



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE CIENCIAS

Anamorfosis: un caso extremo de la perspectiva.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

MATEMÁTICA

P R E S E N T A:

Itzalá Rosa Mendoza Guevara



**DIRECTOR DE TESIS:
M. en C. José Rafael Martínez Enríquez**

México D.F. 2014



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Para todos los que pusieron su granito de arena para que pudiera realizar este trabajo, porque seguramente jamás lo habría terminado sin su apoyo.

Muchas gracias.

*“Estudia la ciencia del arte y el arte de la ciencia.
Desarrolla tus sentidos –especialmente el de la vista–.
Comprende que todas las cosas están conectadas entre sí.”*

-Leonardo da Vinci

*“Por lo tanto, la tarea es, no tanto ver lo que nadie ha visto; sino pensar lo que
nadie ha pensado aún, sobre lo que todo el mundo ve.”*

- Erwin Schrödinger

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1: Historia de la anamorfosis	
Introducción.....	2
Evolución de la anamorfosis.....	6
Siglo XV.....	7
Siglo XVI.....	9
Siglo XVII.....	13
Siglo XVIII.....	19
Siglo XIX.....	21
Siglo XX.....	25
Siglo XXI.....	29
CAPÍTULO 2: Anamorfosis como una forma de perspectiva	
Introducción.....	32
Leon Battista Alberti.....	32
Piero della Francesca.....	39
Jean François Nicéron.....	57
CAPÍTULO 3: La perspectiva para Descartes	
Introducción.....	62
Vuelta a Nicéron y la orden de los Mínimos.....	64
Filosofía y perspectiva en Descartes.....	72
CONCLUSIONES.....	81
APÉNDICE: Tratamiento matemático de una anamorfosis.....	83
BIBLIOGRAFÍA.....	87

INTRODUCCIÓN

El estudio de las reglas de la perspectiva en el ámbito artístico siempre ha causado gran interés tanto en artistas como en matemáticos. Este interés llevó a ambos grupos a “experimentar” para encontrar la manera más fiel de representar a los objetos en las pinturas. La anamorfosis surge de esta experimentación: al jugar con los componentes que conforman la perspectiva usual se encuentran con este tipo de perspectiva inusual, un tanto mágica, en la que una imagen sólo puede percibirse correctamente desde un solo punto visual fijo. Esta técnica maravilló a muchas generaciones y sigue vigente hasta la actualidad.

En el capítulo 1 de este trabajo se encuentra un resumen de la historia de la anamorfosis desde el siglo XV hasta la actualidad. En él se incluyen los personajes más importantes que se involucraron en el estudio de la anamorfosis, junto con las obras, tratados y la utilización que se le dio a la anamorfosis en distintas épocas.

El segundo capítulo explica las reglas de la perspectiva de acuerdo con los primeros tratados que se escribieron sobre ésta. Se incluyen las obras de Alberti, Piero della Francesca y Nicéron. La obra de Alberti fue la primera obra en la que se explican las reglas de la perspectiva, la de Piero fue la primera en incluir la construcción de anamorfismos y la de Nicéron fue el primer tratado especializado en anamorfosis.

Finalmente, en el capítulo 3 se examina la conexión entre el punto de vista perspectivo, el *cogito* cartesiano y el espacio extendido. Para Descartes la perspectiva, incluida la anamorfosis, figura en la elaboración de la duda como una prueba de la certeza para el *cogito*.

Se incluye un apéndice con el tratamiento matemático de los distintos tipos de anamorfosis.

CAPÍTULO 1

Historia de la anamorfosis

INTRODUCCIÓN

El Renacimiento en Europa se caracterizó por el crecimiento o avance en muchos campos, incluyendo las matemáticas y el arte. Una de las razones por las que los artistas de esta época buscaban usar las matemáticas en sus obras era el deseo de representar escenas tridimensionales en un lienzo bidimensional de una forma realista. Esto propició el descubrimiento y uso de la perspectiva lineal.

A Filippo Brunelleschi se le atribuye la primera formulación matemática de la perspectiva, alrededor de 1425, y sobre la que no dejó registros escritos, mientras que Leon Battista Alberti fue el primero en escribir una explicación de las reglas de la perspectiva lineal en *Della Pittura* en 1435. En esta época hubo muchos otros trabajos sobre perspectiva, entre ellos destaca uno con un estilo puramente matemático escrito a mediados del siglo XV por Piero della Francesca.

Un tipo especial de la perspectiva es la llamada anamorfosis, y constituye un extremo del uso de la perspectiva. Ésta puede ocurrir cuando la distancia de visualización es muy pequeña o cuando el punto de visión está inclinado más allá del borde de la pintura. La palabra anamorfosis proviene del griego *ἀνά* (*ana* = inversión) y *μορφή* (*morphe* = forma), y este término fue creado en 1657 por el Jesuita Gaspar Schott, aunque la técnica ya se conocía desde mucho antes. Anterior a Schott fue llamada por muchos nombres, tales como “*prospettiva inversa*” por Gian Paolo Lomazzo y “*perspective curieuse*” por Jean-François Niceron.

Hay que diferenciar entre lo que es un anamorfismo y lo que es una anamorfosis, términos que en ocasiones se confunden. El anamorfismo es el resultado final, es decir, es lo que observamos, mientras que la anamorfosis es la técnica que se utiliza para crear dicha imagen.

Un anamorfismo es una distorsión visual sobre un plano que genera una ilusión óptica. Esta ilusión puede ser producida por un espejo curvo o mediante un proceso matemático, de tal manera que sólo se aprecia la imagen sin distorsión si se observa desde un punto de vista específico y distinto al habitual. En otras palabras, consiste en un dibujo que sólo se puede reconstruir desde un punto de vista determinado, produciendo así un efecto impactante y novedoso para el ojo humano que lo observa con su fisonomía alterada. El término anamorfosis es con frecuencia usado imprecisamente para referirse a la distorsión en general, aunque es más apropiado para referirse a aquellos casos en los que la distorsión es un efecto deseado.

Esta técnica se puede incluir en el campo de lo artístico y también de la matemática y el efecto de ella se basa fundamentalmente en las matemáticas y sin ella difícilmente podría ser analizada. Por ello no es una técnica sencilla, y quienes lo practican (o practicaban) eran tan diestros en el manejo de las técnicas que producen efectos realistas que se permitían el lujo de realizar anamorfismos, como una especie de "juego" para expertos. Sobra decir que sólo muy pocos lograban conseguir estos efectos.

Los anamorfismos son altamente subjetivos, además de ser una forma más rigurosa de la geometría perspectiva, dado que al espectador se le presenta una imagen apenas identificable para la cual es forzado a buscar el ángulo de visión adecuado para reconstruir la imagen. Los anamorfismos se derivan de reglas físicas y matemáticas precisas, sin embargo, son creados de maneras poco convencionales para torcer las percepciones comunes.

Podríamos decir que para dominar la técnica de la anamorfosis o los anamorfismos es necesario estar familiarizados tanto con la parte artística como con la matemática, siendo las dos igual de importantes. Si no se dominan las técnicas para producir anamorfismos, se da lo que se llama la distorsión de la perspectiva o deformación (falso anamorfismo), el cual es un anamorfismo que no se reconstruye completamente desde un punto de vista, sino que sólo se reconstruye una parte (fig. 1). Al ver la figura desde el extremo izquierdo, la

cabeza del perro se ve muy pequeña y el cuerpo muy grande si se le compara con la figura original; y al verla desde el extremo derecho, el cuerpo es ahora pequeño y la cabeza muy grande. De una u otra forma, no podemos ver la imagen reconstruida correctamente.



Figura 1. Ejemplo de un anamorfismo falso.

En la perspectiva usual todo converge a un punto, llamado central (principal o de fuga), el cual está situado a la altura de la visión del espectador, sobre la línea de horizonte de la pintura o imagen. Por esta razón los objetos disminuyen de tamaño al alejarse, mientras que en el caso de la anamorfosis éstos aumentan de tamaño al alejarse, pero además esto genera la percepción de tridimensionalidad. Tal efecto se debe a que al contrario de la perspectiva usual, en la anamorfosis el punto de fuga se encuentra en los ojos del espectador. Por esta razón, en la perspectiva anamórfica se invierten las proporciones de las imágenes, aumentando el tamaño de éstas cuando estén más alejadas para que el ojo del observador las perciba con las proporciones correctas. Sin embargo, al estar la imagen construida con respecto a un punto de fuga colocado en un punto fijo, en este caso el ojo del observador, la imagen anamórfica sólo podrá observarse correctamente cuando éste se coloque en el punto de fuga.

La estructura geométrica de la anamorfosis en dos dimensiones (anamorfosis perspectiva u oblicua) se basa en el alargamiento y disminución de la imagen que se lograba mediante la manipulación del punto distancia, un punto que se encuentra a la altura del horizonte y cuya distancia al punto de central es la misma que la distancia entre el observador y la pintura o imagen. La ilusión de profundidad es fabricada al poner un punto a la misma altura que el punto de

visión (fig. 2). Este punto es entonces usado para determinar la escala de disminución o medida de los intervalos que se extienden de nuevo en la pintura hacia el horizonte. Se dibujan líneas desde este punto a los intervalos marcados que dividen la línea base de la pintura. Como cada línea interseca el lado del marco, el punto de intersección determina la distancia entre los intervalos que se extienden hacia el horizonte.

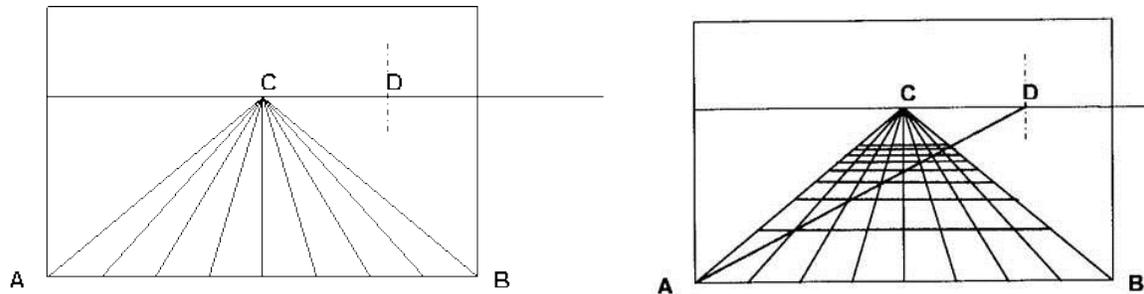


Figura 2. Uso del punto distancia D para construir transversales; en este caso, C es el punto central (principal o de fuga). La distancia CD es la distancia de visión, es decir, la distancia entre el observador y el cuadro.

Dependiendo de qué tan lejos o cerca esté el punto distancia al punto central o qué tan alto o bajo se encuentre la línea de horizonte, la imagen parecerá tener una mayor o menor distancia entre el punto de visión y el horizonte, o una disminución gradual o un efecto marcadamente inclinado.

La construcción de punto distancia es matemáticamente precisa en el sentido de que uno sólo necesita tener una cantidad de información limitada para determinar qué tan lejos de la pintura está situado el observador, y qué tan lejos debe estar éste mismo, teóricamente, de cualquier punto de la pintura.

En la anamorfosis, el punto distancia ya no funciona para producir la ilusión de distancia en absoluto. En su lugar, la anamorfosis derrumba cualquier sensación de espacio físico, atrayendo al observador literalmente hacia un punto en la superficie de la pintura tan cercano que la propia imagen casi desaparece de la vista.

La anamorfosis es un curioso caso en el que la construcción de la perspectiva se invierte, dando un efecto totalmente diferente y llamativo.

EVOLUCIÓN DE LA ANAMORFOSIS

En la antigua Grecia se usaba una técnica que hoy se conoce como *trompe-l'œil*, en francés, engañar al ojo, que se basaba en lo que hemos denominado anamorfosis. El *trompe-l'œil* o trampantojo en español, es una técnica pictórica que intenta suplir la realidad. Mediante ella se pretende engañar. Ésta es su principal característica, aunque no debemos confundirla con la pura imitación o el realismo. Estas construcciones simulan objetos, perspectivas, paisajes, o materiales (madera, mármol, etc.) con el objetivo de ocultar defectos, decorar, ampliar, o simplemente alegrar una pared o una estancia. Bien podrían ser puertas falsas, o que imitan madera, ventanas sin fondo, celosías dibujadas, personajes inmóviles o escaleras que no llevan a ninguna parte. Los pintores también utilizaban la perspectiva para engañar y dar una falsa sensación de realidad.

Uno de los primeros ejemplos prácticos, usados en arquitectura, fue el del Partenón de Roma (fig. 3). Los arquitectos que construyeron esta obra consiguieron que el efecto visual que mostraba el Partenón no permitiera apreciar la antiestética deformación que se percibe en las proximidades de grandes monumentos. Gracias a un aparato teórico cuyo contenido explícito –textos– no nos ha llegado, lograron un efecto visual más estético mediante pequeñas alteraciones en su construcción, tales como columnas con éntasis un poco curvadas hacia el centro, no equidistantes, y algo más gruesas en las esquinas; frontón levemente arqueado y estilóbato ligeramente convexo.¹

¹ El **éntasis** es la zona de la columna griega cuya sección posee mayor diámetro, ya sea dórica, jónica o corintia. La finalidad del éntasis es conseguir una mejor sensación estética y visual, ya que confiere más armonía al fuste y da la impresión de mayor esbeltez a las columnas.

Un **frontón** (también llamado *frontis* o *frontispicio*) es un elemento arquitectónico de origen clásico que consiste en una sección triangular o gablete dispuesto sobre el entablamento, que descansa sobre las columnas.

Estilóbato se denomina al escalón superior (o al plano superior) sobre el que descansa el templo griego; forma parte de la crepidoma: una plataforma escalonada que eleva el edificio por encima de la cota del terreno para darle realce y mayor prestancia. Etimológicamente, estilóbato (στυλοβάτης) significa “base sobre la que apoyan las columnas”.

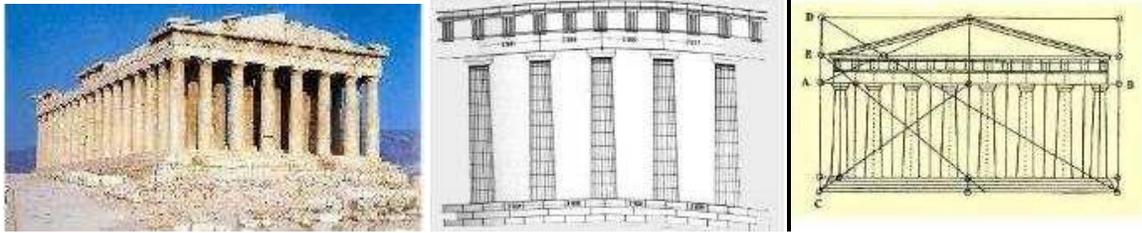


Figura 3. Partenón, Roma.

SIGLO XV

En el siglo XV, el llamado *Quattrocento* italiano, y que corresponde al Renacimiento temprano, fue cuando se empezaron a utilizar las primeras técnicas coherentes de distorsión de la imagen mediante la perspectiva. A estas técnicas utilizadas en el siglo XV no las podemos denominar un anamorfismo ya que la imagen no se reconstruye completamente sino que la deformación que realizan los pintores la reproducen mediante una escala. Fue Alberti el primero que presentó las dos reglas de la perspectiva. Lo hizo en *De Pictura* (1435), basándose en las ideas de Brunelleschi, con lo que podríamos decir que ahí empezó la historia que culminaría en la singular técnica de la anamorfosis.

Se podría decir que las nuevas técnicas de la perspectiva son el resultado de un aumento de la curiosidad y la experimentación de los artistas y pintores de la Italia del siglo XV para encontrar una técnica sencilla que les hiciera posible reproducir, o imitar, la realidad. Tal vez la introducción de la anamorfosis tuvo un propósito más sutil, como incluir en sus pinturas lo que hoy se conoce como mensajes subliminales o simplemente por pura experimentación o divertimento.

Una de las primeras personas en introducirse en el mundo de la perspectiva fue Leonardo da Vinci, en su obra *Codex Atlanticus*. Del siglo XV son los primeros dibujos anamórficos de Leonardo, que revelan un estudio de la distorsión de la imagen proyectada en un plano oblicuo (fig. 4). Sin embargo, no existe nada que demuestre la aplicación de ningún método geométrico para su creación. Los experimentos de Leonardo con la anamorfosis se podrían derivar de su investigación del escorzo lateral y la relación entre *perspectiva naturalis* (visión óptica) y *perspectiva artificialis* (perspectiva artificial). Se dio cuenta de que si el

punto de visión propuesto por perspectiva no está fijo o sujeto a ciertas restricciones, la percepción óptica de la superficie pintada en dos dimensiones entra en conflicto con la percepción de profundidad a través del marco de la pintura. Con esto, la perspectiva del artista es vulnerable ante la distorsión visual.

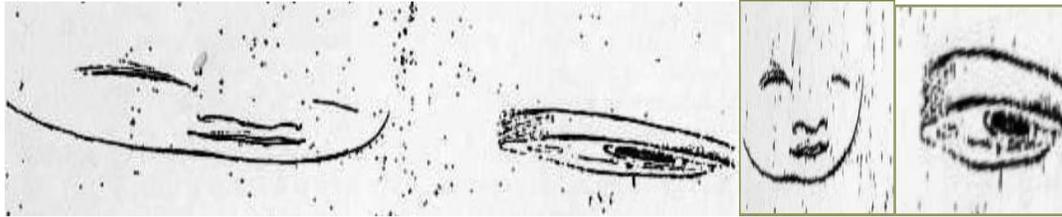


Figura 4. A) Esbozos en anamorfosis. Leonardo da Vinci. 1483-1518. B) Lo que podría ser el modelo original previo a la distorsión.

De acuerdo con Leonardo, cualquier esfuerzo para combinar perspectiva *perspectiva naturalis* con *perspectiva artificialis* resultará en algo que llama perspectiva compuesta, la cual recomienda evadir. Esta perspectiva compuesta parece ser la anamorfosis. La perspectiva compuesta toma ventaja de la tendencia de la perspectiva artificial a distorsionar severamente las imágenes que parecen más cerca al espectador cuando el ángulo visual es más amplio. Para compensar la distorsión que ocurre en el plano frontal de la pintura, un pintor podría crear imágenes laterales que parecerán normales al ser vistas desde un punto de visión central. Estas imágenes laterales serían entonces anamórficas, ya que al ser vistas desde otro ángulo diferente al central, se verían distorsionadas.

A finales de siglo XV nace uno de los proyectos más novedosos de la arquitectura de la mano del famoso pintor Donato Bramante (1444-1514). Su proyecto para la iglesia de Santa María presso San Satiro (1488, Milán) fue novedoso pues consiguió resolver, por primera vez en la arquitectura, las dificultades que presentaba el solar creando la ilusión de espacio recurriendo al *trompe-l'œil* (fig. 5). Gracias a esto se falsean las proporciones de la iglesia y se genera una sensación de profundidad insólita. Después de este novedoso proyecto, esta técnica se popularizó mucho en el Renacimiento para incluir la sensación de profundidad en las iglesias.



Figura 5. Iglesia de Santa María presso San Satiro, Milán, 1488.

SIGLO XVI

En el siglo XVI comienza el Renacimiento pleno en Italia (*Cinquecento*) y surgen dos grandes genios que se unen a Leonardo: Miguel Ángel Buonarroti y Rafael Sanzio. Este periodo corresponde al apogeo del arte renacentista, y en él concurren el auge de la cultura y la gran influencia del humanismo en los artistas, quienes tratarían de reflejarlo en sus obras.

Este periodo desemboca hacia 1520-1530 en una reacción antirenacentista que conforma el Manierismo y que dura hasta el final del siglo XVI. Bajo esta nueva corriente son frecuentes las deformaciones intencionadas (alargamiento y acortamiento) de las figuras y se muestra un interés por la complejidad en la representación de los objetos, así como por las visiones deformantes. No se intenta representar la realidad de manera naturalista, sino se hace de ella algo extraño, al capricho del artista; por ello es en este contexto que se empiezan a desarrollar las técnicas de la anamorfosis.

En el siglo XVI los desarrollos matemáticos de la perspectiva y de la técnica de la anamorfosis se ponen de moda en Italia, donde se escriben en numerosos

tratados de dibujos en perspectiva, como los de Giacomo Barozzi da Vignola y Daniele Barbaro, que son los primeros en hablar de anamorfosis.²

En el tratado de Vignola el autor hace una recopilación de las dos reglas que utilizaban los artistas que querían realizar un anamorfismo, aunque hay que aclarar que las reglas no correspondían a la técnica de la anamorfosis sino de la perspectiva. Estas reglas eran las mismas que las que nombró Alberti, si bien con pequeñas diferencias, como la distancia entre el plano pictórico y el ojo.

El instrumento perspectivo desarrollado por Durero, denominado Portillón (1525), permitiría realizar anamorfosis directas sin aplicar un método geométrico, aunque en realidad fue diseñado para la representación de la tridimensionalidad en el plano. Como discípulo de Durero, Erhard Schön realizó algunos grabados anamórficos como los retratos de Carlos V, Fernando I, Pablo III y Francisco I, en 1535 (fig. 6).

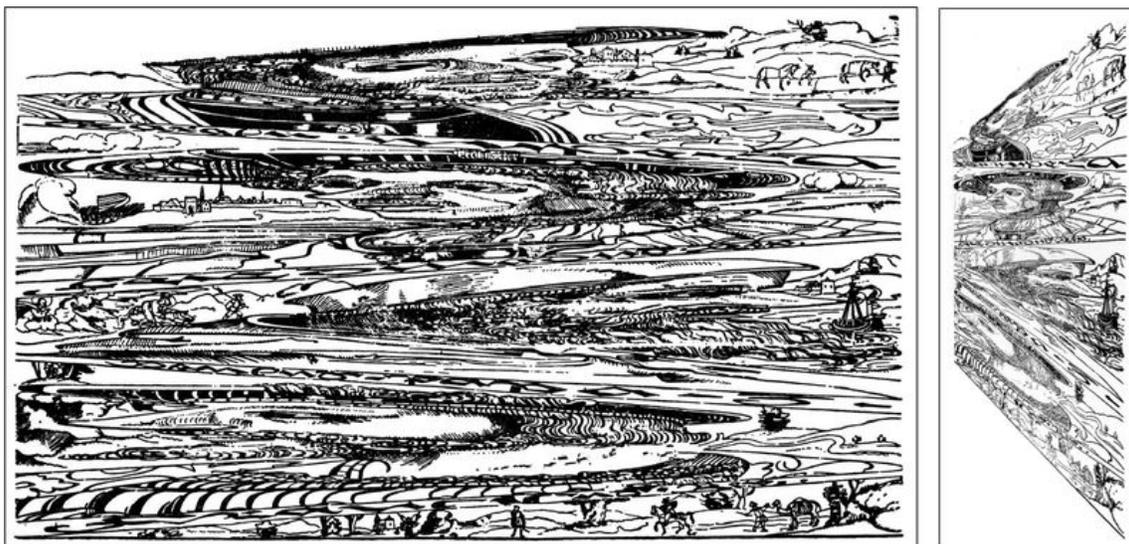


Figura 6. Erhard Schön(1491-1592): Vexierbild (imagen con secreto): Retratos de Carlos V, Fernando I, Clemente VII y Francisco I (1535).

² Vignola, G. (1583) *Le due regole della prospettiva pratica*. Roma: publicado después de la muerte de Vignola por Egnazio Danti.

Barbaro, D. (1569) *La pratica della prospettiva*. Venice.

Posiblemente el ejemplo más conocido de una distorsión anamórfica singular es la pintura de Hans Holbein titulada "Los Embajadores" (1533), donde aparece una calavera en anamorfosis (fig. 7).



Figura 7. Hans Holbein. *Los embajadores*. 1533.

Otro ejemplo de pintura anamórfica de ese siglo es el retrato de Eduardo VI realizado por William Scrots (fig. 8).



Figura 8. William Scrots. *Retrato anamorfósico de Eduardo VI*. 1546.

El afán de capturar la imagen de las cosas tal y como uno las ve, por influencia del humanismo, llevó a artistas y a científicos de los siglos XVI y XVII a diseñar una serie de instrumentos que alteraban las imágenes respecto de cómo las vería el ojo humano: éstas máquinas de ver, que son una serie de máquinas o aparatos que jugaban con la óptica ya tenían una antecedente en trucos de iluminación y

pantallas como el de una vela dentro de un cilindro de material translucido con una imagen de un demonio dibujada en él y que es proyectada, magnificada, sobre una pared³. O también la referencia a la *camera oscura* (no llamada así antes del Renacimiento) hecha por el filósofo chino Mo-Ti (s. V a.C), Aristóteles (s. IV a.C), Alhazen (s. X d.C) y Leonardo (s. XV, †1521)⁴. Las más famosas fueron las pirámides visuales y las linternas mágicas, que proliferaran en el siglo XVII, y las cámaras oscuras, cuya popularidad inició en el siglo XVI.

La cámara oscura (fig. 9) es un modelo por excelencia de cómo se pueden mostrar ciertos fenómenos ópticos. Es un dispositivo que se puede describir diciendo que es el resultado de hacer un orificio muy pequeño en una habitación o en una caja, dejar que entre la luz exterior y permitir que se proyecte sobre la pared de enfrente o sobre cualquier superficie interpuesta en la cual se proyectará la imagen del exterior.

