aesthethika©
International Journal on Subjectivity, Politics and the Arts
Revista Internacional sobre Subjetividad, Política y Arte
Vol. 18, (1), Abril 2022, 61-75

Algoritmo vs. creatividad en el Renacimiento

Francisco Jesús García García*

Universidad de Alicante

Recibido: 16/3/2022 – Aprobado: 28/3/2022

Resumen:

Los pintores del Renacimiento inventaron algoritmos geométricos que permitían provocar la ilusión de tridimensionalidad en sus cuadros. El refinamiento, desarrollo y racionalización de esos procedimientos gráficos produjo una impecable teoría matemática, la geometría proyectiva, axiomáticamente bien fundada, y con indudables aplicaciones prácticas al dibujo, que se adelantó en muchas décadas a los triunfos de las matemáticas aplicadas a la física. Sin embargo, como aquí se analiza, esa modelación matemática del espacio del cuadro, acabó provocando una violenta reacción de rechazo en el mundo artístico.

Palabras clave: geometría proyectiva, manierismo, perspectiva, quattrocento.

Abstract:

Algorithm Vs Creativity in the Renaissance.

Renaissance painters invented geometric algorithms that allowed them to create the illusion of three-dimensionality in their paintings. The refinement, development and rationalization of these graphic procedures produced an impeccable mathematical theory, projective geometry, axiomatically well founded, and with undoubted practical applications to drawing, which was many decades ahead of the triumphs of mathematics applied to physics. However, as analyzed here, this mathematical modeling of the painting's space ended up provoking a violent reaction of rejection in the artistic world.

Keywords: mannerism, perspective, projective geometry, quattrocento.

Algo me dice que las paralelas se cortan en el infinito
Johann Sebastian Mastropiero[i]

Introducción[ii]

Las obras de *Copérnico* (1473-1543), *Paracelso* (1493-1541), *Brahe* (1546-1601), *Bacon* (1561-1626), *Galileo* (1564-1642), *Kepler* (1571-1630), *Harvey* (1578-1657), *Descartes* (1596-1650), *Fermat* (1601-1665), *Torricelli* (1608-1647), *Pascal* (1623-1662), *Malpighi* (1628-1649), *Huygens* (1629-1696), *Newton* (1642-1727), *Leibniz* (1646-1716) y muchos otros personajes relacionados con ellos y entre sí, son consideradas generalmente la cuna de la Física moderna y, por extensión, de la ciencia actual, entendiéndose por tal:

> una forma de saber que […] exige "experiencias sensibles" y "demostraciones ciertas" y que […] estos dos difíciles requisitos *vayan juntos.* […] Toda afirmación [...] debe ser presentada y demostrada a los demás, discutida y sometida a posibles refutaciones.[iii]

Dicha concepción fue surgiendo en un proceso de ruptura con los postulados de la cultura clásica sobre el mundo, a base de abstracciones que no han dejado desde entonces de alejarse

* francisco.garcia@ua.es

de las experiencias cotidianas. Como es bien sabido, el principal instrumento que hizo posible esa revolución conceptual en la Física en primera instancia y en el resto de las ciencias más tarde, fue su matematización. Sin embargo, como a continuación se describirá, la Física no fue el único campo pionero en el proceso de matematización de una disciplina.

El paradigma del mundo clásico sostenía que las leyes del *Cielo* (inmutable, en movimiento continuo) y las leyes de la *Tierra* (en cambio perpetuo, inmóvil) son diferentes. Este preconcepto implicaba una incompatibilidad entre la bidimensionalidad de las esferas celestes y la tridimensionalidad del mundo cotidiano.

Es en una actividad artística, la *Pintura*, y no en la Física, donde se inicia un proceso de demolición de tal paradigma por la vía de remover la mencionada incompatibilidad: al menos desde el *gótico trecentista*, con la generalización del uso del lienzo y del óleo, se intensifican los esfuerzos por representar en un *plano finito* (el lienzo bidimensional) la profundidad (la tercera dimensión), en un proceso que desembocaría en la invención de la *perspectiva*, basada en una axiomática no euclídea, pero sólidamente asentada, anticipándose en más de un siglo a la matematización de la Física y en tres siglos a las geometrías hiperbólicas o elípticas de *Gauss* (1777-1855) y *Riemann* (1826-1866).

Enunciazione in tempo di menuetto

El arquitecto *Filippo Brunelleschi* (1377-1446) dio a conocer en 1434 las leyes geométricas de la perspectiva cónica o perspectiva central. A finales del siglo XV, *Piero della Francesca* (1420-1492) publica *De propspectiva pingendi* con la pretensión de describir cómo es posible "*plasmar la realidad de las cosas según un orden matemático reflejo o expresión de la suprema armonía de la Creación*".

En 1509 *Luca Pacioli* (1445-1510), influenciado por *Piero*, publica *De Divina Proportione* estudiando la sección áurea y su intervención en las construcciones geométricas, en la naturaleza y en la proporción del cuerpo humano, estableciendo, con fundamentos matemáticos, un nuevo canon occidental de belleza. Durante el primer cuarto del siglo XVI, los métodos matemáticos de la perspectiva y la proporción ya eran enseñados y practicados en toda Europa, con éxito arrollador, por artistas de la talla de *Leonardo da Vinci* (1452-1519) o *Alberto Durero* (1471-1528).

Esos y otros artistas gestaron la invención de las leyes matemáticas de la perspectiva y la armonía, genuinos *algoritmos* geométricos, asequibles y eficaces, lo que constituyó no solo un logro técnico, sino también una auténtica revolución cultural. Para entender su dimensión es necesario resaltar que fue el primer caso completo de aplicación de los métodos matemáticos a la resolución de problemas prácticos complejos, generando unas *teorías* sólidamente fundadas y construyendo, a partir de ellas, un método finito, preciso y mecánico –un *algoritmo* diríamos hoy– para representar en un plano (bidimensional) el espacio (tridimensional) que contiene a los objetos visibles.

La *teoría de la proporción* y la *teoría de la perspectiva* pretenden en esencia fundamentar los fenómenos pictóricos en reglas matemáticas exactas y sólidas, extraídas y abstraídas empíricamente del mundo: una ley matemática regula las medidas de las partes en relación al todo, y otra ley matemática universal determina cuánto deben distar entre sí los objetos representados en un lienzo para que la comprensión de la representación sea óptima.

En síntesis, tales teorías consiguen crear un *modelo abstracto* para el arte del dibujo, mecanizándolo con pautas precisas y racionales, y haciéndolo susceptible de *ser aprendido*. A la inversa, proporcionan además métodos útiles para sustentar el análisis e interpretación de las obras pictóricas[iv].

