

7  
2e1

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE CIENCIAS



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTONOMA DE  
MEXICO

TRES MOMENTOS DE LA  
PERSPECTIVA:  
EUCLIDES, ALBERTI,  
LEONARDO

**T E S I S**

Que para obtener el título de

**MATEMATICO**

presenta:

Diana Corvera Behar

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

México D.F.

1993



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 está 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.

## INDICE

	página
INTRODUCCION	1
CAPITULO 1	
- La "Optica" de Euclides	9
CAPITULO 2	
- La perspectiva antes del Renacimiento	34
CAPITULO 3	
- La "construzione legittima" de Leon Battista Alberti	49
CAPITULO 4	
- La perspectiva de Leonardo	67
CONCLUSIONES	82
BIBLIOGRAFIA	86

## INTRODUCCIÓN

Decía L. B. Alberti, en "I libri della famiglia", que la tarea del hombre sobre la tierra era honrar a Dios: "Satisfacerlo con trabajos que reflejen la virtù excelsa con que Dios dotó el alma del hombre, la más excelente y preeminente por sobre los demás animales terrenales" (1). Los trabajos podían satisfacer al creador si estaban dotados de "virtù", si lograban "hacer que la mano representara lo que la mente había concebido" (3).

En el Renacimiento, el término "virtù" indicaba un estilo de pensamiento intelectual y por lo tanto práctico. Un hombre con virtù era un hombre con poder intelectual para dominar cualquier situación y actuar como su voluntad le indicara, como el arquitecto que levanta un edificio que se ciñe a un diseño y no a los avatares de la Fortuna.

La noción de "virtuoso", el artista que apunta hacia una obra que refleje sus pensamientos, acciones e intenciones, podría ser la esencia de la actitud europea que dio lugar al movimiento filosófico-científico-cultural que caracterizó al Renacimiento italiano del siglo XV. En este contexto, dominados por el intelecto, tanto el artista como el científico experimental fueron producto de una misma inquietud cultural. El artista-pintor que buscaba capturar lo real y plasmarlo sobre una superficie plana, fuera un muro o una tela, tuvo que decantar una serie de prácticas artesanales de uso más o menos extendido, y agregar a su oficio lo que sería el gran aporte florentino a las artes visuales: la perspectiva lineal, también conocida como

prospettiva, prospectiva, perspectiva artificial, o costruzione leggitima (34).

El artista que pintaba en perspectiva construía en su mente las imágenes que representaría mediante una labor organizada de análisis de elementos visuales característicos, organizados mediante las reglas geométricas de la perspectiva lineal. Al igual que el personaje --que hoy llamamos científico-- que se desgarraba entre el medievo y el renacimiento en busca de la verdad de las cosas de este mundo, de su relación con las del intelecto y con lo que desciende de la divinidad, el pintor especula y se aventura buscando entender las relaciones del hombre con la naturaleza, en su triple y recientemente revelada personalidad de perceptor, conocedor y agente del cambio sobre la naturaleza.

En cierto sentido, si buscamos en el ideal de decidir mediante argumentos y evidenciar cuáles son las respuestas a nuestras dudas sobre lo que existe y sobre lo que se debe hacer, podemos entrever en los orígenes de la ciencia moderna un conjunto de respuestas nuevas ante el agotamiento del escolasticismo o surgimiento del neoplatonismo de viejos textos e ideas.

Eran las respuestas de una nueva sociedad con nuevos ideales y más grandes expectativas. En lo intelectual, la nueva sociedad habría sido el producto de tres etapas, tres estilos de plantear y resolver problemas.

El primer ímpetu surgió de la recuperación de viejos textos que en el siglo XII fueron traducidos del árabe al latín. Fue esta la etapa en la que se organizaron las escuelas y universidades

medievales, de la construcción de un sistema demostrativo que tomaba como modelos la geometría de Euclides y la filosofía natural de Aristóteles. Unido a esto se desarrolló, con un alto grado de precisión, un nuevo espíritu que controlaba la argumentación y tomaba elementos que incluían el cálculo, la observación, y el experimento, para así decidir las cuestiones que daban lugar a la discusión.

La segunda etapa está caracterizada primeramente por una preocupación por establecer métodos racionales para analizar y actuar sobre la naturaleza. Estas características fueron propias de los practicantes de una gran diversidad de actividades artísticas: escultura, arquitectura, y pintura. Los adeptos a las nuevas "artes", trabajando esencialmente fuera de las universidades, lograron sus propósitos apelando a la razón, y cuando era posible, al análisis cualitativo antes de iniciar el acto de construcción de cualquier obra o proyecto que les hubiera sido asignado.

Con estas formas de actuar alcanzaron a dominar la representación del espacio visual mediante las técnicas de la pintura en perspectiva y de la escultura, la del tiempo con la construcción de relojes mecánicos, la de la música con la determinación de los intervalos exactos de las notas. Se avocaron a la localización espacial de un terreno mediante sofisticadas técnicas de agrimensura y ciertos tipos de coordenadas cartográficas, emprendieron fabulosas empresas ingenieriles, apoyados en las nuevas máquinas diseñadas por hábiles y hoy olvidados ingenieros,

excepto, claro está, Leonardo y Francisco de Giorgio Martini. También el comercio recibió el beneficio de las nuevas sistematizaciones, y el siglo XV fue testigo de la aparición de métodos para llevar la contabilidad y de libros de texto que enseñaban a mecanizar la resolución de problemas de cambio de moneda, pagos de porcentajes, y del famoso diezmo (4,7).

Finalmente encontramos la tercera etapa, la cual no incluyo en este trabajo, pero que esbozo para fines de completez dada su importancia en la historia del pensamiento científico.

Los propósitos que movían al artista no deben ser confundidos con los de la filosofía y la ciencia. Aun así, es evidente que compartían modas y estilos intelectuales que reforzaban y encauzaban la curiosidad y las tareas que consideraban merecedoras de sus afanes. Así, poco a poco, se fue cristalizando una nueva filosofía que se sustentaba en el estudio de la naturaleza basada en un enfoque donde las matemáticas jugaban un papel preponderante. Esto desembocaría en una ciencia y una concepción del trabajo artístico que combinaba con precisión lógica una búsqueda teórica de formas comunes de explicación, y --basada en un análisis teórico y un diseño racional que antecedia a la puesta en marcha del experimento y la construcción-- un reclamo de resultados reproducibles de manera sistemática.

En este proceso hay que destacar el papel que jugaron los textos que paulatinamente comenzaron a aparecer en Occidente, traídos de Grecia y de los centros culturales Bizantinos que se veían asediados por los turcos. Entre dichos textos llegaron varios que

dieron un gran impulso a las matemáticas y a un racionalismo que buscaba sustentarse en ellas, y que abarcó desde la física y las artes musicales y visuales hasta la ética y la teología. La fuente última de éste racionalismo era Platón, pero detrás de él estaban los Pitagóricos, y entre ellos y el Renacimiento había una lista de pensadores no muy larga pero sí de mucho peso. Desde que Ficino comenzó a traducir a Platón y a los escritores herméticos (mediados del siglo XV), un nuevo espíritu comenzó a tomar forma (7,33), y alcanzó una de sus máximas expresiones en cuanto a las relaciones entre el arte y las matemáticas en De expetendis et fugiendis rebus opus, de Giorgio Valla (1501).

Valla, uno de los grandes humanistas, nos presenta en esta obra un compendio de las ciencias y las artes que impulsa tanto a la superación intelectual como a la educación moral desde un punto de vista que compartían Ficino y contemporáneos como Leonardo y Durero. Este punto de vista derivaba del Platonismo, y comprendía una teoría de la naturaleza y de su relación con el hombre como ser que percibe, conoce y actúa. En éste contexto la naturaleza se consideraba diseñada por arte divino, en analogía con el arte que el hombre desarrollaba según cánones matemáticos de orden y proporción, que se percibían mediante los sentidos y se disfrutaban con el intelecto. Idealmente, la ciencia sería conocimiento universal semejante al desarrollado por los matemáticos. Los artistas, según Valla, antes de proceder a su obra, mediante la razón "diseñan y forman en la mente, y mediante la imaginación, todo aquello que será mostrado". Para él, tanto

las ciencias experimentales como las artes constructivas (mecánicas, plásticas, visuales y musicales) eran el resultado de una razón que se componía mediante un análisis previo del propósito, análisis donde las matemáticas eran el eje rector.

La guía de Valla era Euclides, estudiado a través de Proclo, y por consiguiente consideraba a las matemáticas como una ciencia intermedia, generada por la mente, si bien estimulada por el mundo de los sentidos (33,14).

Todo esto requería de un esfuerzo que permitiera salvar el puente entre la naturaleza, sus objetos, y su representación. Sobre este aspecto, el caso que por excelencia acaparó la atención de los estudiosos de los métodos que capturaban lo real en las fórmulas de la racionalidad, fue el problema de la representación plana de objetos y circunstancias que ocurrían en el mundo tridimensional. Este es el problema de la llamada perspectiva, en un sentido amplio, y de la perspectiva lineal o artificial según la bautizaron los artistas que en los albores del siglo XV se atrevieron a imitar, en tanto que creadores, la obra de la divinidad.

A través de un sinuoso camino, con múltiples senderos que sobre él convergieron, los perspectivistas recurrieron a la óptica geométrica que heredaron de Euclides y que se vio enriquecida por sus antecesores medievales --Roger Bacon, John Pecham, Giovanni Pelacani de Parma entre otros-- para diseñar un método práctico para ilustrar lo que se veía --bajo condiciones específicas de distancia, refracción, ángulo de visión, distribución de sombras,

etc-- al transferir a una superficie la información tridimensional.

Durero, al asegurar que "un buen pintor tiene la mente llena de figuras" que surgen de "las ideas que Platón nos comentó", no hace sino reclamar para el artista lo que las matemáticas del diseño habían puesto a su disposición. Igual sucede con Leonardo, quien en repetidas ocasiones afirmó que todo arte debe iniciar en la mente y solo después puede fluir a través de las manos, pues "cualquier cosa que existe en el universo, sea en esencia, presencia, o imaginación, aparece primero en la mente del pintor y luego en sus manos" (20). Este aspecto también lo confirma Leon Battista Alberti, medio siglo antes, cuando a la par de exponer una serie de reglas que permiten establecer relaciones espaciales y de tamaño entre los objetos y personajes que componen una escena, enfatiza el papel que la historia --lo que sucede en el cuadro y que debía anteceder en la mente del artista a su ejecución en el lienzo o en el muro-- juega en la concepción de una pintura.

Así, el arte pictórico italiano del siglo XV se materializa en el artista racional, el hombre de virtù, siempre en control de lo que puede realizar dentro de los límites racionales de lo posible. Sin embargo, la herramienta que hizo esto posible no fue el resultado inmediato de teoremas matemáticos obtenidos en el pasado inmediato. Todo lo contrario, los resultados geométricos que son puestos en juego --en la primera mitad del siglo XV-- por Brunelleschi y Alberti ya aparecían en el pequeño tratado de

óptica de Euclides.

Los lazos que se establecen entre el viejo geómetra y los cánones planteados por Alberti reclaman una comparación, así como también las anotaciones --casuales o con propósito fallido-- de Leonardo que han sido recolectadas en lo que hoy se llama El Tratado de la Pintura (20). Con el problema de la representación en perspectiva como tema organizativo, este trabajo se propone analizar y mostrar el establecimiento euclideo de ciertas reglas que obedecen los rayos de la luz, y que por lo tanto determinan las reglas que la óptica impone a los métodos de representación de lo real sobre un plano. Después de ilustrar los esfuerzos medievales por llenar de realismo sus escenas pictóricas, se pasa a lo que serían las aportaciones de Alberti y de Leonardo, desentrañando lo nuevo y lo recuperado de la tradición que hay en sus textos centrales acerca de la perspectiva. Termino con un esbozo que sugiere, más que describe, el desborde --en el sentido matemático-- que sufrió esta problemática, y que eventualmente alejó el arte de la perspectiva de las manos de los pintores, quienes fueron sus creadores, para depositarlo en manos de los matemáticos, herederos del saber de la nueva ciencia.

## CAPITULO I

### La Óptica de Euclides

A lo largo de los siglos muchos artistas han tratado de pintar cuadros que imiten fielmente a la naturaleza. Para eso tienen que evocar, por medio de sus pinturas planas, la idea del espacio tridimensional y, además, retomar los colores y las formas de los objetos que se encuentran en dicho espacio.

Aunque el valor que se le da al realismo de un cuadro ha variado según la época y según el pintor, la representación de los objetos y del espacio en tres dimensiones siempre ha sido un elemento importante; es el primer enfrentamiento que hay entre la realidad y el medio que se usa para representarla.

Para dar una ilusión de tridimensionalidad en una pintura donde se reconozca aproximadamente la profundidad a la que se encuentra cada objeto, se deben tomar en cuenta los siguientes factores (10):

Perspectiva aérea

Distribución de sombras y luces

Superposición de contornos

Perspectiva geométrica

Interpretación de tamaño

Se le llama perspectiva aérea o atmosférica a la variación de color y de contorno de los objetos distantes. Los objetos oscuros toman tonos azulosos o violetas, y los claros toman un matiz más

cálido. Su contorno se ve menos preciso. Esto se debe a que el aire no es totalmente transparente y la luz se dispersa de manera irregular. Estos fenómenos dan una ilusión de distancia. Por eso cuando hay neblina los objetos parecen más lejanos, y en un día claro las cosas parecen acercarse. Ptolomeo, Goethe y Leonardo da Vinci escribieron sobre esto.

La distribución de sombras y de luces sobre un cuerpo nos da información sobre su forma. Las sombras proyectadas son muy importantes porque nos indican que la superficie sobre la que se proyectan está más lejana de la fuente de luz que los objetos que provocan las sombras.

La superposición de contornos es otro factor importante, pues cuando un objeto tapa la vista de otro, parece estar más cercano al observador.