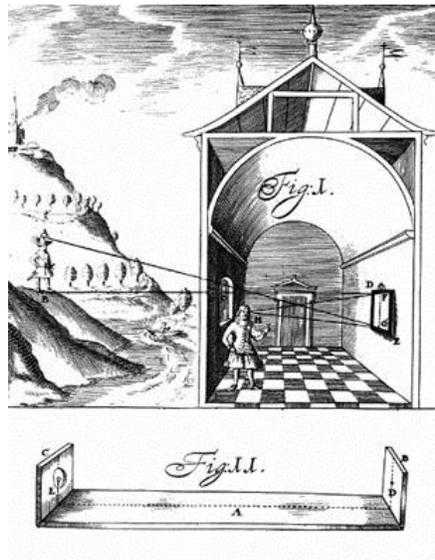


Figura 9. Ilustración de la cámara oscura.

En este siglo podemos encontrar también ejemplos de trampantojos, como las pinturas que alberga el Monasterio de las Descalzas Reales en Madrid. La escalera principal del palacio, del siglo XVI, junto con los murales, del siglo XVII la

³ Edgerton (1991). *The Heritage of Giotto's Geometry...*, pp. 122.

⁴ Campbell (2005). *Film and cinema spectatorship...*, p. 114.

mayoría, representa claustros y jardines con estatuas que provocan la ilusión óptica de que la escalera se prolonga más allá del extremo verdadero (fig. 10).

Un ejemplo notable en este monasterio es la Capilla del Milagro (fig. 11). Toda la capilla está decorada de forma ilusionista al modo del trampantojo. Incluso la puerta de entrada pretende engañar: es de madera pero simula una reja de bronce dorado. Las dos estancias, la antecapilla y la capilla propiamente dicha, están decoradas con maravillosas pinturas de arquitecturas fingidas y falsas esculturas.



Figura 10. Monasterio de las Descalzas Reales, Madrid (izquierda).

Figura 11. Capilla del Milagro, Madrid (derecha).

SIGLO XVII

En este siglo el manierismo queda atrás y abre paso al barroco con unas características completamente diferentes. Este periodo buscaba una mayor ornamentación y recurre a la profusión de elementos, con lo que aumenta el grado de complejidad en las obras artísticas.

En el campo científico se produjo una completa revolución ya que cambió por completo la manera de pensar y de concluir el conocimiento de la naturaleza bajo un nuevo discurso en el que en algunas disciplinas la matemática jugaba un papel por demás relevante. En particular, se le empezó a dar un mayor énfasis al cómo

sucedan las cosas y un poco menos al porqué. Esto llevó, en el caso de la pintura y la arquitectura, a un mayor conocimiento de la perspectiva.

La primera imagen anamórfica catróptica⁵ que aparece en occidente empleando como superficie reflejante un cilindro es de Simon Vouet, a principios del siglo XVII. En 1630, Vaulezard establece, por primera vez los métodos geométricos utilizables para realizar anamorfosis cónicas y cilíndricas.

En dicho siglo, a partir de los esquemas realizados por Salomon de Caus hacia 1612⁶, y basado en el método utilizado por Durero en el siglo anterior⁷, Jean-François Niceron plantea trazados anamórficos más complejos que implican volumen⁸. Niceron también realizaría varios retratos anamórficos tanto cilíndricos como cónicos. La primera versión de su obra *La Perspective Curieuse* aparece en 1638 y mejora el sistema utilizado por Vaulezard de la catróptica cilíndrica (fig. 12b).

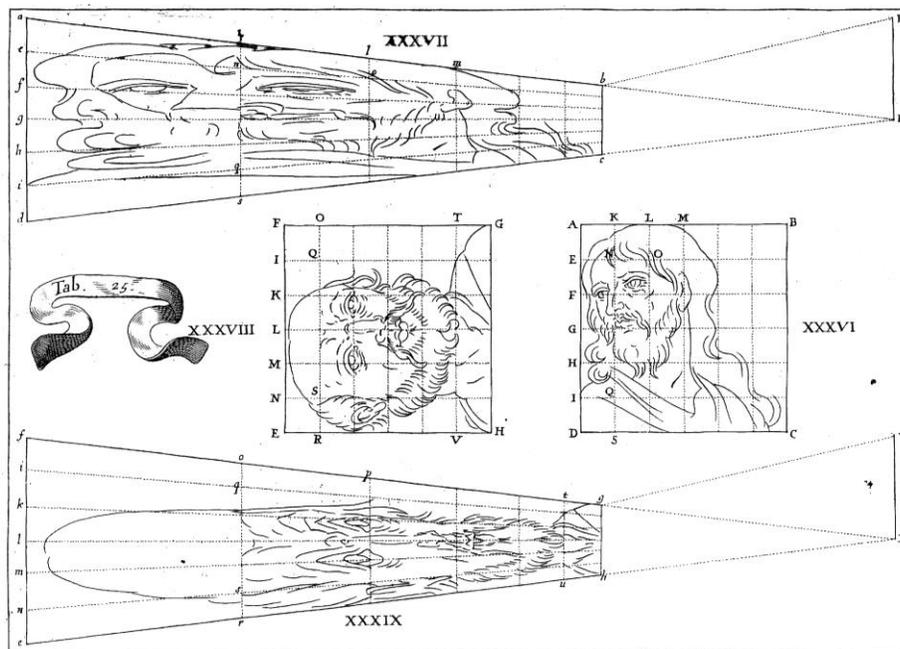


Figura 12a. Jean-François Niceron. *La Perspective Curieuse*. 1638.

⁵ La catróptica es una disciplina geométrica que estudia la formación de imágenes producida por espejos o cualquier otra superficie reflejante.

⁶ Caus, Salomon. (1612) *La Perspective, avec la raison des ombres et miroirs*.

⁷ Durero, A. (1525) *Four Books on Measurement (Unterweysung der Messung mit dem Zirckel und Richtscheyt or Instructions for Measuring with Compass and Ruler)*.

⁸ Niceron, J. F. (1638) *La perspective curieuse ou magie artificielle des effets merveilleux*. Paris.

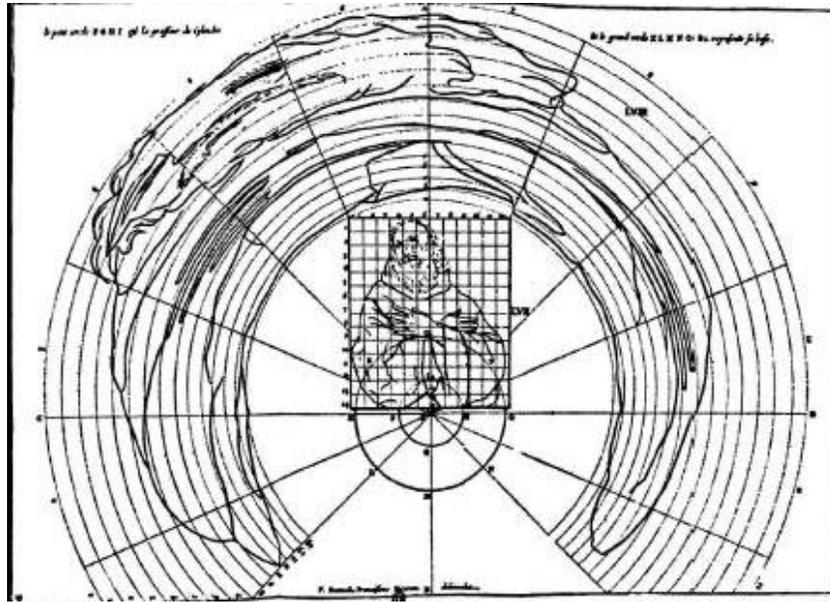


Figura 12b. Jean-François Nicéron. *La Perspective Curieuse*, 1638.

Otro ejemplo del uso de la anamorfosis durante este periodo es el del claustro de la Trinidad del Monte, en Roma, en el que Emmanuel Maignan diseña un novedoso fresco anamórfico de San Francisco de Paula (fig. 13) y publica a mediados del siglo XVII la obra *Perspectiva horaria*.



Figura 13. Emmanuel Maignan. *San Francisco de Paula*. Roma, 1642.

Athanasio Kircher desarrolla en esta misma época un nuevo instrumento llamado *Mesóptico* (fig. 14), basado en el portillón de Durero⁹ y la ventana de Alberti¹⁰. Otra

⁹ Durero, A. (1525) *Four Books on Measurement (Unterweysung der Messung mit dem Zirckel und Richtscheyt or Instructions for Measuring with Compass and Ruler)*.

de sus aportaciones fue el de la linterna mágica, una aplicación de la cámara oscura. Consiste en una lámpara reflejada en un espejo cóncavo cuya luz atravesaba una transparencia y se podía interponer una lente entre ésta y la pantalla de proyección para enfocar la figura y variar su tamaño (fig. 15). En su tratado *Ars Magna* de 1646, Kircher retoma el método de construcción de anamorfosis cilíndrica utilizado por Nicéron.

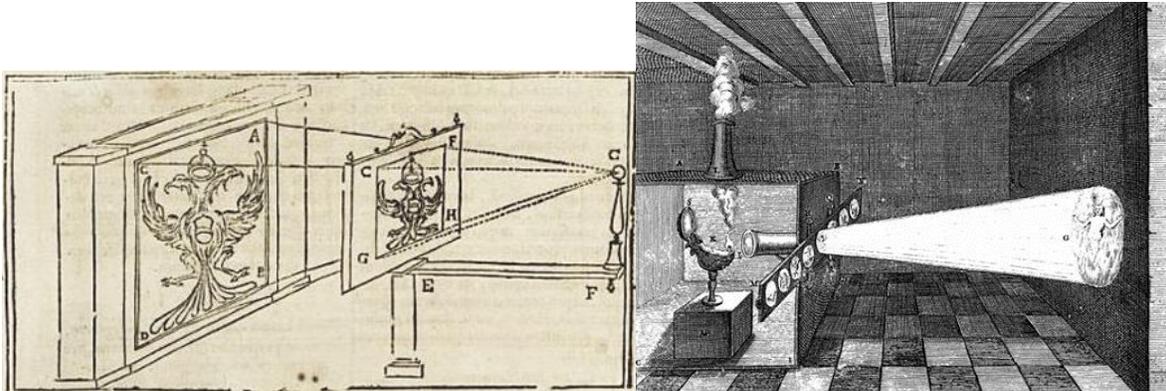


Figura 14. Ilustración del Mesóptico (izquierda).

Figura 15. Ilustración de la linterna mágica de Kircher (derecha).

En 1649, el padre jesuita Jean du Breuil demuestra en su obra *La Perspective Practique* un gran interés por los distintos tipos de anamorfosis. En su tratado retoma la geometrización de la anamorfosis cilíndrica de Nicéron e incluye algunas rectificaciones propias. Entre sus obras se encuentran grabados de gabinetes de anamorfosis ópticas y catrópticas de tipo cilíndrica, cónica y piramidal, las cuales empezaron a surgir a mediados de este siglo (fig. 16).

En el portillón el rayo visual se materializa en un hilo que se suspende mediante una polea de un punto fijo (el punto de vista). Ese hilo pasa a través de un bastidor fijo dotado de una pantalla cuadrículada movable por medio de bisagras. Al otro lado del bastidor, y a la distancia y posición escogidas, se coloca el objeto cuya proyección se requiere. Un puntero señala los puntos del objeto que se quieren proyectar en la pantalla cuadrículada. Después de cada señal el puntero se retira hasta detrás del bastidor, y cerrando la pantalla cuadrículada, van dibujándose sobre ella esos puntos, que darán el contorno fundamental del escorzo.

¹⁰ Alberti, L. B. (1435) *De Pictura*.

La ventana (o velo) de Alberti consistía en un marco de madera sobre el que se fijaba un velo de hilo fino y transparente, dividido en una red de coordenadas conseguida por otros hilos más gruesos paralelos a los lados del marco, y que se colocaba entre el pintor y su modelo para así poder trazar con precisión los contornos visibles proyectados sobre la malla. Posteriormente el dibujo se realizaba sobre un papel dividido por una cuadrícula igual a la contenida en el "velo".

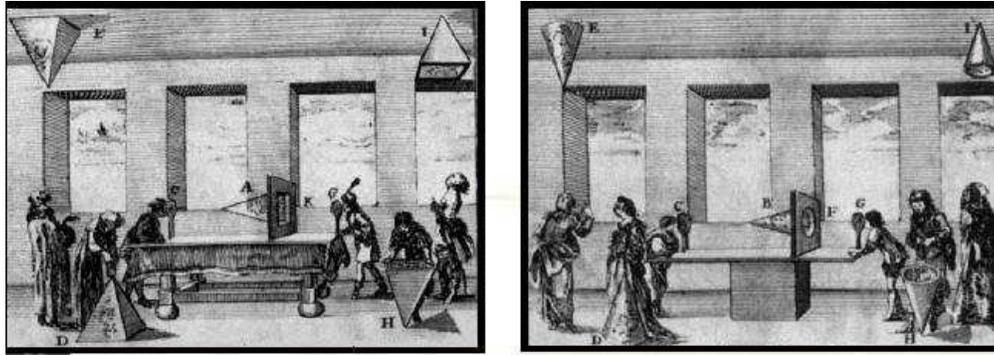


Figura 16. Jean du Breuil. Gabinete de anamorfosis. 1645.

En la segunda mitad del siglo, Abraham Bosse publica su obra *Traité des pratiques géométrales et perspectives* en dos volúmenes, publicados en 1648 y 1653 respectivamente. En ellos expone el método para la representación de anamorfosis sobre cúpulas, bóvedas, superficies irregulares y planos discontinuos.

La obra más destacada de este siglo es el conjunto de frescos en la Iglesia de San Ignacio de Loyola en Roma, realizados por el jesuita Andrea Pozzo en 1685 (fig. 17). En su interior crea una falsa cúpula realizada en el techo plano de la iglesia, además de un fresco en el techo de la nave, el cual nos da una increíble sensación de profundidad.



Figura 17a. Andrea Pozzo. Apoteosis de San Ignacio.



Figura 17b. Andrea Pozzo. *Entrada de San Ignacio al Paraíso*.

Continúan apareciendo trabajos de perspectiva durante esta época, como el esquema anamórfico de Gaspar Shott, el gabinete óptico creado por Samuel van Hoogstratem y otros gabinetes anónimos como el de la escuela de Delf de 1670, en los cuales la escena se crea con planos discontinuos que dan la ilusión de pertenecer al mismo plano. El siglo finaliza con la obra *Traité de Perspective* de Charles Ozanam en 1693 (fig. 18) y otros textos de las escuelas inglesa y holandesa.

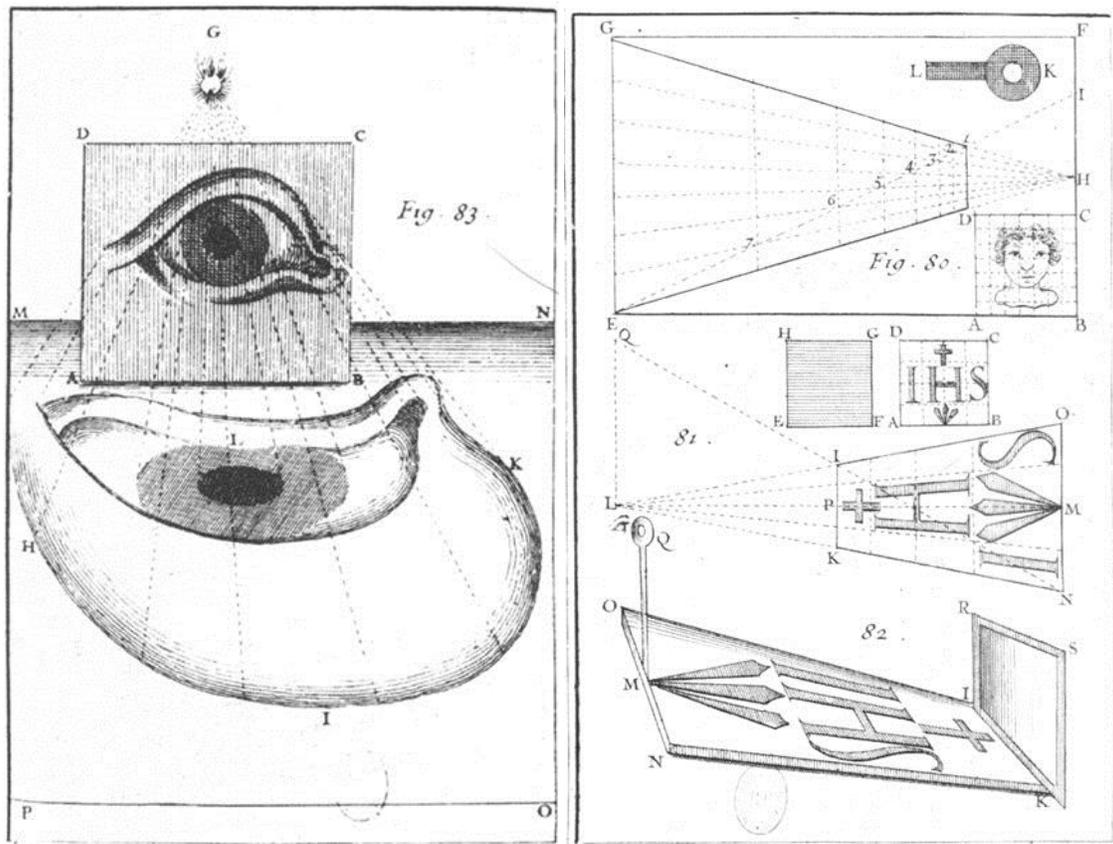


Figura 18. Charles Ozanam. *Esquemas anamórficos*. 1694.

SIGLO XVIII

En este siglo las artes plásticas reflejan el peso de la religión, y la mayoría de los ejemplos que existen son de tipo religioso. Una de las expresiones más apreciadas es la del trampantojo en las iglesias y catedrales. Hay que recordar que en este siglo se distinguen dos periodos completamente diferentes, como son el barroco tardío, donde el trampantojo alcanzó una gran popularidad y fue usado

en innumerables ocasiones para darle profundidad a las iglesias, y el clasicismo, cuando esta moda decae y la técnica de la anamorfosis se usa principalmente como un recurso experimental artístico. Al trampantojo, durante el barroco y el rococó, se le denominó *cuadratura*, y básicamente era el mismo recurso que venía utilizándose en el último tercio del siglo anterior, pero con las características propias de un barroco más avanzado.

Un pintor que destacó en el uso tanto de la técnica del trampantojo como de la anamorfosis como experimentación es Francisco de Goya. El interior de la ermita de *San Antonio de la Florida* (fig. 19) presenta una impresionante decoración al fresco realizada por este pintor.



Figura 19. Francisco de Goya. *Milagro de San Antonio*. Madrid.

Otro perspectivista destacado fue Henry Kettle, el cual extendió sus estudios a todos los tipos de anamorfosis y realizó obras de cada modalidad. Además de estos ejemplos, el trampantojo fue utilizado por muchos pintores españoles como Marcos Fernández Correa, Pedro de Acosta, Bernardo Lorete Germán y Francisco Gallardo (fig. 20).



Figura 20. Pedro de Acosta. *Trompe l'oeil de animales y objetos* (izquierda); Bernardo Lorente. *El vino o Alegoría del gusto* (derecha).

SIGLO XIX

En este siglo se producen grandes cambios en la mentalidad de las nuevas sociedades que han pasado por transformaciones como la revolución francesa, los reacomodos de las fronteras nacionales y la aparición de nuevas corrientes de pensamiento en distintos órdenes de la cultura: romanticismo, comunismo, revolución industrial, darwinismo, etc. El arte se adapta a los nuevos contextos, amplía sus horizontes y refleja las preocupaciones, ambiciones, ilusiones, búsquedas y demás inquietudes de las diferentes sociedades. En particular, el romanticismo nos deja uno de los ejemplos más claros en este trampantojo (fig. 21) cuyo título refleja perfectamente el pensamiento de la época.



Figura 21. Pere Borrell del Caso. *Escapando de la crítica*. 1874.

La técnica de anamorfosis constituye uno de los pilares para que los artistas plásticos del romanticismo expresen sus sentimientos y opiniones. Debemos

recordar que el romanticismo es una etapa tremendamente expresiva, donde la técnica se pone al servicio de los sentimientos para transmitirlos mejor.

Iniciando el siglo XIX resurge el interés por la anamorfosis gracias a la aparición de la obra de J.-B. Lavit, *Traité de Perspective*, en 1804 (fig. 22), donde dedica un capítulo entero a las deformaciones en distintos planos.

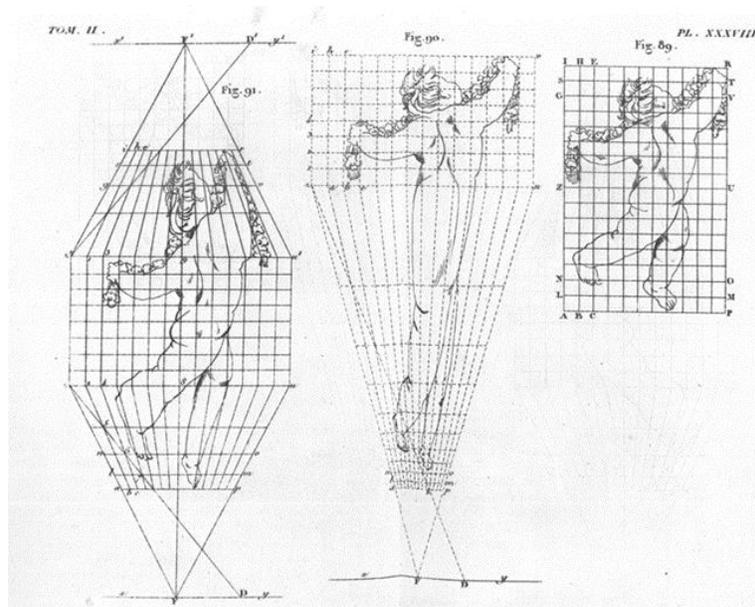


Figura 22. J.-B. Lavit. *Anamorfosis articulado sobre planos distintos*. 1804.

Aparecen durante esta época múltiples ejemplos realizados con técnicas anamórficas en ilustraciones y estampas. El caricaturista francés J.J. Grandville realiza una serie de representaciones anamórficas de enanos y gigantes en 1843 con el nombre *Autre Monde* (fig. 23).

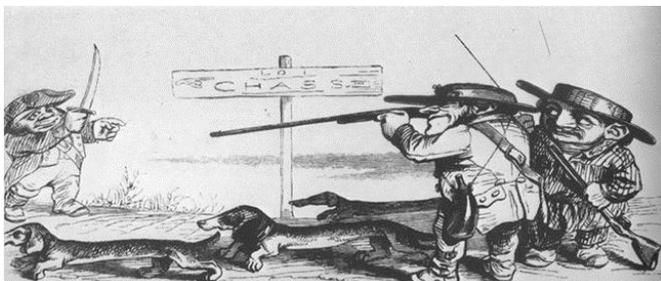


Figura 23. J.J. Grandville. *Autre Monde*. 1843.

A mediados del siglo aparece la serie didáctica sobre anamorfosis óptica de Cornelis Trevel, representando las deformaciones de una cabeza infantil

compuesta por figuras geométricas básicas. Durante este siglo continúa también la producción de imágenes con anamorfosis cilíndrica, las cuales se adaptan al estilo de la época.

Uno de los pintores más célebres en esta época fue el irlandés William Harnett, quien transformó la pintura de bodegones norteamericana del último cuarto del siglo XIX. Para ello empleó una técnica ilusionista que cuidaba hasta el más mínimo detalle y con la que creaba numerosos efectos de trampantojo, la cual lo convirtió en el pintor de naturalezas muertas más famoso de su época. Otros ejemplos de anamorfosis, más enfocados a los *croquis*, son los de William Shires y William Mason¹¹ (fig. 24).

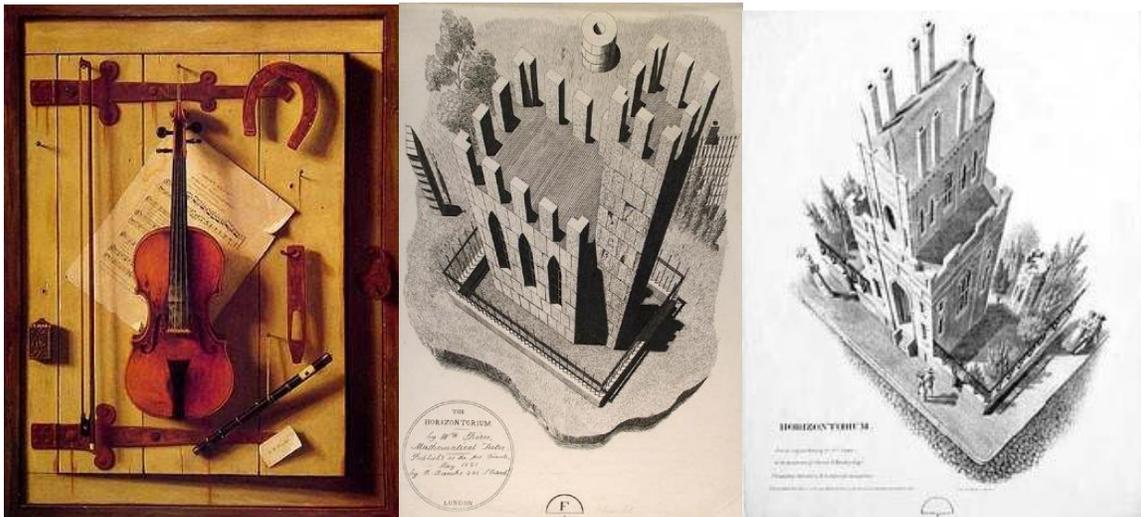


Figura 24. William Harnett. *Still Life. Violin and Music*. 1888 (izquierda); William Shires (centro); William Mason. *Horizontorium* (derecha).

A finales de este siglo se desarrolla la fotografía y ello abre un nuevo mundo de posibilidades. Recurriendo a la capacidad de la fotografía de plasmar imágenes de manera puntual se realizan diversos experimentos de deformación anamórfica. Como ejemplo de esto tenemos el autorretrato de Louis Ducos du Hauron (fig. 25),

¹¹ Shires, William (1821). *The Horizontorium*, publicado por R. Banks, 441 Strand, London (grabado).