Los progresos que simultáneamente se estaban realizando en la representación de sombras, texturas, luces y colores, así como la generalización, mejora y abaratamiento de los materiales (óleos, lienzos, …), contribuyeron a potenciar la revolución desatada por las teorías de la proporción y la perspectiva.

Para conseguir el efecto visual de la reproducción del espacio percibido por los sentidos –tridimensional e infinito– en un plano bidimensional finito, el lienzo, la perspectiva recurre a la determinación *a priori* de una adecuada medida y distribución de los objetos, definiendo un genuino *sistema de coordenadas*. Se trata de un cambio esencial respecto a la tradición hasta entonces vigente. La construcción del espacio *a partir de* objetos que van siendo agregados a la representación pictórica es reemplazada por la *predeterminación* de un espacio sistemático en el que son colocados los objetos que hay que representar, consiguiendo así la representación del espacio mismo y no solo de los objetos que contiene.

Un espacio así concebido, medible e infinito, pero representable finitamente, es en esencia una anticipación concreta, no solo de las coordenadas cartesianas, sino de la propia *concepción del espacio* que adoptarán, mucho más tarde, *Descartes* (1596-1650) y *Kant* (1724-1804). Más todavía, es el método perspectivo del *Quattrocento* el que hace posible la construcción teórica de *Desargues* (1591-1661) quien, en sendos trabajos publicados en 1636 y 1639, fundamentó rigurosamente los métodos de perspectiva utilizados hasta entonces, iniciando la *Geometría Proyectiva*[v] y, con ella, la superación de *Euclides*.

Técnicamente, el proceso abierto con *Brunelleschi* se completó definitivamente con *Laguerre* (1834-1886) quien determinó la fórmula que relaciona el ángulo que forman dos rectas en el espacio tridimensional con el que deben formar en su representación plana. Con ella, quedó establecida la conexión entre los conceptos métricos y los conceptos proyectivos, culminándose así el proyecto de la geometría proyectiva iniciado en el *Trecento*.

Con la invención de leyes para la perspectiva y la armonía, la pintura del *Quattrocento* inicia un proceso generador de categorías que son ya propiamente científicas. Las impresiones visuales subjetivas son racionalizadas en una construcción unitaria y coherente, en la que los cuerpos y el espacio vacío se hallan unidos por leyes precisas. Se logra así la transición de un *espacio psicofisiológico* a un *espacio matemático*, es decir, la *objetivación* del espacio visual por la geometrización del mismo.

Logros suficientes para poder hablar en propiedad de una *concepción perspectiva del espacio* y no solo de una mera *construcción en perspectiva*.

Hipotesis agitata

Como ocurre con todas las ideas importantes, el nacimiento de los conceptos proyectivos puede rastrearse muy atrás en el tiempo, lo mismo que también pueden esbozarse las causas que propiciaron su desarrollo en unos momentos y no en otros.

Antes del *Quattrocento*, el paradigma cultural imperante no pretendía reproducir el espacio observable:

> Para el pensamiento medieval era, por tanto indiscutible que el artista conformaba su obra, si no según una *Idea* metafísica en el verdadero sentido de la palabra, si según una representación interior o *Quasi-Idea* preexistente a la propia obra […] el pensamiento medieval no podía plantearse en absoluto cómo esta representación interior de la forma

> podía limitarse a la contemplación de algo dado "naturalmente" […] La forma de las cosas que han de ser creadas deben tener un arquetipo (*similitudo*) en el que crea. Esto sucede de dos maneras: en algunos sujetos activos preexiste la forma de las cosas que han de ser creadas, en el sentido que tiene en los seres naturales (así, el hombre engendra al hombre, y el fuego, al fuego), pero en otros la forma preexiste en el sentido de los seres inteligibles, o sea, en aquellos sujetos que obran mediante el espíritu. Así, la casa *preexiste en el espíritu* del arquitecto y puede ser definida como *Idea* de la casa porque el artista se esfuerza en imitar en la casa (real) la forma que él posee en su mente[vi].

Esta *concepción aristotélica* de las obras de arte[vii] traza una frontera infranqueable entre éstas y los productos de la naturaleza.

Con el tiempo, debido a la tímida, pero paulatina, secularización de los temas pictóricos, se va imponiendo una valoración de la *fidelidad de la representación* a la realidad. Por otra parte, las necesidades prácticas de la arquitectura requieren que el dibujo de plantas, alzados y perfiles sea compatible con las representaciones en escorzo de los proyectos de edificios, especialmente templos y palacios, de modo que se impulsa el desarrollo de técnicas perspectivas. En resumen, se inicia una transición desde las concepciones *intuicionistas*, en las que el centro está en las ideas previas del artista, a la captación, a base de *leyes geométricas*, de la realidad exterior para ser reconstruida en la obra de arte:

> Al no estar ya constituida la *Idea* a priori en la mente del artista, anticipándose a la experiencia, sino que, generada en base a ésta, es producida *a posteriori*, resulta que, por un lado, la *Idea* no aparece ya como rival o incluso como prototipo de la realidad sensible, si no como derivado de ésta, y, por otro, no ya como un contenido dado o incluso como un objeto transcendente del conocimiento humano, si no como producto de éste: cambio que hasta en el lenguaje se evidencia de la manera más clara. De ahora en adelante la *Idea* "no está" ni "preexiste" en el alma del artista, como decían *Cicerón* y *Santo Tomás de Aquino*, y menos aún le es "innata", como propugnaba el verdadero neoplatonismo, si no que más bien "viene a la mente", "nace", es "sacada", "obtenida" de la realidad, y aun expresamente "conformada y esculpida"[viii].

Tesis in tempo di turbulenza

La aceptación de reglas de la proporción en las representaciones pictóricas o en las construcciones arquitectónicas tiene precedentes en la más lejana antigüedad. Con mayor o menor sofistificación, consistían en descripciones cuantitativas fundadas en supuestos preestablecidos cuya eficacia tenía por juez a la propia realidad o a la sensación subjetiva de belleza del espectador. He aquí, por ejemplo, las proporciones de la figura humana dictadas por *Vitrubio* (80 a.C-15 a.C) para la pintura y la escultura:

> Tres narices a lo largo tengan la misma longitud que un rostro, y que los dos semicírculos de las orejas, colocados juntos, sean iguales al círculo de la boca abierta, y que esto mismo suceda con las cejas si se unen. Que la longitud de la nariz sea igual a la del labio y a la de la oreja, y que los dos círculos de los ojos, sean iguales que la abertura de la boca. Que la altura del cuerpo sea igual a la de ocho cabezas y también igual a la de los brazos y piernas extendidos.