La disminución aparente del tamaño de objetos lejanos, la disminución con la distancia de dimensiones no perpendiculares a la línea de la visión, la convergencia de líneas paralelas y otros más, son fenómenos de perspectiva geométrica, la cual trataremos con detalle más adelante a lo largo de este trabajo.

Por interpretación de tamaño se entiende que el hecho de que si vemos dos objetos del mismo tipo representados en un cuadro, dos hombres, por ejemplo, uno más pequeño que el otro, suponemos que el más pequeño está más lejos. Esto se debe a que las cosas se ven más pequeñas cuando están más lejanas.

Técnicamente hablando, para el hombre moderno, perspectiva es la proyección central de un espacio tridimensional sobre un plano.

Sin tecnicismos, es la manera de pintar una escena sobre una superficie plana de manera que los diferentes objetos representados muestren, unos respecto a otros, los mismos tamaños, formas y posiciones, que los objetos reales guardan en el espacio real y que son contemplados por un observador desde un punto de vista único (35).

¿Cuándo fue introducido en el arte el fenómeno de la perspectiva? Este es un tema muy discutido. Se dice que alguien que dibuja una silueta evoca una impresión de tridimensionalidad. Esto, sin embargo, no ha sido considerado un intento consciente de dar la sensación de profundidad. Algunos historiadores opinan que cuando los artistas griegos comenzaron a reemplazar las siluetas por figuras con líneas dentro de sus contornos, introdujeron el fenómeno de superposición, aunque no está claro si esto realmente se hacía para sugerir profundidad o solamente era un intento de dar más información sobre la figura.

Otro punto que se discute es el tamaño relativo de los objetos representados. En general, entre los griegos, los edificios se representaban en una escala menor. Se dice que esto es un indicador de lejanía, aunque puede deberse también a que por ser más importantes las figuras humanas se hacían relativamente más grandes, más claras e impactantes, y las partes arquitectónicas solo se mostraban para dar información del sitio en el que había ocurrido el evento representado. Esta idea está reforzada por el hecho de que el tamaño de las figuras solía variar según la

importancia de los personajes y el espacio disponible para pintarlo.

El estudio de cómo fue apareciendo la perspectiva en el arte griego se complica por el hecho de que las obras de los grandes pintores han desaparecido por completo. Solo quedan algunos murales y mosaicos que se dice fueron inspirados por dichas obras, y los jarrones con decoraciones que se dice también fueron influenciadas por aquellas (6).

M. Vitruvio Pollio, en su libro "De Arquitectura", escrito entre 26-23 a.C., dice que Agatarco, que trabajaba como escenógrafo para Esquilo (525-456 a.C.), dejó escritos sobre escenografía que estaban relacionadas con la perspectiva. Como muestra de la importancia que se le concedía a estos estudios, está el que los filósofos Demócrito y Anaxágoras escribieron sobre el mismo tema. De la decoración de las vasijas se puede concluir que durante el curso del siglo V a.C., el arte griego se desarrolló en la dirección de perfeccionar las técnicas perspectivas. La disminución de tamaño con la profundidad, y otros detalles relativos a la perspectiva, se volvieron cada vez más frecuentes (10). En esa época se manifestó un cambio en el arte pictórico que posiblemente se refleja en los diálogos de Platón:

"¿Acaso un sofá es distinto que él mismo, según lo mires por un lado o por el frente, o de alguna otra manera? ¿O solamente parece ser diferente sin realmente serlo? e igual para cualquier cosa". "Sí, la diferencia es solo aparente". "Ahora déjame hacerte otra pregunta: ¿Cual es el propósito del arte de la

pintura, una imitación de las cosas como son o de las cosas como aparecen, de la apariencia o de la realidad?". "De la apariencia". (La República, Libro X, 598-A).

En el mismo libro dice: "El mismo tamaño visto desde cerca y desde lejos parece distinto... confusiones semejantes aparecen en nuestras almas". (La República, Libro X, 603-C). "Así la escenografía, en su explotación de las debilidades de nuestra naturaleza, casi llega a la brujería..." (La República, L.X, 603-D).

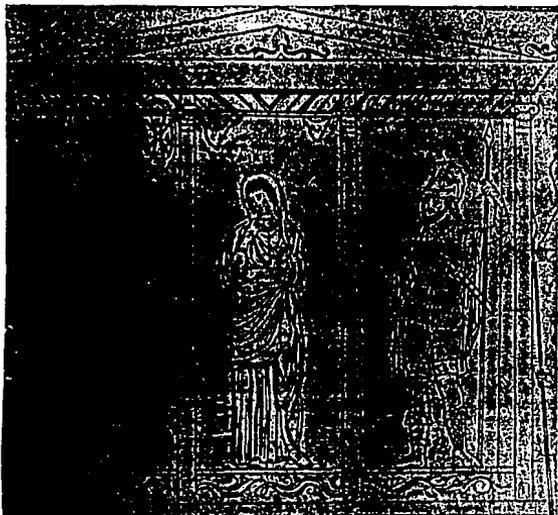
En el arte griego, el fisioplastismo reemplazó gradualmente al ideoplastismo. Es decir, los primeros dibujos representaban las cosas como se sabía que eran, y no necesariamente como se veían. Por ejemplo, un cuerpo de perfil se dibujaba con los dos brazos, aunque en la realidad sólo se le pudiera ver uno. Posteriormente se empezó a tratar de representar las cosas reproduciendo sus formas como aparecían ante el observador en un momento determinado. La manera de dibujar el ojo en un perfil muestra este desarrollo. En los primeros dibujos el ojo era dibujado frontal aunque la cara estuviera de lado. En la siguiente etapa el iris estaba más hacia la nariz; después se separan los párpados, y al final la rueda del iris se sustituye por un óvalo (10).



Con el desarrollo gradual de la perspectiva, la disminución con la profundidad comienza apareciendo en algunos objetos y en otros

no, y la ropa aparece sombreada antes de que los cuerpos proyecten sombras.

La representación de líneas paralelas les era más difícil que la de figuras humanas. En vasijas pintadas alrededor del año 300 a.C. se ven techos con divisiones regulares representados en perspectiva paralela, i.e. las divisiones paralelas del techo se representaban con líneas paralelas en el dibujo. Hay ejemplos en donde a cada lado del dibujo dos juegos de paralelas llevan direcciones opuestas, como en el siguiente ejemplo:



Fragmento: "Funeral  
de Archemoro"

Esta construcción, llamada "axial", fue utilizada hasta el siglo XV, y aún después aparece con ciertas modificaciones.

Según H. Schafer (10), los fenómenos de la perspectiva no fueron representados por ninguna cultura que no haya tenido contacto directo o indirecto con el arte pintado por los griegos desde finales del siglo V a.C.

Originalmente, la palabra "perspectiva" , que apareció en el siglo XII, significaba "visión clara, distinguida" y era la interpretación de la palabra griega "tà optiká", la cual denotaba la "ciencia de la visión". Así, la palabra perspectiva estaba asociada al concepto global de óptica, y abarcaba conceptos como la naturaleza de la luz, la geometría de la reflexión y la refracción de los rayos luminosos, la transmisión de imágenes y la fisiología de la visión (22).

A la vez que los pintores intentaban representar lo que miraban, los filósofos de la antigüedad trataban de entender el proceso de la visión. La óptica atrajo la atención de la humanidad desde los principios de la historia. Hay especulaciones sobre el arcoiris casi tan antiguas como los primeros documentos escritos que se conocen. Se han encontrado lentes y espejos de más de 3500 años de antigüedad en varias partes del mundo, y las recetas oftalmológicas egipcias ya se encuentran en el papiro Ebers, que fue copiado antes de 1500 a.C. de fuentes mucho más antiguas. Es sabido que desde el siglo IV a.C. existía en China un análisis sistemático de la radiación, las sombras y los fenómenos de reflexión (29).

Entre los fragmentos filosóficos más antiguos del mundo griego, donde se inicia la tradición óptica occidental, se encuentran

discusiones sobre la luz y el proceso visual. Existieron tres corrientes en el pensamiento óptico griego: la tradición médica, centrada en la anatomía y la fisiología del ojo y en el tratamiento de sus enfermedades; la tradición física o filosófica, dedicada a cuestiones epistemológicas, psicológicas y asuntos que tocaban a la causalidad física; y la tradición matemática, orientada hacia la explicación geométrica de la transmisión de los rayos luminosos y, en última instancia, con la percepción y representación del espacio (21).

Los primeros filósofos en proponer una doctrina sistemática de la luz y la visión fueron los atomistas. Aunque sus teorías diferían, tenían en común la premisa de que todas las sensaciones eran causadas por contacto directo con los órganos de los sentidos, y que por lo tanto debía existir un flujo material del objeto visible al ojo. Leucipo, Demócrito (n. ca. 460 a.C.) y Epicuro (ca. 341-270 a.C.) sostenían que la percepción surgía cuando las imágenes entraban del exterior. Así, la visión era una especie de tacto. Estas teorías se conocen como intrromisionistas. Por otra parte estaban los extrromisionistas, Platón entre ellos. Según la teoría platónica de la visión, una corriente de luz o fuego sale del ojo del observador y se fusiona con la luz del día para formar un cuerpo homogéneo único que va del ojo al objeto visible. (Este cuerpo es el instrumento del poder visual para llegar al espacio ante el ojo). La antigüedad de esta teoría no se puede determinar fácilmente. La idea de la corriente visual que sale del ojo se ha asociado con la escuela pitagórica, en

particular con Alcmeon de Croton a principios del siglo V a.C. También a Demócrito se le considera un antecesor de Platón, pues se le atribuye la idea de que las imágenes se producen en el aire cuando el flujo del objeto visto choca con el flujo opuesto del observador.

Cualesquiera que sean los orígenes de esta teoría, llegó a su desarrollo máximo con Platón (ca. 427-347 a.C.). El también dice que hay una emanación del objeto visible, pero la visión no es resultado del encuentro de ésta con una del ojo, sino de su encuentro con el cuerpo homogéneo único formado por la emanación del ojo que se fusiona con la luz del día. A través de este encuentro, se transmiten las emanaciones al alma, donde se producen las sensaciones. Las emanaciones están asociadas a partículas de distintos tamaños, que corresponden a los diferentes colores. Si las partículas miden lo mismo que las partículas del rayo visual, son transparentes. Las más grandes, que contraen el rayo, y las más pequeñas, que lo dilatan, son lo negro y lo blanco.

Aristóteles (384-322 a.C.) es el primero en discutir la visión de una manera sistemática y completa. En sus dos trabajos de psicología encontramos, por primera vez, las cuidadosas definiciones y distinciones necesarias para una discusión ordenada de la visión (21).

Aristóteles rechazó las teorías anteriores acerca de la luz y la visión. Opina que la luz no es una emanación corpuscular, ni la vista es producida por extromisión. Dirige su atención al medio

entre el observador y el objeto, que considera absolutamente necesario, y su análisis lo lleva a definiciones precisas de transparencia. luz y color. El medio de la vista es lo diáfano o transparente, una naturaleza o poder que tienen todos los cuerpos, pero particularmente el aire, el agua y otras sustancias semejantes. Define la transparencia como aquello que sólo es visible gracias al color de lo que se mira a través de ella.

La luz es un estado de la transparencia que resulta de la presencia del fuego o de algún otro cuerpo luminoso. Es la actualización de la transparencia, el arribo al estado en el cual la transparencia no es ya solamente potencial, sino actual, y tal que los cuerpos separados del observador por el medio se vuelven visibles.

El color, según Aristóteles, es aquello que cubre la superficie de los objetos visibles y tiene el poder de echar a andar o producir otro cambio cualitativo en lo que previamente era transparente. El color de los objetos mueve el medio, que estimula el órgano sensorial. Así, lo que es visible es el color.

Platón y Aristóteles difieren en cuanto a la extromisión o intromisión de rayos, pero coinciden en suponer la existencia de un medio óptico como lazo esencial entre el objeto visible y el observador.

La teoría de la visión de los estoicos está relacionada con su concepción del "neuma", un agente activo compuesto de fuego y aire. Suponían que un neuma óptico fluía de la base de la conciencia y excitaba el aire adyacente al ojo, poniéndolo en un

estado de tensión. A través de este aire tenso, cuando el sol lo ilumina, se hace contacto con el objeto visible. Los estoicos, al igual que Platón y Aristóteles, centraron su atención en el medio entre el observador y el objeto.

La otra tradición griega relacionada con la óptica es la matemática. La primera exposición completa de una teoría matemática de la visión es la "Óptica" de Euclides. Sus estudios se centran en el aspecto geométrico de la visión. La suposición de que los rayos visuales son rectos le permite desarrollar una teoría geométrica de la visión. Dada esta simple regla que rige la propagación de los rayos, puede emplear las líneas rectas de un diagrama geométrico para representar los rayos visuales, y así convertir problemas de óptica en problemas de geometría, sin importar si los rayos provienen del ojo o de los objetos.

En su "Óptica" (12), Euclides presenta 12 suposiciones, seguidas de 58 teoremas, que ofrecen una descripción geométrica de la formación de apariencias en términos de tamaño, forma y posición. El principio básico de la obra es que el tamaño aparente está en función del tamaño de los objetos y de su distancia al punto de observación.

La "Óptica" sobrevive de dos versiones: una es la reseña de Teon traducida por Zamberto en 1505, y editada por primera vez por Johannes Pena en 1557, y la otra versión, más antigua, está basada en dos manuscritos más antiguos descubiertos por Heiberg durante el siglo pasado (16). La más antigua es la que se

considera genuina, y es en la que está basada la traducción en la que nos basamos para este trabajo.

Lo que sigue es un resumen de dicho libro, resaltando aquellos teoremas que son los más importantes para la representación del espacio en pintura.

La obra comienza con la suposición de que vemos por medio de rayos visuales que surgen del ojo y tocan los objetos visibles.

#### SUPOSICIONES:

1.- Los rayos que salen del ojo viajan en línea recta y pasan por espacios muy extensos entre ojo y objeto.

