

## Piero della Francesca y el engaño de los ojos. II La luz

*En la entrega anterior de Arte con ojos Matemáticos, correspondiente a SUMA 61, abordamos la dimensión espacial de la Sacra Conversazione de Piero della Francesca, más conocida como la Pala de Brera, por ser la Pinacoteca de Brera, en Milán, su emplazamiento actual. En esta segunda parte, además de añadir algunos comentarios más sobre el espacio representado en esta pintura, centraremos nuestro estudio en la luz. Esa luz pálida que inunda el espacio, penetrando desde el lado izquierdo con respecto al espectador y que matiza los colores y las sombras, dotando de volumen a los objetos y a las personas representadas y que incluso, como veremos, sirve para rubryar la presencia de lo que queda oculto al espectador aunque forme parte de la escena.*



*Pala di Brera o Sacra Conversazione, Piero della Francesca, ca. 1472, Pinacoteca di Brera, Milán*

**Francisco Martín Casalderrey**  
IES Juan de la Cierva (Madrid)  
fmc@revistasuma.es

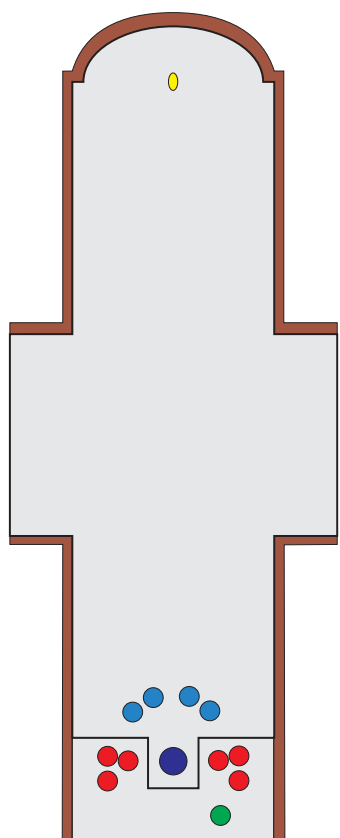


Figura 1. Reconstrucción de la planta en rojos ubicación aproximada de los santos, en azul oscuro la Virgen y en azul claro los ángeles; el Duque de Urbino en verde y el huevo aparece en amarillo



Figura 2. Detalle de la *Pala di Brera*, de Piero della Francesca. En la armadura de Federico de Montefeltro, Duque de Urbino, Podemos apreciar la reflexión anamórfica de la parte de la nave que se extiende hacia los pies de la capilla, fuera de nuestro alcance visual

**I**nterrumpíamos el artículo anterior precisamente con la planta que ahora reproducimos como figura 1. Observándola, descubrimos uno de los engaños a los que Piero somete a nuestros ojos: el huevo, que a simple vista parece pender sobre la cabeza de la Virgen, en realidad se encuentra a mucha distancia, unos 26 brazos florentinos, que equivalen a unos 15 metros, ya que, como vimos, un brazo florentino son 58,36 cm.

Nuestro dibujo, obviamente, no incluye aquellas partes sobre las que el cuadro no nos da información. Por ejemplo, no podemos calcular la longitud de la nave transversal, ya que solo podemos apreciar en la pintura el arranque de las bóvedas y, de ellas, sólo la anchura correspondiente a un casetón.

Tampoco tenemos información sobre la longitud total de la nave principal, ya que queda a nuestra espalda como espectadores. El límite de lo visible define un plano vertical, perpendicular a dicha nave, que es precisamente el plano del dibujo.

De todas formas, esta ausencia de información no es absoluta y, observados ciertos detalles, podemos encontrar mucha más

información que permanece oculta y que, a simple vista, pasa desapercibida.

Cuando miramos el cuadro por primera vez, tendemos a situar a los personajes en él representados en el crucero y a pensar, que la luz que los ilumina procede de la parte izquierda de la nave transversal. Sin embargo, cuando analizamos la situación real, con la reconstrucción de la planta de la iglesia y la situación de los personajes en ella, vemos que esto es imposible.

Deben existir, por tanto, al menos dos entradas distintas de luz. Una, la de la luz que ilumina el ábside y la concha y procede, efectivamente, del lado izquierdo de la nave transversal. La otra, la de la luz que ilumina a los personajes, no puede provenir del extremo derecho de la nave transversal, ya que el crucero queda a la espalda de los mismos. Debe, por tanto, ser distinta, y provenir de algún punto fuera del alcance de nuestra vista, a nuestra espalda como espectadores, del lado de acá con respecto al plano dibujo. Probablemente de una ventana en el lateral izquierdo de la nave principal.





Figuras 3 y 4. Detalle de la hombrera de la armadura del duque Montefeltro.

