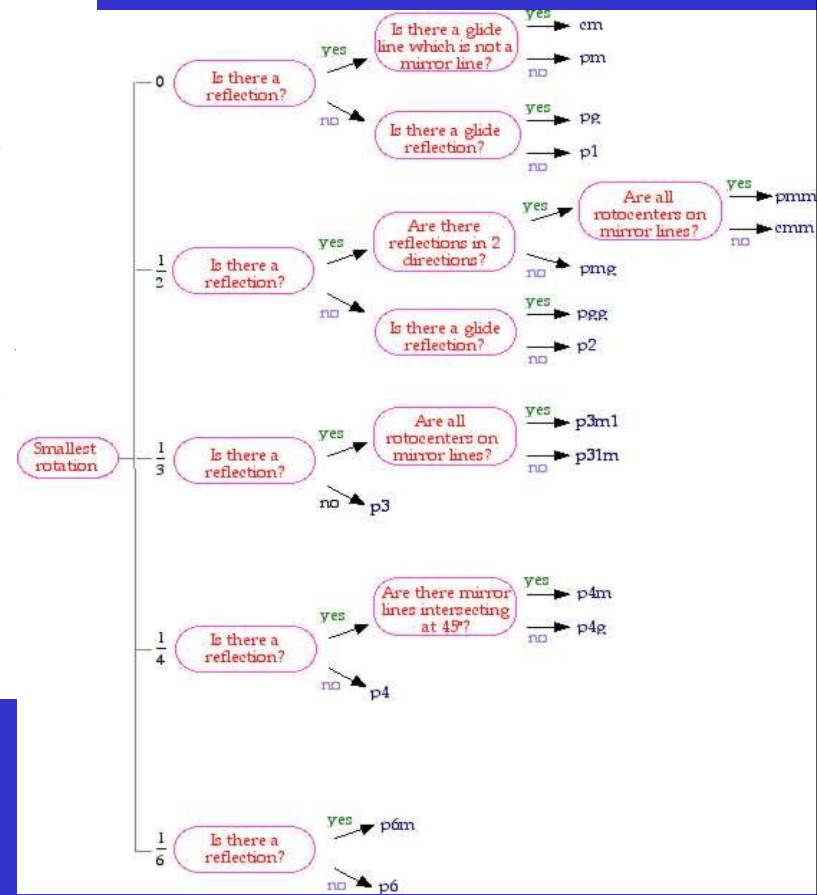
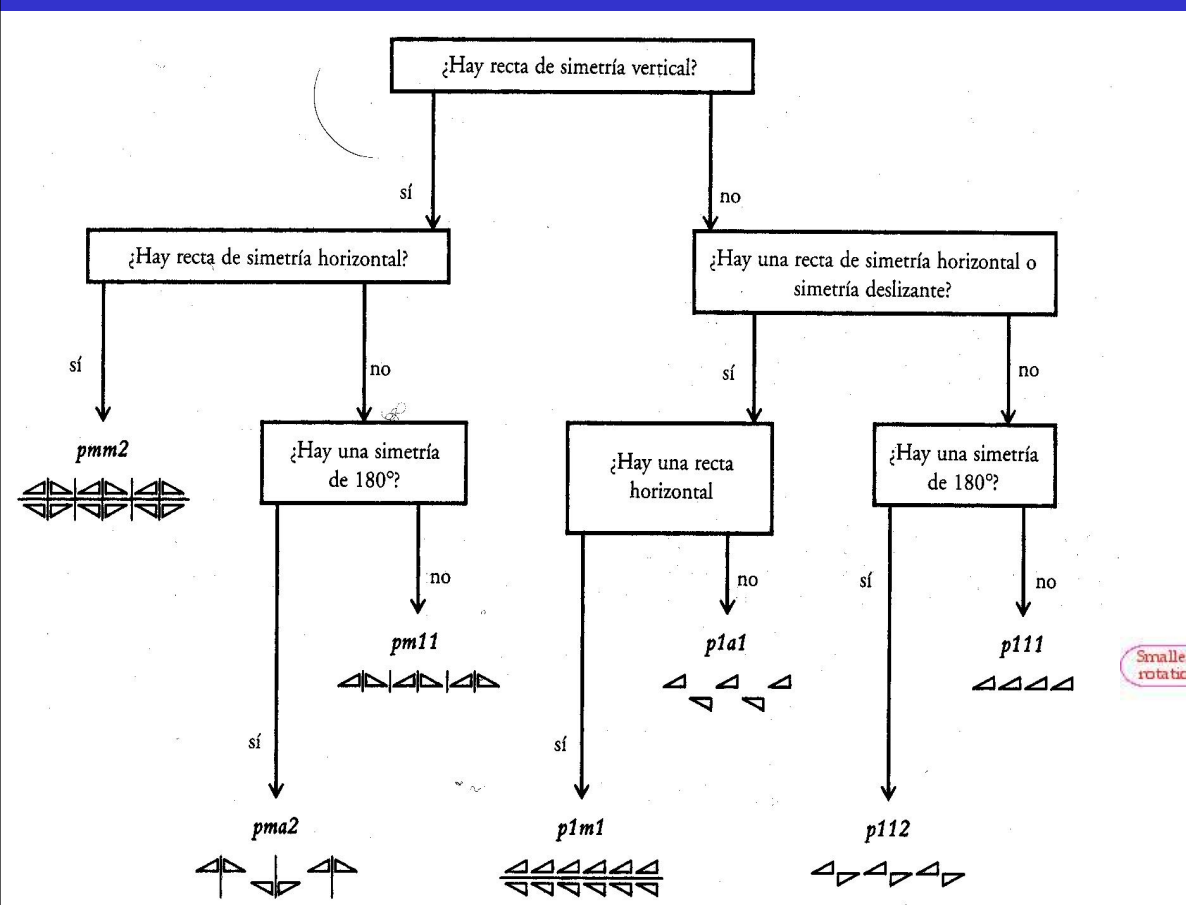
Rotación de seis pliegues sin reflexión