2.- La forma del espacio incluido dentro de nuestra visión es la de un cono, con el vértice en nuestro ojo y la base en los límites de nuestra vista.

3.- Aquellas cosas en las que caen los rayos visuales son vistas, y aquellas donde no caen no son vistas.

4.- Las cosas vistas bajo un ángulo mayor parecen más grandes, y las cosas vistas bajo un ángulo menor parecen más pequeñas, y las cosas vistas dentro de ángulos iguales se ven de igual tamaño.

5.- Las cosas vistas dentro del rango visual más alto parecen más altas, y aquellas vistas dentro del rango más bajo parecen más bajas.

6.- Las cosas vistas dentro del rango visual derecho aparecen a la derecha, y aquellas vistas dentro del rango visual izquierdo aparecen a la izquierda.

7.- Las cosas vistas bajo más ángulos se ven más claramente. Que algo esté visto bajo más ángulos significa que es tocado por más

rayos visuales, y por lo tanto el ojo recibe más información acerca del objeto.

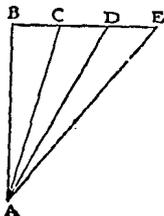
La idea del cono viene probablemente de Ptolomeo, que había probado experimentalmente que los rayos visuales estaban contenidos dentro de un cono con un ángulo recto en la base (36). Esta concepción aún prevalecía en tiempos de Piero della Francesca (segunda mitad del siglo XV) y, como veremos más adelante, este concepto se siguió usando 17 siglos después por Alberti, quien usaba el término pirámide visual. Había, sin embargo, algunas diferencias entre Euclides y Alberti. En particular, Alberti se refería al campo visual delimitado por lo que iba a representar en el cuadro, mientras que Euclides se refería al cono cuya base era el contorno de objetos aislados que se miran.

En las suposiciones 4, 5 y 6 se estipulan las características de las apariencias de objetos que derivan directamente de características de ángulos visuales. Estas son fundamentales para la obra, pues la mayoría de las proposiciones de la "Óptica" están basadas en ellas.

Paso ahora a presentar los teoremas de Euclides que son más importantes para la perspectiva lineal. Por su temática e importancia relativa podría agruparlos en dos grandes rubros: los más generales, que dan las ideas básicas acerca de la modificación de las apariencias según la posición de los objetos, y se aplican en casi cualquier situación, y aquellos que son más

particulares, en este caso, menos importantes. Comienzo citando los de mayor relevancia.

Teorema 4: Dadas distancias iguales puestas sobre una misma línea recta, las que se miran de más lejos parecen menores.



El teorema 7 es muy parecido, al igual que el 47, solo que en lugar de comparar diferentes segmentos o distancias lo que se mueve es el ojo.

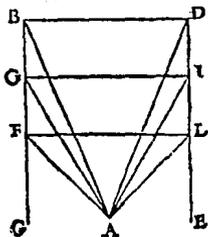
Teorema 5: Grandezas iguales a distancias distintas parecen distintas, y siempre las más cercanas parecen mayores.

El resto de los teoremas de la "Óptica" desarrollan estos principios para varias situaciones particulares.

Teorema 6: Las líneas paralelas miradas desde lejos no parecen mantener la misma distancia entre ellas.

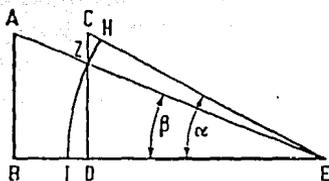
Aunque no lo diga en el enunciado, en la demostración se dice que entre más cerca estén del observador parecerán más apartadas.

En términos de las nociones actuales de perspectiva, lo que dice el teorema 6 es que las líneas paralelas que se alejan del ojo en cualquier plano parecerá que convergen.



Teorema 8: Considerando dos paralelas del mismo tamaño, pero situadas a distintas distancias del observador, no hay una relación de proporción entre las distancias y los ángulos visuales que subtienden ("ángulos visuales y distancias no son inversamente proporcionales").

La proposición 8 de la Óptica es la única que trata de la relación numérica entre el tamaño de la imagen presentada en el punto de observación, la distancia del objeto al observador y el tamaño del ángulo de visión. Dada la importancia que reviste este enunciado, y la controversia que suscitó siglos más tarde acerca de qué es lo relevante en la visión, paso a revisar con más detalle lo que afirma. Euclides demuestra lo siguiente:



Si consideramos que AB y CD son iguales, pero que se encuentran a diferentes distancias del ojo en E, se puede demostrar que la razón de BE a ED no es la misma que la razón del "tamaño de la apariencia de CD" y el "tamaño de la apariencia de AB". Como en la Óptica el tamaño de la apariencia de un objeto es el ángulo visual que éste forma con el ojo, el "tamaño de la apariencia de CD" y el "tamaño de la apariencia de AB" corresponden a los ángulos  $\alpha$  y  $\beta$ , respectivamente. Euclides prueba que

$$\frac{\alpha}{\beta} = \frac{\angle HET}{\angle ZET} = \frac{\sec. HET}{\sec. ZET}, \quad \frac{BE}{DE} > \frac{\sec. EHT}{\sec. ZET} \quad \text{y} \quad \therefore \quad \frac{BE}{DE} > \frac{\angle HET}{\angle ZET} = \frac{\alpha}{\beta}$$

es decir, demuestra que la razón de las distancias del ojo a las dos magnitudes iguales es mayor que la razón de los ángulos  $\alpha$  y  $\beta$ . Esta proposición es fundamental en la discusión que existe sobre la posible diferencia entre las imágenes determinadas por el ángulo de visión (la "perspectiva natural") y aquellas determinadas por la perspectiva al cortar el cono visual con un plano (llamada "perspectiva artificial") (5).

Panofsky (26) dice que esta proposición demuestra que la manera de determinar el tamaño de las apariencias visuales de la

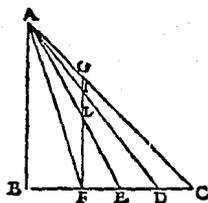
perspectiva lineal es diametralmente opuesta a aquella de la Óptica. Según el, Euclides implica que la diferencia aparente de dos magnitudes iguales situadas a distintas distancias del observador no depende de la razón de dichas distancias. Sin embargo, en otros teoremas de la Óptica, los procedimientos que usa Euclides para calcular magnitudes sí dependen de la distancia al observador (teos 10, 18, 19, 20, y 21 de la Óptica).

Lo que hace Euclides es establecer una diferencia significativa entre las cantidades que se pueden asociar al ángulo de visión y aquellas relacionadas con la distancia.

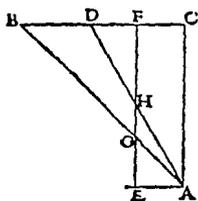
El teorema 6 está basado en la suposición de que las apariencias equivalen a los ángulos  $\alpha$  y  $\xi$ , mientras que la llamada perspectiva lineal establece el tamaño de las apariencias por el tamaño en el plano pictórico. Sin embargo se ve en el mismo diagrama que si se considera CD como el plano pictórico, el tamaño de la imagen de AB es DZ, que es lo que está incluido dentro del ángulo  $\xi$ . Por lo tanto, su método es compatible con la perspectiva lineal.

Como veremos más adelante, esto aparentemente contradice a Leonardo, pero la situación se salva si consideramos que Euclides hablaba de ángulos subtendidos, mientras que Leonardo hablaba de proyecciones.

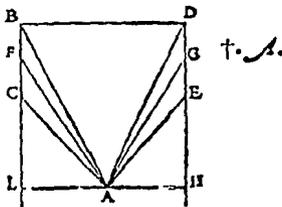
Teorema 10: De un plano horizontal situado abajo del nivel de los ojos del observador, las partes más lejanas aparecen más arriba.



Teorema 11: De un plano horizontal situado arriba del nivel de los ojos del observador, las cosas más lejanas aparecen más abajo. Este teorema es simétrico con el teorema anterior.



Teorema 12: De un grupo de líneas que van hacia adelante, aquéllas a la derecha parecen tender hacia la izquierda y aquéllas a la izquierda parecen tender hacia la derecha. Este es un caso más general del teorema 6, y está basado en la suposición 6.



Los teoremas 13 y 14 son casos especiales del 10 y el 11, respectivamente, pero hablan de objetos ("grandezas") en lugar de planos.

Estos son los teoremas más importantes en cuanto a la teoría de la perspectiva geométrica se refiere. A continuación cito otros que son de carácter secundario, por referirse a situaciones o casos más particulares. Por medio de éstos nos damos cuenta de que ya conocían la geometría necesaria para hacer lo que en perspectiva se hizo sólo hasta el siglo XVI.

Los teoremas 60 y 61 hablan de los puntos desde los cuales se debe mirar un cuadrado para que sus lados o sus diagonales se vean iguales. El teorema 35 es muy parecido, sólo que en lugar de cuadrado hay un círculo. Dice: Si un círculo se mira desde la perpendicular al centro, sus diámetros parecen iguales.

Los teoremas 41 y 42 dicen que si un objeto es perpendicular al rayo visual, y su distancia al ojo permanece constante, no cambiará su tamaño aparente. En el teorema 41 supone que se mueve el objeto, mientras que en el 42 se mueve el ojo. Estos teoremas indican que estaban conscientes del hecho de que el tamaño aparente depende del ángulo con el que se mira un objeto y de su distancia al ojo, pero no tienen en realidad ninguna aplicación práctica.

Los tres teoremas siguientes se refieren a cómo cambia la relación visual de distintos objetos conforme el observador se mueve.

Teorema 15: De los objetos puestos bajo el nivel de los ojos, si uno es más alto que el otro, al acercarse pareciera que aumenta la diferencia, y al alejarse, parecerá disminuir.

Teorema 16: De los objetos que rebasan el nivel de los ojos, si uno es más alto que el otro, al acercarse pareciera que disminuye la diferencia, y al alejarse, parecerá aumentar.

Teorema 17: De dos objetos, uno más alto que el otro, si se coloca el ojo al nivel del más bajo, la diferencia no cambia ni al acercarse ni al alejarse.

En ninguno de estos tres teoremas demuestra todo lo que dice y las demostraciones dependen de cómo se colocan los objetos. Aunque se ve que ya existía la preocupación por ver la relación entre los objetos y el observador, y estas preguntas nacen de problemas de representación. en los ejemplos de pintura de la época no se aplican estos conocimientos, sino que el factor ideográfico sigue siendo muy relevante. La importancia social de los personajes, antes que las reglas geométricas aquí estipuladas, seguían determinando el tamaño con el que se representaban, como se puede apreciar en la siguiente figura, proveniente de Adrano, que fue pintada en una vasija hacia 325 a. C.



"Grupo de Adrano" Pixis (detalle):  
Atavío de la Joven Esposa

Los teoremas 18 y 19 dicen cómo conocer la cantidad de una altura dada, el primero usando el sol y el segundo sin usarlo. Aunque este procedimiento está muy relacionado con la perspectiva, no se aplica en pintura porque uno no tiene los elementos para medir en un cuadro los tamaños de las sombras, las distancias, etc. Solo se aplicaría si se utilizara un método explícito de representación como el que siglos más tarde desarrollará Alberti. Lo mismo sucede con los siguientes dos teoremas:

Teorema 20: Conocer la cantidad de una profundidad dada.

Teorema 21: Conocer la cantidad de una longitud dada.

Hay varios teoremas que dicen fundamentalmente lo mismo que los anteriormente mencionados, pero están replanteados en términos de movimiento del objeto respecto al espectador o viceversa.

Hay varios teoremas que dicen fundamentalmente lo mismo que los anteriormente mencionados, pero están replanteados en términos de movimiento del objeto respecto al espectador o viceversa.

Los teoremas 48, 49, 50, 51 podrían servir para encontrar el punto de vista necesario desde el cual la relación de tamaños aparentes de los objetos sea la que se busca.

La preeminencia de ciertas figuras geométricas se constata al ser éstas las que reciben atención respecto a su representación. Sobre cómo se ven los círculos y las esferas hay algunos teoremas:

Teorema 40: Las ruedas a veces parecen circulares y a veces elípticas.

También menciona que hay disminución del tamaño aparente con la distancia. Es una aplicación de los teoremas 38 y 39.

Teorema 25: La esfera mirada desde lejos parece círculo. Esto es válido a partir de la distancia donde ya no importa la estereoscopia.

Teorema 23: De cualquier manera que se mire la esfera con un solo ojo, se verá menos de la mitad, y tendrá forma circular.

Como veremos después, el problema de cómo proyectar esferas sobre el plano pictórico fue muy discutido por los pintores renacentistas. Si la esfera no está sobre el "rayo principal",

i.e. la línea perpendicular a la superficie que pasa por el ojo, la proyección será una elipse. Sin embargo, en ciertos casos se hacían ajustes de los que ya hablaremos posteriormente.

Teoremas 29 y 31: Son casi equivalentes al teorema 23, pero el primero aplicado a cilindros y el otro a conos.

Muy relacionados con éstos están los tres siguientes:

Teorema 24: Acercando el ojo a la esfera, lo que se ve de ella es menos y parece que se ve más.

Teorema 30: Casi equivalente en cilindros.

Teorema 32: Casi equivalente en conos.

Los siguientes teoremas se refieren a los lugares desde los cuales los círculos se verán o no como tales.

Teorema 36: Si se mira un círculo desde un punto que esté a una distancia igual a su radio del centro, (aunque no esté sobre la perpendicular al centro) sus diámetros parecerán iguales. El error de este teorema es que le falta decir que los diámetros no se bisectan, o que no parecen diámetros, y que por lo tanto la figura vista desde un punto fuera de la perpendicular al centro parecerá una elipse.

Teorema 37: Si se mira un círculo desde un punto que no esté sobre la perpendicular a su centro, ni a una distancia igual al radio del centro ni que hiciera ángulos iguales con los semidiámetros, los diámetros parecerán desiguales.