El *canon* así establecido es un axioma y por lo tanto no es de obligado cumplimiento. Puede cambiarse por otro siempre que esté bien definido, sin alterar la esencia del método.

Recuérdese por ejemplo la manifiesta desobediencia intencionada de *Parmigianino* (1503-1540), *Arcimboldi* (1527-1593) o *El Greco* (1541-1614) a las reglas de *Viturbio*.

No ocurre lo mismo con las leyes de la perspectiva.

Hablaremos en sentido pleno de una *intuición perspectiva* del espacio[ix] allí y solo allí donde todo el cuadro se halle transformado, en cierto modo, en una “ventana” a través de la cual nos parezca estar viendo el espacio. La superficie material del lienzo es negada como tal y transformada en un mero “plano figurativo”, sobre el cual y a través del cual se proyecta un espacio unitario que comprende todas las diversas cosas. Si no emerge ese efecto, puede haber pintura, pero no hay *perspectiva*.

El método de representación del espacio en perspectiva inventado por los renacentistas se sustenta en tres pilares:

1. la *relatividad* del punto de vista del observador,
2. la *fuga* de las rectas paralelas a un punto y de los planos paralelos a una recta,
3. la *contracción* de la unidad de medida en el sentido que apunta al punto de fuga.

Las *leyes de la perspectiva* conforman un algoritmo que genera ilusión de profundidad por la vía de controlar cuantitativamente el *tamaño* y la *ubicación* de los objetos representados. El artista solo tiene que escoger su particular *punto de vista*: dirección, ángulo y distancia a la que se sitúa de la “ventana” desde la que contempla el mundo. Ese *grado de libertad* condensa la aportación creativa del artista en lo relativo al escenario en el que el tema escogido desplegará formas, colores, tramas, texturas y formas. Dicho de otro modo, el *carácter algorítmico* de las leyes perspectivas libera al artista de preocupaciones técnicas secundarias –como la posición y tamaño relativo de los *cuerpos*– para que pueda centrarse en representar el *alma* de la composición.

Fig. 1: Intuición observacional del punto de fuga

La existencia de puntos de fuga es un postulado[x] más sofisticado, que no solo tiene una *base experimental*. Cada par de líneas paralelas que se aleja de un observador produce el *efecto visual* de converger a un punto, aunque en la realidad tridimensional nunca lo hace (fig. 1). Del mismo modo, cada par de planos paralelos, por ejemplo el suelo y el techo de un pasillo muy largo, dan la impresión de converger hacia una recta.

Recíprocamente, cada punto (recta) del plano define un haz de semirectas (semiplanos) que allí convergen[xi] (fig. 2).

Cualquier *punto de fuga* es la representación del infinito mediante un *punto fijo*. Ese es el recurso utilizado para proyectar la tercera dimensión en el plano, pero ese ardid no es suficiente para localizar los objetos en el espacio virtual así generado. Para esta localización es necesario, además, definir un *procedimiento métrico*, una regla que describa *cómo* disminuye la longitud unidad en profundidad, esto es en los ejes que convergen en su *punto de fuga*, encarnación del infinito.

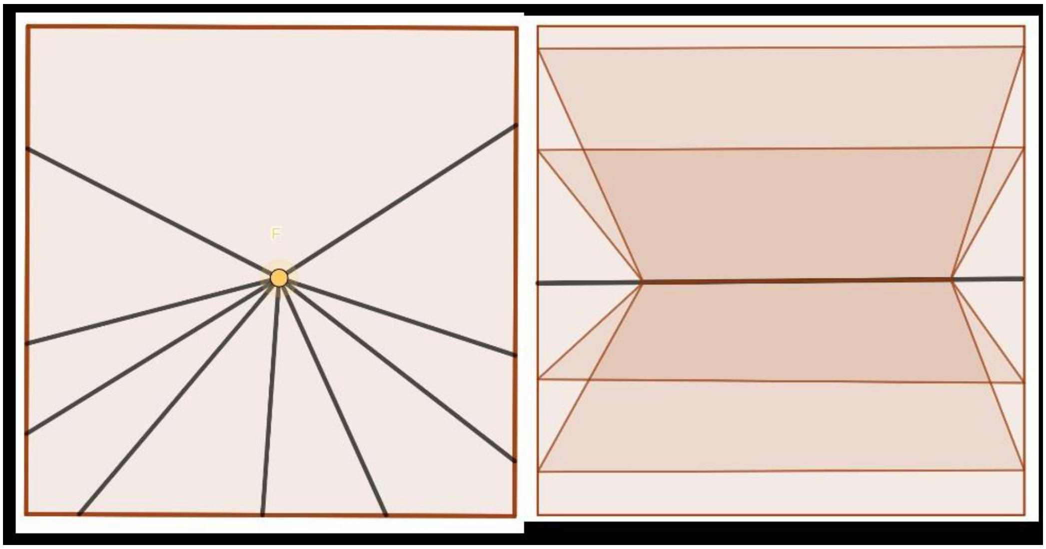

fig. 2: Haz de semirectas de un punto de fuga y haz de semiplanos de una recta de fuga

La idea básica de cómo representar el infinito estaba implícita en la célebre paradoja de Zenón. La fuga de la *Tortuga*, que siempre escapa de *Aquiles* aunque éste se acerca indefinidamente a ella, no es solo una escenificación del infinito, sino también la clave para representarlo en un *espacio finito*, identificando la *unidad* (variable) en profundidad con la longitud del salto de *Aquiles* en cada fracción de tiempo considerado en la paradoja[xii].

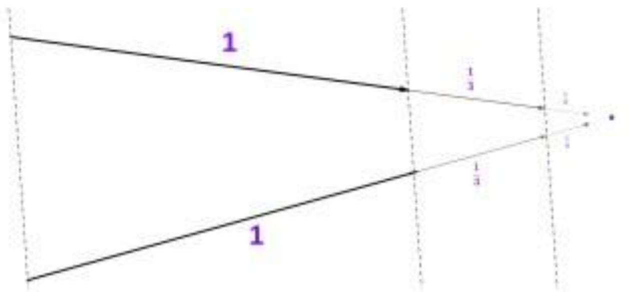

fig 3: La contracción de la unidad hacia el punto de fuga

En época de *L. Battista Alberti* (1404 - 1472), uno de los primeros tratadistas de arte del siglo XV, las representaciones pictóricas con *punto de fuga* aplicaban una regla medieval consistente en disminuir mecánicamente cada franja del suelo en *un tercio respecto a la precedente* (fig 3), con lo que explícitamente se situaba el *punto de fuga* a una distancia de 1,5 unidades (la suma de 1, un tercio, un noveno, ….) de la “ventana” del observador.