Mason, William G. (fl.1832) & Barker, John Jesse (fl.1832). *Horizontorium*, impreso por Childs & Inman, c.1832 (litografía) / Library Company of Philadelphia, PA, USA / Library Company of Philadelphia / The Bridgeman Art Library.

en 1889, quien escribió la obra *Le transformisme en photographie par le pouvoir de deux fentes*.



Figura 25. Louis Ducos du Hauron, *Autorretrato*, 1889.

Durante esta época la anamorfosis se populariza tanto que se utiliza en nuevos juguetes como los espejos mágicos. Éstos son dibujos distorsionados que sólo pueden reconstruirse si se observan desde el espejo, el cual puede tener diferentes formas. Además de los espejos mágicos se pusieron de moda otros juguetes que se basaban en la óptica y en los mecanismos o propiedades de percepción del ojo humano, como el taumátropo y el zoótropo (fig. 26). El *taumátropo* es un juguete óptico que utiliza la teoría de la persistencia retiniana, a través de un círculo de cartón con dos imágenes diferentes que al girar parecen una sola. El "disco mágico" fue creado por Ayrton Paris en 1825. El *zoótropo* es un cilindro con una imagen secuenciada en diferentes posiciones y con hendiduras verticales que al girar permite ver dicha imagen en movimiento. También denominada "rueda de la vida", fue creado en 1834 por William George Horner.

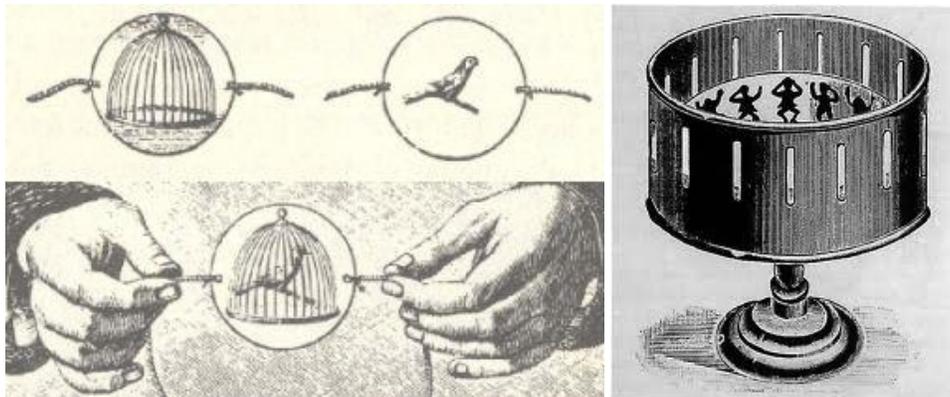


Figura 26. Taumátropo (izquierda), Zoótropo (derecha).

SIGLO XX

Este siglo recoge una infinidad de encuentros en el campo artístico, se da libertad a todo tipo de expresiones y el uso de la anamorfosis artística toma un gran valor.

Pronto, en el siglo XX, la anamorfosis encuentra un nicho que la impulsa en los diferentes medios gráficos con los que la sociedad intercambia información. En particular, la sorpresa en el espectador que causa la anamorfosis es una de las razones de su utilización en el ramo publicitario. Como un ejemplo, tenemos la ilustración en el pase de entrada a una exposición en el centro Georges Pompidou (fig. 27), la cual se basaba en la técnica utilizada por Pietro Accolti en 1625¹².



Figura 27. Anamorfosis publicitaria. *L'oreille oubliée*. 1982.

En el campo de la psicología la anamorfosis introduce un giro por demás interesante que es explotado por algunos artistas. Por ejemplo, el movimiento surrealista recoge los estudios anamórficos usándolos como medio de representación de las imágenes del subconsciente. Salvador Dalí es el creador de un doble juego sin precedentes, la imagen que presenta es ambivalente. La imagen anamórfica que utiliza y la reconstruida son diferentes y, además, ambas tienen significado propio. Usando esto, realiza la litografía *Cabeza de payaso* (fig. 28).



Figura 28. Salvador Dalí. *Cabeza de payaso*.

¹² Accolti, P. (1625). *Lo inganno de gl'occhi, prospettiva pratica*, Florencia.

En cuanto a anamorfosis catrónica, el uso de la informática y la fotografía agilizan el proceso de trazado y la creación. Michel Parré, junto con Manfred Mohr, desarrollan un programa informático con el cual se es capaz de crear anamorfosis a partir de un modelo vectorizado insertado en una cuadrícula. Parré también despliega su actividad artística en la anamorfosis cónica con su obra *El hombre de Leonardo* (fig. 29), además de indagar en la creación de instrumentos perspectivos.



Figura 29. Michel Parré. *El Hombre de Leonardo*, 1980.

Es hasta este siglo cuando la ambición artística empieza a perseguir la ilusión de la tridimensionalidad mediante la anamorfosis. Una de las primeras obras realizadas con este propósito aparece en 1975, debida a Jan Beutner y titulada *The Room* (fig. 30).

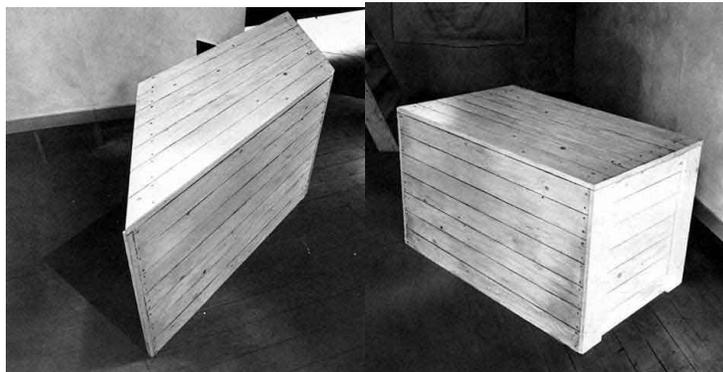


Figura 30. Jan Beutner, *The Room*. 1975.

En 1984, Noël Blotti hace uso por primera vez de la anamorfosis cilíndrica en un anuncio publicitario en la campaña de Peugeot.

En el último cuarto de siglo se desarrolla la obra de Hans Hamngren, quien usa la anamorfosis cilíndrica y piramidal como eje de sus obras artísticas. Laurent Mond fue otro personaje que se dedicó durante este siglo a estudiar el tema de la anamorfosis tridimensional. Junto con sus alumnos creó varios prototipos, como el *Retrato de Pierre de Wissant* de Rodin , en 1983, desestructurado¹³ por Dominique Tordjman (fig. 31).

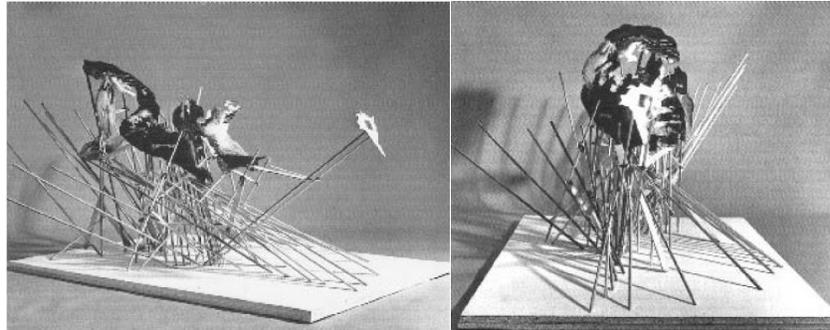


Figura 31. Dominique Tordjman. *Retrato de Pierre de Wissant*. 1983.

Un ejemplo más común es el de István Orosz (fig. 32), pintor, ilustrador, diseñador gráfico y director de animación húngaro que fue muy conocido en esta época por sus trabajos basados en las matemáticas, el uso de ilusiones en sus trabajos y por sus anamorfosis.



Figura 32a. István Orosz. *Mirror Anamorphosis with Column*.

¹³ La desestructuración de un objeto (o imagen) consiste en “deshacer” al objeto en varias partes para después ponerlas en una posición distinta, de tal manera que sólo se pueda “reconstruir” al objeto al observarlo desde un cierto punto de vista.

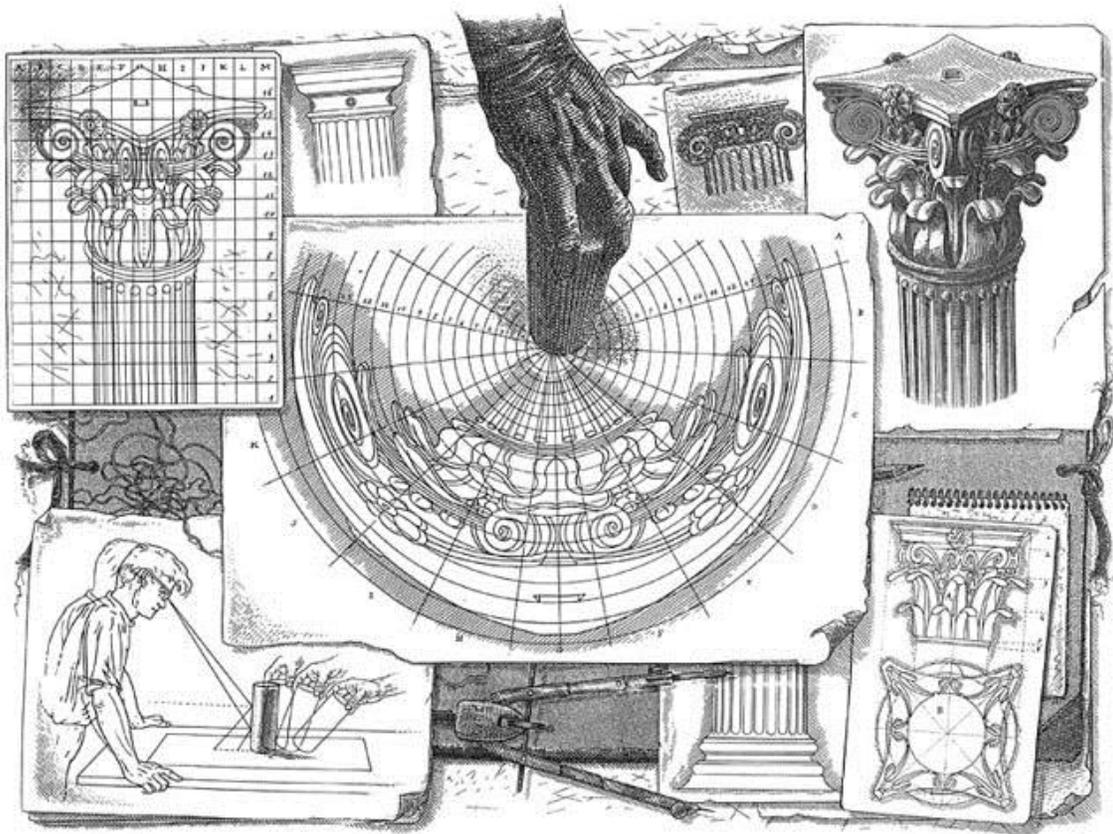


Figura 32b. István Orosz. *Mirror Anamorphosis with Column*.

Uno de los nuevos campos de aplicación de la anamorfosis es el cine. Esta técnica se usó como predecesora de los efectos especiales o como decoración para el filme. Un gran ejemplo de su uso se encuentra en el corto de los hermanos Quay, *De Artificiali Perspectiva* (1991)¹⁴. Otra utilidad de esta técnica es la técnica cinematográfica del CinemaScope. El anamorfismo es utilizado para establecer una relación entre el tamaño de la película original, que es diferente al de la película en CinemaScope. Una lente anamórfica especial comprime la imagen lateralmente en el momento de la grabación y la vuelve a expandir durante la proyección (fig. 33).

También esta técnica tuvo una curiosa aplicación en música, producida por el artista Rodney Graham. La escultura temporal de Rodney Graham basada en uno de los ejercicios para piano escrito por Czerny titulado *La Escuela de Velocidad*,

¹⁴ *De Artificiali Perspectiva or Anamorphosis*.(1991). Puede ser vista en internet, en 2 partes. Parte 1: www.youtube.com/watch?v=5D80A04qm00 Parte 2: www.youtube.com/watch?v=JmV00T22LyY

es una anamorfosis musical (fig. 34). Al igual que una pintura anamórfica es deformada mediante el estiramiento a lo largo del plano de la imagen, la pieza de Czerny es dilatada a lo largo del eje de la duración, que habrá de ser visto por el visitante de la galería como el plano mismo de la experiencia musical. Y al igual que el espectador de una pintura anamórfica, el visitante de la galería entiende la totalidad de la pieza de Czerny como una especie de "mancha" progresiva. Esta anamorfosis se consigue mediante las variaciones y los distintos patrones que el autor le da a los elementos rítmicos



Figura 33. Imagen original y anamórfica en una película de 35mm.

Figura 34. Rodney Graham. *La Escuela de Velocidad*. 1995.

SIGLO XXI

En el siglo XXI, la anamorfosis se adapta perfectamente al arte urbano y los artistas contemporáneos empiezan a realizar sus dibujos en las calles y aceras. Así, los artistas consiguen llamar la atención ante el asombro de los peatones. Lo que hacen estos artistas es dibujar imágenes tridimensionales de manera que el espectador perciba una imagen que parece real cuando en realidad es una pintura. Entre algunos de los artistas que representan esta técnica tenemos a Eduardo Relero, Kurt Wenner, Edgar Müller, Manfred Stader, Leon Keer, Julian Beever y Tracy Lee Stum (fig. 35-36).



Figura 35. Obras de Leon Keer (izquierda) y Manfred Stader (derecha).



Figura 36. Obras de Julian Beaver.

Desde el año 1990 los anunciantes explotan el campo de juego de ciertos deportes como espacio publicitario (fig. 37). El procedimiento apareció en los Estados Unidos en el marco de deportes que utilizaban superficies sintéticas (fútbol americano) o del entarimado (baloncesto). Esta práctica ha sido transpuesta en Europa a deportes que utilizan terrenos cubiertos de césped, en particular al rugby, pero el ángulo de grabación de las cámaras que retransmitían los partidos para la televisión deformaba los logotipos y los ponía de manifiesto muy alargados. La anamorfosis entonces ha sido aplicada sobre las dianas de los

anunciadores para exhibirse en la pantalla de manera conforme a la apariencia del logotipo original.



Figura 37. Publicidad anamórfica.

La señalización vial pintada directamente sobre el suelo ha recurrido también a este procedimiento con el fin de que los usuarios de la carretera tuvieran una vista no deformada de una imagen o de un texto cuando se sitúan en una cierta distancia (fig. 38). En numerosos países, una anamorfosis sirve para indicar una pista para ciclistas, exhibiendo una bicicleta pintada sobre el suelo y que parece estirado en altura cuando se lo mira desde la parte superior.



Figura 38. Señalización anamórfica.

CAPÍTULO 2

Anamorfosis como una forma de perspectiva

INTRODUCCIÓN

En términos generales, un anamorfismo es una imagen que parece distorsionada a menos que sea vista de una manera especial. Ésta puede consistir en utilizar un espejo o simplemente en colocarse en una cierta posición. En ambos casos el anamorfismo tiene siempre un punto de vista fijo. Esto convierte a la anamorfosis en un tipo especial de perspectiva, cuyo efecto anamórfico depende tanto de la elección de las posiciones del punto de vista (ojo) como del plano de la imagen, y el objeto que será puesto en perspectiva.

No podemos hablar de perspectiva sin mencionar las obras de Leon Battista Alberti y de Piero della Francesca, las cuales son dos de las fuentes escritas más antiguas (y las principales para el *Quattrocento*) sobre construcciones en perspectiva. Alberti fue un pensador que se ocupó de los espectros teóricos de varias disciplinas y en particular mostró un gran interés en la pintura, la arquitectura y la escultura. Su obra *De pictura* (1435), contiene la primera definición conocida de una representación perspectiva así como también la primera construcción perspectiva presentada por escrito. Unos cuarenta años después Piero, artista matemático, conecta las dos disciplinas escribiendo su obra *De prospectiva pingendi*, la cual es el primer trabajo dedicado en su totalidad a la perspectiva y donde aparece el primer método escrito para dibujar anamorfismos. Tampoco podemos dejar de lado la importancia de la obra de Jean François Niceron, *La perspective curieuse*, ya que fue el primer tratado que contenía una detallada y sustantiva discusión y elaboración geométrica de anamorfismos.

LEON BATTISTA ALBERTI

Leon Battista Alberti (1404-1472) asistió a una escuela en Padua donde estudió latín y griego para luego continuar su educación en la Universidad de Bologna, en

donde estudió leyes. Fue durante un viaje a Florencia en el que presuntamente conoce a Filippo Brunelleschi (además de a otros artesanos y artistas), lo que inspira en Alberti su gran interés en las artes visuales. Sus muchos campos de atención se reflejan en sus publicaciones, las cuales incluyen una comedia en estilo clásico, libros de filosofía, ética y estética, tratados sobre la aplicación práctica de las matemáticas, así como trabajos sobre pintura y arquitectura.

En *De pictura*, dividida en tres libros, Alberti presenta su opinión de lo que hace a un buen pintor y cómo debe ser educado. Elogia a este tipo de arte diciendo que debería ser considerado con un estatus superior al que entonces se le concedía. Además, frecuentemente se refiere a fuentes clásicas entre las que destaca Plinio. Uno de los objetivos de Alberti para escribir *De pictura* parece haber sido otorgar al arte de pintar una posición académica a la par de aquella atribuida a las artes liberales. Es claro que la obra está escrita para lectores mucho mejor educados en literatura que en matemáticas o filosofía natural.

A lo largo de su obra, Alberti acepta la creencia encontrada en las fuentes antiguas de que para pintar bien un artista debe tener un gran entendimiento de la teoría de la visión. Para él, esto incluía la naturaleza de la luz, sus leyes de propagación y la anatomía del ojo humano. Estos temas formaban parte de la filosofía natural, en particular de la llamada *perspectiva*, y que era el término con el cual el medievo latino traducía lo que los griegos denominaban óptica. Al poder ser tratada matemáticamente también, fue considerada una ciencia mixta que pertenecía a la filosofía y a las matemáticas al mismo tiempo. Las construcciones usadas para dar la sensación de profundidad a los objetos y espacios representados tomaron su nombre de esta ciencia, por lo que para evitar confusiones a esta disciplina se le conoció como *perspectiva communis* mientras que las construcciones y sus justificaciones teóricas integraron lo que vino a ser llamado *perspectiva artificialis* o *perspectiva pingendi*.

De la óptica, Alberti toma la idea de que el ojo puede ser considerado como un punto matemático y que cualquier punto frente al ojo puede ser percibido mediante una línea recta llamada *rayo visual*. También usa el concepto de *pirámide visual*,

la cual consistía en todos los rayos visuales que conectaban a un polígono dado con el ojo, es decir, una pirámide con un polígono de base y el ojo como cúspide. Usando esto, Alberti define la imagen del polígono como la intersección de su pirámide visual y del plano de la pintura. Así mismo, nos dice que no importa si la visión se explica mediante una teoría intromisionista o una extromisionista, ya que la construcción de la pirámide visual será la misma en ambos casos.¹⁵

Dentro de su obra, Alberti incluye dos métodos para la representación de un objeto tridimensional en un plano. En el primer método Alberti representa el plano de la imagen mediante un velo fino dividido en cuadrados por hilos más gruesos (fig. 1). Esto servía como un sistema de coordenadas que determinaba el punto en el que los rayos visuales que conectaban el ojo y el objeto intersecaban al plano de la imagen. Este método requiere que el pintor se posicione enfrente de un objeto real, mientras que el segundo método que propone Alberti puede ser usado para escenas y objetos ficticios que se quieran representar en perspectiva.



Figura 1. Ilustración del velo de Alberti, dibujado por Durero, *Underweysung der Messung*.

Lo que Alberti muestra es cómo trazar en perspectiva un piso horizontal cuadrículado. Para esto, Alberti da por hecho que una transversal debe ser dibujada como una línea paralela a la línea de la base, y que una ortogonal a esta línea debe, al ser representada en perspectiva, trazarse con un cierto ángulo. Éste va a depender de dónde esté situado el observador. Tomando en cuenta lo señalado por Euclides en su texto sobre óptica (Teorema 6), señala que todas las ortogonales en el plano deben converger a un mismo punto, llamado el punto

¹⁵Ver Lindberg (1981), *Theories of Vision from Al-Kindi to Kepler*, pp. 149.

céntrico. Él define a este punto como el lugar donde el rayo céntrico toca al plano de la pintura. A su vez el rayo céntrico es el rayo que une el vértice de la pirámide visual (el ojo) con el centro de la base de dicha pirámide.

La primera etapa para la construcción de Alberti (Fig. 2) consiste en dividir la base de la pintura, usando una unidad de medida llamada *braccio*¹⁶, tantas veces como fuera posible. Después se debe escoger un punto opuesto al ojo, el cual será el punto donde el rayo céntrico tocará a la pintura, y después unir este punto con los puntos que ya se tenían en la base (resultado de haberla dividido en *braccia*). Alberti dice que estas líneas al punto céntrico determinarán el cambio de tamaño en las magnitudes paralelas a la línea de base de la pintura, aunque nunca explica el porqué. De hecho, durante toda la obra Alberti solo da instrucciones para dibujar las construcciones pero no proporciona una explicación matemática u óptica que las justifique.

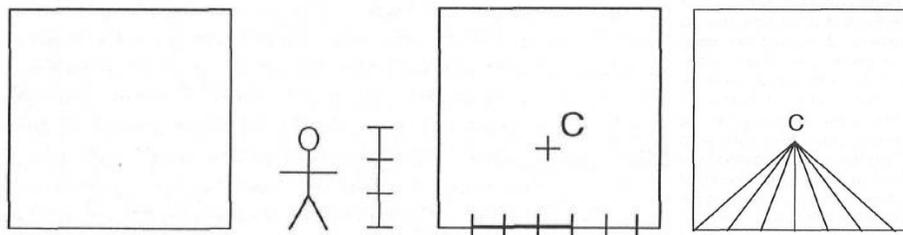


Figura 2. Primeros pasos para la construcción de Alberti.

La siguiente instrucción de Alberti es dibujar una línea sobre la cual va a transferir la escala de *braccia* que se dibujó en la base de la pintura (el paso 1 previo). Así, se dibuja en uno de los extremos de la base una línea perpendicular del mismo tamaño que la altura a la que se encuentra el punto céntrico (ésta es la altura del ojo del observador), y se une la parte superior de la perpendicular a las divisiones en *braccia* (paso 2 en la fig. 3). Después se dibuja otra vertical para representar sobre ella las intersecciones sobre el plano de la pintura de los rayos visuales que unen el ojo con las líneas transversales en el piso cuadrículado (paso 3 en la fig.

¹⁶ Alberti divide la altura de un hombre en tres partes iguales y a la longitud de cada una de estas partes le llama *braccio*.

3). Esto nos da como resultado una representación en perspectiva de un pavimento, es decir, un piso cuadrículado, reticular o “ajedrezado”.

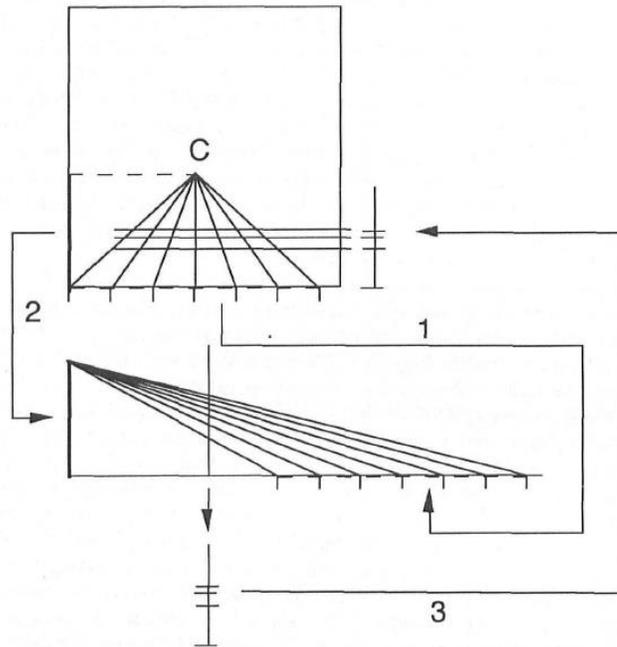


Figura 3. Descripción de la construcción de Alberti.

El primer libro de Alberti termina con la construcción de la cuadrícula horizontal o pavimento. En el segundo libro no continúa de inmediato con el trabajo matemático del primero; en lugar de ello empieza con una discusión en la cual hace valer la importancia de estudiar pintura. Más adelante regresa a su discusión de la “intersección” y de cómo la cuadrícula construida en el primer libro puede ser usada para representar estructuras tridimensionales. Además de esto, es en este libro donde Alberti distingue las partes que constituyen a la pintura (circunscrición, composición y recepción de luz) y las explica en su totalidad. Por último, en su tercer libro retoma el tema con el que empezó el inmediato anterior para continuar con la discusión sobre la importancia de la pintura.

El resultado de la construcción de Alberti fue una cuadrícula en perspectiva que servía como un sistema de coordenadas en la pintura, y que ayudaba a los pintores a organizar sus composiciones. En su obra, Alberti nos da un par de ejemplos en los cuales el uso de esta cuadrícula puede ser útil. El primer ejemplo es el colocar la base rectangular de una pared (fig. 4). También se describe la

forma en que la cuadrícula puede usarse para representar la imagen de un círculo horizontal (fig. 5).