Teorema 38: Si se mira el círculo desde un punto fuera de la perpendicular al centro, y más lejano al centro que lo que mide el radio, los diámetros parecerán desiguales.

Teorema 39: Si el punto está más cerca del centro de lo que mide el radio, sucede lo contrario con los diámetros.

Teoremas. 26, 27 28: comparando el diámetro de la esfera con la distancia entre los ojos, estos teoremas explican para cada caso lo que se ve de la esfera. Aquí está tomando en cuenta la estereoscopia.

Posteriores a Euclides, pero de la misma escuela de óptica geométrica, fueron Herón de Alejandría y Claudio Ptolomeo (127-148 d. C.). Del primero, la Catóptrica (siglo I d. C.) trata sobre la teoría y las aplicaciones de los espejos. Pero más importante fue el trabajo de Ptolomeo, que además de tratar elementos físicos, fisiológicos y psicológicos de la visión, extendió el análisis matemático que Euclides hizo de la visión.

Las traducciones al latín (siglo XII) de las obras de Euclides y Ptolomeo, que habían sido conservadas por los árabes, así como las aportaciones de éstos últimos, tuvieron mucha influencia en Roberto Grosseteste, Roger Bacon y John Pecham.

Roberto Grosseteste (c1175-1253) hizo mucho por fomentar el estudio del griego y realizó importantes comentarios y traducciones de la obras clásicas. También fue muy importante por

su insistencia en fundamentar la filosofía natural en las matemáticas y en la experimentación. Creía imposible entender el mundo físico sin recurrir a las matemáticas, creencia basada en su concepción metafísica de la naturaleza de la realidad. Sostenía la idea de que la luz era la primera forma corpórea, cuya propiedad característica era su capacidad de propagarse instantáneamente en línea recta y en todas las direcciones sin perder sustancia, y que de esta manera había generado el universo. Por esto consideraba el estudio de la óptica como la llave para entender el mundo físico (25,23).

Roger Bacon (14) (c1214-52) siguió los pasos de Grosseteste en los campos de la óptica, las matemáticas y la ciencia experimental. Para él las leyes matemáticas de la óptica geométrica eran el fundamento de la realidad física, esenciales para comprender la naturaleza. Describió experimentos con espejos y lentes, elaboró teorías que no pudo comprobar por lo costoso de los lentes y espejos que necesitaba para ello, y dio largas descripciones del ojo apoyadas en diagramas de su curvatura.

Para Bacon, la "llave y puerta" a todas las ciencias eran las matemáticas. Compartía la convicción platónica de su importancia y su utilidad práctica en todas las ciencias. (Gimpel)

Estos hombres analizaban la luz con la ayuda de Euclides con el afán de poder llegar a percibir mejor la manifestación de la sabiduría divina en el mundo visible.

## CAPITULO 2

### La perspectiva en la pintura anterior al Renacimiento

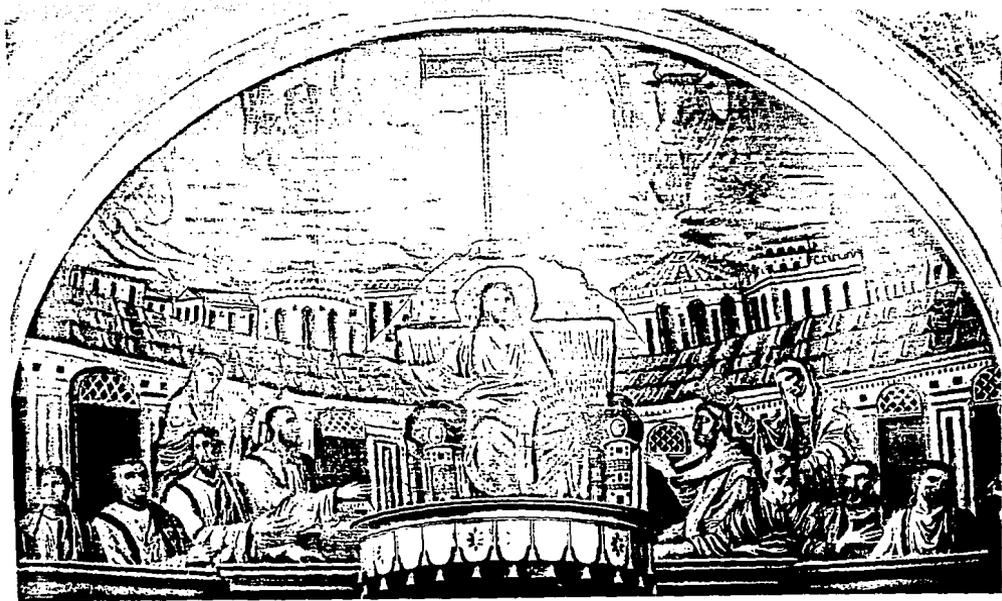
Desde la antigüedad hasta el Renacimiento, los intentos de encontrar mejores métodos para dar una sensación de profundidad en sus cuadros llevó a los pintores a experimentar con diversas ideas y a desarrollar técnicas que sugirieran corporalidad y profundidad en la representación. Instancia de ello lo fueron los bajorelieves, mediación entre la escultura --uso de los volúmenes-- y la pintura --limitación al espacio plano-- y que encontró en Donatello y Ghiberti a unos de sus exponentes más destacados.

De la pintura romana antigua, probablemente los ejemplos más interesantes de estos intentos fueron los de Pompeya. Durante la segunda mitad del siglo I a.C. se hacían murales domésticos de paisajes cuya profundidad, atmósfera y luz se ejecutaban de una manera altamente pictórica e ilusionista. También figuraban elementos arquitectónicos que trataban de dar idea de construcciones reales, con hileras de columnas que evocaban la idea de profundidad. Los temas de las pinturas solían ser de la mitología griega, y muchos autores clásicos hicieron referencia a las descripciones de las pinturas famosas de la Grecia clásica y la helenística (37).

Desde el final del siglo II la pintura clásica se desentiende de la silueta, y la forma tiende a desvanecerse en manchas de color.

La pintura de las primeras etapas del cristianismo, que se encuentra en su mayoría en la catacumbas romanas, ya no tiene el carácter realista de la pintura de Pompeya.

Las composiciones de los mosaicos de las iglesias romanas del siglo IV retoman algunos elementos que dan idea de profundidad, como la superposición de contornos, y para representar edificios hacen algunos intentos empíricos de utilizar la perspectiva geométrica, que, como veremos, se retoman en los últimos periodos de la época Medieval.



*Gran mosaico del ábside de Santa Pudenziana: el Redentor y Santos con la Cruz y los símbolos de los Evangelistas. Siglo IV.*

En algunas iluminaciones de manuscritos del Imperio Carolingio se utilizan elementos de perspectiva geométrica, como lo son la recesión de las ortogonales hacia el centro del cuadro, o la colocación de edificios mostrando una cara de manera frontal y una segunda cara de manera oblicua, disminuida.

En la época que siguió al arte Carolingio hubo un regreso hacia un estilo primitivo plano, y la pintura románica que floreció del siglo XI al siglo XIII tampoco se caracterizó por tratar de lograr un realismo espacial en la pintura.

Es hasta el siglo XIV cuando, en Italia, se comienzan a desarrollar las técnicas perspectivas que desembocarán, en el siglo XV, en la llamada perspectiva lineal. De esto nos ocuparemos a continuación.

Para estudiar el desarrollo de la representación del espacio y la organización de la superficie pictórica que lleva al alto Renacimiento, el mejor ejemplo es quizá la Iglesia Superior de San Francisco, en Asís. Esto se debe a que es uno de los pocos lugares donde aún sobrevive la obra pictórica italiana pintada entre 1250 y 1350.

En todas las manifestaciones del arte primitivo, la primera etapa en la representación de un objeto cúbico consiste en mostrar un solo lado, tal como se observa, y paralelo a la superficie de la representación, es decir, en "colocación frontal". Cuando esto no basta para los fines del artista, la siguiente etapa tiende a mostrar un segundo lado volteándolo de manera que se vea, sin distorsión, al lado del primero en el mismo plano. Este método de

representación se ha denominado "colocación frontal compleja". Este sistema es el mismo que encontramos en el arte de Egipto y del cercano oriente, y que predomina en la cerámica griega. Aparece frecuentemente en el arte Italiano de los siglos XII y XIII y, en general, en todas las circunstancias en que el interés por la representación del espacio es poco evidente, como las descritas anteriormente.



Los artistas de la antigüedad partieron de estos principios hasta llegar a esquemas en los que se reconociera la solidez de los objetos a pesar de la realidad del muro plano.

El primer paso de este proceso (que llamaremos colocación "frontal disminuida") consistió en disminuir progresivamente el tamaño de la cara lateral a medida que se aleja de la frontal. Un lado se conserva sin distorsión en el plano pictórico y el

segundo, o los subsecuentes, aparecen disminuidos y parecen retroceder a través de la superficie pictórica.

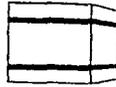
Posteriormente, todas las superficies visibles se muestran en recesión. El objeto se ve en "colocación oblicua". Esta evolución se acompañó de un desarrollo parecido, pero más lento, en la representación de espacios interiores.



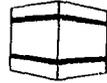
frontal



frontal compleja



fr. disminuida

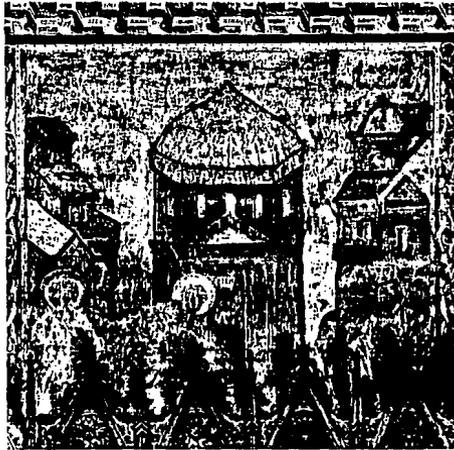


oblicua

Esta es la etapa del proceso a la que se había llegado en el Cuarto Período del estilo Pompeyano. El énfasis en valores espirituales, y la reafirmación de la superficie del plano típico del arte cristiano primitivo, se acompañó de la desaparición virtual de la colocación oblicua, que es la más agresiva espacialmente de las que hemos descrito. Aún en el arte bizantino, el gran conservador de las ideas de la antigüedad, las colocaciones oblicuas se volvieron raras y en ocasiones desaparecieron del todo.

Regresando a la Iglesia de San Francisco de Asís, vemos que en la mayoría de los casos Cimabue usa la colocación frontalmente disminuida, como se muestra especialmente en la escena de "San Pedro curando al cojo" (24).

En esa pintura aparece otra característica importante que es la manera como los edificios receden en dirección lateral y no hacia el centro.

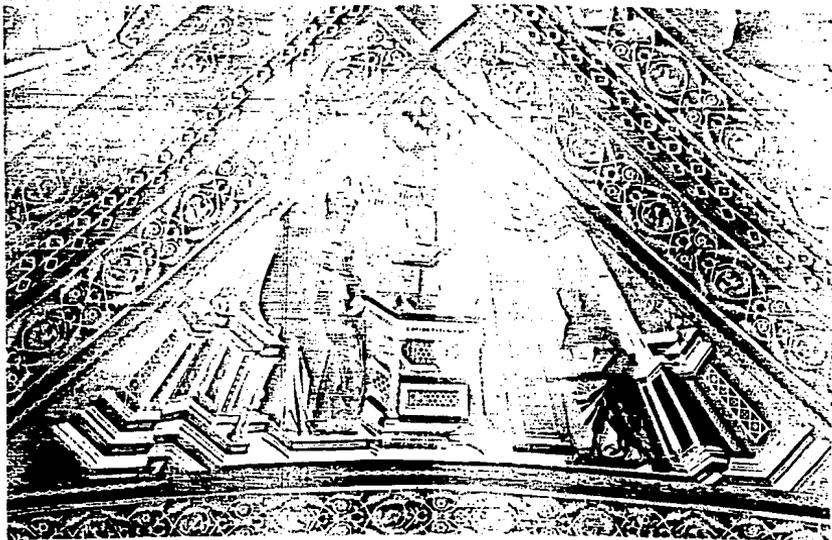


Cimabue: "San Pedro curando al cojo"

Esto marca una de las grandes contribuciones de Cimabue. Es fundamentalmente este factor de organización pictórica lo que lo distingue de sus contemporáneos, cuyos edificios, aunque elaborados bajo los mismos principios, receden al azar a derecha e izquierda sin tener en cuenta su colocación en la pintura.

Una consecuencia del arreglo de Cimabue es que hay, en realidad, tres diferentes puntos de vista en los grupos de edificios mostrados.

"Los Cuatro Evangelistas" (por el maestro de Isaac) caracterizan el período de desarrollo del espacio arquitectónico representado por Cimabue. En cada uno, el santo y su escribano se encuentran en un complejo arquitectónico donde los objetos también receden hacia afuera, y casi todo el conjunto de muebles, tronos, podios etc., son vistos desde arriba, excepto los techos de los nichos de los escribanos, que son las estructuras más altas y que receden hacia abajo. El descenso del punto de vista hace convincente la vista de los interiores. Este conflicto entre varios puntos de vista posibles es más notable que en las composiciones de Cimabue.



Un avance en la representación del espacio se observa en la serie de frescos "La leyenda de San Francisco". En "La visión de los

tronos" el diseño está compuesto por colocación frontal disminuida donde los tronos se miran por su lado izquierdo pero el altar y su dosel receden hacia la derecha, lo que introduce un cambio radical del punto de vista. Todos los frescos de esta serie conservan rigurosamente la colocación frontal disminuida (37).



"Visión de los Tronos" Maestro de la Leyenda de San Francisco.  
Es característico de las primeras etapas de la perspectiva empírica que las ortogonales ascendentes o descendentes permanecen más o menos paralelas.