Este procedimiento es intrínsecamente coherente y permite representar potencialmente infinitas unidades en una recta de longitud finita, pero otra cosa es que el efecto de profundidad coincida con la impresión visual recibida del espacio tridimensional. De hecho no es así para la regla medieval mencionada, y es el propio *Alberti* el que sienta las bases para resolver este problema métrico con una definición:

El cuadro [léase la porción *finita* del plano] es una intersección plana de la pirámide visual que se forma por el hecho de considerar el centro visual como un punto, el *punto de fuga*, que está conectado virtualmente con los diferentes y característicos puntos de la forma espacial que se quiere obtener.

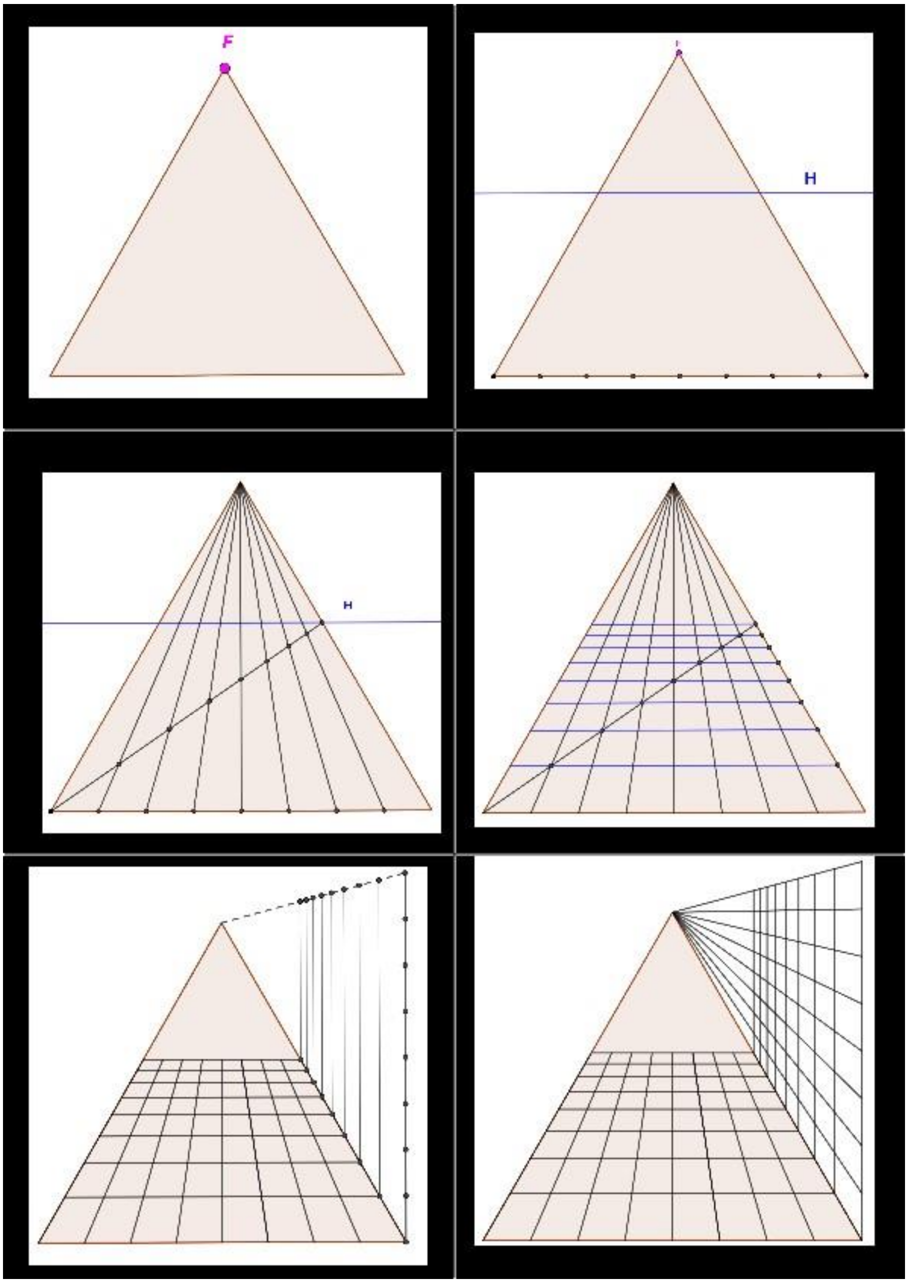

fig.4: Items de la creación del espacio proyectivo

De esta definición se deduce como una consecuencia una métrica proyectiva[xiii], y un *algoritmo finito* que crea el *espacio continente* (fig. 4) en el que se ubican adecuadamente los objetos en él contenidos (fig. 5).