En él podemos distinguir el reflejo de dos ventanas:  
una situada en lateral izquierdo de la nave principal, muy iluminada;  
la otra, en el lateral derecho, en penumbra;  
entre ambas se extiende la nave, a la espalda del espectador, en la oscuridad.

En efecto, si observamos la hombrera de la armadura del Duque, podemos ver con claridad esa ventana, o mejor su reflexión anamórfica. Como la hombrera tiene una forma casi cilíndrica de eje vertical, esa ventana, de forma rectangular y coronada por un semicírculo, debe encontrarse efectivamente en el muro derecho de la nave principal y efectivamente puede ser la fuente de la luz que ilumina a los personajes.

Además, si observamos con atención, en la parte del gorjal que cubre la espalda, podemos distinguir otra ventana, ésta en penumbra, que correspondería la que se encuentra en el muro opuesto de la nave, enfrentada a la anterior. Aparece mucho más oscura ya que se encuentra del lado contrario al del Sol, evidentemente ha de encontrarse a la derecha de la nave. Entre los reflejos de ambas ventanas, se ve una zona oscura más difícil de distinguir, que en nuestra opinión correspondería a los pies de la iglesia, probablemente con el portal de acceso, a la espalda del espectador.

### La luz, la ubicación, la época y la hora

Que la luz provenga del lado izquierdo plantea un problema. Muchos críticos, analizando esta luz mágica que ilumina toda la escena y que proviene del exterior a través de dos ventanas distintas, como hemos visto, opinan que es una luz inventada, imaginada, puesto que si la iglesia se encontrase bien orienta-

da, es decir, con el ábside apuntando hacia el Oriente, el sur quedaría a la derecha del espectador y, por tanto, afirman: nunca podría entrar desde la izquierda de la escena.

Comprobaremos que ambas afirmaciones son discutibles. No sabemos si Piero se basó en una iglesia existente para concebir el cuadro pero podemos suponer que se inspiró al menos en las luces de Urbino y que, por tanto, aunque sólo sea en su imaginación, la situó en sus proximidades. A estas alturas, y dadas las dimensiones escasas del edificio representado, más que iglesia deberíamos llamarlo capilla.

Nuestra capilla la podemos considerar, por tanto, ubicada en la ciudad del duque Montefeltro. El palacio ducal, centro de la ciudad, se encuentra a 43° 43' 26" Norte y 12° 38' 13" Este. Los 43°43' de latitud Norte corresponden a los lugares más septentrionales de la Península Ibérica (Estaca de Bares tiene una latitud aproximadamente igual).

En una iglesia bien orientada construida en estas latitudes, efectivamente, la luz entra desde el lado derecho, de manera tal que, a mediodía, cuando se celebra la misa mayor, el Sol entra por el brazo derecho del crucero e ilumina el altar en el momento de la consagración. No obstante, los 23° 30' de la inclinación de la eclíptica con respecto al plano del Ecuador terrestre hacen que en invierno el Sol salga ligeramente al Sureste y se ponga ligeramente al Suroeste. En verano las cosas suceden al revés;



Figura 5. Detalle del ábside

el Sol sale ligeramente al Noreste y se pone ligeramente al Noroeste. Si observamos la luz que se proyecta sobre el ábside (Figura 5) vemos que ilumina el huevo y proyecta el arco del brazo izquierdo del crucero sobre la concha. Los casetones de este arco aparecen muy iluminados por la luz que atraviesa el arco, casi perpendicular a ellos.

En la figura 6 podemos apreciar que para que la luz del Sol pueda incidir en el huevo e iluminarlo, este ángulo debería ser de unos  $70^\circ$  con respecto a la dirección Norte-Sur.

Pues bien, si hacemos un estudio de las puestas de Sol en la latitud de Urbino, encontramos un corto periodo del año en el que el último rayo del Sol forma un ángulo menor o igual a  $70^\circ$ . Este periodo del año es breve, un intervalo de poco más de una semana, centrado en el solsticio de verano, es decir del 17 al 25 de junio. Por tanto, durante ese corto periodo de días, el Sol podría entrar en una iglesia bien orientada con un ángulo como el necesario para iluminar el huevo y reflejar la sombra del arco sobre la concha. Además, esto ocurre durante sólo unos minutos antes de la puesta de Sol, cada uno de los días señalados.

Esta afirmación la podemos corroborar por varios caminos. Por un lado si observamos de nuevo la figura 5, y en ella la proyección del arco sobre la concha. El máximo de la curva de la sombra reflejada, se encuentra aproximadamente en borde derecho de la concha. Si medimos cuánto ha bajado ese punto con respecto al arco, vemos que es una cantidad muy pequeña, poco más de la cuarta parte del radio del arco es decir poco más de un brazo florentino. Sin entrar en cálculos trigonométricos detallados, podemos afirmar que es una luz sensiblemente horizontal, como correspondería a una luz del atardecer, poco tiempo antes de que se ponga el Sol.