En esta misma serie de frescos aparece la colocación oblicua. En "San Francisco ante el crucifijo", un edificio se muestra con ambos lados visibles disminuidos, visto desde el ángulo. Esto no es fortuito, sino que muestra el interés por la observación directa y por la imitación de la naturaleza.



"San Francisco ante el Crucifijo" M. Leyenda de San Francisco.

Ópticamente, tan pronto se pueden ver dos caras de un objeto, ambas receden del observador. La convención que permite a una cara presentarse sin distorsión, paralela al plano pictórico, fue descartada progresivamente por aquellos artistas más observadores de la realidad y que trataban de representarla más fielmente.

En el caso extremo y más característico de colocación oblicua todas las superficies visibles de un cubo receden con igual claridad a 45 grados de la línea de visión del observador.

Esta técnica da una sensación muy fuerte de solidez de los objetos. Cabe notar que al principio es más bien la versión extrema de la colocación oblicua la que fue usada por los pintores. Esto es particularmente interesante puesto que se acepta que tanto en el arte primitivo como en el naturalismo que antecede al Renacimiento, el interés por el objeto predomina sobre el interés por el espacio. El espacio que separa un cuerpo del siguiente carece relativamente de importancia.

En el sistema de perspectiva que fue inventado en el Renacimiento, el punto de fuga constituye el centro fundamental de la atención. En este sistema los elementos arquitectónicos más importantes son las ortogonales, o líneas recesivas, que dirigen al ojo hacia el punto focal del espacio más allá de los confines de los edificios mismos (35).

En el sistema empírico de la colocación oblicua la situación es radicalmente diferente. La tendencia es de concentrar la atención en el objeto solido aislado, y esto se acentúa por el hecho de que este sistema conlleva a retener los puntos de vista múltiples de los sistemas antiguos.

Esto se muestra claramente en los frescos "San Francisco repudiando a su padre", "San Francisco regalando su túnica" y "San Francisco y los demonios de Arezzo", por la tendencia de cada bloque arquitectónico de aislarse de los otros elementos semejantes de la composición. Otro fenómeno que ocurre en estos sistemas es que los espacios que separan a los objetos tienden a desaparecer. Con esta técnica no hay posibilidad de mirar al

fondo de una calle, de dejar que el ojo siga a través de las casas directamente hacia la profundidad como ocurre en una típica pintura renacentista.

El interés en la observación directa se muestra por el cada vez más frecuente uso de la colocación oblicua, por la calidad de retrato de los edificios, por el naturalismo descriptivo y el agrupamiento espacial de las figuras y, finalmente, por la multiplicidad de los detalles cuidadosamente comunicados.

Un avance en el desarrollo de la perspectiva empírica son los frescos de Cavallini (c. 1250-c.1330). En las primeras etapas de su obra intenta la construcción oblicua con enorme confianza. El incremento de la escala de la arquitectura en relación con las figuras, es otra característica que se desarrolla en su serie del "Antiguo Testamento". A pesar de la colocación oblicua, muestra un sentimiento poderoso de envoltura en la escena. La relación entre las figuras y el piso es clara y el volumen del interior se define con fuerza.



En las etapas posteriores de su obra, Cavallini usa la colocación frontal disminuida, manejada con gran seguridad en la mayoría de las escenas que muestran casas y tronos. Este avance en la carrera de Cavallini se muestra en los mosaicos del ábside de Santa Maria en el Trastévere. De 10 estructuras cúbicas importantes, seis muestran colocación frontal disminuida y solo cuatro colocación oblicua.

Se puede decir que Giotto (1266/7-1337) es el artista que recoge todos estos cambios y además aporta un nuevo sentido de interés por las obras y actos del hombre que lo hacen ser considerado el padre del arte moderno. Fue alumno de Cimabue, y llegó a tener más fama que su maestro, fama que fue consolidada por Dante al mencionarlo en su Divina Comedia.

La historia de las primeras etapas de su desarrollo no es muy clara, ya que está en discusión si fue él o no el autor de los frescos sobre la leyenda de San Francisco en la Basílica de Asís, y de algunos frescos en San Pedro en Roma.

La capilla Arena, en Padua, contiene frescos pintados alrededor del año 1305 que son atribuidos indiscutiblemente a Giotto, y que resultan la fuente principal para su estudio. Estos frescos marcan una nueva etapa en el desarrollo de la perspectiva empírica (8). El elemento más importante en la concepción global de esta capilla es que por primera vez hay una tendencia a adaptar los puntos de vista de las escenas a la de un espectador parado en el centro del edificio. Al observar las composiciones aisladas uno puede ver las distintas maneras de representar el

espacio que el artista utilizó. Las composiciones arquitectónicas de Giotto se pueden dividir en cuatro grupos principales. El primero consiste de composiciones frontales disminuidas. Aquí se sigue usando el primer método de crear espacios manteniendo el énfasis en la superficie plana. El segundo consiste de construcciones oblicuas extremas marcando un nuevo énfasis en el realismo. El tercero es aquel en el cual el artista desea mantener la armonía de la colocación frontal, sin sacrificar totalmente los elementos realistas de la construcción oblicua. El resultado es una colocación oblicua mínima que tiene las cualidades formales del primer grupo pero reconoce las realidades de la óptica que son la base del segundo. Finalmente utiliza una colocación oblicua moderada que se vuelve la base del sistema usado en muchos de los frescos de la capilla para representar los edificios vistos desde afuera (37), como se aprecia en la siguiente figura.



Giotto: Scrovengi Donando la Capilla (detalle) (37)

En cuanto a la representación de interiores, Giotto usa diferentes elementos que dan un sentido de espacialidad. Utiliza las mismas técnicas geométricas de los exteriores, tales como líneas descendientes en superficies altas como techos y ascendientes en pisos; muros laterales que tienden hacia el centro con la distancia; etc. El punto de vista no siempre se encuentra en el centro, y a veces coincide con la posición de una figura importante dentro del cuadro.

La colocación de los personajes es otro elemento que Giotto utiliza para reforzar la sensación de profundidad. En el fresco "Cristo Enseñando en el Templo", la disposición de las figuras refuerza la forma que se le da al espacio por medio de la geometría de la representación de los muros. La posición de los personajes está dada por superposición de contornos y por su tamaño, pues los más grandes son los más cercanos al espectador.



Giotto: Cristo Enseñando en el Templo (37)

Los grandes pintores del siglo XIV no se basaban en una teoría fija de construcción en perspectiva, ni tenían reglas que pudieran seguir o romper. Sus métodos eran empíricos, basados en logros heredados, en la observación personal, y en un sentido artesanal de lo que daría buenos resultados en la práctica.



Taddeo Gaddi: La Presentación de la Virgen

### CAPITULO 3

#### La "construzione leggitima" de Leon Battista Alberti

El siguiente paso importante en la historia de la representación pictórica de la profundidad está ejemplificado por dos paneles hechos por Filippo Brunelleschi en 1425. De estos dos cuadros solo se conserva la descripción detallada hecha por Antonio Manetti, que los conoció en su momento (11). Uno de los cuadros se ocupaba del baptisterio de San Giovanni y la Piazza del Duomo, y el otro de la Piazza della Signoria. Su logro en términos de perspectiva era tal que ha hecho pensar a muchos autores que Brunelleschi fue el inventor de la perspectiva, y que conocía el método descrito por Alberti 10 años antes de que éste publicara su tratado. Otros autores, entre ellos Kubovy, sostienen la idea de que los pintó utilizando otro método, y que Brunelleschi aun no conocía la construcción de Alberti (19).

Según Manetti (11,19) el procedimiento de Brunelleschi fue el siguiente: para pintar su Baptisterio se colocó aproximadamente metro y medio adentro del la puerta de Santa María del Fiore. La puerta pudo servir como un marco donde ubicar puntos y ángulos del edificio que iba a dibujar, para después poderlos transferir al cuadro. Este método depende solamente de la observación, y no utiliza los procedimientos geométricos que Alberti publicó unos años más tarde, (27) y del que hablaremos a continuación.

Pese a la existencia de dichos cuadros, podemos decir que el momento en que la teoría de la perspectiva adquiere existencia formal fuera de una obra de arte es cuando Alberti escribe, en 1435, su tratado "Della Pittura" (2). Aquí por primera vez la disertación teórica sustituye a la demostración práctica.

"Della Pittura" está dividido en tres libros: el primero, que es el más importante para nuestro tema, contiene las bases geométricas del tratado y la descripción del método para hacer construcciones correctas en perspectiva. El segundo habla de la historia de la pintura y su superioridad frente a las demás artes, y analiza el proceso de pintar, que consiste de circunscripción, composición y recepción de la luz. El tercer libro contiene consejos personales para los pintores sobre temas muy variados de nulo interés desde el punto de vista técnico.

Alberti comienza el primer libro del tratado explicando los términos geométricos que usará para explicar su método de construcción. Se dirige principalmente a pintores, y empieza definiendo conceptos muy sencillos de una manera poco formal, utilizando palabras del lenguaje cotidiano que él considera más adecuadas para que los pintores lo entiendan.

Define "punto" como una figura indivisible, y "línea" como un conjunto de puntos puestos en hilera, que tiene longitud pero no anchura. Un conjunto de líneas forman un plano. Alberti llama planos a las caras de los objetos que va a representar. Los planos tienen propiedades permanentes y propiedades que cambian debido a efectos visuales.

Las propiedades permanentes las dan el límite exterior y la concavidad. Se define lo que es un círculo, su centro y su diámetro, y habla de polígonos y de ángulos. "Si las líneas y los ángulos del contorno no cambian, no cambia el plano". Distingue las superficies planas, las esféricas (define esfera), las "huecas", y las compuestas, dando ejemplos de cada una.

Las propiedades que cambian sin alterar el plano lo hacen debido a cambios de luz y de posición. Esto está relacionado con la vista, ya que cuando el observador cambia de posición, los planos lucen de diferente tamaño, forma o color. Alberti explica que la medida de estas cualidades es la vista, y explica brevemente las teorías antiguas de la visión. Al mencionar la disputa entre los intromisionistas y los extromisionistas, aclara que esa discusión es inútil para el propósito del tratado y la descarta. Esto es porque, como Euclides, analiza aspectos geométricos que son independientes del supuesto origen de dichos rayos.

En "Della Pittura" Alberti describe la pirámide de rayos visuales que se forma entre el ojo y el exterior. Divide a los rayos por su fuerza y su función. Los que tocan el contorno del plano los llama extremos o extrínsecos, son los que lo miden. A los que tocan la superficie llenando la pirámide de los colores y luces del objeto los llama medianos, y entre éstos distingue al céntrico o central, que es aquel perpendicular a la superficie. Los rayos externos rodean al plano y forman una pirámide visual cuya base es dicho plano y la cúspide está en el ojo. Miden "cantidad", que es el espacio del plano que está entre dos puntos

del contorno. Así, dan altura, anchura y profundidad. Por esta razón se dice que la visión genera un triángulo, cuya base es la cantidad vista y cuyos lados son los rayos visuales.

A esta altura del tratado establece el siguiente principio: conforme el ángulo en el ojo se vuelve más agudo (disminuye), la cantidad vista parece menor. En una sola frase está afirmando el principio fundamental de la Óptica de Euclides, y sentando la base óptica de la disminución pictórica hacia un punto, sobre la que se basa el nuevo sistema de perspectiva que va a exponer.

Menciona que es posible encontrar cantidades y planos de los cuales se ve menos al estar cerca y más al alejarse, que es algo descrito por Euclides en sus proposiciones 24, 30 y 32.

Describe los rayos medianos, que son los que llevan los colores y las luces del objeto al ojo. Estos "se debilitan" con la distancia, (pues la humedad y la pesadez del aire "los cansa"), y por eso los planos más lejanos se ven más nebulosos.

Cuando el rayo central cae sobre un objeto es cuando éste se ve más grande. A dicho rayo lo llama rayo principal o "príncipe de los rayos". Dice que si la posición y la distancia de este rayo cambia, la apariencia del plano también cambia. Aquí Alberti no describe detalladamente cómo cambia dicha apariencia, ni porqué, como lo hace Euclides en las proposiciones 4, 5 y 7 de la Óptica. Otra cosa que altera la apariencia del plano es la luz, ya que al cambiar la luz, las sombras varían. Aquí Alberti explica la relación entre luz y color: la sombra oscurece el color, y la luz lo hace más luminoso, y cada uno hace que el otro sea visible.

Omitiendo el debate de los filósofos acerca del origen de los colores, menciona las teorías que establecen que existen siete tipos de colores, y dice que solo hay cuatro colores verdaderos -al igual que cuatro elementos- rojo, azul, verde y gris, a partir de los cuales se crean los demás colores. El blanco y el negro no son verdaderos colores sino alteraciones de otros colores. Al añadirlos a un color dado, no alteran su género, pero sí su especie.

A continuación habla de la luz. Distingue sus fuentes, tales como el fuego o los astros, y la sombra que cada una arroja. Los rayos interrumpidos en la sombra regresan a su fuente o son reflejados en otras direcciones. Los rayos reflejados llevan consigo el color que encuentran en el plano. En su preocupación por las sombras y los colores, veremos cómo Alberti, en sus preocupaciones como pintor, tiene más en común con Leonardo que con Euclides.

Habiendo hablado de planos, rayos, pirámide visual, la importancia de la distancia y la posición del rayo principal y de la incidencia de la luz, pasa luego a hablar de lo que sucede al ver varios planos juntos de un solo vistazo, cada uno con su pirámide de colores y luz. Al ser los "planos" las partes o caras de los objetos, pasa a discutir de los objetos en su conjunto.