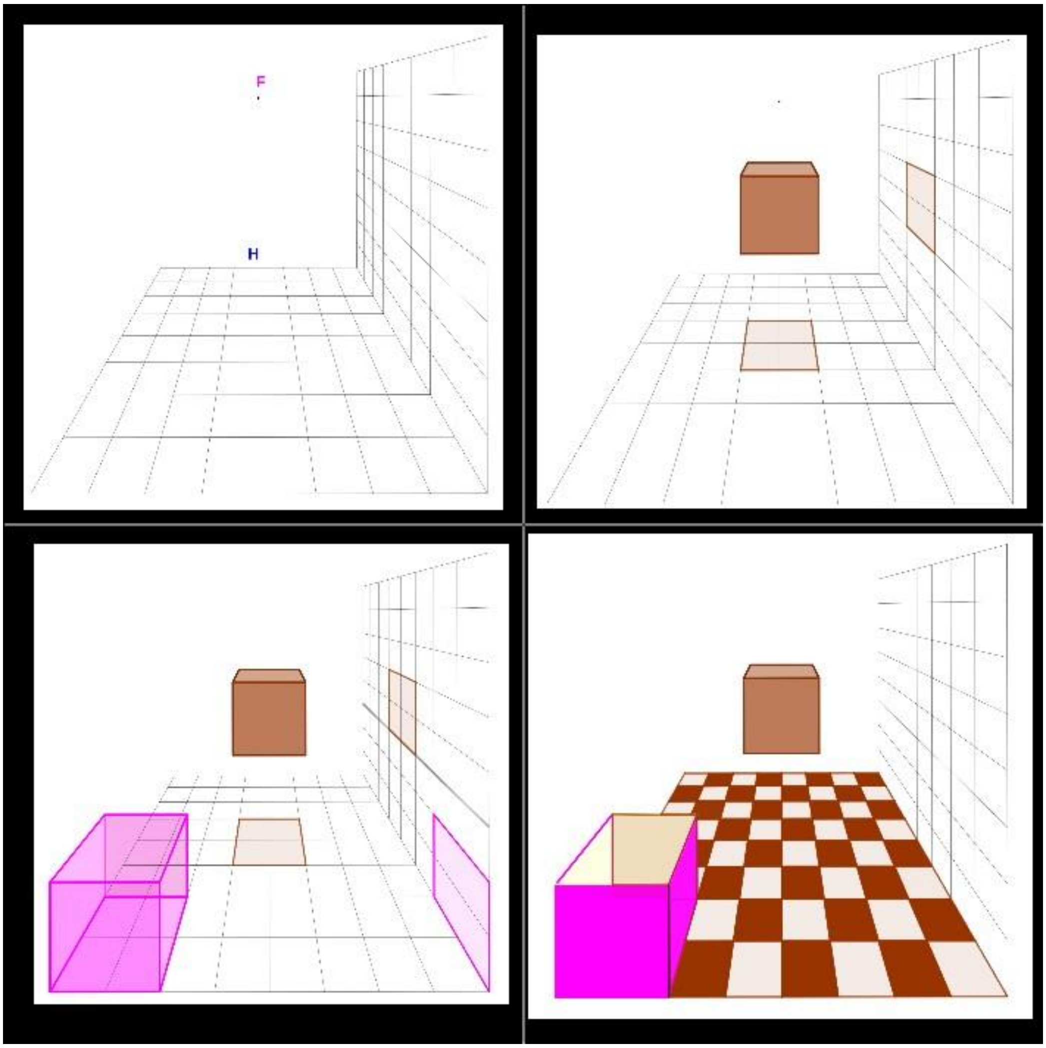

fig. 5: Ubicando objetos en el espacio proyectado

La definición de *Alberti* y la construcción que de ella se deriva, se basan implícitamente en dos grupos de supuestos:

1. Sobre el espacio: es *infinito*, es *constante*, es *homogéneo*.
2. Sobre la representación del espacio: "miramos" con un *único ojo* que, además, permanece *inmóvil* y, además, la intersección plana de la *pirámide visual* es una representación *aceptable* de nuestra imagen visual.

El primer grupo, el de los supuestos "objetivos", coincide con lo que más tarde serán las *hipótesis galileanas* del espacio físico, es decir conforman una abstracción matemática. Pero, como tal abstracción, no se corresponde con ninguno de los observables de la experiencia: el *infinito* no es perceptible, el espacio perceptivo no es *homogéneo* nunca, es *heterogéneo* y además *anisótropo*. Por ejemplo, la gravedad introduce una asimetría evidente entre la verticalidad y la horizontalidad.

Por otra parte, los supuestos *subjetivos* son manifiestamente simplificadores: en realidad siempre miramos con *dos* ojos, los ojos *se mueven* constantemente y, para colmo, la imagen retínica *no es plana*, lo que nos hace percibir al entorno exterior con forma esferoide, es decir, no desarrollable en el plano[xiv].

Estas objeciones a los presupuestos básicos no son solo teóricas sino que producen efectos prácticos no deseados que los perspicaces pintores renacentistas no ignoraban. El más significativo, pero no el único, es el fenómeno de las *aberraciones marginales*[xv].

Para ocultar o disimular estos fenómenos disruptivos, el *Cinquecento* puso límites al campo de aplicaciones de las leyes de la perspectiva, acotando así las aberraciones, tal y como reza el siguiente canon de la época:

> La distancia del pintor a la escena debe ser al menos veinte veces mayor que la altura del escenario o que la dimensión del mayor objeto a representar.

Desmostrazione, ma non troppo

En la actualidad la Geometría Proyectiva ha establecido ya una sólida teoría matemática de la que se deducen todos los detalles necesarios para proyectar un espacio sobre otro de dimensión inferior. La perspectiva inventada en el *Quattrocento* es solo un caso particular de esa teoría general. Existen en la pintura conocidos ejemplos que explotan esa generalidad de la teoría para aplicarla a situaciones más complejas, por ejemplo, *M.C. Escher* (1898-1972) proyecta el espacio tridimensional en la superficie de una esfera y ésta a su vez sobre una litografía bidimensional (fig. 6).

fig. 6: Escher Mano con esfera reflectante (1935)

A efectos de visualizar su carácter instrumental, a continuación se describen los elementos y las reglas básicas que se deducen de la teoría[xvi], aplicada al caso particular clásico de la proyección del espacio euclídeo tridimensional en un plano (véase fig. 7):

1. Se fija inicialmente el punto *O* en el que se sitúa el ojo[xvii] del observador (el pintor o el espectador), definiendo en él un sistema de referencia, básicamente tres direcciones independientes del espacio[xviii].
2. Se escoge la ubicación del plano *C* del cuadro[xix] a una distancia *d* de *O*[xx].
3. Se determina *F*, el punto de fuga principal, intersección de la visual perpendicular de *O* a *C*.

4. *Se representa la línea del horizonte H*, recta que en *C* pasa por *F*. Esta recta será la *línea de fuga* de los planos horizontales[xxi].
5. Se traza la circunferencia *D* de centro *F* y radio *d*[xxii].
6. Se determinan los dos puntos *f* de fuga diagonales[xxiii], cortes de *H* con la circunferencia *D*.
7. A cada punto *P* del espacio se le hace corresponder en *C* el punto *P'*, corte de *OP* con *C*[xxiv].
8. Los puntos alineados en el espacio quedan representados por puntos alineados en el cuadro *C*.
9. Las rectas concurrentes en el espacio se representan como rectas concurrentes en el cuadro *C*.
10. Si en el espacio un plano *C'* es paralelo a *C*, los ángulos y proporciones de las figuras contenidas en *C'* se conservan en su imagen en *C*[xxv].
11. Las rectas paralelas en el espacio tienen el mismo punto de fuga en *C*.
12. Los planos paralelos del espacio tienen la misma recta de fuga en *C*.
13. Si una recta y un plano son paralelos en el espacio, el punto de fuga de la recta está en la recta de fuga del plano.
14. Dos rectas perpendiculares en el espacio tienen puntos de fuga en *C* relacionados entre sí de un modo preciso[xxvi].
15. La recta de fuga de los planos perpendiculares a una recta del espacio se obtiene a partir del punto de fuga de la recta en *C*[xxvii].