Grupo p6

¿ Cuantas clases de grupos cristalográficos planos pueden existir?

A finales del siglo XIX: hay tan sólo 17 grupos cristalográficos planos distintos

E. S. Fedorov (1885), A. M. Schenflies (1886), W. Barlow (1894)



Clasificación de los 17 grupos cristalográficos planos

En 1986 se habían hallado en la Alhambra 13 de los 17 grupos (B. Grünbaum y C.G. Shepard)

En 1987, Rafael Pérez Gómez encuentra ejemplos de los 4 grupos que faltaban

Riqueza y esplendor de la geometría Nazarí

Testimonios del uso de matemáticas por los artesanos nazaríes:

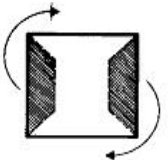
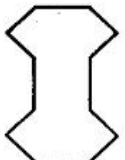
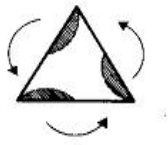


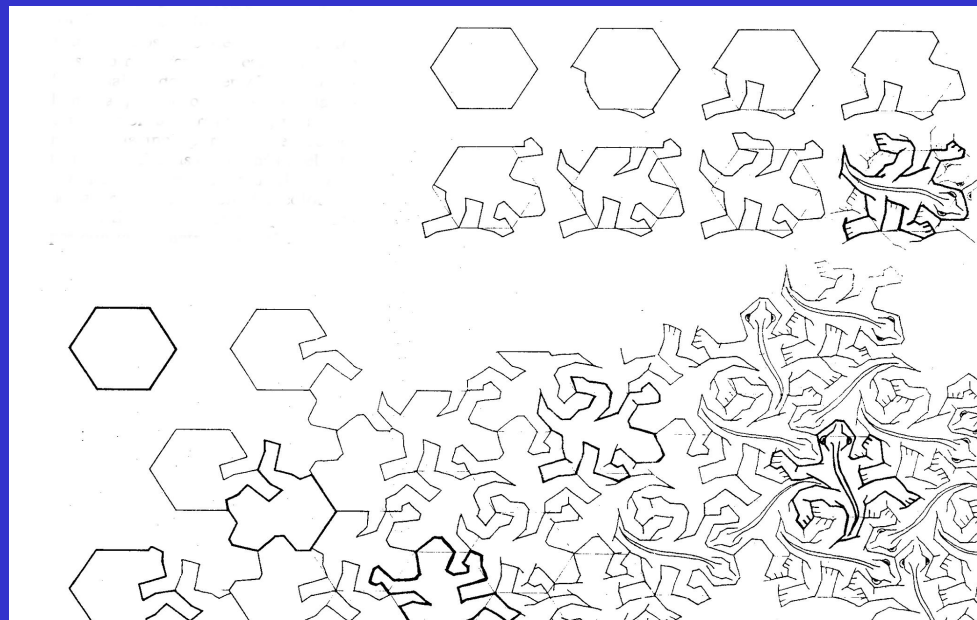
Libros de geometría de Al-Farabi (870-950), Abu Kamil (850-930), Abu'l-Wafa' al-Buzjani (940-998),...