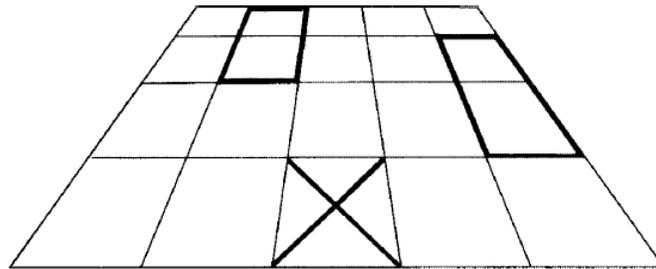


Figura 4. Método de Alberti para dibujar rectángulos en perspectiva. La imagen de la cuadrícula hecha por cuadrados que miden un *braccio* de lado es usado para colocar dos rectángulos para representar uno que mide un *braccio* de ancho por dos *braccia* de largo. En la figura también se muestra cómo las diagonales de un cuadrado se pueden utilizar para encontrar el centro de un cuadrado.

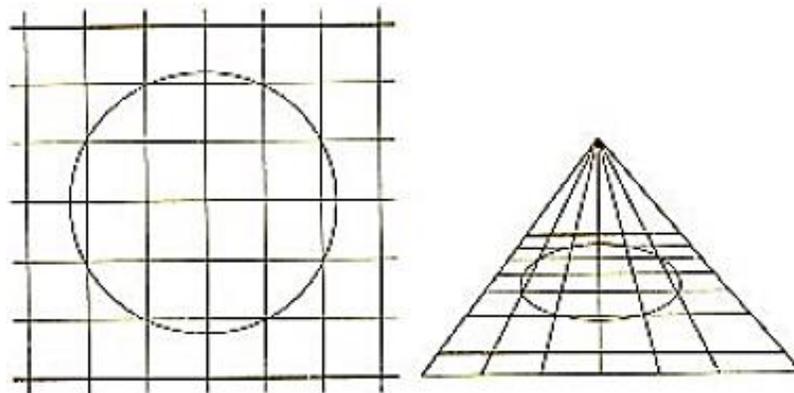


Figura 5. Técnica descrita por Alberti para dibujar la imagen en perspectiva de un círculo. El círculo está inscrito en una cuadrícula, y su imagen es determinada como la curva inscrita en la cuadrícula en perspectiva, que corta a esta cuadrícula en las imágenes de los puntos de intersección del círculo y la cuadrícula original.

Aparentemente, Alberti decide no molestar a sus lectores con argumentos matemáticos que justifiquen su construcción. Y aunque nunca explica el razonamiento detrás de su construcción, sí ofrece un método para “comprobarlo”. Éste consiste en verificar que las imágenes de dos cuadrados con uno y sólo un vértice en común tienen una diagonal que se extiende, sin cambio de dirección de un cuadrado al que le sigue (fig. 6). Esto de alguna manera demuestra que Alberti estaba consciente del hecho de que las imágenes en perspectiva de líneas rectas son, en general, líneas rectas, y de que esto también aplica para líneas cuyas imágenes en realidad no han sido construidas (como las diagonales de los cuadrados).

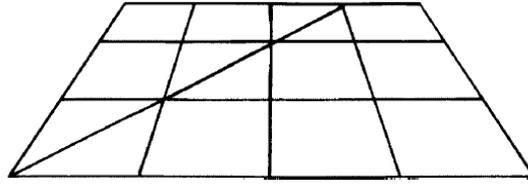


Figura 6. Método de comprobación de la construcción de Alberti.

Alberti también introduce un método fácil para determinar las alturas en perspectiva de una figura dada. Cuando la figura puede medirse a partir de un punto A (ver fig. 7) y posee una altura dada de n braccia, entonces la distancia AX de A al horizonte (la altura del punto céntrico) representa la altura del ojo sobre el nivel de la base, puesto a 3 braccia, y por tanto AB representa n braccia si se construye tal que $AB : AX = n : 3$. Alberti menciona que esta construcción está basada en la suposición de que cuando dos alturas tienen una proporción dada, sus imágenes tienen la misma proporción.

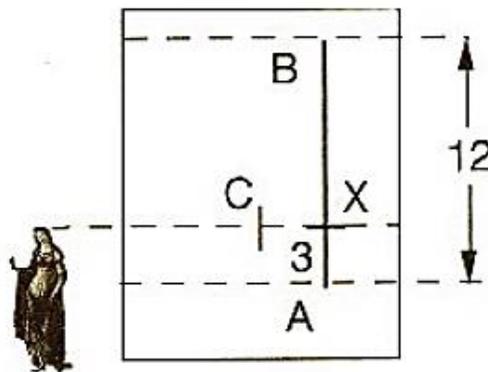


Figura 7. Trazo de alturas en perspectiva usando el método de Alberti. En este caso, tomamos $n = 12$.

La construcción de Alberti, o sus variaciones, permanecieron así conocidas por más de un siglo en los tratados de perspectiva. Los trabajos posteriores sobre perspectiva la mayoría de las veces dejan de mencionar a Alberti, por lo que se deduce que *De pictura* no era leído por artistas ni por matemáticos que escribían sobre perspectiva. Podría decirse que desde que Guidobaldo del Monte escribiera su *Perpectivae libri sex*, más dirigido a matemáticos que a artistas, Alberti había dejado de ser un referente para artistas –menos interesados en cuestiones teórico-humanistas– y para matemáticos, que no encontraban su tratado muy elemental.

En cuanto a la práctica real de la construcción matemática, al parecer ningún artista encontraría a *De pictura* útil, ya que Alberti es muy breve y bastante vago en ciertas partes, pero principalmente porque los procedimientos prácticos eran aprendidos en el taller, en donde los aprendices seguían las instrucciones de su maestro y eso les bastaba.

PIERO DELLA FRANCESCA

No se tiene información biográfica completa de la vida de Piero della Francesca. Sabemos que nació en Borgo San Sepolcro, pero no cuándo; ni tampoco sabemos nada de su educación. Murió en 1492, y ya que muere con una evidente edad avanzada, se cree que nació en la segunda década del siglo XV. En 1439 estuvo en Florencia trabajando con el pintor Domenico Veneziano (†1461) y, al igual que Alberti, pero por razones diferentes, Piero también deja Florencia rápidamente.

Escribió tres libros: su tratado de perspectiva, *De prospectiva pingendi*, y dos volúmenes de matemáticas tradicionales, *Trattato d'abaco* (Tratado de ábaco) y *Libellus de quinque corporibus regularibus* (Un pequeño libro acerca de los cinco poliedros regulares).

De sus tres libros, el *Trattato d'abaco* es supuestamente el primero que escribió. Pertenece a la tradición del *abbaco*¹⁷. Estos libros trabajaban primordialmente con aritmética, aunque también podían incluir algunos rudimentos de álgebra y de geometría práctica. También trató con métodos geométricos más avanzados vinculados con los poliedros regulares y algunos semi-regulares. Piero retoma estos sólidos en el *Libellus*, el último de sus libros.

¹⁷ Los problemas matemáticos encontrados en los textos usados en las escuelas de Ábaco estaban dirigidos a los futuros mercaderes y banqueros, y lo que pretendían era enseñar lo que se conocía como 'aritmética comercial'. Estos libros proporcionan una serie de ejemplos resueltos, referentes a asuntos como la compra de productos, el costo de su transporte y el precio al que hay que venderlo para tener una determinada ganancia. Se buscaba que el lector intentara resolver los problemas propuestos y que posteriormente cotejara su respuesta y método de resolución con la respuesta correcta que ofrecía el texto.

El tratado de perspectiva de Piero, *De prospectiva pingendi*, es el primero de su tipo. Por su enfoque el libro tiende a volverse tedioso, aunque el texto es muy útil ya que guía al lector durante toda la construcción de una figura en perspectiva, contrario a lo que hacían muchos otros tratados. Además, Piero no sólo quería explicar el cómo de las construcciones, sino también el porqué. Es decir, pretendía proveer una fundación científica para su materia. Esto era una novedad y una tarea muy demandante. Esta obra es llamada *prospectiva pingendi* (“haciendo perspectiva”) para enfatizar que se está interesado no sólo en óptica ordinaria, sino en el tipo especial usada por los pintores.

Por el carácter práctico del texto, el lector es llamado ‘tu’ y se dirige a él de forma imperativa. Las instrucciones continúan casi exclusivamente a través de varias series de ejemplos. Su gran repetitividad contrasta con la limpieza y el atractivo visual de las ilustraciones que aparecen al final de cada proposición. De hecho, casi todas las proposiciones pueden ser leídas como una receta paso a paso para que el lector haga una copia del diagrama dado al final del ejemplo. Este estilo refleja el del taller de los artistas, donde los aprendices aprendían a dibujar al copiar series de dibujos hechos por su maestro.

Piero divide este tratado en tres libros. El primer libro empieza con algunos preliminares ópticos y matemáticos antes de presentar una serie de problemas sobre el trazo de figuras planas. El segundo libro usa algunas de estas figuras como bases planas y entonces se ocupa de los prismas. El tercer libro trata con figuras más complicadas, por lo cual usa un método diferente que el usado en los libros previos.

El texto principal del primer libro inicia con perspectiva euclidiana, esto es, con una especie de óptica natural, en tanto que hace una serie de supuestos sobre el comportamiento de los rayos visuales –que bien podrían ser rayos lumínicos¹⁸– siendo la primera proposición que toda cantidad se presenta al ojo como

¹⁸ En filosofía natural se hacía una distinción teórica entre estos dos tipos de rayos: los visuales se suponía que eran emanaciones que de manea rectilínea surgían del ojo, mientras que los lumínicos eran los rayos de luz que siguiendo una línea recta emergían del objeto luminoso.

subtendiendo un ángulo. Aunque Piero inmediatamente dice que obviamente esto es verdad, a esto le sigue una discusión y un diagrama apropiado. Las siguientes seis proposiciones pertenecen a la óptica Euclidiana estándar y Piero se refiere a los *Elementos* y a la *Óptica* de Euclides.¹⁹

El primer teorema original de Piero aparece como la Proposición 8 (fig. 8): “Si por encima de una línea recta dividida en varias partes se traza una línea dibujada paralela a ella, y de los puntos que dividen la primera línea son dibujadas líneas que terminan en un punto más allá [i.e que concurren], entonces dividirán la línea paralela en la misma proporción que la línea dada.”²⁰

La demostración de Piero se basa en triángulos similares. Después de describir cómo realizar el diagrama Piero explica lo que significa que la línea paralela HI sea dividida en la misma proporción que BC: “Digo que es dividida en la misma proporción que la línea dada .BC. ya que .BD. es a .DE. como .HK. es a .KL., y .EF. a .FG. es como .LM. a .MN., y .FG. a .GC. es como .MN. a .NI., ...”. Después de esto presenta la demostración: “..., y el triángulo .ABD. es similar al triángulo .AHK., como .ADE. es al triángulo .AKL., y .AEF. es similar al triángulo .ALM., tal que son proporcionales y la proporción que se obtiene entre .AB. y .BC. es la misma que de .AH. a .HI., los lados más largos siendo proporcionales, los lados más chicos son proporcionales y los ángulos del triángulo .ABD. son similares a [i.e. los mismos que] los ángulos del triángulo .AHK., así que [los triángulos] son proporcionales, como es mostrado en Euclides [*Elementos*] Libro 6, Proposición 21; y similarmente para los otros [i.e. otros triángulos], que es lo propuesto”²¹.

¹⁹ Euclid. *Euclid's Elements – All thirteen books in one volume*, Based on Heath's translation, Green Lion Press, 2002.

Euclid. *The Optics of Euclid*. Translated by H. E. Burton, Journal of the Optical Society of America, Vol. 35, No. 5, Dartmouth College, 1945.

²⁰ Piero della Francesca, *De prospectiva pingendi*, libro 1, proposición 8. Traducción al inglés por J.V. Field. Tomada de *The invention of infinity*, p.85.

²¹ Ibid, p.85.

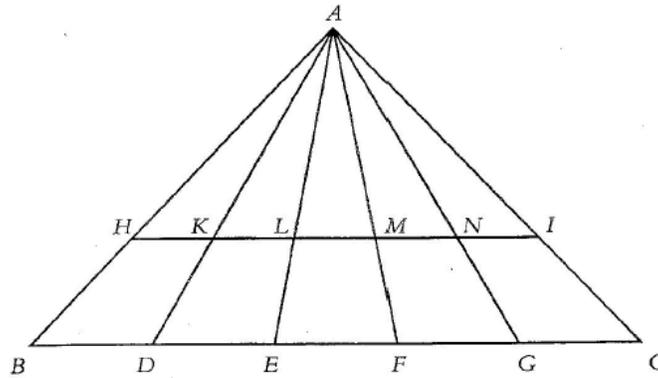


Figura 8. Copia de la figura de Piero della Francesca, *De prospectiva pingendi*, Libro 1, Proposición 8.

Probablemente la gran mayoría de los pintores aprendices no estaban familiarizados con el Libro 6 de los *Elementos*, por lo que tendrían que haber confiado en lo que Piero escribe. La prueba que ofrece Piero también es válida en sentido inverso, esto es, el inverso del teorema también es verdadero. A esto le siguen otros tres teoremas acerca de proporciones. Todas las demostraciones de estos teoremas aparecen bajo el mismo estilo que la presentación anterior. La siguiente sección es la primera en la que se ocupa de la perspectiva artificial.

El primer teorema de Piero sobre perspectiva aparece como la Proposición 12 del Libro 1. En ella se muestra la forma de ‘degradar’²² una superficie dada (fig. 9). El punto A es la posición del ojo, BC la superficie dada, B el *termine posto*, es decir, el punto en el que el plano de la pintura interseca la línea DC. Piero afirma, y prueba, que BE es la magnitud degradada requerida, ya que ésta subtende desde A un ángulo igual al subtendido por la superficie dada, BC.

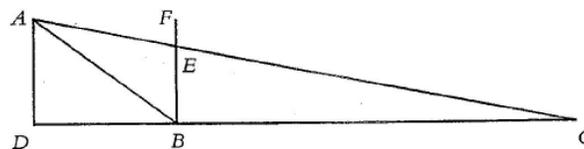


Figura 9. Copia de la figura de Piero della Francesca, *De prospectiva pingendi*, Libro 1, Proposición 12.

En su siguiente proposición (Libro 1, Proposición 13), Piero nos describe el método para ‘degradar’, o poner en perspectiva, una superficie cuadrada. Esta vez las instrucciones de trazado dominan el procedimiento y da como resultado un

²² Piero utiliza el término que literalmente se traduce como “degradar” por referirse a la manera como se reduce el tamaño aparente de un objeto conforme se aleja del observador.

diagrama en el cual Piero, por razones que se entenderán más adelante, maneja dos puntos A, dos puntos D y dos puntos E. Las primeras instrucciones de la proposición (fig. 10) establecen que AD y BF son perpendiculares a la línea DBC. Las siguientes instrucciones hacen a BCGF un cuadrado, AI el bisector perpendicular de BC y las líneas AA y EDEK paralelas a DC. Algunos puntos en esta construcción no desempeñan un papel en la prueba de Piero, por lo que es mejor trabajar con una versión simplificada. Ésta tiene un gran parecido a una construcción albertiana (fig. 11), aunque Piero sólo nos da una transversal, la línea DE.

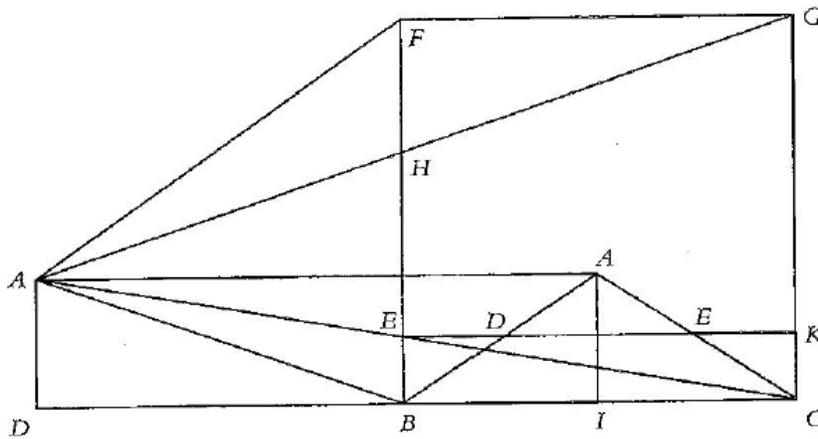


Figura 10. Diagrama de la figura de Piero della Francesca, *De prospectiva pingendi*, Libro 1, Proposición 13.

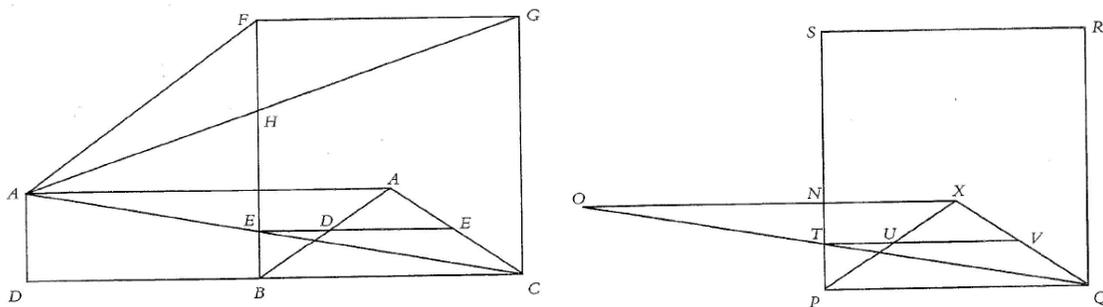


Figura 11. Comparación de la construcción simplificada de Piero (izquierda) y la de Alberti (derecha).

Como se podrá apreciar, el diagrama de Piero es una joya interpretativa, un virtuosismo de la economía de trazos, aunque ello se logre a costa de un esfuerzo intelectual por parte del lector. En este caso, según la etapa del proceso de construcción o argumentación geométrica, el cuadrado BCGF puede ser considerado como la figura que va a ser degradada, y en otro momento FB

representa el corte, visto de perfil, del plano donde se representará el cuadrado horizontal del cual solo vemos el lado BC. A siendo el ojo, es la fuente de los rayos visuales que dirigidos hacia G y C, marcan sobre FB los extremos de la imagen producida por GC; en este caso aparece mostrada verticalmente.

En la primera parte del diagrama (fig. 12), BCGF es el área cuadrada que quiere ser representada de forma degradada, y A es el ojo. Así, si el plano de la pintura está representado por BF entonces la parte trasera del cuadrado GC se verá como HE, ya que estas longitudes subtenden el mismo ángulo en A. Él asume que sabemos que el resultado se mantiene si A no está en el plano base BCGF, sino encima de él, para la tridimensionalidad, de la cual no da un diagrama (fig. 13). También supone que si A está en el mismo plano que BCFG hay una especie de “transparencia” que permite ver “a través” de la cara, cuya base es FB, el lado GC.

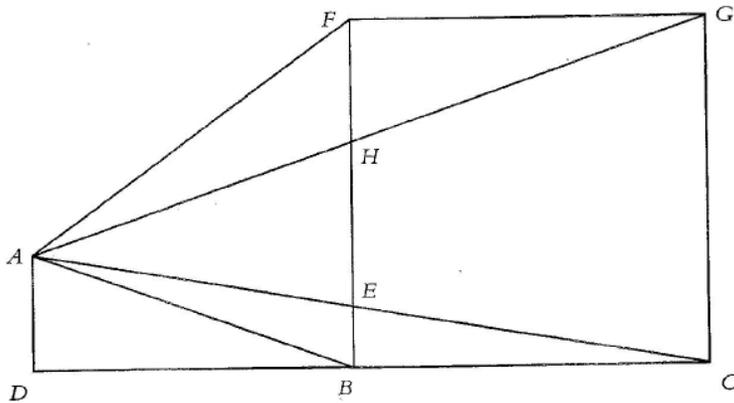


Figura 12. La primera parte del diagrama de Piero della Francesca, *De prospectiva pingendi*, Libro 1, Proposición 13.

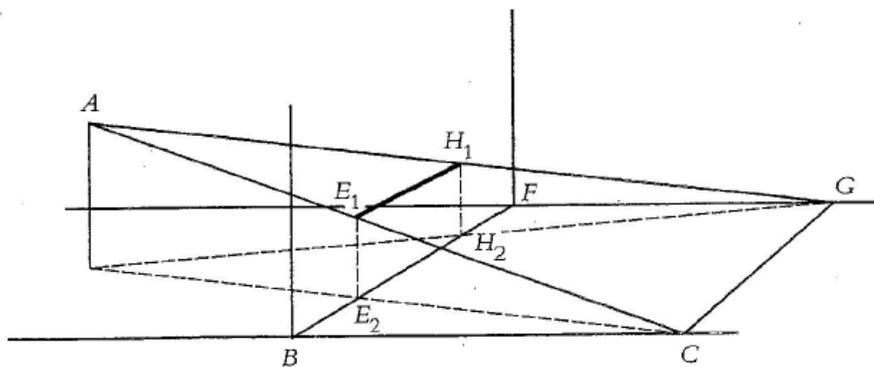


Figura 13. Diagrama tridimensional, *De prospectiva pingendi*, Libro 1, Proposición 13.

Como se mostró que EH tiene la longitud apropiada para la representación del lado más lejano del cuadrado, lo que Piero necesita mostrar es que el segmento DE que forma el lado superior del trapecio en el triángulo isósceles ABC es igual a EH (Ver fig. 10). Esto lo hace usando triángulos similares. El par de triángulos similares AAC, EEC es usado como vínculo entre las parejas AGC, AHE y ABC, ADE. El doble uso de letras que utiliza aquí Piero hace algo de lo que dice ambiguo, pero logra que la demostración sea más corta.

Ya que sabemos que la parte superior del trapecio (fig. 10) tiene la longitud correcta para representar el lado trasero del cuadrado, la simetría nos asegura que los otros dos lados son mostrados por los segmentos apropiados de las líneas que unen a A con B y C, refiriéndose con ello a DB y EC. Claramente este punto A corresponde al punto céntrico X de Alberti, aunque Piero no lo llama de esta manera.

En las siguientes dos proposiciones Piero nos explica la forma de volver un cuadrado en un *pavimento* (cuadrícula).

En el Libro 1, Proposición 14 (fig. 14), Piero introduce a las ortogonales como líneas que dividen al cuadrado en partes iguales. Empezamos con el cuadrado degradado, rotulado como en la proposición anterior, con A representando al ojo. Piero nos dice que empezemos dividiendo a BC en tantas partes como se quiera, en F, G, H, I equitativamente. Luego se deben unir los puntos F, G, H e I con el punto A, cuyas líneas dividirán a DE en los puntos K, L, M, y N respectivamente. Entonces nos dice que DE está dividido en la misma proporción que en la que BC está dividido. Para esto, Piero repite la explicación de la división proporcional que encontramos en sus preliminares matemáticos (ver proposición 8). En esta construcción estamos trabajando enteramente en el plano de la pintura, y la construcción se puede llevar a cabo en la pintura. El hecho de que Piero se haya tomado la molestia de probar este teorema trivial nos sugiere que tal vez haya reconocido la importancia de su inverso, esto es, que todas las ortogonales convergen en A.

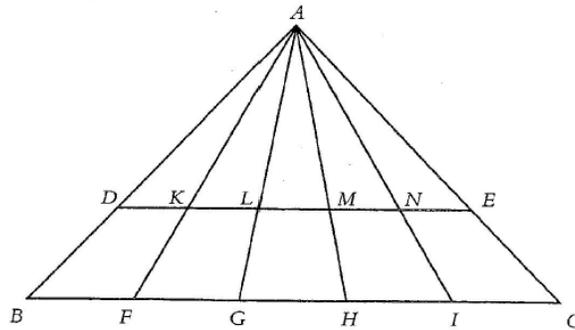


Figura 14. Copia de la figura de Piero della Francesca, *De prospectiva pingendi*, Libro 1, Proposición 14.

La siguiente proposición, Libro 1, Proposición 15, completa el *pavimento* al poner las transversales. Piero empieza, como suele hacerlo, con una larga serie de instrucciones que llevan a trazar la diagonal BE, y por los puntos en los que ésta corta a las ortogonales dibujar líneas paralelas a BC. Como demostración de que esta construcción corresponde al pavimento degradado, Piero nos instruye a trazar el cuadrado en su forma original debajo del degradado, y llevar a cabo el proceso análogo en este nuevo cuadrado (fig. 15). En este caso, el uso de dobles letras es más razonable ya que al unir las dos partes del diagrama Piero ha producido un tipo de imagen espejo en el que las letras duplicadas muestran las correspondencias entre los trazos en el cuadrado original y el degradado.

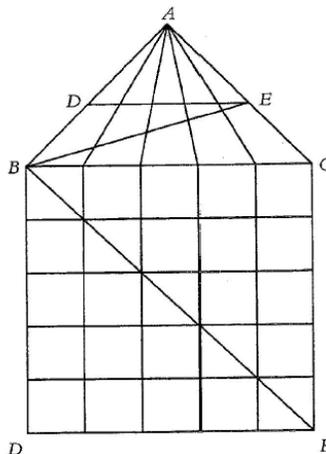


Figura 15. Copia de la figura de Piero della Francesca, *De prospectiva pingendi*, Libro 1, Proposición 15.

Si comparamos el método de Piero de construir el *pavimento* con el método de Alberti y el método de punto distancia, vemos que no es exactamente el mismo de cualquiera de los dos. Piero requiere que la distancia entre el ojo y la imagen sea representada por una longitud medida más allá del borde del campo de la imagen,

al igual que con Alberti. Sin embargo, este punto es usado una sola vez para construir la transversal más lejana. Después de eso, Piero usa la diagonal (la cual Alberti propone como una verificación de que las transversales hayan sido trazadas correctamente, a las distancias que producen la ilusión de estar mirando sobre el plano pictórico la misma imagen que produce un pavimento horizontal) para construir las transversales restantes en su diagrama. Por consecuencia, después de que la transversal inicial se ha construido, dando la forma degradada del cuadrado, lo restante de la construcción puede llevarse a cabo dentro del campo de la pintura.