Más allá de los detalles, lo importante es recalcar que todas estas reglas (y otras más sofisticadas pero similares), no son arbitrarias, como lo era la regla medieval de la contracción de un tercio, sino que son consecuencias demostrables matemáticamente de los postulados de la teoría. Además, todas ellas son reversibles[xxviii], en el sentido de que a partir de un cuadro dado se puede reconstruir el modelo espacial del que proviene, es decir la situación del punto *O* de observación, la distancia focal *d* y el resto de los elementos básicos de la composición[xxix]. Se dispone así de una poderosa herramienta de análisis de las representaciones figurativas, de las intenciones del enfoque artístico y de las alteraciones –voluntarias o no– de las reglas perspectivas[xxx].

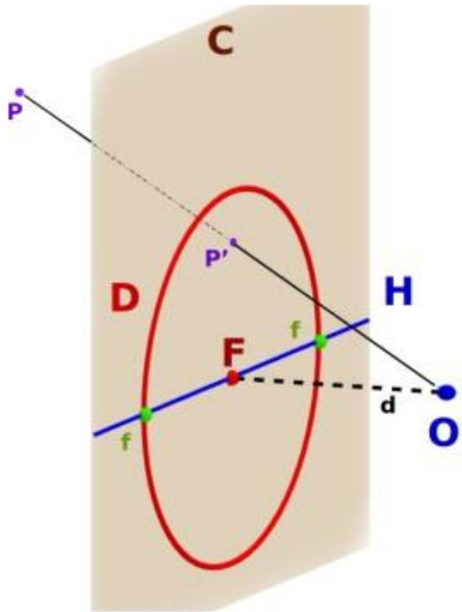

fig 7: Elementos básicos de la construcción perspectiva

Para un *simplex spectatorem* de una pintura construida en escorzo, el punto *O* es la ventana privilegiada que le permite mirar el cuadro, y, a través de él, el mundo, desde la misma posición que el ojo del *creator*.

Corolario

Un problema concreto e importante, la representación del espacio en el plano, resuelto definitivamente por un método claro, bien fundado en unos axiomas controlados, con un procedimiento métrico sencillo, efectivo y razonablemente en concordancia con las observaciones, con sus limitaciones detectadas y con reglas conocidas para acotar sus efectos. Y además más de siglo y medio antes de la irrupción de las matemáticas en la Física y, por lo tanto, del nacimiento oficial del método científico. ¿Podría una teoría ser más ambiciosa?

Sin embargo, apenas medio siglo después del soberbio triunfo matemático del descubrimiento de las leyes de la armonía y la perspectiva, se produjo en el mundo de la pintura una virulenta reacción de rechazo a las mismas:

> […] esta notabilísima profesión requiere el juicio y la buena práctica, que sirvan de regla y norma al buen trabajo. Como ya me dijo mi queridísimo hermano y predecesor al enseñarme las primeras reglas o medidas de la figura humana: que las proporciones perfectas y graciosas han de ser de tantas y no más cabezas. Pero conviene, decía él, que al trabajar te familiarices con estas reglas y medidas hasta tal punto que tengas el compás y la escuadra en los ojos, y el juicio y la práctica en las manos. De tal forma que *estas reglas y términos matemáticos no son ni pueden ser útiles ni buenos para trabajar con ellos*. Ya que, en lugar de aumentar el espíritu y la vivacidad del arte práctico, le quitaría todo, porque el intelecto se envilecería, el juicio se apagaría, y quitaría al arte toda la gracia, todo el espíritu y el sabor.
>
> Así pues, creo que *Durero*[xxxi], con aquel trabajo, que no fue poco, *hizo esto en broma*, como pasatiempo y para dar entretenimiento a aquellos intelectos que *se dedican más a la contemplación que a la acción*, y para demostrar que el “Disegno” y el espíritu del pintor sabe y puede hacer todo lo que se propone.
>
> Igualmente fue poco fructífero y sustancioso el otro trabajo que dejó dibujado con escritos invertidos otro gran hombre [*Leonardo da Vinci*] de la profesión, pero también él demasiado sofisticado, al dejar que preceptos, aunque fueran matemáticos, movieran y torcieran las figuras con líneas perpendiculares, con escuadra y compases: *cosas ingeniosas, sí, pero fantásticas* y sin fruto sustancioso; a pesar de lo que otros crean, cada uno puede obrar a su gusto. Diré que estas reglas matemáticas deben reservarse para las ciencias y profesiones especulativas, como la geometría, astronomía, aritmética y similares, que con sus resultados satisfacen al intelecto. Pero nosotros, profesores de Dibujo, para imitar a la Naturaleza *no necesitamos de otras reglas* que las que ella misma dicta[xxxii].

Esa línea argumental de *Federico Zuccari* (1539-1609) contra el método matemático descansa no solo en el objeto (es decir en las eventuales limitaciones o dificultades que conlleva el método) si no también en el sujeto (es decir, en la necesidad de libertad del espíritu del artista con prioridad sobre cualquier otra consideración). Es precisamente esta última bandera la que acaba enarbolándose como la razón esencial del repudio a un método por otra parte técnicamente incontestable.

Otro teórico del arte de la época, *Vincenzo Danti* (1530-1576), en la misma línea, distingue expresamente entre un *ritratare* que reproduzca la realidad tal y como la vemos, y un *intimare* que la reproduce como debería ser o como al artista le gustaría que fuese[xxxiii], esto es, se podría añadir, *no sujeta a leyes matemáticas*.

Esta posibilidad de reconstruir la realidad que se autoconcede el artista abre las puertas a la creación de infinitos mundos pictóricos sujetos a muchas leyes e incluso a ninguna ley. En palabras[xxxiv] de *Giordano Bruno* (1548-1600):

> sólo el artista es autor de las reglas y únicamente existen verdaderas reglas en la misma medida y número que verdaderos artistas

Lo que vendría a significar que habrá tantas realidades como artistas y por lo tanto, parece concluir, dado *cualquier método matemático* de representación, siempre se podrá inventar un mundo subjetivo *no representable* en él.

Esta rebelión contra las reglas en la pintura[xxxv] se basó en la modificación consciente de *las normas* armónicas y en la devaluación del concepto de perspectiva. El centro de atención bascula entonces desde la representación del espacio como continente a la sugestión óptica del *movimiento*, es decir al intento de inclusión del tiempo como una dimensión más en las composiciones. El concepto nodal no sería ya la *posición* (el problema que resuelve la perspectiva) si no el *momentum*[xxxvi].