Documentos concretos sobre reuniones y discusiones entre matemáticos y artesanos



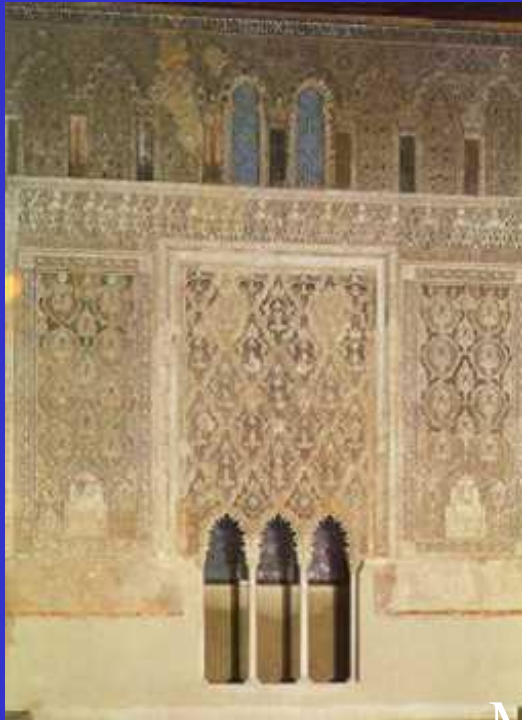
Los 17 grupos de la Alhambra

Nombre	Polígono Base	Transformación	Polígono Nazari
Hueso	Cuadrado		
Pajarita	Triángulo equilátero		
Pétalo	Rombo		



M. C. Escher (1898-1972)

Algunos ejemplos en Toledo

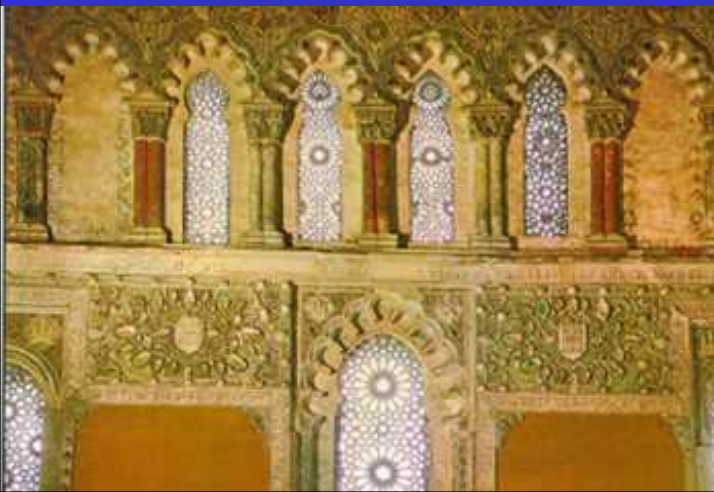


Sinagoga del Tránsito (siglo XIV)



Figura diédrica finita de orden 16

Motivo central: Grupo **cm**



Laterales: Grupo **pm**

Monasterio de San Juan de los Reyes



**Figura cíclica de
orden 8**



Grupo p4



Grupo p4m

3. Juan de Herrera (arquitecto-matemático) y Toledo

Juan de Herrera (1530-1597)



Ayuntamiento (periodo 1575-1605)

(1612-1618: Jorge Manuel Theotocópuli)