Después del *pavimento* básico, Piero sigue adelante para trabajar con figuras producidas al realizar varias formas de divisiones desiguales a lo largo de BC, y después considerando polígonos dentro del cuadrado. En cada caso, la forma original de la figura es mostrada debajo de la degradada (fig. 16).

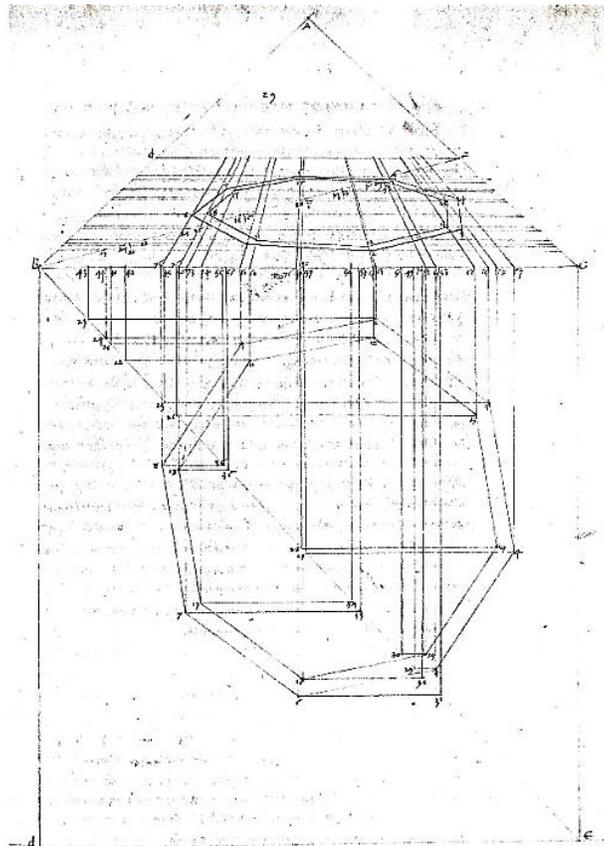


Figura 16. Diagrama de Piero della Francesca, *De prospectiva pingendi*, Libro 1, Proposición 29, dibujando un octágono en perspectiva.

La última proposición del primer libro de Piero, la Proposición 30, no es un problema de cómo realizar un trazo sino un teorema. Éste nos dice: “Para remover el error cometido por aquellos no muy experimentados en esta ciencia (*scientia*), quienes dicen que comúnmente cuando dividen la superficie degradada en unidades (*bracci*), la escorzada aparece más larga que la que no ha sido escorzada; y esto pasa al no comprender la distancia que debe existir del ojo al límite (*termine*) donde las cosas son puestas [i.e. el plano de la pintura], ni qué tanto puede el ojo ampliar el ángulo de sus rayos; así que ellos [los inexpertos] sospechan que la perspectiva no es una ciencia verdadera (*vera scientia*), juzgando falsamente por su ignorancia.”²³

Aquí, Piero nos dice que este efecto de que algo aparezca más largo es debido a que el ángulo de visión es elegido para ser subtendido por los rayos visuales que emanan del ojo, y que estos ‘rayos’ (los rayos que el ojo emite para poder ver) no pueden alcanzar más de un cierto ángulo. Este ángulo subtendido por la pintura se vuelve más grande cuando la distancia de visión se vuelve pequeña. Esta referencia al funcionamiento actual del ojo es un recordatorio de que para Piero su perspectiva para la pintura también incluía toda la ciencia de la visión, sin olvidar el factor humano. De hecho, para poder ver el punto de la demostración de Piero, se necesita saber que el ángulo máximo que se pensaba que el ojo podía adoptar con sus rayos era un ángulo recto. La perspectiva, en ese tiempo, nos daba la geometría de un solo vistazo.

Ahora sabemos que el ojo no se queda inmóvil mientras vemos una pintura, y que la amplitud del campo de visión es considerablemente mayor que un ángulo recto. Piero, sin embargo, es totalmente convencional en aceptar que la perspectiva se ocupa de un simple vistazo y que el campo de visión del ojo es de un ángulo recto. Además, en ese tiempo era universalmente aceptado que era suficiente el considerar un solo ojo. Se creía que los dos ojos actuaban como uno solo combinando su información antes de que llegara a la mente. Piero se propone

²³ Piero della Francesca, *De prospectiva pingendi*, libro 1, proposición 30. Traducción al inglés por J.V. Field encontrada en *The invention of infinity*, p. 93.

demostrar que si la distancia de visión es escogida de tal forma que la pintura subtienda un ángulo recto (o menos) en el ojo, entonces un segmento de línea ortogonal escorzada no puede aparecer más larga en la pintura de lo que es en realidad.

Para esto, Piero empieza con sus muy detalladas instrucciones usuales para trazar el diagrama (fig. 17), en el cual A representa al ojo. El cuadrado BKL21 (fig. 18), ha sido construido de manera que tiene el mismo tamaño que todos los demás cuadrados, y AK ha sido dibujada para cortar F21 en M. la posición del plano de la pintura está dado por la línea FG, pero la pintura ahora es imaginada como extendida para poder incluir a L. La demostración de Piero es bastante corta, apenas dice que, visto desde A, el punto K será visto en M, así que la longitud KL será representada en el plano de la pintura por LM, el cual es más largo que L21, por lo que la longitud escorzada ha salido más larga, pero en realidad el ojo en A no puede ver a K ya que el límite de su visión está definido por la diagonal AB, por lo que todo está bien. Sin embargo, lo que Piero prueba, aunque verdadero, no es lo que en realidad necesita demostrar. Él demuestra que si K está más allá de la diagonal AFB entonces la longitud del segmento de la ortogonal a través de K cortado por la primera transversal parecerá mayor que KB. Lo que se necesitaba probar era que esto pasa sólo si K está más allá de la diagonal. Desafortunadamente esto no es cierto, al menos no lo es a menos de que el ojo sea realmente imaginado como estando en el plano base de la pintura.

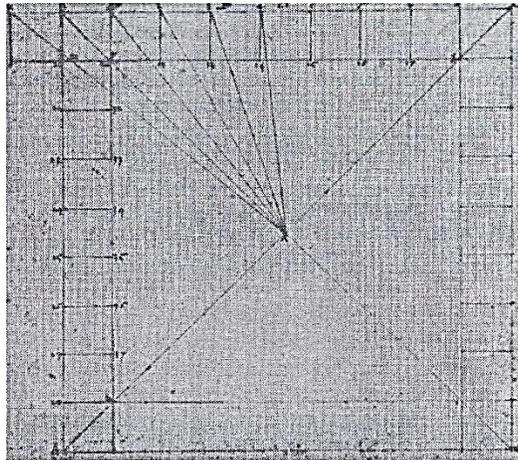


Figura 17. Diagrama de Piero della Francesca, *De prospectiva pingendi*, Libro 1, Proposición 30.

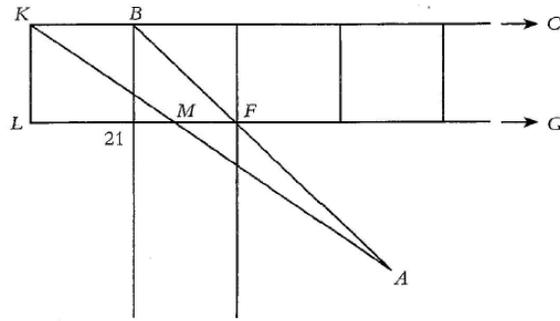


Figura 18. Copia de la parte superior izquierda del diagrama de Piero della Francesca, *De prospectiva pingendi*, Libro 1, Proposición 30.

El segundo libro del tratado de perspectiva de Piero esencialmente trabaja con prismas y sus combinaciones, aunque algunas de estas formas son elaboradas en formas útiles para la práctica de la pintura.

El primer cuerpo considerado es un cubo con un lado paralelo a la línea de base de la pintura. Después le sigue un cubo en una posición más general, sin ninguno de sus lados paralelo a la línea base. Los polígonos con más lados son usados como planos base incluyendo uno de tantos lados (dieciséis) que es una forma apropiada para una columna. A éste le siguen tres prismas hexagonales superpuestos para hacer un pozo rodeado de escalones, además de un cubo convertido en una casa (fig. 19).

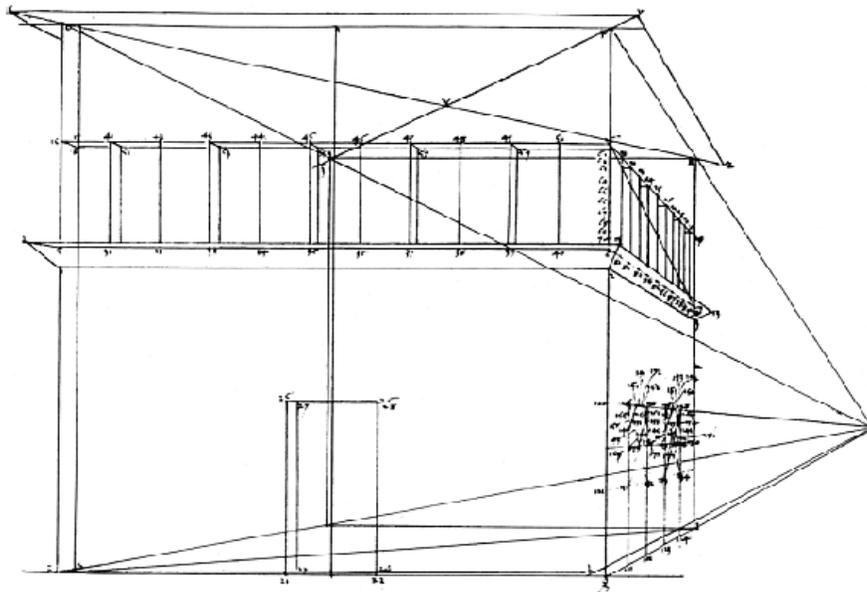


Figura 19. Diagrama de Piero della Francesca, *De prospectiva pingendi*, Libro 2, Proposición 9.

Las instrucciones de dibujo para estas proposiciones son muy detalladas y hay instrucciones para todas y cada una de las líneas, convirtiendo al procedimiento en algo monótono y repetitivo. Para estas construcciones Piero introduce un método para escorzar un segmento vertical (fig. 20). En la figura el punto P es el punto céntrico, lo que hoy se llama punto de fuga; GR es la línea de base, y E es una imagen dada de un punto en el plano de la base. Se requiere poner en E, la imagen de un segmento vertical de una longitud dada (digamos I). En el punto B arbitrario, en la línea de base, Piero marcó el segmento de recta $BC = I$ perpendicular a GR y conecta los puntos B y C con P. Sus siguientes pasos fueron trazar la línea a través de E paralela a GR, encontrar el punto de intersección F de esta línea y BP, dibujar la línea vertical FH que encuentra a PC en H, y finalmente dibujar HI paralelo a GR, encontrando la perpendicular a GR a través de E en el punto I; EI, entonces, es el segmento de línea deseada. Esta construcción se basa en la observación de que en cualquier posición, un segmento de línea vertical entre PB y PC representa la altura I.

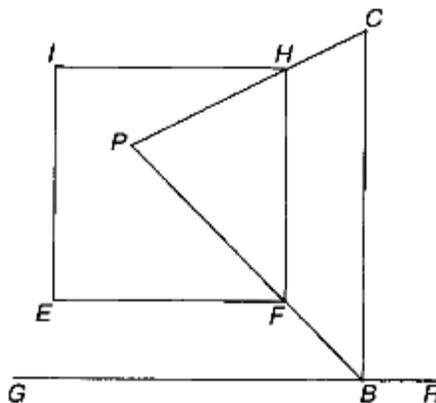


Figura 20. Procedimiento de Piero para escorzar un segmento vertical.

El segundo libro termina con una discusión acerca de la relación entre ángulos visuales y la representación en perspectiva. Aquí Piero se enfoca en una fila de columnas que cruzan a lo largo del plano de la pintura (fig. 21) y en si las columnas en los extremos aparecen más anchas de lo que son en realidad. Piero concluye que éstas no aparecen muy anchas.

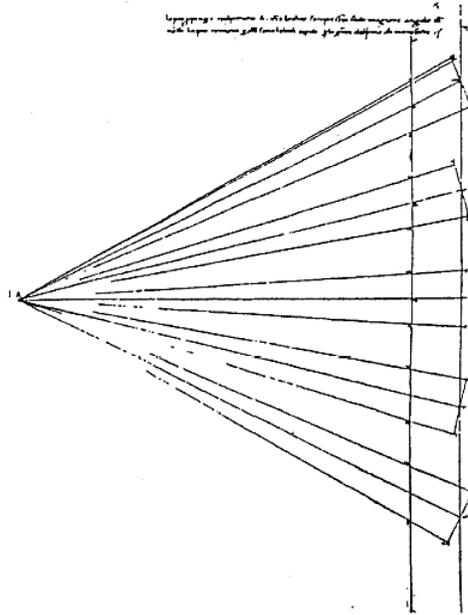


Figura 21. Diagrama de Piero della Francesca, *De prospectiva pingendi*, Libro 2, Proposición 12, mostrando una fila de columnas.

Piero describe al tercer libro de su tratado como un instructivo para tratar con cuerpos cuyas complicadas formas los hacen ‘más difíciles’. Estos cuerpos incluyen las bases moldeadas de las columnas, sus capiteles decorativos y cabezas humanas. Ya que estas figuras son más difíciles Piero incluye un método diferente para ellas. Este método consiste básicamente en el seguimiento de rayos, cuya aplicación es bastante más laboriosa que la del método usado en el segundo libro.

La primera proposición de este tercer libro es dibujar un cuadrado en perspectiva, pero utilizando el nuevo método (fig. 22). El primer paso es dibujar un diagrama del cuadrado en su forma original, BCDE, y entonces escoger un punto A, el ojo, poniéndolo en la distancia de visión requerida. Es en este punto donde Piero introduce el uso de clavos, diciéndonos que es en el punto A donde pondremos un clavo fijo y nos ayudaremos con hilos finos para realizar la construcción. En la figura, el primer diagrama es una vista de lado (con el cuadrado mostrado también para dar claridad), el segundo diagrama, más abajo, es una vista por encima del cuadrado, donde la línea vertical que aparece en ambos representa al plano de la pintura. El tercer diagrama es una vista de frente, es decir, del plano de la pintura.

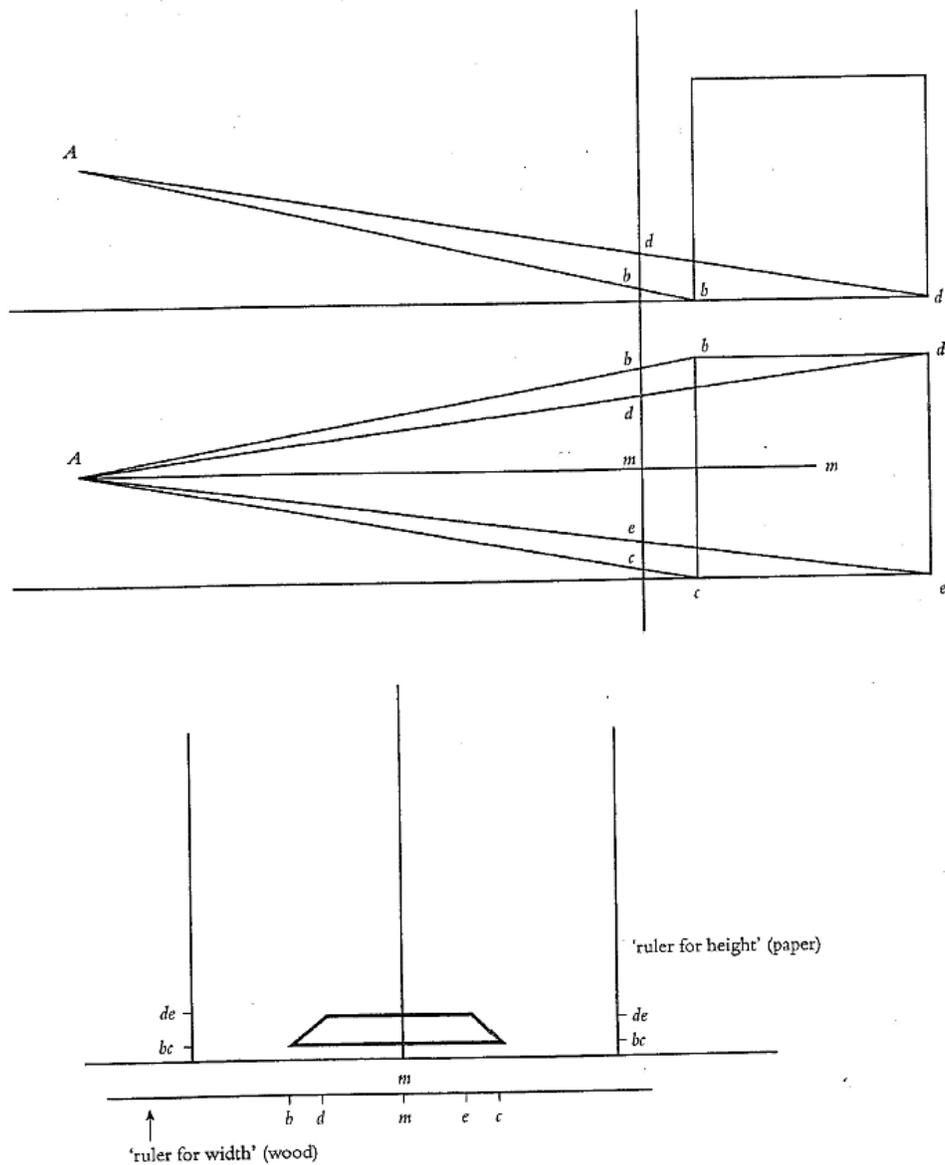


Figura 22. Copia del diagrama de Piero della Francesca, *De prospectiva pingendi*, Libro 3, Proposición 1, donde se muestra el segundo método de Piero para dibujar un cuadrado en perspectiva.

También incluye en los diagramas al punto en el plano de la pintura directamente opuesto al punto en la base, verticalmente debajo del ojo, y lo llama *m*; la línea que representa al plano de la pintura solo es usada como medio para posicionar lo que Piero llama 'reglas' (*righe*). Estas eran tiras de papel o madera delgada que eran usadas para registrar las posiciones en las que el hilo atado al clavo o aguja en *A* (y posicionado para pasar por los puntos *b*, *c*, *d*, *e* ó *m*) corta la línea que representa al plano de la pintura. Vemos entonces que estas reglas nos sirven

para darnos las medidas que definirán las posiciones de los puntos b, c, d, e en el dibujo final. El punto M se usa para alinear las cosas correctamente. Piero, como de costumbre, describe detalladamente este proceso.

Después de terminar con el cuadrado, Piero sigue el mismo procedimiento con un octágono, y luego con cuatro círculos concéntricos (convirtiendo cada círculo en un dodecágono). Después comienza con los cuerpos sólidos. Estos incluyen un cubo en orientación general, una columna con molduras y un capitel de columna. Luego siguen las cabezas humanas –iconos de las representaciones en perspectiva de Piero della Francesca– para las cuales utiliza el método anterior en varias secciones de la cabeza (fig. 23).

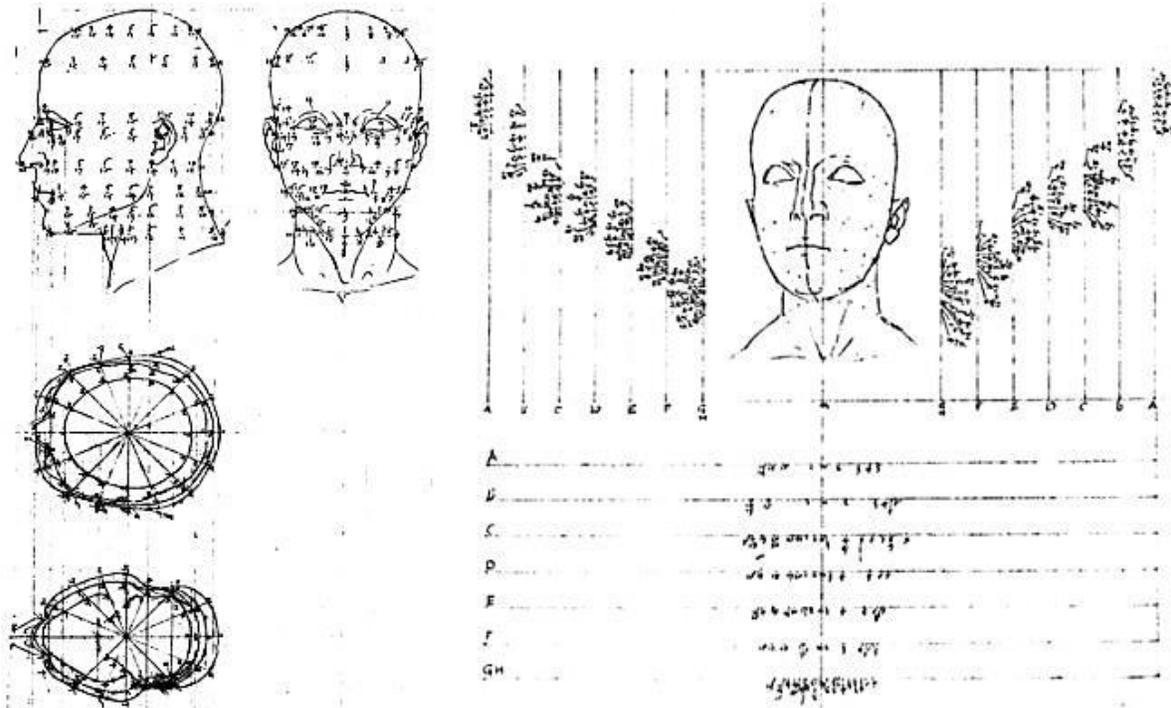


Figura 23. Diagrama de Piero della Francesca, *De prospectiva pingendi*, Libro 3, Proposición 8.

En los últimos tres ejemplos del tratado, Piero nos presenta una técnica para construir figuras anamórficas. En lugar de emplear una cuadrícula, Piero construye la imagen ‘distorsionada’ de un objeto directamente. Su técnica era similar a la usada en los ejemplos anteriores. Sus ejemplos anamórficos difieren de los de perspectiva previos al tomar las posiciones del objeto y del plano de la pintura intercambiadas, además de colocar al plano de la pintura en posición horizontal.

En el primer ejemplo, el plano de la pintura es la superficie de una mesa. Piero quería pintar en ella la imagen de una copa que, vista desde cierto punto, hiciera creer al observador que la copa en verdad está puesta en la mesa. Para esto, utiliza una copa con simetría rotacional, con lo que todas sus secciones horizontales serían círculos (fig. 24 y 25). Piero asume que uno sabe que los círculos paralelos al plano de la pintura (la mesa) son representados por círculos, y usando una sección vertical de la copa determina las imágenes de un adecuado número de círculos horizontales (fig. 26).

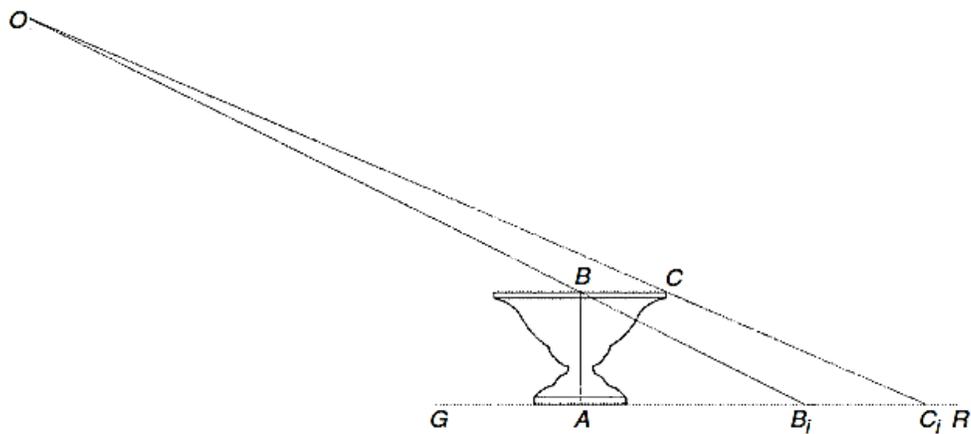


Figura 24. Sección vertical de la copa de Piero a través del punto O (ojo). Se muestra el eje de simetría AB y el plano base GR. El círculo con centro B y radio BC es proyectado sobre el círculo con centro B₁ y radio B₁C₁.

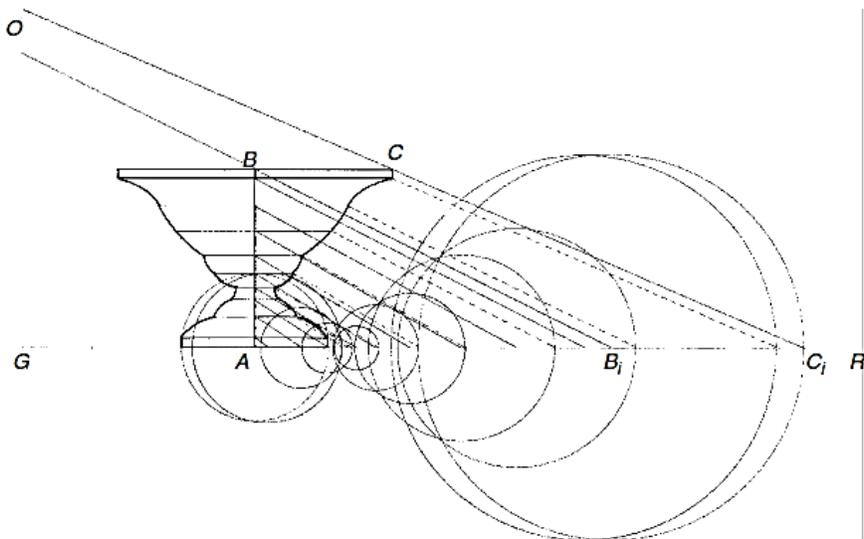


Figura 25. Construcción de la copa de Piero. La figura incluye una elevación de la copa y de la imagen final. La imagen final consiste en círculos con sus centros en la línea horizontal GR.