Por tanto, podemos afirmar con poco margen de error, que si partimos de la hipótesis de que el cuadro de Piero fuere ambientado en Urbino, en una iglesia real o imaginada sufi-

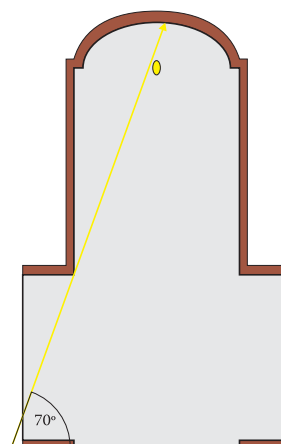


Figura 6. Ángulo de la luz para poder iluminar el huevo

cientemente bien orientada, la escena representada *sucede* en la última semana de junio, alrededor de las 7 horas de la tarde, poco antes del atardecer.

Otra conclusión colateral, que podemos afirmar es que para que esto sea posible la longitud de los dos brazos de la supuesta nave transversal ha de ser bastante escasa; a lo sumo 2 brazos florentinos y medio, como en la figura. Alternativamente, tendría que haber una ventana en el muro Oeste del lado izquierdo de esa nave (aproximadamente en el vértice del ángulo señalado en la figura 6).

Por último, esa misteriosa luz pálida que llena la escena nos permite apreciar la existencia de un altar de color claro o cubierto con un paño claro, situado en el ábside, oculto por los personajes que pueblan la escena. La luz reflejada por ese altar la vemos iluminando la parte inferior de la moldura en el lado izquierdo del presbiterio.

Figura 7. Detalle de la luz reflejada sobre la moldura del lado izquierdo del presbiterio.