1578

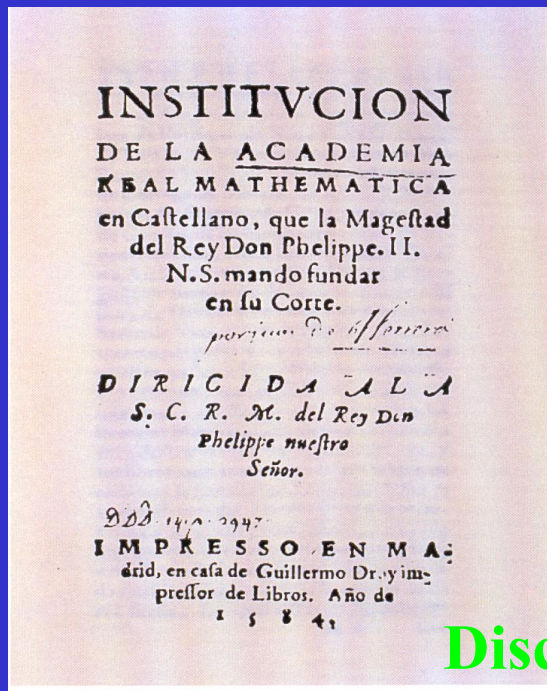


José Maea, 1597

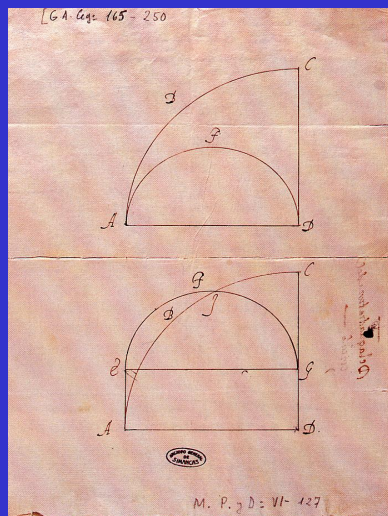
Fundador y Primer Presidente de la Academia Real Matemática