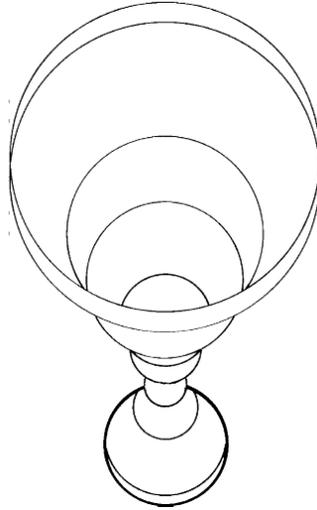


Figura 26. Anamorfosis de la copa de Piero.

En su segundo ejemplo Piero utiliza el mismo procedimiento para obtener la proyección de una esfera. Para su último ejemplo, él decide tener un techo horizontal como plano de la pintura y un anillo vertical, definido por dos círculos, como su objeto (fig. 27). Este ejemplo es más complicado que los anteriores ya que las imágenes de los círculos que definen al anillo ya no son círculos, sino elipses. Para determinar las elipses Piero usa un procedimiento que consiste en construir las imágenes de un cierto número de puntos en los círculos. Piero de hecho selecciona los puntos que representan los vértices de dos hexadecágonos (fig. 28).

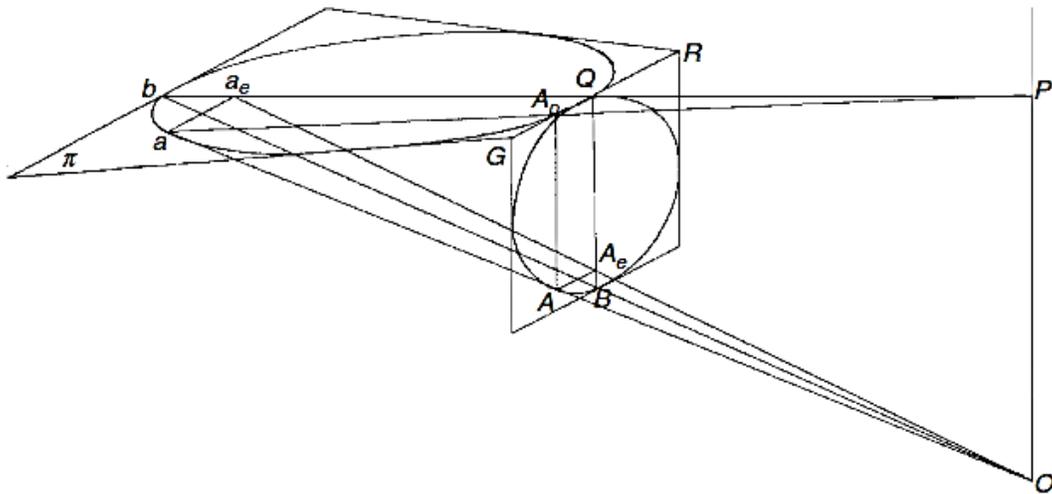


Figura 27. Diagrama del anillo circular de Piero, en donde sólo el círculo exterior está trazado-

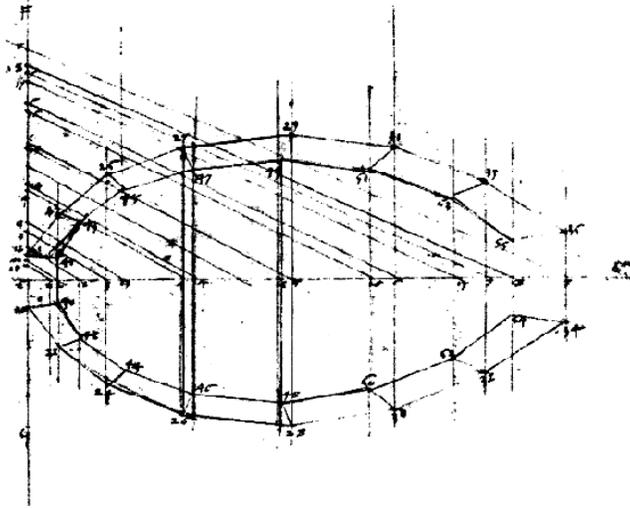


Figura 28. Construcción de Piero de la anamorfosis de dos hexadecágonos concéntricos.

El plano vertical de este ejemplo contiene al diámetro QB y es perpendicular al plano del anillo, Piero escoge el punto de visión O (ojo). Él deseaba dibujar una pintura en el techo (π) tal que, al verse desde O, diera la impresión de que se está viendo un anillo colgado del techo. Piero determina la imagen a de un punto A en el círculo al aplicar el método usado anteriormente. Para el plano de la pintura Piero escoge el techo. Las proyecciones de los puntos O y A en este plano son P y A_p . Como la proyección PA_p de la línea OA en el plano está en el plano π , Piero no pudo determinar a_p en la manera usual (como un punto de intersección de PA_p con el plano de la pintura). Piero resuelve esto diciendo que el punto a está en la línea PA_p (la proyección del rayo visual OA sobre π), y su posición en esta línea puede ser determinada al mirar la línea AA_e . Esta línea es paralela a la línea de base GR (la línea de intersección del plano del círculo y π) y por tanto es representado sobre la línea a a través de a_e y paralela a GR (a_e es la imagen en perspectiva de A_e). Por lo tanto, Piero encuentra al punto a como el punto de intersección de PA_p y de la línea a través de a_e y paralela a GR.

JEAN FRANÇOIS NICERON

Jean François Nicéron (1613-1646), nacido en París, fue un fraile de la orden de los Mínimos. Nicéron escribió, durante el periodo dorado de la perspectiva

francesa, el primer libro totalmente dedicado al arte de realizar figuras anamórficas. En su libro *La perspective curieuse, ou magie artificielle des effets merveilleux* (1638), Nicéron conecta la comprensión geométrica de los anamorfismos con la teoría de la perspectiva. En 1646, Nicéron publica una versión de su libro en latín *Thaumaturgus opticus seu perspectiva curiosa* en la que incluía más material teórico e ilustraciones. Esta versión iba a ser traducida al francés por el mismo Nicéron pero falleció sin haberla terminado, por lo que fue retomada por su maestro Marin Mersenne, quien en 1648 también murió sin completar la traducción. Fue entonces que Gilles Personne de Roberval se hizo cargo del proyecto, y gracias a ello fue que se publicó una especie de segunda edición de *La perspective curieuse*. Uno de los nuevos temas en esta edición es el uso de instrumentos por Nicéron.

Nicéron no solo escribió sobre anamorfismos, también diseñó algunos para el Convento Mínimo del Palacio Real en París. Además inspiró la creación de un anamorfismo en el entonces Convento Mínimo en Roma, *Trinita dei Monti*, donde fue nombrado profesor de matemáticas en 1639. El anamorfismo fue elaborado por Emmanuel Maignan, quien también trabajó en el convento en Roma y que compartía con Nicéron la admiración por este tipo de perspectivas.

Nicéron escoge presentar un método de punto distancia (fig. 29) para mostrar un número de aplicaciones que se ocupaban, en particular, de cómo poner en perspectiva tanto los poliedros regulares como otros semiregulares.

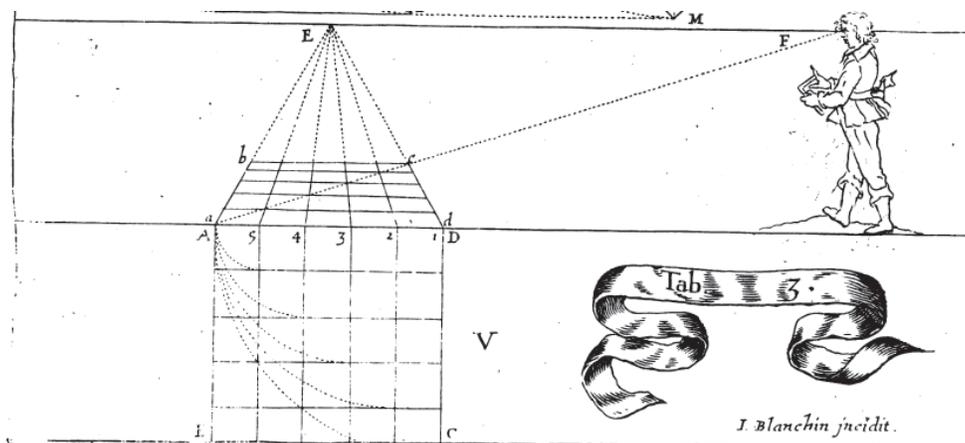


Figura 29. Dibujo de Nicéron donde se muestra la construcción de punto distancia, Tab. 3, 1638.

Después de esto, Niceron pasa a enfrentar el problema de cómo una imagen dada puede ser proyectada de tal forma que su imagen sea un anamorfismo. Niceron nos da una descripción clara y concisa de cómo reproducir anamorfismos perspectivos simplemente manipulando el punto distancia. El procedimiento consistía en asumir que la imagen estaba colocada en un plano vertical y dotarla con una cuadrícula. Desde un punto de visión dado, la cuadrícula era proyectada en el plano del anamorfismo, el cual era una pared perpendicular a la imagen en los ejemplos presentados por Niceron. El problema esencial era construir la imagen de la cuadrícula.

El principio detrás de la construcción de Niceron se muestra en la figura 30. Aquí, el plano vertical ε contiene una cuadrícula (en este caso, con sólo cuatro cuadrados) con diagonal LN. Se denota como O al punto de visión, P es la proyección ortogonal sobre el plano de la imagen π (la pared), y D es el punto sobre P en la vertical que pasa por P determinado por $DP = OP$. Esto implica que P es el principal punto de fuga, y como las líneas horizontales de la cuadrícula son ortogonales, éstas se proyectan en líneas que pasan por P. Las líneas verticales de la cuadrícula son paralelas a la pared por lo que sus imágenes son líneas verticales cuya posición puede ser determinada al mirar la diagonal LN. Esta diagonal tiene a D como su punto de fuga y a L como su punto de intersección, y por tanto es trazada sobre DL. Los puntos en los que la línea DL toca a las imágenes de las ortogonales determinan las posiciones de las imágenes de las líneas paralelas a π . En general, la descripción que hace Niceron para su construcción es similar a la anterior y para la cual incluye un diagrama (fig. 31), además de otro más detallado en una edición posterior (fig. 32). Niceron también presenta una construcción matemáticamente exacta de una cuadrícula anamórfica para trabajar con espejos cilíndricos y cónicos.

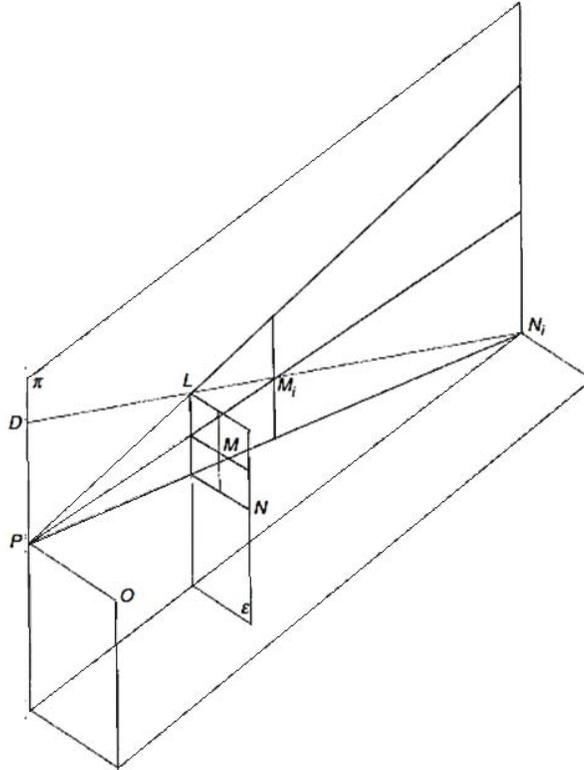


Figura 30. Representación de la construcción de una cuadrícula anamórfica de Nicéron.

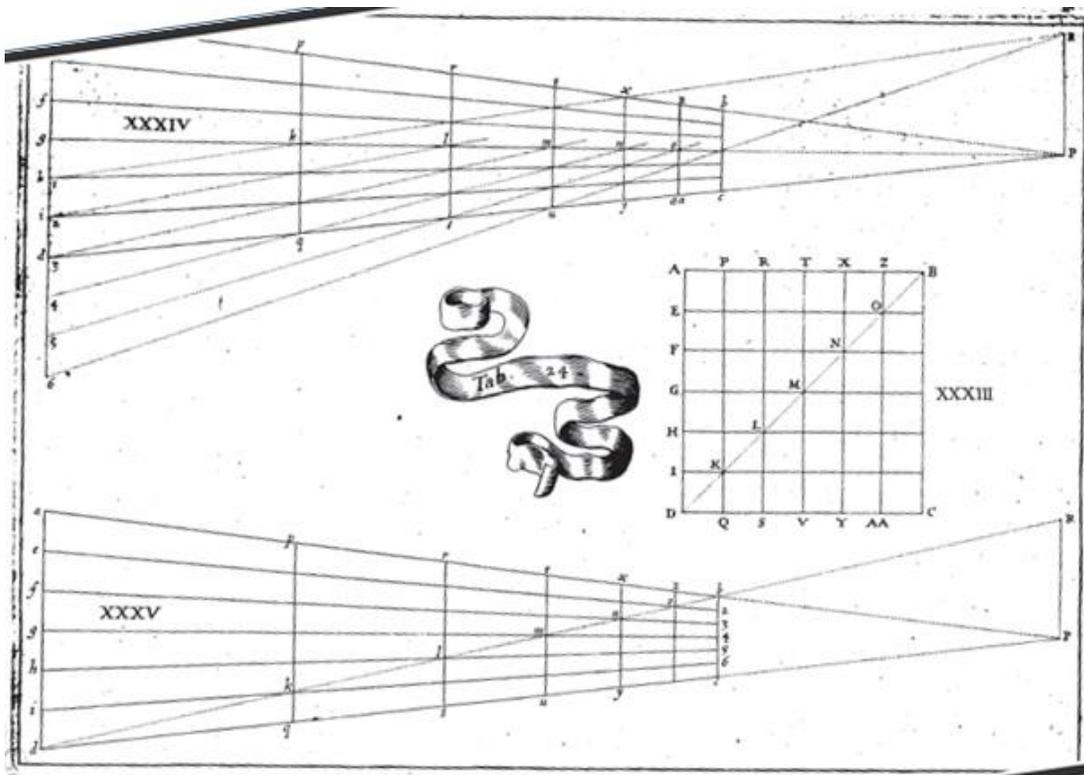


Figura 31. Ilustración de Nicéron para construir una cuadrícula anamórfica, Tab. 24, 1638.

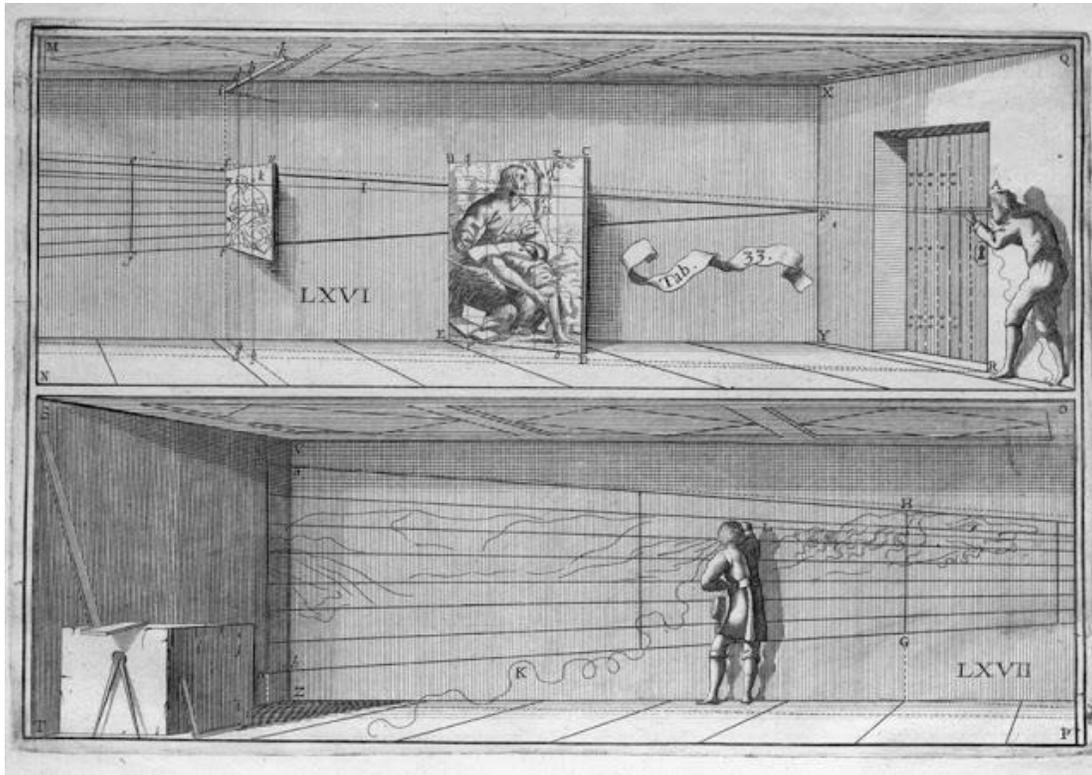


Figura 32. Ilustración de Nicéron para la proyección anamórfica, Tab. 33, 1646.

En la “perspectiva curiosa”, el objeto o imagen puede entenderse como situado entre el ojo y el plano de la pintura. La anamorfosis revierte la proyección de la perspectiva de tal forma que la imagen ya no se aleja sino que se extiende hacia el observador. La perspectiva anamórfica crea un efecto en el que la imagen se origina y acaba en el mismo punto, es decir, el punto principal (o de fuga) ocupa casi el mismo lugar que el punto distancia (o de visión). Los diagramas de Nicéron muestran que la función del punto distancia deja de ser la de crear la ilusión de distancia.

La anamorfosis revela un aspecto no espacial de la perspectiva, ya que revierte la dirección de la proyección mientras que condensa el punto de fuga, la imagen y el punto de visión, alineándolos a todos con el plano de la pintura. Lo que es notable es la aparente detección de Nicéron de que el punto distancia podría ser usado para revertir la trayectoria espacial de la perspectiva a pesar de que teóricamente es una herramienta geométrica para determinar la razón de disminución.

CAPÍTULO 3

La perspectiva para Descartes

INTRODUCCIÓN

En los años en los que el mundo parecía cambiar, o al menos los jóvenes atendían a nuevas filosofías y declaraban fallecientes a las ya tradicionales, Merleu-Ponty (en 1959) escribía lo siguiente acerca de la perspectiva:

“Afirmo que la perspectiva del Renacimiento es un hecho cultural. Que la percepción por sí misma es polimorfa y que si se convierte en euclídea es porque se permite a sí misma ser orientada por el sistema. De ahí surge la pregunta: ¿cómo puede uno regresar, de esa cultura moldeada por la cultura, a una percepción ‘salvaje’, ‘primaria’? ¿En qué consiste el ser modulado por el sistema? ¿Mediante qué acto se puede retonal a lo fenoménico, ..., al mundo de la experiencia [sin alteraciones]?”²⁴

A poco más de 30 años de distancia, en 1993, Martin Jay argumentaba que la filosofía francesa del siglo XX debería ser explicada en términos de una preocupación creciente y desconfianza ante el oculoctrismo –así lo llama– de la metafísica occidental. Y con esto se refiere a la tendencia a privilegiar a la visión como el modelo sobre el que se construyeron los conceptos y las teorías del conocimiento y la racionalidad, hecho que se remonta a la antigüedad griega. La modernidad, como lo plantea Jay, siguió dominada por la visión cuando Descartes planteó sus ideas sobre la certeza del conocimiento en el célebre pasaje del *cogito*.

Para los perspectivistas renacentistas, y también para Descartes, nuestro conocimiento del mundo puede ser modelado bajo la figura de lo que observa un solo ojo, descorporeizado, racionalizado, inmóvil y guardando una cierta distancia respecto del objeto de visión. Las técnicas para lograr este efecto fueron varias, y sobre ellas se montó Descartes para que, añadiendo ciertas elaboraciones de

²⁴ Citado en Whitmore (1967), *The Order of Minims*, p. 212.

carácter analógico y metafórico, construir un complejo discurso sobre la racionalidad en la filosofía. El propósito de este capítulo es reconstruir, así sea de manera un tanto esquemática, una porción de los resultados y conclusiones a los que llegó Descartes a través de su contacto con las ideas perspectivistas elaboradas en el seno de la Orden de los Mínimos, en particular en relación con los estudios perspectivos que J. F. Nicéron nos legó en su *Perspective Curieuse* de 1638.

Historiadores del arte primero, y de la ciencia más adelante, han discutido y analizado exhaustivamente los sistemas de la perspectiva pictórica, la que se origina en el siglo XV y que se convirtió en centro de atención por parte de artistas y matemáticos en los siglos posteriores. Varios académicos y artistas se enfocaron en la historia geométrica y científica de la perspectiva, mientras que otros han analizado los aspectos alegóricos y metafóricos de la misma. La primer revisión del desarrollo de la perspectiva desde el punto de vista histórico es la *Histoire de la perspective ancienne et moderne* (1864), de Noël Germain Poudra. Había otras obras previas sobre perspectiva en las que se mencionan autores y teóricos practicantes del arte de la perspectiva, como la *Perspective Pratique* (1642) – publicado sin el nombre del autor, pero pronto se supo que quien lo escribió fue el jesuita Jean Dubreuil– pero en ellos no se adoptaba ninguna estrategia discursiva que les hacía pasar por libros sobre la historia de la perspectiva. Con esta temática como guía, durante el siglo XIX aparecieron *Sulla storia della Prospettiva Antica e Moderna* (1865) de Luigi Cremona, y *Geschichte der darstellenden und projectiven Geometrie* (1897), de F. J. Obenrauch. Otro libro importante, pero ya publicado en la primera parte del siglo XX, fue el de Gino Loria, *Storia della Geometria Descrittiva dalle Origini sino ai Giorni Nostri* (1921). Todos ellos constituyen estudios serios y amplios acerca del desarrollo histórico de los métodos perspectivistas, y sin embargo ninguno de ellos se ocupa de la figura de Descartes como alguien que se ocupara del tema. Esta situación no cambia en las historias que sobre este asunto se escribieron en lo que restó del siglo. Ni siquiera en la por demás prolija obra de Kirsti Andersen, *The Geometry of an Art...* (2007), Descartes aparece más allá de hacerlo como comentarista del revolucionario

escrito de Girard Desargues conocido como el *Brouillon Project* (1636), y que su autor reprodujo en solo 50 copias²⁵, lo cual sucede en 1639, cuando Descartes critica a Desargues por su creencia de poder presentar un escrito sobre técnica de trazos en perspectiva que fuera de interés y utilidad tanto para los matemáticos puros como para quienes se interesaban por sus usos prácticos²⁶. Las otras apariciones del nombre de Descartes en este libro –unas 5 ocasiones más– solo obedecen a situaciones en las que no se pone en evidencia ninguna observación de carácter matemático sobre el tema.

Dada la importancia del pensamiento cartesiano para las matemáticas y la filosofía, parece extraño que su nombre no apareciera con cierta frecuencia en los estudios sobre la perspectiva a partir del siglo XVII. Esto debido a que desde su nacimiento, en la aparición y desarrollo de la perspectiva renacentista parece subyacer un elemento: la perspectiva de alguna manera representa, paradigmáticamente, una prefiguración del racionalismo de Descartes, por su búsqueda –no explícita en ese momento como una búsqueda filosófica– de certeza ontológica y epistemológica.