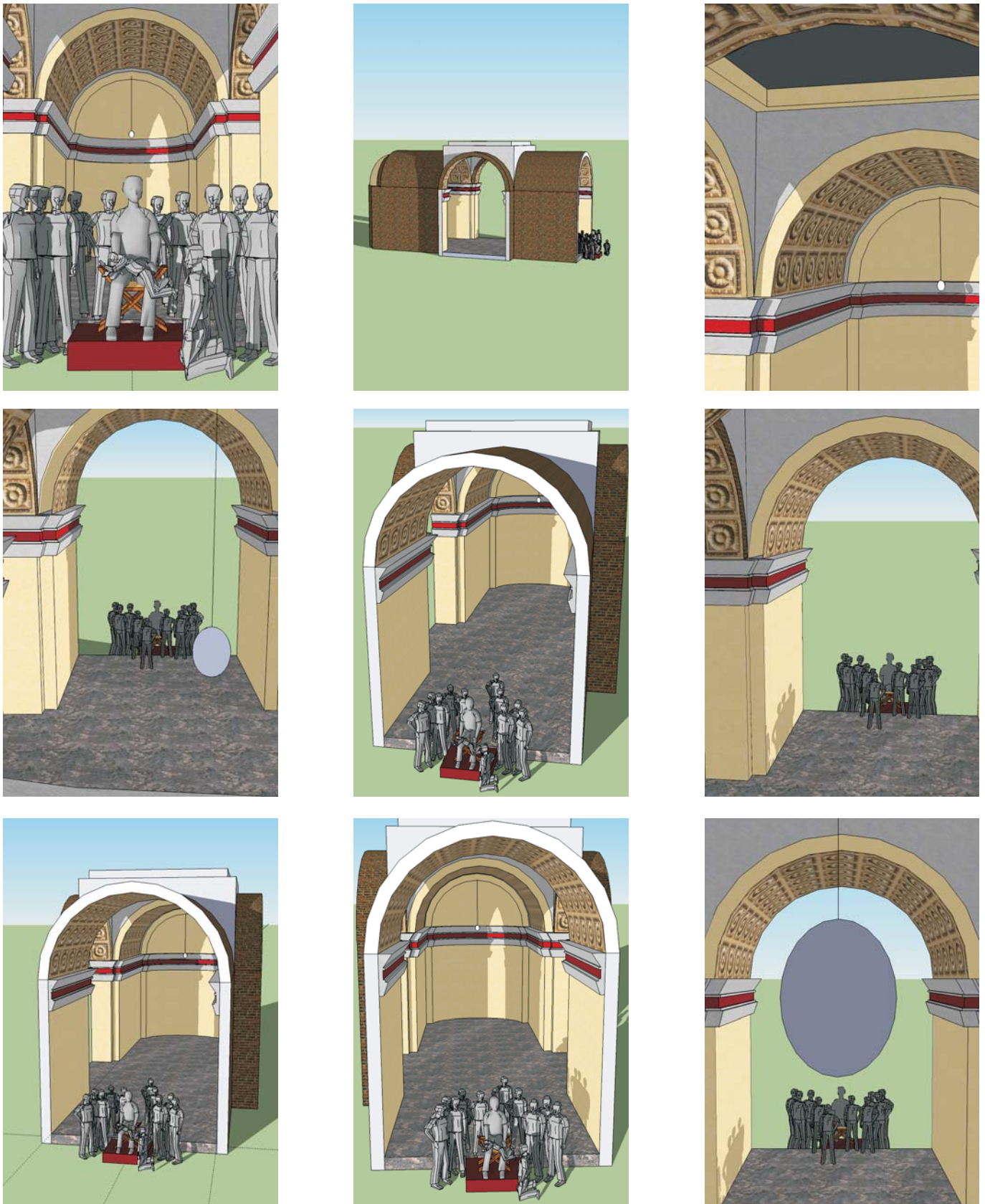


Figura 2. Distintas vistas de la maqueta 3D de la Pala de Brera, cambiando el punto de vista.

## La Pala en tres dimensiones

Para acabar, estos dos artículos en que nos hemos dedicado a ver con ojos matemáticos la *Pala de Brera*, y a modo de compilación de toda la información que hemos ido descubriendo, hemos hecho una reproducción aproximada en 3D de la escena representada. Hemos utilizado únicamente la información deducible del cuadro, sin licencias artísticas a la hora de describir lo que no se ve o lo que no puede ser calculado.

Nos hemos servido para ello del programa, *Google SketchUp 7.0*, que se puede descargar de forma gratuita de la dirección <http://sketchup.google.com/download/>. Las medidas de la maqueta son las que hemos calculado a lo largo de este artículo; también lo son, las medidas de los personajes. La ubicación se ha determinado en las coordenadas geográficas de Urbino. Las luces y las sombras que se aprecia en las distintas imágenes de la página anterior corresponden, de acuerdo con lo expuesto, a la luz de Urbino, el 21 de junio, a las 7:15 de la tarde, hora solar.

No hemos prolongado la nave más allá del plano del dibujo, por lo que no hemos representado las ventanas de las que se habla en este artículo. No obstante, la luz que ilumina a los personajes en nuestra maqueta, proviene sustancialmente del mismo lugar y desde luego con el mismo ángulo.

Presentamos nueve *vistas* de la misma maqueta 3D y con la misma luz.

Empezando de arriba a abajo y de izquierda a derecha, podemos ver, en primer lugar, una vista muy parecida al cuadro de Piero. El huevo aparece suspendido sobre la cabeza de la Virgen y la vista, como el cuadro, ofrece una simetría central.

La segunda vista muestra desde una cierta distancia el aspecto global de la maqueta.

La tercera muestra las bóvedas desde un punto de vista situado a la altura de la cornisa, desde uno de los vértices del cuadro definido por el cruce de las naves.

La cuarta nos ofrece un picado desde detrás del huevo orientado hacia los personajes, que aparecen de espaldas.

La quinta, al igual que la séptima, es un picado frontal, que sirve para apreciar la distancia que efectivamente separa la posición del huevo de la cabeza de la Virgen.

En la octava, el punto de vista se ha alzado con respecto a la primera, de manera que el aplanamiento se mitigue y podamos apreciar más fácilmente la profundidad de la nave.

Por último, en la novena hemos querido ofrecer la perspectiva contraria a la mostrada en el cuadro original. Manteniendo la simetría central, el punto de vista se ha situado sobre el punto central de la cornisa que recorre el ábside. El huevo, en primer plano, suspendido sobre la cabeza de la Virgen, parece ahora enorme y queda aparentemente enmarcado por la bóveda bajo la que se encuentran los personajes.

## Invitación a seguir mirando

Hemos tratado de analizar algunos aspectos de esta espléndida obra de Piero della Francesca. Sin duda nuestras reflexiones, aun desde el punto de vista matemático, son sólo algunos de los muchos acercamientos posibles. Haciéndolas nos hemos sentido cómplices de este matemático y pintor que no descuidó ninguno de los detalles al concebir el espacio, los objetos, los personajes, la luz que lo ilumina todo...

Los engaños que el pintor dispone como trampas visuales ante el espectador, se transforman en guiños cómplices para los ojos de quien atravesando la tabla va más allá y los descubre. El Piero matemático se vuelve cercano cuando aprendemos su lenguaje, descubrimos sus claves y apreciamos su Arte con ojos matemáticos.

ARTE CON OJOS MATEMÁTICOS ■