1584: Biblioteca Mazarine, París

Lope de Vega

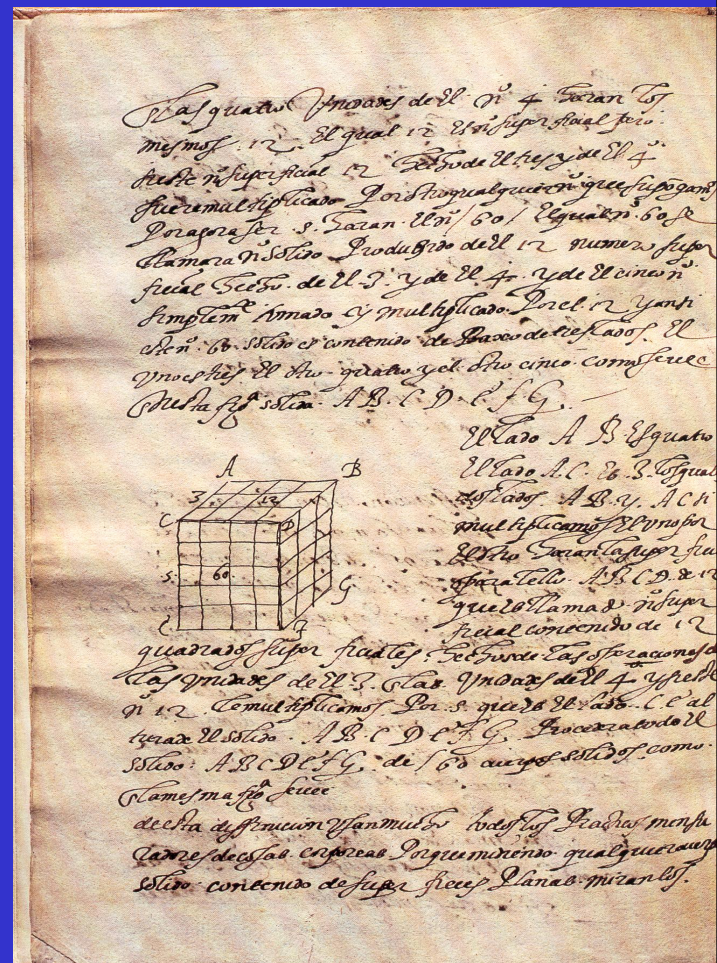


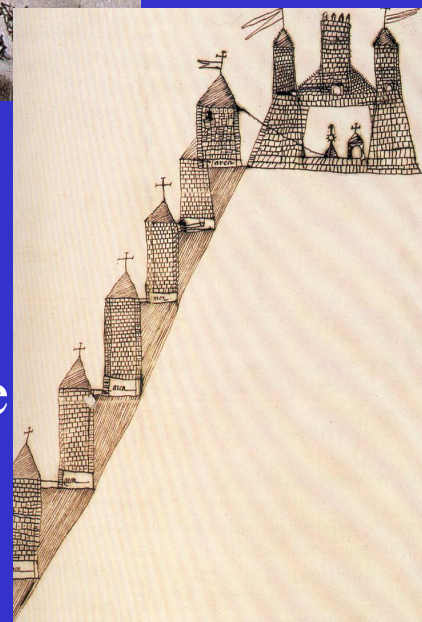
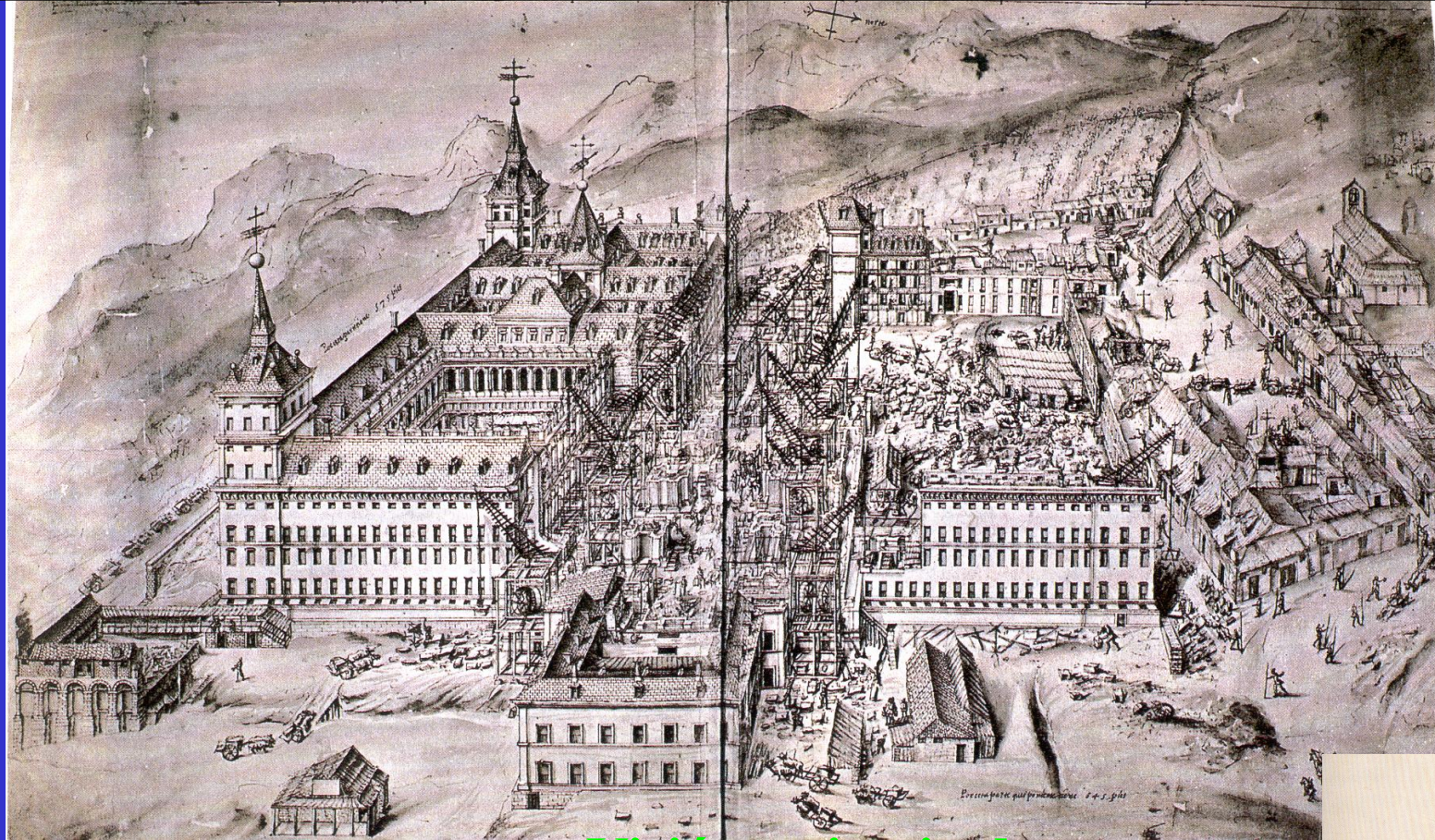
Discurso sobre la figura
cúbica (Ramon Llull:
Publicado 1598)



Sobre la cuadratura
del círculo

(carta a Cristobal de
Salazar, 1584)





Visión unitaria de Geometría-Arquitectura-Máquinas

Architectura y machinas, 1563

Diseño del artilugio de Jaunelo, 1561.

Informe de 1587