VUELTA A NICERON Y LA ORDEN DE LOS MÍNIMOS

El ‘experimento’ de anamorfosis más antiguo de Nicéron fue el retrato de Jacques Auzolles de Lapeyre, quien alabando al artista se refirió a él como un “... muy excelente espíritu y muy sabio hombre en todo lo que se refiere a la óptica. Esta muy gentil persona cuando menos lo esperaba presentó la siguiente imagen de mi persona,... , la cual más parecía un monstruo que un hombre, pero al colocar un espejo cilíndrico en el círculo que aparece ahí marcado, me representa tan

²⁵ Calificada como una de las obras geométricas más fascinantes de la historia de la matemática, el texto sobrevivió gracias a una copia hecha por Philippe de La Hire en 1679, redescubierta por Michel Chasles y republicado por Poudra en 1864. Más tarde se encontró otra copia en la Bibliothèque Nationale en París, y fue reproducido por Renè Taton en 1951. Ver Hogendek (1991), “Desargues” Brouillon Project... p. 1 y Field (1987), *The Geometrical ...*

²⁶ Andersen, *The Geometry of an Art*, p. 445.

ingenuamente bien que no hay retrato mío más parecido a mí (ver Figura 1)²⁷. El trabajo de Nicéron, si bien excelente, no era del todo novedoso, y se inserta en una larga lista de obras anamórficas que habían venido apareciendo de la autoría de varios artistas, algunos de los cuales fueron mencionados en el capítulo 1 de este trabajo. Aparentemente Nicéron lo elaboró mientras hacía su noviciado en *Santa Trinitá dei Monte*, en Roma, en la cima de donde hoy se encuentra la escalinata de la Plaza España, y formaba parte de su preparación académica que más tarde le llevaría a publicar en París *La Perspective curieuse* (1638) y el *Thaumaturgus opticus* (1646). La segunda es una versión aumentada de la primera, pero en esta ocasión traducida al latín. Aun así Nicéron siguió trabajando en este texto y más tarde, cuando su autor ya había muerto, su gran amigo Marin Mersenne encargó a Gilles P. de Roberval (1602-1675) que lo completara, cosa que éste hizo y lo publicó en 1652 y 1663, junto con la *L'Optique et catoptrique* de Mersenne.²⁸

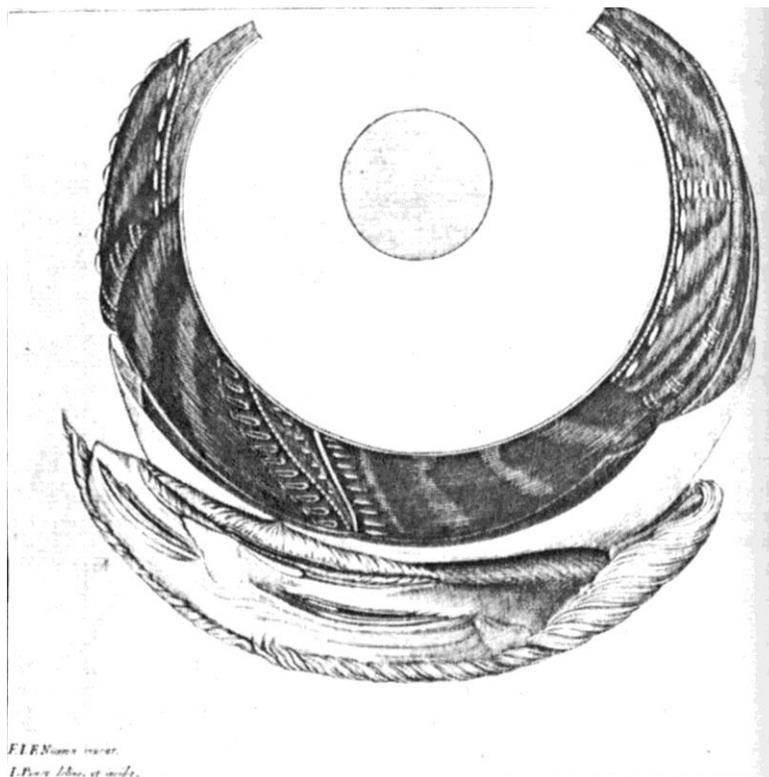


Figura 1. Retrato de Jaques Auzolles de Lapeyre realizado por Nicéron.

²⁷ Citado en Whitmore (1967), *The Order of Minims*, p. 156.

²⁸ *L'Optique et catoptrique* de Mersenne aparece publicada junto con *La Perspective curieuse* en 1652.

Los libros teóricos-prácticos de Nicéron sobre anamorfismos o ‘perspectivas curiosas’ fueron de los primeros en aparecer en francés. Las únicas dos obras francesas que se ocupaban de la perspectiva y que aparecieron antes de la de Nicéron fueron *La perspective* (Londres, 1612) de Salomon de Caus (1576-1626) y *Abrégé ... de la Perspective par l’imitation* (Paris, 1635). Algo que vale la pena comentar es que *La Perspective curieuse* venía acompañada de un subtítulo que explica el contexto en el que Nicéron coloca su obra. El subtítulo es *La Magie artificielle des effets merveilleux de l’optique, la catoptrique ... la dioptrique*. y Nicéron lo justifica en el prefacio de su obra. Óptica, catóptrica y dióptrica²⁹ eran disciplinas plenamente inmersas en la filosofía natural y en la geometría, y por ello sorprende el que aparecieran vinculadas con la palabra magia. Sin embargo, a mediados del siglo XVII esto no tendría nada de peculiar dado que para los ilustres miembros de la orden de los Mínimos, a la que pertenecía Nicéron, era de suma importancia el utilizar a la ciencia para combatir las creencias vinculadas con la hechicería, la necromancia, la adivinación y demás prácticas que influían sobre una gran parte de la población.

En su prefacio Nicéron explica:

“En cuanto a lo que se refiere a la inscripción en el libro [el subtítulo] he llamado ‘Perspectiva curiosa’ no porque no resulte muy útil sino porque además de lo útil añade lo deleitable ... la llamo también ‘magia artificial’ porque si bien la palabra ‘magia’ suena mal a los oídos del vulgo, sin embargo los doctos bien saben que si por una corrupción de su sentido ha servido para denotar prácticas y comunicaciones ilícitas que se llevan a cabo con los enemigos de nuestra salud, no por ello ha sido privada de su significado legítimo ... y de ahí que Estrabón en su primer libro diga que $\mu\alpha\gamma\iota$ [magi] sea equivalente a $\sigma\phi\alpha$ [sofía] ... y Filón el Judío nos dijera ... que la verdadera Magia o la perfección de las ciencias consiste

²⁹ La óptica se refería al comportamiento geométrico de los rayos luminosos, o visuales, según la posición que se adoptara sobre la naturaleza de la luz. La catóptrica se ocupaba de las imágenes que se formaban en los espejos y cómo se establecían las relaciones de tamaño y posición de los objetos reflejados, y la dióptrica era el estudio de la refracción de los rayos luminosos y cómo esto afectaba la percepción de objetos situados en medios que diferían del medio en el que se encontraba el observador.

en la Perspectiva que nos permite conocer y discernir con mayor perfección las bellas obras de la Naturaleza y del Arte Es cierto que en este sitio considera a la Perspectiva en términos muy generales, y sin embargo tiene la plena seguridad de que la verdadera perspectiva, a la que nos referimos nosotros, corresponde a una parte considerable de aquélla”.³⁰

Algo que destacar en este pasaje es que habla de “mezclar lo útil con lo deleitable”, algo tan común de pensar y hacer en el siglo XVII, pero un tanto impensable entre los miembros de la orden de los Mínimos. Pero hay que tomar en cuenta que Nicéron tenía dos tipos de maestros a quienes seguir: Mersenne en matemáticas, serio y comprometido con el saber y la gravedad de las ciencias, y por otra parte a Durero, Miguel Ángel, Rafael y tantos otros pintores que veían en el arte algo que si bien les hacía trascender, también les permitía disfrutar de los placeres y las alegrías propias de la vida.

Con la intrusión de los anamorfismos sustentados en la geometría, como fue el caso de la propuesta de Nicéron y de su gran amigo Emanuel Maignan, otro miembro de los Mínimos, la pintura dio rienda suelta a los ejemplos de lo que vendría a ser conocido como el *trompe l'oeil* –“engañar al ojo” – y que adquiriría gran popularidad y sería uno de los elementos destacados del arte barroco. Algunas descripciones de los resultados de los algoritmos o técnicas anamórficas se las debemos a Nicéron cuando describe obras que se encontraban en el convento de Vincennes-lès-Paris y en la iglesia de la Santissima Trinità dei Monti en Roma. Acerca de esta última relata la existencia de un fresco donde aparece Jesucristo después del descenso de la cruz, pintado de manera tal que al ser visto desde la izquierda del mural el Cristo aparece inclinado a lo largo de la pintura, con su pie derecho proyectado hacia el lado derecho, formando un ángulo con el cuerpo. Pero si la misma imagen es contemplada desde el otro lado todo el cuerpo parece casi recto, sin que sus extremidades formen ángulo alguno con el cuerpo. Sobre esto Nicéron nos dice:

³⁰ Prefacio de Nicéron, *La Perspective curieuse*, sin paginar.

“En verdad resulta difícil ofrecer razones de estas maravillosas apariencias, más aún dar preceptos para producirlas infaliblemente, dado que no dependen solamente del dibujo, sino también de los colores y las sombras, de mejoras y de la introducción de nuevos fundamentos para los que el Arte se adquiere más por el hábito de trabajar que mediante el uso de alguna máxima de la ciencia a la que uno se sujetara: podríamos decir que son el resultado de golpes de los maestros inventores del diseño, de sabios en la cuestión del colorido ...”³¹

El conocimiento sobre perspectiva de Nicéron proviene de sus lecturas o estudios presenciales de las obras, pictóricas o escritas, que sobre el tema personajes de la talla de Ludovico Cardi, *il Cigoli* (1559- 1613) y Salomon de Caus. Sobre lo hecho por el primero tenemos varios testimonios, entre ellos uno de Galileo acerca de un cuadro de il Cigoli, que “cuando se le contempla desde un punto determinado muestra una figura humana pintada según las reglas de la perspectiva, pero que vista desde donde normalmente se contemplan las pinturas muestra solo una mezcla de líneas desordenadas y de colores, pero de lo cual se puede reconstruir imágenes de ríos y caminos tortuosos, de playas, de nubes y quimeras por demás extrañas.”³² Y añade que lo que este pintor y arquitecto hacía era presentar pinturas hechas para ser vistas ‘en escorzo’, pues vistas de frente lo que ofrecían eran patas enredadas, picos de cigüeñas y otras figuras alteradas, al igual que ocurría con cierto tipo de ficción poética, y que no le parecía bien que la historia banal que se descubría fuera el resultado de un especie de pacto con una alegoría entendida oblicuamente, presentada en forma desordenada junto con extravagancias de quimeras y productos de la imaginación desbordada.

Fue en una visita a un gabinete –una *Wunderkammer*, como se conocía a las cámaras de maravillas– de Hesselin, consejero del rey de Francia, donde Nicéron vio los extraños diseños de il Cigoli y que tal vez propiciaron el inicio de una afición por coleccionar y producir entes o representaciones fantásticas. El mismo

³¹ Op. Cit., *Perspective curieuse*, p. 72.

³² Panofsky (1954), *Galileo as a ...*, p. 13.

Hesselin, refiriéndose a Nicéron, lo describe como “uno de los hombres más raros del mundo”, y relata que “su casa está llena de rarezas: se pueden admirar vasos muy bellos, excelentes espejos, una gran cantidad de pinturas raras y objetos con protuberancias raras, y tantos libros bellos y eruditos, abarcando todas las ciencias y haciendo que pudiéramos calificar su estancia como un resumen de los gabinetes [salas que antecedieron los museos modernos] de París”. Y cuando Cristina de Suecia, la misma que llevó a Descartes a su corte, calificaba a Nicéron como “como uno de los hombres más hábiles y galantes de toda Francia”, y recordaba con placer aquel paseo en el que Nicéron la dirigió en su visita a estancias encantadoras donde todo era ilusorio, todo se tambaleaba y se transformaba, nada parecía ser lo que aparentaba, los muros se desvanecían y al caminar a lo largo de salas inmensas aparecían nubes que transportaban una pequeña ciudad en llamas, ... y el carro de la fama. Tal era la fuerza de las invenciones y las puestas en escena de los artificios nicéronianos.

La otra influencia reconocida en Nicéron es la de Caus, quien escribió varios textos sobre perspectiva, el más importante siendo *La perspective avec la raison des ombres et miroirs* (1612). A pesar de que su obra más conocida es *Les Raisons des forces mouvantes* (1615), en la que se ocupa de la construcción de máquinas que funcionaban con la energía proveniente del vapor, y que hizo que en algún momento se le considerara el inventor de este tipo de máquinas, a Nicéron lo que le interesaba era la faceta de Caus como arquitecto y como ilustrador de libros en los que aparecían representados paisajes y edificios que permitían contemplar cómo se verían estos elementos antes de que se llevara a cabo la construcción que alteraría la naturaleza del sitio de la futura construcción. El efecto que buscaba de Caus era el mismo que intentaban dominar los pintores: representar fielmente a la naturaleza.

El libro sobre perspectiva de Caus consta de dos partes: en la primera explica el funcionamiento del ojo, el comportamiento geométrico de la luz y la producción de sombras, y el plato fuerte de este tratado era la producción de efectos de escorzado –alteración proporcional de las dimensiones de los objetos según su

distancia a un espectador dado- a la manera de cómo lo hacía Durero (1471 - 1528) en su *Underweysung der Messung* (1525). En la segunda parte muestra cómo se producen y representan las sombras y cómo se forman las imágenes en los espejos.

Niceron adopta las estrategias de Salomon de Caus y se ocupa, como base de su técnica de proyección, de ver cómo se deforma un cuadrado cuando es proyectado sobre una superficie esférica. Esto resultaba de suma utilidad para quienes no poseían la facilidad para traducir en imágenes lo observado. El método de Niceron provee de instrucciones para traducir los cuadrados originales en segmentos de la circunferencia de la esfera o el cilindro sobre la que la pintura será proyectada, y el borde de la pintura pasa a ser una tangente de la circunferencia extendida hasta el ojo del observador. En esta parte podríamos suponer hay una influencia de la geometría de las tangentes presentada por Descartes en su texto sobre geometría. Es aquí donde podemos percibir el efecto producido en el desarrollo de imágenes fantásticas, o depravadas –como algunos las calificaban– por los contactos académicos de Niceron, en particular de Mersenne, Fermat y Descartes.

Hoy podría parecer que las figuras deformadas que a simple vista se contemplan sobre una pintura o una pared, pero que recuperan formas fácilmente reconocibles cuando se les mira reflejadas en espejos con formas adecuadas o desde lugares específicos –en este último caso *Los Embajadores* (1533) de Hans Holbein representa un excelente ejemplo– serían apropiadas para algún juguete para entretener infantes o personas afines a entretenerse con objetos curiosos. Sin embargo lo que aparece en el texto de Niceron sobre anamorfismos va mucho más allá, requiriendo de sus lectores de ese entonces conocimientos sofisticados de geometría y de óptica. Sus diseños más complejos superan con mucho lo que sus contemporáneos habían logrado. Su libro instruye, por ejemplo, sobre cómo realizar trazos sobre un duomo –bóveda– curvo de manera que quien lo contempla reconstruya una imagen que luzca normal, indeformada, y esto es algo que sin recurrir a la geometría solo podría lograrlo un pintor muy hábil siguiendo su

intuición. Estas mismas técnicas geométricas de representación encontraban aplicación directa en el diseño de astrolabios, globos terrestres y mapas, todo lo cual fue puesto por Nicéron al servicio de sus extrañas imágenes e impresionantes despliegues de ilusionismo geométrico.

No es entonces por azar que René Descartes se interesara por Nicéron y sus ideas, tanto las teóricas como su puesta en práctica. El convento de los Mínimos en París era el lugar ideal para los encuentros entre estos dos personajes y otros más en su entorno intelectual. Primero estaba Mersenne, teólogo, matemático, filósofo, y responsable de la red de transmisión de ideas más notable de la Francia del siglo XVII. Según un biógrafo de Descartes, éste y Mersenne se conocieron siendo alumnos en el colegio jesuita de La Flèche. Más adelante se reencontraron en París –donde Mersenne había ingresado al convento desde 1620–, en el invierno de 1622-1623, y desde 1625 hasta posiblemente el final del invierno en 1629, justo antes de que Descartes partiera a los Países Bajos para participar en la guerra entre españoles y holandeses. Pero a pesar de la distancia que los separaba siempre mantuvieron el contacto, dando pie a una colección epistolar que ha pasado a ser legendaria y que señala algunos de los derroteros más importantes seguidos por la matemática de su tiempo. No es casualidad que ambos autores se hayan ocupado de la óptica, Descartes con su *Dioptrique* (1637) y Mersenne con *L'Optique et la catoptrique* (1636), y también de la música, el primero con el *Compendium musicae* (1618) y el segundo con la *Harmonie universelle* (1627), todas estas obras marcadas por un tinte matemático. A su vez Nicéron recibió los beneficios de la proximidad, como miembro de la misma orden religiosa que la de su maestro, Mersenne, quien años después fuera quien aprobara teológicamente la publicación de *La Perspective curieuse*. El joven Nicéron no llegó a conocer en persona a Descartes, pero es evidente que entre ellos sus textos e ideas fueron mutuamente conocidos, y tanto influyeron uno sobre otro que el maestro del anamorfismo llegó a publicar también una *Dioptrique* (1648). A ellos se les sumó otro gran perspectivista de la época, Emmanuel Maignan, autor de la conocida –en su tiempo– *Perspective oraria* (1651). Todas estas obras reflejan la existencia de una especie de espíritu cultural caracterizado

por la interacción de cuestiones artísticas con sustento de corte geométrico y, evidentemente con una carga filosófica que ponía en tela de juicio la percepción y la elaboración de juicios acerca de la realidad y de cómo los sentidos daban cuenta de ella, o hasta qué punto podían contribuir a que la mente aprehendiera el mundo. Y aquí es donde Descartes visualizó a la anamorfosis como un campo que le permitía revisar o poner a prueba sus ideas acerca de la posibilidad de realmente conocer el mundo. Con ello filosofía, geometría y representación se fusionaban en un solo discurso.

FILOSOFIA Y PERSPECTIVA EN DESCARTES

Fue a principios del siglo XVII que el matemático francés René Descartes escribió su teoría de la representación racional y científica de los objetos en el espacio. Combinando geometría euclidiana y álgebra, su teoría se basa en la premisa de que cualquier objeto puede ser trazado en el espacio refiriéndolo a tres planos fijos, mutuamente perpendiculares. El plano cartesiano podría entonces ser el medio para construir un punto de vista ideal, incorpóreo y descentrado, el cual se le pide al artista o al espectador ocupar. Este punto de vista se ve como sinónimo de lo que Descartes llama el "ojo de la mente", una consciencia incorpórea e internamente auto-determinada que puede adoptar un número infinito de puntos de vista distintos, la cual tenía la intención de simular la realidad de la visión óptica, misma que constituía la base para crear ilusiones realistas de profundidad en imágenes planas a través del tratamiento del aumento o la disminución proporcional de los objetos o personas con relación a un punto de vista fijo. La disciplina matemática que se ocupaba de esto, y que para los pintores podía ser meramente una colección de instrucciones para llevar a cabo trazos geométricos, era la perspectiva, y esto lo sabía Descartes.

La perspectiva, en opinión de Descartes, no puede representar los cálculos infinitos y racionales de la mente, ya que está limitada por la dependencia en las impresiones sensoriales y por ende se asocia con fenómenos corpóreos en lugar

de pensamientos racionales. Por este motivo, el punto de vista perspectivo en un marco epistémico cartesiano es defectuoso, y no puede entenderse metafóricamente como equivalente al "sujeto pensante" de Descartes. Pero esta homología también es un error si se ve desde la otra dirección. No sólo la perspectiva no se ajusta a un modelo cartesiano sino que incluso lo contradice en muchos aspectos. Los primeros artistas modernos y matemáticos lucharon para relacionar la geometría con la representación y la visión con el espacio, y en el proceso le dieron forma visual a una división entre la mente y el cuerpo. Mientras el *cogito*³³ de Descartes fue, en muchos aspectos, diseñado para neutralizar y superar esa división mente/cuerpo, la perspectiva siguió revelando la inflexibilidad de tal división.

Sin embargo la homología persiste en una variedad de discursos. Esto se debe en parte al enfoque que muchos historiadores y teóricos colocan en lo que podría llamarse adecuadamente los aspectos "ópticos" de la teoría de la perspectiva. Al separar los ojos del cuerpo, ellos equiparan la perspectiva renacentista con la epistemología incorpórea asociada con la noción de *res cogitans* y *res extensa*³⁴ de Descartes, a pesar de que él mismo se resistió a tal correspondencia. En los diversos gráficos, ilustraciones y demostraciones sobre la perspectiva que aparecen en los tratados históricos, el cuerpo es tratado ya sea como un problema que interfiere con la demostración del carácter geométrico y científico de la perspectiva, o como un punto de referencia para explotar la naturaleza ilusoria del espacio de representación. En lugar de considerar estas cuestiones como separadas y no relacionadas, los teóricos perspectivistas han intentado repetidamente encontrar una relación entre ellas.

³³ El *cogito* se refiere a la mente propia en el acto mismo de pensar y se manifiesta al momento de extraer la primera verdad: "pienso, luego existo" ("*cogito, ergo sum*"). El *cogito* es la primera verdad a la que llegamos cuando hacemos uso de la duda metódica, y a partir de ella podemos fundamentar todas las demás. El *cogito* viene a ser el axioma básico a partir del cual se desarrolla toda la filosofía como un sistema de conocimiento absolutamente fundamentado.

³⁴ ***Res cogitans***: La mente o substancia pensante. Su característica esencial o atributo es el pensamiento.
Res extensa: Las substancias corpóreas o materiales. Su característica esencial o atributo es la extensión, es decir, el estar en el espacio, y sus modificaciones variables o modos son la cantidad, la forma y el movimiento.

Estos problemas son más evidentes en el tratamiento de la anamorfosis, una forma de la perspectiva utilizada para producir imágenes ocultas o truculentas que hemos estado presentando en los capítulos previos. La anamorfosis se puso en práctica poco después de la aparición de las primeras explicaciones publicadas de la perspectiva lineal que podríamos calificar como regular. En lugar de abstraer y separar los ojos del cuerpo e incorporarlo en el mecanismo de la perspectiva, las ilusiones anamórficas juntan nociones incorpóreas y corpóreas de la visión. Mientras experimentaban con la anamorfosis, quienes lo hacían en el siglo XVII, como los frailes Mínimos Jean-François Nicéron y Emmanuel Maignan parecen haber reconocido que esta unión en sí misma resalta una contradicción básica entre los dos lados del plano de la imagen. Ambos presentan versiones de anamorfosis que muestran propiedades anti-cartesianas de la perspectiva. Apegándose a filosofías sensacionalistas basadas en principios empíricos materialistas, los dos frailes se resistieron a la tentación de incorporar una comprensión corpórea de la visión a una concepción racionalista o geométrica del ojo de la mente. Lograron fundamentar la perspectiva mediante la experiencia vivida tanto en su filosofía natural como en sus “experimentos”³⁵ con la anamorfosis.

El concepto de “perspectivismo cartesiano”³⁶ parece estar basado en la explicación que da Descartes de la relación entre *res cogitans* y *res extensa*, entre un ser pensante autosuficiente que por sí solo es la única garantía de certeza y el mundo que es postulado como materia extendida fuera de este ser. Así, las suposiciones sobre perspectivismo cartesiano parecen descansar en la conexión de Descartes entre ser y saber, entre identificar las bases para acumular cosas conocibles y establecer la autonomía del sujeto que las sabe.

³⁵ No hay que tomar aquí la palabra “experimento” como sinónimo de lo que este vocablo llegó a significar en el contexto del “método científico”, noción que apenas se estaba construyendo en el siglo XVII. Lo que hacían quienes se ocupaban de la anamorfosis era producir experiencias “curiosas” recurriendo a dispositivos ópticos o a construcciones geométricas.

³⁶ El término **perspectivismo cartesiano** combina la racionalidad subjetiva Cartesiana con conceptualizaciones Albertianas de una perspectiva de un solo punto. Es una subcultura visual de los regímenes escópicos de la modernidad. Es conocido por su relación con el Renacimiento en las artes visuales y la filosofía, y el desarrollo de la perspectiva en obras de arte, como la luz, la perspectiva lineal, la experiencia natural de la visión y la idea del ojo único.

Este problema se puede rastrear a la primera gran obra pública de Descartes, *El Discurso del Método*³⁷, la cual fue publicada como prefacio para tres ensayos, *Dióptrica, Meteoros y Geometría*, en 1637. Es en el prefacio en donde formula por primera vez el método de “indubitabilidad” en el que funda el argumento del *cogito*. Empieza con la premisa de que es posible el dudar todo sobre la existencia del mundo que se percibe. Con ello Descartes intentaba encontrar algún punto de certeza, o algo de lo que pudiera decir que tenía un conocimiento directo, algo a partir de la cual empezar un proyecto mayor para acumular cosas conocibles.

En la segunda parte del *Discurso* Descartes describe las cuatro reglas del método. Primero establece que nunca se debe aceptar nada como verdadero excepto lo que se presenta a la mente tan claro y distintivamente que no se puede dudar; después de esto, se deben separar los problemas en varias partes para examinarlos mejor; luego se ordenan los pensamientos empezando con las cosas conocibles más simples y básicas, y construir a partir de ellos para obtener un mayor conocimiento de cosas más complejas; y por último, se debe llevar a cabo este proceso de una forma tan comprensiva y completa que nada deberá quedar fuera.

En la cuarta parte nos habla del *cogito*. La duda radical se convierte en la base de su formulación. Por un lado, nuestros sentidos pueden engañarnos y por tanto llevarnos a errores. Por otro lado, cuando dormimos los pensamientos que tenemos podrían ser los mismos que aquellos que tenemos cuando estamos despiertos, haciendo imposible el saber qué pensamientos son reales y cuáles son ilusorios. Por esto Descartes nos dice que debemos dudar de todo lo que hay en nuestra cabeza. En este estado de duda radical autoimpuesta, lo que no puede dudar es que mientras él piensa, discurre, él existe, ya que el simple acto de dudar le garantiza la certeza de su existencia. Dudar es una forma de pensar para Descartes, por lo que determina que él es una cosa pensante.

³⁷ Descartes, René. *El Discurso del Método*. Madrid: Alianza Editorial, 1983.

Es entonces cuando empieza a establecer una distinción entre una mente interna e inmaterial y un mundo material externo. Descartes conecta esta “sustancia” incorpórea y pensante con el cuerpo y el mundo que habita diciéndonos que sólo hay dos atributos esenciales del y en el mundo: pensamiento y extensión³⁸. Lo que hace después es probar la existencia de un mundo externo, pero para lograr esto recurre a una fuente trascendental (Dios) para las ideas innatas que salen de la mente. La existencia de Dios como una infinitud inmaterial y perfecta le da a Descartes los fundamentos en los que basar el mundo fuera de la mente como una cualidad puramente matemática de la extensión. Él explica que el mundo es ordenado y racional, y que nuestro entendimiento de él debe venir de Dios y no de percepciones sensoriales del cuerpo.