Según Alberti, los pintores, al pintar, deben de saber que circunscriben planos con sus líneas, y al rellenar con color deben tratar de transmitir las formas de las cosas al plano del cuadro, como si éste fuera un vidrio transparente. Así, la

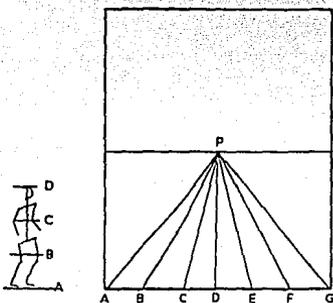
pirámide visual lo puede atravesar, colocada a una distancia, en una posición y lugar definitivos y con una iluminación dada. La colocación de esta "ventana" también debe ser definitiva. Aquí queda claro que el cuadro es una intersección de la pirámide visual.

Define los planos "equidistantes" como aquellos que son paralelos al plano del cuadro y los "colineales", que son los planos ortogonales al plano del cuadro, y lo que se entiende por proporcionalidad. Los triángulos proporcionales juegan un papel muy importante cuando se habla de la pirámide visual, ya que ésta se puede considerar compuesta de triángulos.

Alberti afirma que las superficies paralelas al plano del cuadro mantendrán sus proporciones en la intersección, aunque nunca da una demostración formal de esto. También habla de los planos que son paralelos a la línea de la visión, i.e., los ortogonales al cuadro, de los cuales solo se ve el grosor cuando lo tienen. Respecto de los que se encuentran formando ángulos intermedios, dice que se van viendo menos conforme su eje tiende a ser paralelo a la línea de la vista.

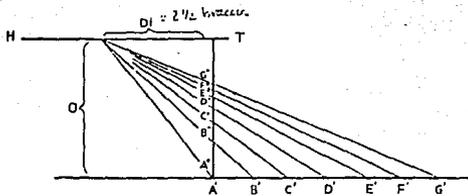
Alberti pasa luego a describir cómo hacer la intersección. Primero delimita un rectángulo que será la "ventana" a través de la cual ve lo que va a pintar. Determina el tamaño de los personajes y lo divide en tres partes iguales, medida que será proporcional a un "braccio" (poco menos de 58 cm.). Con esta medida divide la base del rectángulo, que hace corresponder con

la parte más cercana del pavimento del espacio que se va a representar. Denota los puntos mediante las letras A,B,C,....

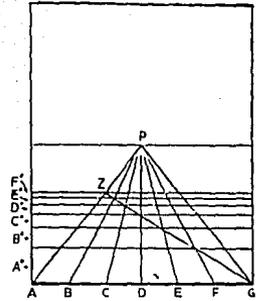


Escoge un punto P - que llama el punto céntrico, pues es donde llegará el rayo central mencionado antes - a la altura del personaje que se pintará. (Esta misma será la altura de todos los personajes, y de la línea de horizonte). Une el punto céntrico P con las divisiones A, B, C... En un lugar aparte, divide una línea de la misma manera que dividió la base, ahora en A',B',C',... Dibuja otra línea, denotada HT, paralela a la base y a la misma altura que P. En esta línea - la línea de la altura - se establece la distancia proporcional a la que hay entre el ojo del observador y el cuadro. A esta distancia llama  $D_1$ . Ahí establece un punto que une con A', B', C', y corta estas últimas líneas con una perpendicular a la base. Estas intersecciones de las líneas con la perpendicular establecen una serie de valores o

distancias, denotadas por A", B", C",...que se transfieren al panel original y determinan la recesión de las transversales. Si se puede trazar una diagonal GZ, se verifica la exactitud de la construcción.



(2)



Al final se dibuja una línea paralela a la base por el punto P, que llama la línea céntrica (línea de horizonte), sobre la cual solo se puede pintar algo que se encuentre más alto que el ojo del observador.

Esta técnica le permitió a Alberti representar "en perspectiva"escenas realistas y, en tanto que obra del intelecto humano, recibió el nombre de perspectiva artificial, para diferenciarla de las técnicas previas que se referían a la pareiciación de los objetos en términos de los ángulos subtendidos por las pirámides visuales.

Un punto de aparente conflicto entre la perspectiva natural y la artificial surge de cómo se deben representar en el plano pictórico las líneas paralelas. En la Óptica, las líneas paralelas que se hallan sobre el plano frontal y que se alejan del observador forman un ángulo en la parte lejana. En la técnica

desarrollada por Alberti las líneas paralelas que se encuentran en un plano frontal no convergen.

Aquí es interesante mencionar que se ha probado experimentalmente (19) que al mantener el ojo fijo se puede ver una zona de nitidez que subtiende un ángulo visual de 35° sobre la horizontal y 28° en la vertical. Dentro de éstos márgenes, la convergencia de líneas paralelas que se encuentran sobre un plano frontal es casi imperceptible, así como las distorsiones marginales.

El problema de las distorsiones marginales se resuelve reconociendo que tanto la perspectiva natural de Euclides como la Artificial desarrollada durante el renacimiento están ~~considerando las imágenes como se presentan al ojo, y no como son percibidas.~~ En el resultado final de la percepción intervienen factores fisiológicos y psicológicos que no se toman en cuenta en la perspectiva. En el cerebro se llevan a cabo compensaciones que son equivalentes a las que los artistas hacían al pintar, como cuando representaban esferas con círculos y no con elipses, o que le dan el mismo ancho a todas las columnas de una hilera, aun cuando la proyección de las más lejanas sobre el plano requeriría que fueran más anchas. En la percepción del tamaño de los objetos se toma en cuenta la distancia a la que se encuentran, y por eso las columnas iguales puestas en hilera se conocen todas del mismo tamaño.

Otro factor muy importante en la percepción, y que no se considera en la perspectiva, es que el ojo se está moviendo constantemente, recorriendo los objetos de la escena que se mira.

En la perspectiva se supone que el ojo está fijo, mirando hacia enfrente.

Un observador se topa con el llamado "dilema de la perspectiva" (30) cuando ve un cuadro desde un punto de vista que no es el centro de proyección. Si el observador supone que el centro de proyección coincide con su punto de vista, la interpretación de la escena cambiaría con cada posición. El hecho de que esto no suceda implica que el observador infiere la localización del centro de proyección y reconstruye la escena como si la estuviera mirando desde ese punto. En esto influye la percepción de rectangularidad, que se basa no solo en la familiaridad con los objetos representados, sino en reglas geométricas aplicables a la configuración de uniones de líneas que representan vértices rectangulares.

Volviendo a Alberti, encontramos que en el segundo libro del tratado comienza con un largo elogio a la pintura, describiéndola como el arte más elevado y fuente de toda la belleza, etc. Habla de los orígenes de la pintura, desde los egipcios que circunscribían sombras 6000 años antes de que los griegos conocieran esta práctica. "Ahora, dice, se está construyendo de nuevo un arte del cual nada se ha escrito en esta época". Continúa citando a todos los antiguos romanos que escribieron sobre pintura, relata eventos históricos relacionados con ésta, y nos habla de los grandes hombres que practicaban o admiraban este arte. Además, insta a los pintores jóvenes a tratar de adquirir fama y reconocimiento, mas no dinero.

Después retoma el tema, dividiendo el proceso de la pintura en tres partes: circunscripción, composición y recepción de la luz. Al describir el espacio que ocupa el objeto, dibujando su contorno con una línea, se está llevando a cabo la circunscripción. Al dibujar cada plano en su lugar, se está haciendo una composición. Al final, cuando se determinan los colores y calidades de los planos se está atendiendo a lo que se refiere a la recepción de la luz.

Para la circunscripción recomienda usar líneas lo más finas posibles, tales que casi no se vean. Para este paso recomienda usar un velo que dice ser de su propia invención, y que consiste en una tela muy delgada y abierta, con algunos hilos más gruesos para marcar las paralelas que se deseen. Se coloca el velo entre el objeto y el ojo para que la pirámide visual lo atraviese (llama al velo "intersección"). Tiene las ventajas de que siempre presenta el mismo encuadre y que los límites del contorno y de los planos se ubican fácilmente en las paralelas. Se pueden trazar paralelas similares en un panel o en una pared, para poder ubicar cada elemento en su lugar. Por último, el velo ayuda a trazar objetos redondos o en relieve.

Aunque Alberti menciona que el uso de dicho velo era criticado por otros pintores, muchos adoptaron este método, entre ellos Leonardo.

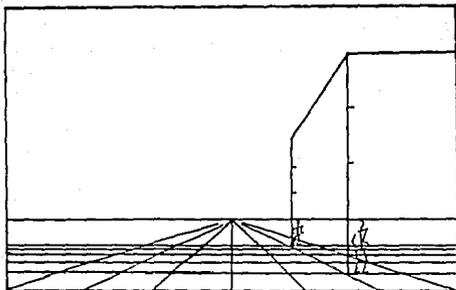
Un elemento novedoso en la obra de Alberti es el planteamiento de la relación entre la composición y la historia. La composición es la regla mediante la cual las partes se unen en la obra pintada,

y la istoria es el relato que se está representando. El trabajo mayor del pintor es la istoria. Los cuerpos forman parte de ésta, los miembros forman los cuerpos, y los planos forman a los miembros. La circunscripción es la delineación de los planos, que pueden ser pequeños o muy grandes. Para la composición de planos grandes da las siguientes reglas.

Para determinar el tamaño y la disposición de los objetos en el plano pictórico se recurre a situarlos sobre los cuadros de un pavimento. Si éste está representando fielmente el pavimento real, basta, en principio, con colocar los objetos en el cuadro de la pintura que corresponde al cuadro en la realidad. Visto así, en primera instancia, el problema se reduce a representar fielmente el pavimento. En el pavimento, dibujado con sus líneas y paralelas, se construyen paredes y planos adyacentes. Se comienza con la base, colocando el ancho y el largo de la pared en sus paralelas. Nótese que de un cuerpo cuadrado solo se pueden ver dos lados a la vez. Alberti comienza por los planos más cercanos y paralelos a la intersección, colocándolos de manera que ocupen el mismo número de segmentos del pavimento que los braccia que midan (ya que el módulo utilizado en el pavimento equivale a un braccio).

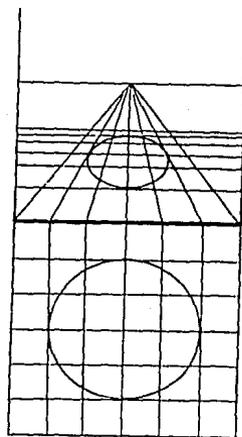
Para determinar la altura se utiliza el hecho de que la línea céntrica está al nivel de la cabeza de un hombre parado en cualquier transversal del cuadro. La distancia  $H$  de la transversal donde se coloca la pared a la línea céntrica representa la altura de un hombre, o tres braccia. Si la pared ha

de medir 12 braccia, a la distancia H se le añaden otras tres distancias iguales a H rebazando la línea de horizonte (como H equivale a tres braccia, se le están añadiendo 9 braccia).



(12)

Para dibujar círculos, según Alberti se hace un cuadro y se dividen sus lados con el mismo modulo usado en la base del rectángulo del cuadro. Ahí se dibuja el círculo del tamaño que se desee, y se observan los puntos de intersección del círculo con la cuadrícula. Estos son transportados a las líneas de pavimento del cuadro. Ya marcados ocho puntos o más, se les usa para hacer el círculo.



(12)

Según Alberti la composición de planos se debe tomar de la naturaleza, así como la de los miembros. El sugiere formar la figura humana aislando los huesos, después añadiendo los músculos y al último poniendo por encima la piel. Así, Alberti es el precursor de las investigaciones anatómicas llevadas a cabo por los pintores florentinos en la segunda mitad del siglo XV. También de él es la propuesta de que se tome como módulo una parte del cuerpo con la cual se puedan medir las demás partes, como la cabeza o el pie. Afirma que los miembros deben estar relacionados entre sí y con el cuerpo por su tamaño, acción, color, y otras cualidades.

Lo mismo se puede decir de la composición de los cuerpos. Estos además deben de armonizar con la "istoria", y ser variados (viejos, jóvenes, niños, mujeres, hombres, animales, construcciones, etc.). Alberti recomienda al pintor observar

todos los movimientos de los cuerpos, y escribe algunas observaciones propias. Todo debe estar pensado para explicar o transmitir la "istoria".

Al final del segundo libro Alberti habla de la luz y los colores. Considera particularmente importante saber usar el negro y el blanco, pues corresponden a la luz y la sombra, que da volumen a los objetos. Explica que el plano más brillante es el que recibe la luz, y que una sombra siempre corresponde a una luz en otra parte. En las superficies planas, dice, el color es uniforme, pero en las superficies cóncavas y esféricas el color varía. Explica cómo utilizar la pintura negra y la blanca para pintar estas variaciones, y sugiere maneras de combinar los colores. Critica el uso de la pintura dorada, pues considera preferible dar brillos por medio de colores.

Al comenzar el tercer libro del tratado establece que la función del pintor es la siguiente: sobre un panel o una pared describir con líneas y llenar con color los planos observados de un cuerpo de tal manera que al mirarlos desde cierta distancia y posición aparezcan en relieve, parezcan tener masa y ser verdaderos.

Exceptuando esta afirmación, el tercer libro está escrito en términos más vagos. Alberti da consejos que varían desde el carácter que le conviene tener a un pintor hasta de quién escuchar opiniones y cómo no cansarse al pintar. Cito a continuación algunas de sus sugerencias.

A un pintor le conviene conocer las artes liberales, pero antes que nada debe saber geometría. Le conviene asociarse con poetas

por la imaginación que éstos tienen para componer la "istoria". El artista debe ser diligente, aplicado y estudioso; tratar de aprender de la naturaleza; copiar lo bello y añadir belleza; hacer dibujos grandes; planear qué va hacer y cómo lo va a hacer antes de tomar el lápiz o el pincel. Pintar la cara de alguien conocido en sus cuadros ayuda a atraer la atención del espectador. Si se va a copiar otra obra de arte, sugiere que sea de escultura antes que de pintura, para que se aprenda a dar volumen.

Como recompensa por todos estos consejos, pide a los pintores que pongan su retrato en sus cuadros, representándolo de manera que se note que es estudioso de las artes.