En definitiva, los méritos de la matemática en la racionalización de la representación artística sobre una base científica se reconocen, pero se rechazan. La matemática, considerada y honrada por *Piero della Francesca, Durero o Leonardo* como el fundamento más sólido de las artes figurativas, es entonces perseguida con odio:

> Pero digo, y sé que digo la verdad, que el arte de la pintura no toma sus principios de las ciencias matemáticas, ni tiene *ninguna necesidad* de recurrir a ellas para aprender leyes o procedimientos para sus arte, o simplemente para razonarlos especulativamente. […] Incluso añadiré que todos los cuerpos producidos por la naturaleza poseen proporción y medida, como afirma el Sabio [*Aristóteles*] pero si alguien quisiera dedicarse a considerar y conocer todas las cosas a través de la especulación teórico-matemática, y obrar con respeto a ésta, *además de un aburrimiento insoportable*, sería una inútil pérdida de tiempo […] Porque el pensamiento del artista no solo ha de ser claro, sino libre, y su espíritu abierto, y no limitado por una *dependencia* mecánica de tales reglas[xxxvii].

Finale prestissimo con tutti

La teoría matemática de la *perspectiva* no buscaba acabar con el arte de la pintura mecanizándolo, sino más bien liberar las energías creativas del artista dándole resuelto el problema de la *proyección del espacio* en el cuadro. Esta intencionalidad no ha sido bien entendida por una buena parte de los pintores, que, desde entonces, tienden a interpretar sus leyes como un corsé limitativo de su creatividad.

Esa interpretación no es fruto ni mucho menos de la ignorancia. Rechaza la matemática como esquema para el arte pero admite claramente que

> su vera regla debe valer tanto para los que han nacido para el arte como para aquellos que no han nacido para él[xxxviii]

Por mucha aversión que pueda tener a las teorías matemáticas, ningún pintor renuncia a fijar modelos con leyes numéricas y geométricas ni a delimitar exactamente el campo de aplicación de cada uno de ellos, aunque eso suponga situarse conceptualmente en una supuesta frontera difusa entre ciencia y arte, saltando, a conveniencia, de un lado a otro de la misma.

Sin embargo, a pesar de que ni la aplicación de las *leyes de la perspectiva*[xxxix] ni su desarrollo teórico se detuvieron, las matemáticas sufrieron un injusto desgaste y desprestigio que no se ha reparado nunca del todo.

Ha subsistido una cierta identificación actitudinal de matemáticas con reglas a obedecer que tiene su origen en la reacción *manierista* que, retroalimentada por otros fenómenos[xl], ha generalizado la creencia en la existencia de un conflicto irresoluble entre la aceptación de reglas impuestas en último extremo por la naturaleza y la *libertad de creación*, caracterizada ésta porque no se puede aprender, y por lo tanto, no se puede enseñar.

Aproximadamente dos siglos después de los procesos aquí descritos, triunfaba la matematización de la Física pero a costa de un encasillamiento de los métodos matemáticos, que resultarían útiles solo para describir, comprender y transformar el mundo objetivo que estudian las ciencias de la naturaleza, separado epistemológicamente de campos del conocimiento o de fenómenos, como los artísticos, que tendrían supuestamente en su fundamento una naturaleza *no racional*. Solo muy recientemente, y siempre despertando tremendos recelos y furiosas críticas, algunas parcelas de las ciencias humanas y sociales, se han dejado modelar matemáticamente.

Referencias

Cardona, C. A. (2017): "Panofsky: el conflicto entre la perspectiva lineal y la perspectiva angular". *Revista de Filosofía* 42 (2), 211-228. Ediciones Complutense.

Chaves, J. & Grimberg, G.E. (2020): "Os Pontos imaginários nas obras de Poncelet, Chasles e Laguerre". *Llull*. Vól. 43. Núm. 87, 69-98.

Danti, V. (1567): *Il primo libro del Tratatto delle perfecte proporzioni*. Firenze

Desargues, G. (1636): *Perspective*. Paris.

Desargues, G. (1639): *Brouillon project d'une atteinte aux evenmens des rencontres du Cone avec un Plan*. Paris

Dürer, A. (1525): *Underweysung der Messung mit dem Zirkel und Richtscheyt*). Hieronymus Andreae, Nürnberg.

Dürer, A. (1528): *Vier bücher von menschlicher Proportion*. Hieronymus Andreae, Nürnberg.

Rebobinador, El (2016): *Manierismo, cuando el más allá irrumpió en el más acá*. Masdearte url: https://masdearte.com/especiales/manierismo-cuando-el-mas-alla-irrumpio-en-el-mas-aca/ (consultado el 10 de febrero de 2022 a las 11:25)

García, F.J. (1997): "La perspectiva como concepto matemático". *SUMA* 25, 131-138. FSPM.Zaragoza.

Laguerre, E. (1852) "Note sur la théorie des foyers". *Nouvelles annales de mathématiques*, 1er série, tome 11, 290-292. Bachelier

Laguerre, E. (1853) "Note sur la théorie des foyers". *Nouvelles annales de mathématiques*, 1er série, tome 12, 57-66. Bachelier

Laguerre, E & Sacchi, J. (1853) "Note sur les foyers". *Nouvelles annales de mathématiques* 1er série, tome 12, 225-226. Bachelier.

Luthiers, L (1971): *Teorema de Thales*. Tema 11, álbum *Sonamos, pese a todo*. Estudios Ion. Buenos Aires. Video oficial. url: https://www.youtube.com/watch?v=OXrYNPJQoTA (consultada el 20 de enero de 2022 a las 20:43)

Mora, J.A. (2020) Arte y matemáticas. Geometría Dinámica. GeoGebra. url: https://www.geogebra.org/m/stzw77gs (consultada el 1 de febrero de 2022 a las 08:43)

Panofsky, E. (1973): *La perspectiva como forma simbólica*. Tusquets Ed. Barcelona.

Panofsky, E. (1977): *Idea*. Col. Ensayos Arte. Ed. Cátedra. Madrid.

Rossi, P. (1998): *El nacimiento de la ciencia moderna en Europa*. Ed. Crítica. Barcelona.

Rovira, A. (1972): *Perspectiva básica*. AF. Barcelona.

Santaló, L.A. (1966): *Geometría proyectiva*. EUDEBA. Buenos Aires.