La principal característica en el método de Descartes es la duda, y la duda de los sentidos es fundamental en su construcción del *cogito*. Para él, la visión no aporta certeza ni claridad sino que es el origen de la duda. Descartes adopta una teoría óptica alternativa en la que patrones de estímulos pasan a través de la retina provocando movimiento o excitación en la mente. Nos explica que la percepción mental del mundo no está basada en una noción de correspondencia o semejanza entre imágenes en el mundo y la comprensión de la mente de estas imágenes del mundo. También dice que la mente puede entender ciertos aspectos del mundo mediante lenguaje y signos, los cuales tienen un carácter arbitrario y que no operan de acuerdo con reglas de semejanza. Es entonces cuando Descartes sugiere que la perspectiva por sí misma no está más basada en la semejanza de lo que está la percepción mental de lo que transmiten los sentidos, y que es la perspectiva lo que muestra qué tan irrelevante es la semejanza para la comprensión:

“Debemos al menos observar que en ningún caso una imagen tiene que parecerse al objeto que éste representa en todos los aspectos, de otro modo no habría distinción entre el objeto y su imagen. Es suficiente que la imagen se parezca a su

³⁸ Massey (1997), “*Anamorphosis through Descartes...*”, p. 1154.

objeto en algunos aspectos. En efecto, la perfección de una imagen con frecuencia depende de que no se parezca a su objeto tanto como debería.”

Para Descartes las semejanzas entre objetos, imágenes y percepciones mentales no son necesarias para la comprensión mental del mundo. De hecho, afirma que las imágenes no pueden representar las muchas posibilidades de extensión que sólo la mente puede percibir. Las imágenes no representan la realidad ya que ésta sólo se encuentra o capta mediante el entendimiento racional que tiene el sujeto sobre las infinitas posibilidades de los dos atributos del mundo: pensamiento y extensión. Las imágenes no pueden representarle a la mente un adecuado reporte de ninguno de estos atributos. Por esto existe una marcada división entre lo que puede hacer la representación y lo que la mente puede concebir.

La perspectiva no puede servir como una adecuada metáfora para el modo en el que la *res cogitans* o mente y la *res extensa* o lo que posee “extensión”, están relacionadas, según Descartes. Él nunca pensó en la *res cogitans* en términos de un punto perspectivo fijo ni apoyó la noción de que la perspectiva ofrece una semejanza del mundo que refleja la comprensión mental de la extensión. La perspectiva, según Descartes, no racionaliza la visión ni sirve metafóricamente para la visión racional (mental) del mundo, sino que está arraigada en el mundo material, siendo un fenómeno visual y no mental, incapaz de dar una descripción adecuada de la actividad mental.

Claramente el racionalismo de Descartes se opone a cualquier interpretación perspectiva de la relación entre la *res cogitans* y la *res extensa*. Pero la perspectiva y el engaño visual sí figuran en su elaboración de la duda como un campo de pruebas sobre la certeza. Para Descartes el hecho de que la perspectiva fuera limitante, corpórea y espacial, era la razón por la cual no podía servir como una adecuada metáfora del poder y alcance de la *res cogitans*. Sin embargo, el engaño visual proporciona las bases para el engaño sensorial y la contradicción, por lo que éste tiene una gran importancia para la existencia de duda.

Cuando se habla de perspectivismo cartesiano, la imagen que mejor encapsula las dimensiones epistemológicas y ontológicas del pensamiento cartesiano es la metáfora de la ventana de Alberti. Esta ventana perspectiva sólo es comparable al *cogito* cartesiano ya que ambos producen un marco para imaginar un punto de vista fijo y racionalizado desde el cual el hombre puede comprender el mundo perceptible y reducirlo a su contenido epistemológico.

En su obra sobre anamorfosis, Jurgis Baltrusaitis opina que ésta representa una inversión de la perspectiva. Baltrusaitis argumenta que la anamorfosis nos da bases muy convincentes para tener una analogía entre la duda cartesiana y la perspectiva. La anamorfosis crea una instancia de duda perceptual central en el pensamiento de Descartes al mostrar la inherente engañabilidad de la visión. Ya que la anamorfosis usa la misma estructura y teoría que la perspectiva lineal convencional, todo lo que se pueda decir de ella también aplica para la perspectiva regular. Baltrusaitis observó que la anamorfosis “desafía” ciertas verdades de la perspectiva. La anamorfosis pone en cuestión suposiciones que se tuvieron por mucho tiempo sobre la metáfora de la ventana y su relación con la teoría perspectiva al revertir repetitivamente la orientación de profundidad espacial y borrar los bordes del marco. En particular, los diagramas impresos de la perspectiva oblicua atraviesan y deforman la distancia entre el espectador y la imagen, trabajando en contra del efecto de la ventana de la perspectiva regular. Estos diagramas juegan con la posición del espectador y el espacio de visualización, llamando la atención de nuevo al área frente al plano de la imagen.

Baltrusaitis sugiere que la anamorfosis podría ser considerada la contraparte visual de la duda de Descartes. Para esto, investiga la relación entre algunos miembros de la Orden de los Mínimos (Nicéron, Maignan y Mersenne) y Descartes, ya que él conocía el trabajo de Nicéron, además de mantener una amistad con Mersenne. Así mismo, Baltrusaitis conecta la duda en los sentidos de Descartes a la perspectiva anamórfica al afirmar que la anamorfosis revela cómo la aparente racionalización de la vista propuesta por la perspectiva (ver las cosas como son en realidad gracias a reglas de perspectiva) contiene dentro de ella la

posibilidad de su propia des-racionalización (ser engañado con una perspectiva anamórfica). Descartes fluctuaba entre declarar a los sentidos como engañosos e insistir en que la vista es el sentido que sirve como vehículo de la razón y el juicio. La anamorfosis representa, en la opinión de Baltrusaitis, estas opuestas interpretaciones Cartesianas de sensación ya que niega e incorpora contradictoriamente la racionalización de la vista que da la perspectiva. Este argumento lo lleva a llamar a la Orden Mínima un “centro cartesiano”. Argumenta que la anamorfosis provee un caso de prueba para la percepción que refleja la confrontación de Descartes con la fuerte posibilidad de ilusión. Mientras que el observador está envuelto inicialmente en una visión deformada y descentrada, la imagen anamórfica reordena esa visión al colocar el ojo en el lugar adecuado mirando la figura reflejada en la superficie adecuada (ver imágenes del capítulo 1) mediante la fuerza de racionalización de la geometría. La anamorfosis extiende la teoría perspectiva a un extremo pero en lugar de sobrepasar las reglas geométricas de la óptica, las confirma. Así, la anamorfosis ejemplifica las reglas de la perspectiva regular incluso cuando pone a prueba los límites de la percepción. En este sentido, la anamorfosis es la contraparte del racionalismo y de la duda cartesiana.

Aunque la anamorfosis al principio genera un momento de duda radical, la manipulación del campo visual devuelve la razón a su sitio. Pero la claridad en este caso implica el casi colapso de la distinción entre sujeto y objeto, y un enfrentamiento con un espacio concreto de visión. Moviendo el punto distancia hacia el punto central, como en el caso de la anamorfosis, la imagen “regresa la mirada” y convierte al espectador en sujeto y objeto de la configuración ya que reafirma la naturaleza corpórea del espacio visual. De un modo, la anamorfosis construye un punto de visión que depende de la desespacialización de la visión, al igual que la ontología cartesiana³⁹. La anamorfosis implica el desplazamiento del ojo subjetivo al revelar la arbitraria relación entre la visión y lo visible, y al hacerlo corresponde al a-perspectivismo inherente en el trabajo de Descartes. Pero a

³⁹ Massey (1997), “*Anamorphosis through Descartes...*”, p. 1186.

diferencia del sujeto cartesiano (el cual resuelve el a-perspectivismo al ampararse en el ojo angélico de la mente y la posibilidad de englobar al infinito), la anamorfosis postula un espectador que permanece sometido a un fenómeno completamente corpóreo y finito. El movimiento hacia el plano de la imagen necesariamente debe detenerse justo en el punto en el que la absorción en la hipotética extensión del espacio geométrico es inherente. Es entonces cuando el cuerpo literalmente entra en contacto con la superficie plana de la representación.

En lugar de reconfirmar la subjetiva auto-certeza o auto-conciencia del espectador, la anamorfosis repite la duda radical una y otra vez sin recurrir a resoluciones racionales. Lo que distingue a la anamorfosis del *cogito* es que el punto anamórfico se resiste a la recuperación cartesiana de auto-conocimiento y en cambio reafirma a un sujeto dividido que está separado, en términos filosóficos, de la certeza epistemológica y ontológica. En lugar de aislar y confirmar la relación entre sujeto y objeto, la anamorfosis representa visualmente las tensiones, contradicciones e inversiones de la subjetividad, y refuerza la sensación de que la visión es una inmersión fenomenológica en un mundo para el cual no hay un punto externo de referencia.

CONCLUSIONES

La perspectiva mezcla la geometría con la psicología de la percepción para dar profundidad a las imágenes. La anamorfosis, también llamada perspectiva inversa, es un proceso geométrico que hace que las imágenes parezcan distorsionadas si no son vistas desde un cierto punto de vista o mediante un espejo curvo. Todo este proceso implica una deslumbrante interacción de la geometría con la percepción visual.

Aun cuando el tema de la anamorfosis es pequeño en la historia de la perspectiva, su mezcla de la psicología de la percepción con la geometría ha fascinado tanto a artistas como a científicos durante siglos. El periodo comprendido entre el Renacimiento y el Barroco fue en el que empezaron a aparecer estudios detallados de este tipo muy especial de la perspectiva que permitieron descifrar su peculiar uso de la perspectiva.

Las técnicas ilusorias usadas para alterar la percepción del espectador de las imágenes y espacios, como la anamorfosis, se han practicado durante siglos para expandir o simular espacios. La anamorfosis es una derivación de la perspectiva que cruza los límites de la comprensión visual mediante métodos puramente geométricos. Al modificar la perspectiva de la imagen, la anamorfosis muestra sus convenciones mediante distorsiones intencionales. El cambiar el punto de visión nos muestra cómo la perspectiva controla y da forma a nuestra comprensión visual.

Al ser la anamorfosis un tipo muy especial del uso de la perspectiva, es inevitable tomar en cuenta el estudio de los primeros tratados sobre ésta, como por ejemplo el de Alberti, en los que se empiezan a aplicar conocimientos geométricos y ópticos para un uso óptimo de la perspectiva, y así como los primeros tratados perspectivos en los que se empieza a incluir el tema de la anamorfosis, como es el caso en la obra de Piero; y por supuesto, los enfocados exclusivamente sobre este curioso tipo de perspectiva, como lo fue el trabajo de Nicéron. Observamos que al ser una técnica visualmente muy llamativa, el interés en la anamorfosis va

aumentando poco a poco tanto en pinturas como en obras escritas en la que se describe su construcción con métodos geométricos.

Las proyecciones anamórficas se obtienen mediante la manipulación del punto distancia, el cual determina el aumento o disminución de profundidad dentro de una pintura. El punto distancia estructura el cómo veremos una imagen sin dejar de ser totalmente exterior a sus límites materiales. Al usar el método de punto distancia, se puede determinar la distancia entre la imagen y el observador, y el lugar en el que éste debe posicionarse para que la imagen se perciba con la perspectiva correcta.

Los anamorfismos son vistos desde un punto de visión específico, y es esta dependencia del espacio físico y corpóreo del observador hacia el plano de la imagen, la que provocó debates sobre la legitimidad de la construcción cartesiana del punto de visión para representar correctamente la profundidad perspectiva.

De acuerdo con la filosofía de Descartes, la perspectiva no puede sustituir los cálculos racionales de la mente ya que la perspectiva se basa en la visión, la cual es un fenómeno corpóreo. Aunque la perspectiva y la anamorfosis tienen una cualidad anti-Cartesiana, éstas figuran en la elaboración de la duda como la prueba base de la certeza para el sujeto pensante o *cogito*. En lugar de fortalecer la auto-certeza centrada del sujeto, la anamorfosis sirve para crear la duda sobre la visión.

La utilidad de la anamorfosis va más allá de la fabricación de imágenes deformadas que sólo se ven desde un punto específico. Desde la antigüedad se han utilizado tanto para crear un efecto falso de profundidad y de espacio (como en algunas pinturas en cúpulas y techos de iglesias), como para corregir algunos detalles en la forma o tamaño de algunos objetos que no se aprecian correctamente al sólo usar técnicas de perspectiva convencional. Es un tipo de técnica que aunque a veces ha pasado desapercibida por su sutil aplicación, es ampliamente utilizada en diversos ámbitos por lo que merece un poco más de nuestra atención.

APÉNDICE

Tratamiento matemático de una anamorfosis

ANAMORFOSIS PERSPECTIVA O PLANA

Para realizar imágenes anamórficas primero se necesita una imagen cubierta con una cuadrícula. De esta forma podemos desarrollar ecuaciones para transformar las coordenadas de la imagen original en las coordenadas de la imagen distorsionada. En la figura 1 se muestra un plano de visión con el ojo mirando hacia una hoja de papel en posición vertical, la cual se encuentra a una distancia s del eje del ojo. El ojo ve una imagen (la original en el plano de la imagen) en ángulos rectos al plano del papel, detrás de él, a una distancia d del ojo. El origen del eje x lo tomamos donde el plano de la imagen corta al plano del papel, por lo que cualquier distancia X en la imagen se transforma en una distancia x en el papel.

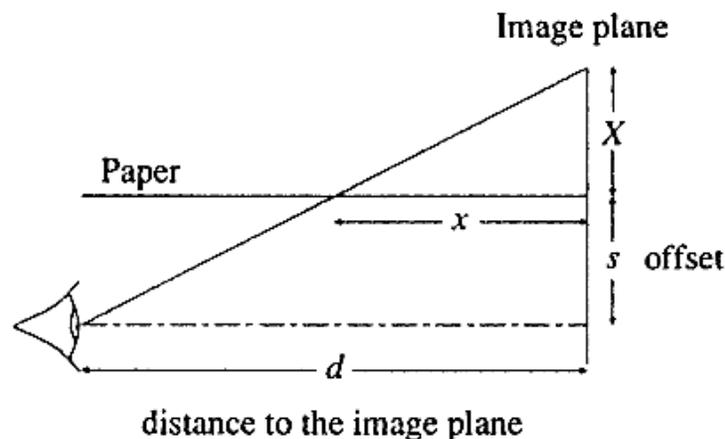


Figura 1. Vista desde arriba.

Por conveniencia se ha tomado el origen en el papel y el de la imagen como el mismo, pero el desplazamiento x es positivo en la dirección hacia el ojo. Entonces por triángulos similares tenemos

$$\frac{X}{X + s} = \frac{x}{d}$$

lo cual nos da

$$x = \frac{Xd}{X + s}$$

En la figura 2 se muestra la transformación que convierte las coordenadas Y de la imagen en coordenadas y en el papel. En este caso el origen de y y de Y está en el eje del ojo. Nuevamente, por triángulos semejantes, tenemos

$$\frac{y}{Y} = \frac{d - X}{d}$$

lo cual nos da

$$y = \frac{Y(d - x)}{d}$$

Sustituyendo por x en esta ecuación, nos da

$$y = \frac{sY}{X + s}$$

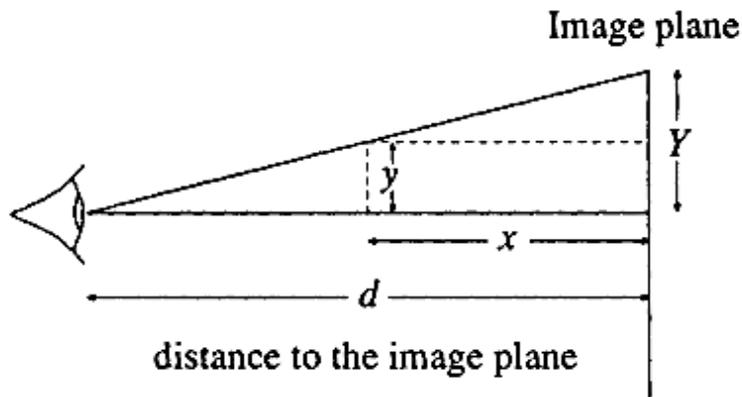


Figura 2. Vista lateral.

ANAMORFOSIS CATRÓPTICA

Un segundo tipo de anamorfosis involucra el uso de espejos para reflejar la imagen distorsionada para que pueda observarse la imagen original.

Para el caso de un espejo cónico, consideramos la imagen en forma polar con lo que la transformación para la representación anamórfica queda muy simple. En la figura 3 podemos ver el cono lateralmente, y un rayo vertical toca el cono a una

altura h de la base, en un ángulo α . El rayo es reflejado en el mismo ángulo y toca el plano de la base del cono a una distancia R del eje.

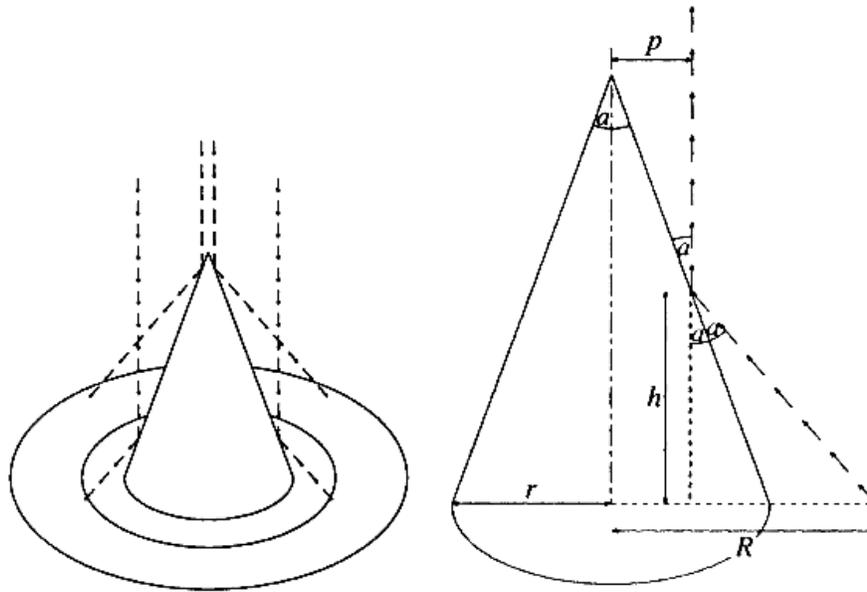


Figura 3. Vista lateral del espejo cónico.

Si el cono tiene una base de radio r entonces

$$R = p + h \tan 2\alpha$$

Pero

$$h = \frac{r - p}{\tan \alpha}$$

Sustituyendo por h en la primera fórmula

$$R = p + \frac{2(r - p) \tan 2\alpha}{\tan \alpha}$$

Y usando la fórmula para $\tan 2\alpha$ nos da

$$R = p + \frac{2(r - p)}{1 - \tan^2 \alpha}$$

En este caso el ángulo polar no cambia.

El caso de un espejo cilíndrico se observa en la figura 4. Las líneas con coordenadas x constantes son transformadas en líneas que irradian del centro de la base del cilindro, y las líneas con coordenadas y constantes en círculos concéntricos con el cilindro.

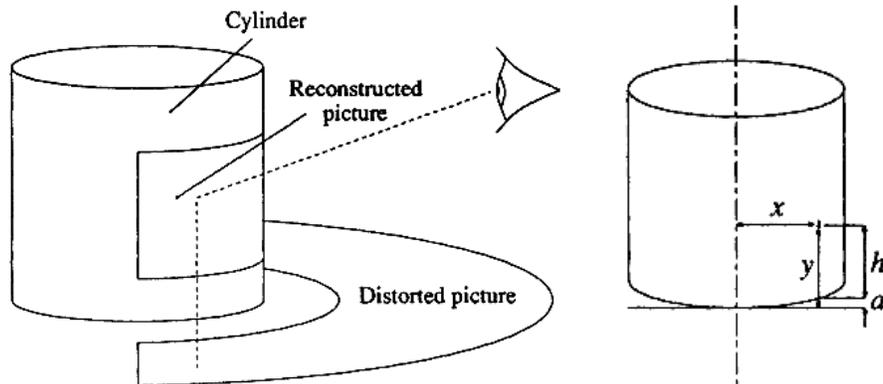


Figura 4. Caso de anamorfosis cilíndrica.

Algebraicamente las transformaciones son

$$r = a(y + b)$$

$$\theta = \tan^{-1} kx$$

donde x y y son las coordenadas imagen, y r y θ son las coordenadas polares de la imagen distorsionada. La constante a es para escalar, mientras que b es una constante para tomar la línea $y = 0$ más allá del diámetro del cilindro visible, y k determina qué tan lejos la imagen rodea al cilindro. Sin embargo, esta transformación no produce una imagen plana después de ser reflejada.

BIBLIOGRAFÍA

Alberti, L. B. *De la pintura*. Int. de J. V. Field. Trad. y estudio int. de J. Rafael Martínez, Colección Mathema, Facultad de Ciencias, UNAM. México, D. F., 1996.

Andersen, Kirsti. *The Geometry of an Art. The History of the Mathematical Theory of Perspective from Alberti to Monge*. Springer, 2007.

Baltrušaitis, Jurgis. *Anamorphoses ou Thaumaturgus opticus. Les Perspectives dépravées II*. Paris: Flammarion, 1996.

Cabezas, María del Mar. *Imaginario Urbano: Expresión Gráfico-Plástica en el Espacio Público*. Editorial de la Universidad de Granada, 2007.

Campbell, Jan. *Film and Cinema Spectatorship: Melodrama and Mimesis*. Cambridge: Polity Press, 2005.

Cigoli, Ludovico Cardi, detto il. *Trattato pratico di prospettiva di Ludovico Cardi detto il Cigoli : manoscritto Ms 2660a*. Gabinetto dei disegni e delle stampe degli Uffizi. Rodolfo Profuma (ed.). Roma: Bonsignori, 1992.

Collins, Daniel L. "Anamorphosis and the Eccentric Observer: History, Technique and Current Practice". *Leonardo* Vol. 25, No. 2, pp. 179-187. The MIT Press, 1992.

Collins, Daniel L. "Anamorphosis and the Eccentric Observer: Inverted Perspective and Construction of the Gaze". *Leonardo* Vol. 25, No. 1, pp. 73-82. The MIT Press, 1992.

Desargues, Girard. *Brouillon Project d'une Atteunte aux Evenements des Rencontres du Cone avec un Plan*. En Field (1987), *The Geometrical Work of Girard Desargues*.

Descartes, René. *El Discurso del Método*. Madrid: Alianza Editorial, 1983.

Edgerton, Samuel Y. *The Heritage of Giotto's Geometry: Art and Science on the Eve of the Scientific Revolution*. Cornell: Cornell University Press, 1991.

- Field, J. V. *The Geometrical Work of Girard Desargues*. Springer, 1987.
- Field, J. V. "Alberti, the Abacus and Piero della Francesca's Proof of Perspective". *Renaissance Studies* Vol. 11 No. 2, pp. 61-88. Oxford University Press, 1997.
- Field, J. V. *The Invention of Infinity. Mathematics and Art in the Renaissance*. Oxford: Oxford University Press, 1997.
- Gómez, María. *Anamorfosis: El Ángulo Mágico*. Universitat de València, 2008.
- Heng Ser Guan, Kevin. *Perspective in Mathematics and Art*. National University of Singapore, 2001.
- Hickin, Philip. "Anamorphosis". *The Mathematical Gazette*, Vol. 76, No. 476, pp. 208-221. The Mathematical Association, 1992.
- Hogendijk, J. P. "Desargues Brouillon Project and the Conics of Apollonius". *Centaurus*, Vol. 34, pp. 1-43, 1991.
- Jay, Martin, *Downcast Eyes: the Denigration of Vision in Twentieth-Century French Thought*. Berkeley, L.A, and London: University of California Press, 1993.
- Kent, Phillip. *Art of Anamorphosis*. 2001.
- Lindberg, David C. *Theories of Vision from Al-Kindi to Kepler*. Chicago: Chicago University Press, 1981.
- Massey, Lyle. "Anamorphosis through Descartes or Perspective Gone Awry". *Renaissance Quarterly*, Vol. 50, No. 4, pp. 1148-1189. *The University of Chicago Press*, 1997.
- Massey, Lyle. *Picturing Space, Displacing Bodies: Anamorphosis in Early Modern Theories of Perspective*. Penn State Press, 2007.
- Merleu-Ponty, M. *The Visible and the Invisible*. Ed. Lefort, trans. A. Lingis . Evanston: Northwestern University Press, 1968.

Nicéron, Jean François. *La perspective curieuse [...] : Avec L'optique et la catoptrique* du R. P. Mersenne. Paris, [1638, sin la *Optique* ..., con la *Optique* (en latín toda la obra) 1646, 1652] 1663.

Panofsky, Erwin. *Galileo as a critic of the arts*. La Haye: Nijhoff, 1954.

Spiliotis, Apollo. *Illusionism in Architecture*. University of Manchester, 2008.

Topper, David. "On Anamorphosis: Setting Some Things Straight". *Leonardo*, Vol. 33, No. 2, pp. 115-124. The MIT Press, 2000.

Veltman, Kim H. *Perspective, Anamorphosis and Vision*. Marburger Jahrbuch, Marburg, Vol. 21, pp. 93-117, 1986.

Veltman, Kim H. "Piero della Francesca and the Two Methods of Renaissance Perspective". *Convegno internazionale: Piero della Francesca 500 anni, 1492-1992*, Urbino, Arezzo, Sansepolcro, October 1992, pp. 407-419, 1996.

Whitmore, P. J. S. *The Order of Minims in Seventeenth-Century France*. The Hague: Martinus Nijhoff, 1967.