El origen de la construcción de Alberti no ha sido explicado de manera satisfactoria. Panofsky (26) asocia la construcción de las ortogonales con métodos que se utilizaban comúnmente en los talleres desde que Ambrogio Lorenzetti pintó la "Presentación en el Templo", y la construcción de las transversales se la acredita a Brunelleschi.

Según Ivins (17), Alberti abordó el problema de la perspectiva de una manera estrictamente práctica. Redujo el problema a cómo determinar la forma y las medidas de la imagen visual de un cuadrado de tamaño conocido que se encuentra en el piso a una distancia conocida del observador. Escogió una cuadrícula para conducir sus experimentos, usando sus líneas como coordenadas regulares sobre las cuales se puede situar cualquier forma. La

idea básica es obtener la imagen de un objeto visto a través de una ventana con un solo ojo trazando los contornos del objeto sobre ésta. Su construcción es una manera gráfica de reducir este proceso a una serie de mediciones relacionadas entre sí. Su procedimiento, según varios autores, fue el siguiente:

De una caja alargada, quita la tapa (arriba), un lado y el fondo. En la parte central superior del frente hace un agujerito donde se va a situar el ojo del observador. En la base, hacia el fondo, pone una cuadrícula del ancho de la base. Extiende hilos -- que corresponden a las líneas de visión-- entre el hoyo y las esquinas de la cuadrícula. Al hacer esto, ve que la representación correcta de la cuadrícula es su proyección sobre un plano, y que la forma, tamaño y posición de la figura depende de la posición de este plano entre el ojo y la cuadrícula. Para fijar el plano de proyección y localizar los lugares donde interseca las líneas de visión, Alberti recurrió a un templete, i.e. una tabla delgada que usaban los carpinteros y los lapidarios cortada de un lado para tomar la forma de una moldura o contorno. Tomó una tabla rectangular del ancho de su cuadrícula, cortada en el lado de arriba con una v invertida, más ancha que la cuadrícula y más alta que el hoyo del frente de la caja. Con el templete en esta posición marcaba las alturas a las que los hilos pasaban. Después se movía al lado del fondo y hacía un dibujo medido de lo que veía.

Unos años después de Della Pittura Alberti hizo un libro llamado Elementi de Pittura (Elementos de la Pintura) donde redefine la

geometría básica de su tratado y le da al pintor una serie de reglas básicas para componer formas geométricas. La implicación del título es que la geometría es la base de toda composición, no solo de los planos que forman las figuras sino del cuadro entero también.

Entre 1431 y 1434 Alberti hizo un trabajo llamado "Descriptio urbis Romae" (17) donde expone un método de observación y una tabla de vistas obtenidas aplicando este método a diversos monumentos romanos. Inventó un instrumento para este propósito que consistía en un disco de bronce con divisiones para la medición del tamaño aparente de los objetos por representar.

Alberti también escribió un libro de "juegos matemáticos" (Ludi matematici)(3) que era una obra de divulgación de cierto número de recetas matemáticas.

Se puede decir que en conjunto la obra de Alberti es una expresión de la preocupación renacentista por establecer métodos racionales para analizar y actuar sobre la naturaleza, y dentro de la cual las matemáticas tenían un papel preponderante.

## CAPITULO 4

### La perspectiva de Leonardo

Durante la segunda mitad del siglo XV se escribieron varios tratados y se hicieron muchos estudios sobre perspectiva. Algunos de éstos se han perdido, pero se sabe que contenían elementos originales y puntos de vista diferentes a los de Alberti. Entre ellos podemos mencionar el de Filarete, escrito de 1460 a 1464, el de Piero della Francesca, (ca. 1474) llamado "De prospettiva pingendi" y el de Pomponius Gauricus de 1504. El que nos interesa aquí el llamado "Tratado de la Pintura" de Leonardo da Vinci (1452-1519) (20).

Leonardo en realidad no llegó a escribir su tratado como lo conocemos ahora, sino que a lo largo de varios años hizo notas sobre sus observaciones con respecto a la pintura. La mayor parte de esta obra no nos llega de su mano, sino de una compilación hecha en la primera mitad del siglo XVI que ahora se conoce como Códice Urbinas Latinus 1270. El compilador del trabajo fue Francesco Melzi, el discípulo y amigo más cercano a Leonardo durante los últimos 12 años de su vida y el heredero de sus manuscritos.

El Codice Urbinas contiene referencias a diferentes manuscritos originales a partir de los cuales el tratado fue compilado. Carlo Pedretti (28) reconstruyó uno de estos manuscritos perdidos, enlistado por el compilador como libro A. Pedretti sostiene la idea de que este libro fue escrito por

Leonardo ya tarde en su carrera, probablemente entre 1508 y 1515, y que lo pensaba utilizar directamente en la edición final de su Tratado de la Pintura. Ahora se sabe que tanto el libro A como el libro B fueron escritos después de 1510, y que sólo una pequeña porción del tratado es de alrededor de la década de 1490.

Muchas de las notas tienen forma de teoremas y están ilustradas con dibujos. La forma del tratado se caracteriza por adoptar la forma de las demostraciones matemáticas. Su estructura es flexible y su presentación rigurosa: tal es la lógica de la ciencia del arte que se compromete en la conquista, prácticamente inagotable, de la realidad.

Tres temas básicos forman el hilo conductor del llamado "Tratado de la Pintura": la definición de la pintura como ciencia; la teoría de las bases matemáticas de la pintura, es decir, la geometría, la perspectiva y la óptica; incluye también un estudio sistemático de sombras y luces, el color y la perspectiva atmosférica, la teoría de las formas y las funciones de la naturaleza orgánica e inorgánica. Nosotros nos ocuparemos del segundo tema, basándonos en la edición de Ángel González García (20), que a su vez está basada en la de Jean Paul Richter de 1929. En la edición que uso las notas relativas a nuestro tema están divididas en tres capítulos, uno sobre perspectiva lineal, el segundo sobre sombras y luces, y el siguiente sobre perspectiva menguante.

Leonardo dice que todos los problemas de la perspectiva pueden ser resueltos por medio de cinco conceptos: punto, línea,

ángulo, superficie y cuerpo. Leonardo retoma a Euclides y señala que el punto carece de altura, longitud y profundidad, y que no ocupa espacio. Esta definición es también igual a la de Alberti, pero Leonardo además habla del "punto natural", que a diferencia del punto conceptual, es una cantidad continua y, como tal, divisible. Las líneas se dividen en rectas, curvas y sinuosas, y no poseen altura ni profundidad, solo longitud. Tampoco ocupan espacio. Define superficie como el límite del cuerpo, del cual no forma parte. Las superficies las divide en cóncavas o convexas.

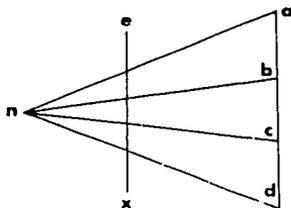
Los contornos externos de los cuerpos están constituidos por líneas que limitan la superficie. Leonardo no recomienda a los pintores perfilar sus cuerpos con dichas líneas, sino dejar los contornos confusos, pues se pierden con la distancia. Este es un ejemplo de muchos donde Leonardo favorece la percepción sobre la teoría en la pintura.

"La pintura", dice Leonardo, "se fundamenta en la perspectiva, que no consiste sino en el exacto conocimiento de los mecanismos de la visión, mecanismos que tan sólo entienden de la recepción de las formas y colores de todos los objetos situados ante el ojo por medio de una pirámide... No es sino una demostración racional que se aplica a considerar cómo los objetos antepuestos al ojo transmiten a éste su propia imagen por medio de pirámides lineales". Para explicar el concepto de pirámide, tomado de Alberti, dice: "Por pirámide entendemos un conjunto de líneas que, partiendo de las superficies extremas de cada cuerpo, convergen en un solo punto".(20)

Leonardo habla acerca del ojo y su funcionamiento, y dice que los rayos que llegan perpendicularmente a la pupila son percibidos más claramente. Argumenta que el ojo comprende un punto indivisible hacia el cual convergen todos los vértices de las pirámides que arrancan de los cuerpos, basándose para tal demostración en el hecho de que las imágenes disminuyen en razón de la distancia.

Aparentemente contradiciéndose a sí mismo, Leonardo dice (en 80 a) que si todas las imágenes que alcanzan al ojo convergieran en ángulo, confluirían en un punto matemático indivisible. Esto causaría que todas las imágenes se juntaran, perdiendo el espacio entre ellas, y haciendo imposible separar una imagen de otra. Posiblemente ésta es la causa por la cual habla del citado "punto natural".

Al hablar de la disminución con la distancia utiliza el siguiente diagrama, que es similar a los que podemos encontrar tanto en la Óptica de Euclides como en el tratado de Alberti



Como ellos, afirma que si  $n$  es el ojo y  $an$  mide lo mismo que  $cn$ ,  $ab$  se verá igual de grande que  $bc$ , pero  $cd$ , por estar más lejos de  $n$ , parecerá menor.

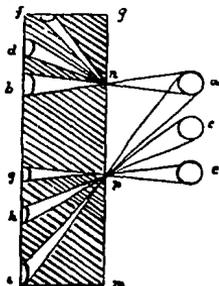
Leonardo explica lo que sucede al intersectar la pirámide visual con un plano. Las líneas u objetos situados en el nivel del suelo, conforme se alejan, parecen alcanzar un nivel más alto en el plano vertical, sin rebasar nunca el nivel del ojo. Esto corresponde al teorema 10 de la Óptica, pero el problema está enfocado desde el punto de vista de la representación, como lo hace Alberti.

Las pirámides, señala, están compuestas por líneas rectas radiantes que son engendradas por las superficies extremas de los cuerpos. Cuanto más se alejan más aguda es la pirámide que forman. Al igual que Euclides, Leonardo identifica el tamaño aparente de un cuerpo con el ángulo visual que éste subtiende.

Leonardo habla mucho del hecho de que las imágenes de los cuerpos se transmiten por el aire que los rodea. Sugiere el ejercicio de poner dos espejos, uno frente al otro, para ver cómo se reflejan mutuamente, demostrando que cada objeto envía su imagen y recibe las imágenes de los objetos que se le presenten. (20) "Así como las imágenes invisibles del ojo salen al encuentro del sujeto, así también la imagen del objeto sale al encuentro del ojo. Esto se podría entender como una teoría combinada intro y extromisionista, aunque en otro punto Leonardo dice que no es posible que el ojo proyecte fuera de sí, por medio de rayos visuales, su poder de visión. Esto significaría, según él, que tomaría más de un mes en alcanzar al sol cuando el ojo pretendiera verlo.

Leonardo cree que la transmisión de imágenes es una propiedad del aire luminoso y no de los objetos que las envían por el aire. (20) Si los objetos lanzaran sus imágenes, dice, estas serían emanaciones espirituales, y los objetos menguarían rápidamente. Por lo tanto es el aire el que atrae las imágenes de las cosas, como si fuera un imán. Llega a relacionar la transmisión de imágenes con otras formas de energía al decir (20, pág 128) "Así como la piedra que al agua fue arrojada se hace centro y motivo de numerosos círculos y así como el sonido se difunde en círculos a través del aire, así también un cuerpo dispuesto en el aire luminoso se expande circularmente y colma a las partes circundantes de sus infinitas imágenes"

Para demostrar esto utilizó la cámara oscura, que era un instrumento que le fascinaba. Explica cómo las imágenes de los cuerpos se reproducen en un orificio agudo, a través del cual, por medio de líneas que se cortan, generan pirámides contrarias que proyectan la imagen invertida sobre una pared oscura.



2.1 Cámara oscura con dos orificios puntuales, según Leonardo da Vinci.

Los dos agujeros n y p forman cada uno una imagen de los tres objetos a, c y e, sobre la pared de una habitación oscura frente a ellos. Los rayos que deberían unir c y e con n han sido omitidos en el dibujo. [De Richter J. P. y Richter I. A. (edit.) (1939), *Leonardo da Vinci: Literary Works*, Nº 66.]

Leonardo fue el primero en identificar el funcionamiento del ojo con el de la cámara oscura. Dice que aunque el ojo ve al

revés las cosas, las conoce derechas. El pensaba que la imagen invertida por la pupila se reinvertía en el cristalino, que, según él, se hallaba en el centro del ojo. Esto refuerza la importancia del rayo central, ya que de todos los rayos que llegan al ojo, solo éste no sufre alteración alguna, pues no se invierte. Esta línea media, dice, se orienta hacia los cuerpos de cuya forma pretende tener cabal y verdadera noticia. Es recta, sin intersección, y maestra de las demás líneas, y está rodeada de infinidad de líneas adyacentes que "tanto más valen cuanto más cerca estén de la central" (20, pág 135).

Leonardo dice: "La perspectiva no es otra cosa que ver un lugar a través de un vidrio plano y perfectamente traslúcido, sobre cuya superficie han sido dibujados todos los cuerpos que están del otro lado del cristal. Esos objetos pueden ser conducidos hasta el punto del ojo por medio de pirámides que se cortan en dicho vidrio" (29, 20)

Al hacer una representación en perspectiva se reduce el tamaño del objeto retratado, y el grado de reducción depende de las distancias comprendidas entre el ojo, el plano pictórico y el objeto.

Leonardo, como Alberti y como Euclides, solo que sin volver a dar explicaciones detalladas de lo que ellos ya describieron, dice que al ver un plano horizontal cuadrículado se verán "tanto más pequeños los cuadros cuanto más se eleven hasta el nivel del ojo", y cuanto más alto esté el ojo, mejor será percibido su real tamaño. Aquí se refiere a las partes más distantes del plano, que

son las que aparecen más arriba y se ven más pequeñas. También dice que la distorsión aparente de la cuadrícula depende del ángulo bajo el cual se mira. En otro punto establece un principio más general de esto mismo al decir que para ver una superficie con exactitud se necesita mirar desde un punto que equidiste de todos sus extremos. Esto está relacionado con los teoremas 36-39, 60 y 61 de la Óptica (12).