Zabaleta, I. (2017): *Perspectiva*. TFG. Facultat de Matemàtiques i Informàtica-Universitat de Barcelona. url: http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/114920/1/Zabaleta%20Razquin%20Itziar_2940253_assignsubmission_file_TFG_ItziarZabaleta.pdf (consultada el 27 de enero de 2022 a las 11:29)

[i] Dedicado a *Les Luthiers* y en especial al *Loco* (Carlos Nuñez González), quien consiguió desviar la atención del *Maestro Mastropiero* hacia *Thales de Mileto*, difundiendo así su teorema en la cultura popular.

[ii] Mi agradecimiento a *Gabriela Taboada* que me convenció de la necesidad de la memoria histórica, que es una parte de la memoria cultural, y a *Matilde Rico, Javier Segura, Manuela Nebot* y *Daniel G. Nebot* por sus sugerencias al manuscrito.

[iii] Rossi, P. (1998), pág. 13

[iv] Para ejemplos de análisis, véase *Mora* (2020) o *Zabaleta* (2017), pág. 42 y siguientes.

[v] Una excelente introducción a la *Geometría Proyectiva* desde el punto de vista algebraico moderno puede encontrarse en *Santaló* (1966).

[vi] Panosky (1977), pág. 39

[vii] Para *Aristóteles* las artes incluían también la medicina y la agricultura, es decir, en cierto sentido laxo, también la ciencia y la técnica.

[viii] Panofsky (1977), pág. 61.

[ix] Panofsky (1973), pág. 7.

[x] La suposición de la existencia de puntos de fuga es removible. La elección de axiomas alternativos daría lugar a otras perspectivas distintas.

[xi] De este modo, cada punto de un cuadro tiene un carácter *dual*. Por una parte puede entenderse como la *representación* de un punto del espacio y por otro como un eventual *punto de fuga* en el que confluyen una infinidad de rectas paralelas.

[xii] Las series numéricas (sumas de infinitas cantidades) pueden ser *convergentes*, si el resultado de la suma es un número finito, o *divergentes*, cuando no.

[xiii] La explicación gráfica de la fig. 4 está basada en *Rovira* (1972), pág. 12.

[xiv] Del mismo modo que no se puede trazar un mapa plano completo de la superficie de la Tierra sin introducir distorsiones que magnifican las zonas polares en detrimento de las ecuatoriales.

[xv] Para una descripción del efecto, véase *García, F.J.* (1997), *Cardona* (2017) y *Chaves & Grimberg* (2020).

[xvi] Aquí se omiten los detalles técnicos de la fundamentación de las reglas, que en todos los ítems citados, pueden consultarse en Zabaleta (2017).

[xvii] En singular, uno de los dos.

[xviii] Generalmente *arriba-abajo*, en el sentido que determina la fuerza de la gravedad, *delante-detrás*, en el sentido al que apunta la línea de visión y *derecha-izquierda*, según la convención social. Pero podrían ser otras direcciones.

[xix] Usualmente perpendicular a la línea de visión del observador, que sería la posición más simple, aunque pueden escogerse otros ángulos.

[xx] La distancia *d* se denomina *distancia focal*.

[xxi] Esta línea define el suelo de la representación. El haz de planos que contienen a esta recta son los planos horizontales, esto es paralelos al suelo. En el caso más simple, la línea del Horizonte es paralela al suelo físico del espacio a representar.

[xxii] Tal circunferencia *D* es denominada círculo de distancia.

[xxiii] Si el plano del cuadro *C* es perpendicular al plano horizontal, en los puntos de fuga diagonales *f* confluyen las rectas del cuadro que representan a rectas horizontales del espacio que forman 45º con *OF*.

[xxiv] Obsérvese que un mismo punto del cuadro C representa entonces a infinitos puntos del espacio, todos los que forman la visual OP.

[xxv] Las medidas de tales figuras no se conservan en el cuadro *C*, pero sí sus proporciones. Si las figuras están contenidas en un plano no paralelo a C, la regla es más compleja. Zabaleta (2017), pág. 31.

[xxvi] Específicamente, si *Q* es el punto de fuga en *C* de una de las rectas, el punto de fuga Q' de la recta perpendicular se obtiene hallando el simétrico de *Q* respecto a *F* y trazando desde éste las tangentes a *D*, uniendo los dos puntos de tangencia con un segmento que intersecta con la recta *QF* en *Q'*.

[xxvii] El procedimiento es parecido al de la nota anterior. Para detalles específicos, Zabaleta (2017), pág. 27.

[xxviii] Generalmente para ello hace falta asumir algunos supuestos razonables sobre el significado de los objetos representados en el cuadro. Por ejemplo, si en la pintura hay un tablero de ajedrez, habría que suponer que el modelo original era cuadrado porque los tableros de ajedrez suelen ser cuadrados.

[xxix] En Zabaleta (2017), pág. 42 y siguientes, puede encontrarse un ejemplo de este proceso de análisis inverso aplicado al cuadro "Piazza San Marco con la Basílica" de Canaletto.

[xxx] Puesto que un punto *P'* en el plano se corresponde con infinitos puntos *P* del espacio (todos los que están en la recta *OP'*), se pueden concebir malévolamente puntos de vista O y disposiciones de objetos que fuerzan la perspectiva creando composiciones que aparentar ser reales en el plano pero son imposibles en el espacio. La ilusión óptica proviene de asumir, en el sentido descrito en la nota 29, supuestos aparentemente razonables para reconstruir mentalmente la realidad pero que, analizados detalladamente, no lo son. Escher es célebre por una serie de litografías en la que explota ese recurso para confundir al espectador. Véase un análisis de algunas de esa litografías en Mora (2020).

[xxxi] Se refiere a Dürer, A., (1525) y (1528).

[xxxii] Citado en Panofsky (1977), pág. 70, nota 180.

[xxxiii] Tratatto delle perfecte proporzioni (1567).

[xxxiv] Citado en Panofsky (1977, 66).

[xxxv] No solo en pintura, también en escultura, arquitectura, música o literatura. Para una descripción sucinta de este periodo, el *manierismo*, véase *Rebobinador* (2016).

[xxxvi] Es decir, en terminología de la física, la descripción del movimiento. Curiosamente, el principio de incertidumbre de *Heissemberg* establece que posición y momento no se pueden determinar a la vez con precisión.

[xxxvii] *Zuccari*, citado en *Panofsky* (1977), pág. 69.

[xxxviii] Danti, citado en Panofsky (1977), pág. 72.

[xxxix] De hecho hoy en día siguen formando parte del currículum en las escuelas artísticas regladas.

[xl] Entre los que habría que incluir una concepto de la didáctica escolar de la matemática basada en el aprendizaje de reglas incomprensibles para el alumnado.