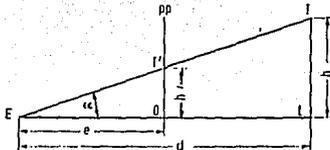
Para hacer una representación que no se vea distorsionada, hay que situarse a una distancia de por lo menos tres veces el tamaño de la cosa que se mira. En el diagrama (pág 144, 20) que acompaña esta sugerencia, parece implicar que la distancia mínima entre el sujeto y el observador debe ser igual a la altura del ojo sobre el nivel del suelo.

Leonardo habla mucho de la relación entre la distancia, el ángulo visual y el tamaño aparente, diciendo básicamente lo mismo que dijeron Euclides y Alberti antes que él. Por ejemplo, menciona que los cuerpos del mismo tamaño situados a distintas distancias del observador se ven por medio de pirámides tanto más agudas cuanto más lejano esté el cuerpo del observador, y que las cosas pequeñas cercanas y las grandes distantes parecerán de igual tamaño si subtienden iguales ángulos visuales. Aquí Leonardo establece implícitamente que el tamaño aparente depende directamente del ángulo visual que subtienden los objetos (proposición 4 de Euclides). Escribe: "Entre cosas de igual tamaño parecerá más pequeña la que esté a mayor distancia del ojo" (proposición 5 de Euclides).

Un párrafo muy importante donde aparentemente podría haber una contradicción con el Teorema 8 de la Óptica de Euclides es (el 98) donde dice que si un objeto se encuentra al doble de la distancia del observador que otro, su tamaño aparente será la mitad. Así, en distancias menores de 20 brazas, el tamaño aparente de los objetos se reduce a la mitad cada vez que aumente la distancia otro tanto. Entre las 20 y 40 brazas, la razón a la que decrece es  $4/5$ ; entre las 40 y 60 brazas, es  $9/10$ ; a las 60 es  $19/20$ , etc. Aparentemente Leonardo buscaba en estas proporciones una forma de música visual, búsqueda que expresa más claramente en su "Ultima Cena", donde las razones de los anchos de los tapices son  $1:1/2:1/3:1/4$  (18, pág 100).

En términos similares explica que la proporción entre los tamaños aparentes de dos objetos iguales separados por una distancia dada dependen de la distancia de éstos al ojo, y lo "demuestra" tomando en cuenta la proporción que guardan entre sí sus distancias. Según Leonardo, la relación entre los tamaños aparentes es exactamente la misma que la que hay entre las distancias que separan el objeto del ojo. Como lo mencionamos anteriormente, la diferencia que hay entre Euclides y Leonardo es que cada uno se refiere a una cosa distinta al hablar de "tamaño aparente", pues el primero alude al ángulo visual formado por los objetos y el segundo al tamaño de su proyección sobre el plano pictórico. Aunque la relación entre éstos no es lineal, no son medidas incompatibles, como veremos a continuación.

Para explicar la técnica de la perspectiva lineal para determinar el tamaño aparente de un objeto usaremos el siguiente diagrama (5)



T es la torre; T' es la imagen de la torre en el plano pictórico; E es el centro de proyección o punto de observación; e es la distancia de E al plano pictórico pp; h es la altura de la torre; h' es la altura de la imagen de la torre en el plano pictórico; d la distancia de la torre al punto de observación E;  
 $\alpha = \angle TEL = \angle T'EO$ .

Dadas d, h y e, sabemos por semejanza de triángulos que

$$h'/c = h/d ,$$

y entonces la altura de la imagen h' esta dada por

$$h' = eh/d . \quad (1)$$

Utilizando el ángulo visual de Euclides,

Dados los mismos datos d, h y e, obtenemos  $\alpha$  usando

$$\tan \alpha = h/d \quad (2)$$

$$\alpha = \tan^{-1} h/d$$

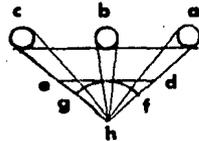
y como

$\tan \alpha = h'/e$  , calculamos

$$h' = e \tan \alpha \quad (3)$$

pero al sustituir (2) en (1) vemos que (1) y (3) son equivalentes.

Leonardo distingue entre perspectiva natural y perspectiva artificial al hablar de las distorsiones marginales que aparecen al intersectar la pirámide visual con un plano. En la perspectiva natural, dice, las cosas más remotas menguan más, mientras que en la perspectiva artificial "es decir, la que es trazada por el arte", si se representa, por ejemplo, una hilera de columnas paralelas al plano pictórico, aquellas columnas que quedan en los extremos del plano serán mayores que las que quedan frente al punto que corresponde al ojo del pintor.



(20, pág 155)

Sobre esta práctica de representar más anchas las columnas que se alejan del rayo principal, y en consecuencia disminuir el espacio entre ellas, Leonardo decía que solo se debía hacer si el cuadro iba a ser mirado a través de un "mirador" situado en el centro de proyección. A esto llama perspectiva compuesta, pero no recomienda su uso. Para evitar las distorsiones marginales Leonardo aconseja tomar la distancia adecuada, es decir, limitar el ángulo que subtiende la escena.

En grandes composiciones con marcada proyección horizontal, dice que las partes más alejadas parecerían deformadas por estar más lejos del observador, efecto que se podría corregir

utilizando una pared curva que equidistara en todos sus puntos del observador.

Leonardo razonaba geoméricamente al decir que al ver un cuadro desde un punto que no fuera el centro de proyección se podía ver distorsionado. "si el ojo que mira se despiaza un tanto de tal perspectiva, todas las cosas representadas parecerán monstruosas" (20, pág 157). El se referia al hecho de que si se reconstruye geoméricamente una escena tomando un centro de proyección que no sea el correcto, esta va a quedar distorsionada. Posteriormente se comprobó que al mirar un cuadro, el observador "corrige mentalmente" su posición y capta la perspectiva como si la estuviera mirando desde el centro de proyección (30,19)

#### SOBRE LA LUZ Y LA SOMBRA

La relevancia teórica que el neoplatonismo (15) concedió a la luz puede explicar el gran interés que Leonardo tuvo por este tema.

Lo que se clasificó como sus seis libros sobre la luz y la sombra contiene una mezcla de observaciones sobre diversos temas relacionados con luz y sombra y algunas demostraciones geométricas basadas en el hecho de que la luz se transmite en línea recta.

Comienza hablando sobre la necesidad de las sombras para que un cuadro se pueda entender. En el primer libro establece el paralelismo sombra-luz. El segundo y el tercero tratan sobre las

sombras originales o primeras, que se halla sobre el cuerpo y modelan su volumen, y las sombras derivativas, que son aquellas sombras proyectadas fuera del cuerpo que las forma (la pirámide de sombra en el espacio). El cuarto se refiere a la proyección de las sombras derivativas; el quinto a la luz reflejada que modifica la sombra original; el sexto es sobre los reflejos coloreados que modifican la sombra original, y el séptimo da las leyes de los reflejos.

"Sombra es la carencia de luz y mera obstrucción de los rayos luminosos por los cuerpos densos. El rayo sombrío es de la misma forma y tamaño que el rayo luminoso que se transmuta en sombra" (pág 167). Aquí se supone que como la luz viaja en línea recta, la sombra también lo hace.

En general habla de cómo cambian las sombras según varían las posiciones relativas del objeto, la fuente de iluminación, la posición del ojo que las mira y la superficie donde se proyectará la sombra. Dice, por ejemplo, que si el objeto está muy cerca de la luz proyecta una sombra grande e indefinida, pero al estar lejos de ésta su sombra se define. Esto lo atribuye al hecho de con la distancia el rayo central lleva "un mas restringido séquito de falsos rayos" (20). Con este comentario, al hablar del "rayo central" de la fuente de luz, se está estableciendo una analogía con la pirámide visual, posiblemente reconociendo el hecho de que ambas consisten de luz.

Entre otras cosas, Leonardo habla de las diferentes sombras provocadas por luz directa y por luz difusa y de los efectos

producidos por cuerpos brillosos u opacos. Observa el hecho de que las sombras son más oscuras cerca de el objeto que las causa y analiza las formas de las sombras proyectadas.

#### LA "ULTIMA CENA"

"La Última Cena" (1495-1498) (9,32) es un cuadro particularmente importante de la obra de Leonardo por lo excepcional de la unificación del espacio que representa. Destaca entre su obra pictórica por el hecho de que en la mayoría de sus otros cuadros otorga menos importancia a la perspectiva lineal que a los efectos atmosféricos, o la usa de manera restringida, combinándola con paisaje.



La profundidad del cuarto representado donde se lleva a cabo la Última Cena está definida por las ortogonales que convergen conforme receden hacia la pared que se encuentra al fondo. Las más evidentes son aquellas definidas por los bordes superiores de los tapices rectangulares que adornan la pared. Las ortogonales de la cuadrícula --que en lugar de estar en el piso se encuentra

en el techo-- y las franjas del piso convergen con las demás ortogonales hacia el punto de fuga que se encuentra en la cabeza de Cristo.

El espacio pictórico que representa el cuarto parece, en ciertos aspectos, una extensión del Refectorio de Santa María delle Grazie donde fue pintado. Esta sensación está dada por el hecho de que el cuadro ocupa todo el ancho del cuarto y que su atmósfera y luz es parecida a la de éste. La luz que ilumina la escena no viene de la triple ventana del fondo, sino que es una luz transversal desde el lado izquierdo que coincide con la iluminación real del Refectorio.

Los elementos que establecen una diferencia entre el espacio real y el pictórico son el techo, que en el mural es plano y en el cuarto tiene forma de bóveda, el nivel del piso, y el hecho de que el centro de proyección del cuadro se halla a la altura de la cabeza de Cristo, es decir, varios metros por encima del nivel de los ojos del espectador. Se cree que esto último se debe a que Leonardo daba por sentado que el espectador se situaría psicológicamente dentro del espacio pictórico.

Con todo lo anterior vemos que tanto en su obra escrita como en la pictórica, Leonardo refleja, más allá de los conocimientos previos de perspectiva y pintura, una intuición global de este arte que va más allá de lo que un análisis muy riguroso puede detallar, y en este sentido abre un capítulo nuevo en la historia de la pintura.

## CONCLUSION

Al seguir el desarrollo de la perspectiva se ve cómo queda expresada, de distintas maneras, la curiosidad de los hombres por conocer las leyes de la visión. Encontramos también los intentos que se hacen para, a través de este conocimiento, poder hacer una representación pictórica "correcta" de la realidad.

El enfoque de cada autor estudiado aquí es muy distinto, pues cada uno representa el pensamiento en distintas etapas de la historia.

La "Óptica, si bien no alcanza la grandeza de sus "elementos", está estructurada correctamente como un sistema formal, donde primero se dan las definiciones de lo que se va a utilizar, y el resto se desarrolla a partir de esas bases, construyendo cada teorema sobre los anteriores. Es cierto que en la Óptica existen errores formales, tales como demostraciones incompletas o uso de conceptos no definidos, pero esto sucede con poca frecuencia y no cambia el espíritu formal de la obra.

La óptica geométrica, heredada de Euclides y enriquecida por los pensadores medievales, se integra a la nueva mentalidad del hombre del renacimiento que empieza a querer ir más allá del simple conocimiento de la naturaleza en su afán por controlarla, y desemboca en la creación de la perspectiva lineal, artificial, pingendi o costruzione legittima.

Para un hombre como Alberti, esencialmente practico, estas leyes matemáticas de la visión son la herramienta que le permite desarrollar una técnica para poder transmitir un mensaje --una historia-- con un realismo espacial nunca antes logrado en la historia de la pintura.

Alberti es mucho menos formal que Euclides. En su Tratado utiliza muchos conceptos de la geometría euclidiana y de la óptica medieval, pero nunca hace explícita la relación entre éstas y su método de construcción de la perspectiva. Describe el método dando una serie de pasos a seguir sin volver a mencionar la pirámide visual, y sólo por las descripciones posteriores del posible origen de su método nos damos cuenta de la importancia que ésta tuvo. El desarrollo incompleto del método de la diagonal para encontrar los puntos de distancia es un aspecto más de la falta de integridad geométrica de su obra.

Sin embargo, todo esto carece de importancia si se recuerda que Alberti no fue un matemático, sino un artista que, al igual que el hoy llamado científico, buscaba capturar y plasmar lo real --en su caso con pintura sobre una superficie plana-- y para ello utilizó las herramientas matemáticas que tenía a su alcance.

Aunque Leonardo tampoco escribió una obra con una estructura lógica donde se desarrollaran proposiciones a partir de conceptos básicos bien definidos, y que por lo tanto no fuera muy científica en el sentido moderno del término, si cabe reconocer que se observa en ella una percepción aguda de la naturaleza y

una actitud de cuestionamiento de la verdad de las cosas. A pesar de que tal cuestionamiento lo llevara en ocasiones a contradicciones teóricas o prácticas, como aquella sobre la concurrencia o no de los rayos visuales en un punto matemático, o las referentes al punto de vista desde el cual se debe mirar una pintura en perspectiva, Leonardo nunca se conformó con recurrir a soluciones simplistas. A diferencia de la obra de Alberti que contiene muchos consejos para los cuales rara vez hay una razón explícita, la obra de Leonardo está llena de observaciones agudas que justifican todo lo que dice.

Tanto Alberti como Leonardo abordaban un problema que fue ajeno a los intereses de Euclides, que era la representación plástica de lo que el ojo veía. Ambos eran artistas que creían en la importancia de su misión como transmisores de los datos verdaderos y precisos de la experiencia y adquiridos a través de la observación visual.

Para constatar el triunfo de la perspectiva como técnica que permitía capturar un instante de la realidad en un lienzo o muro, basta contemplar la "Escuela de Atenas", obra donde se hace patente que a través de una ventana o "cristal perspectivo", el Renacimiento construyó un nuevo mundo. Con ello el hombre alcanzó el rango de "creador", acercándose a la imágen casi divina que de él cantó Pico della Mirandola en la Oración sobre la Dignidad del Hombre.



"La Escuela de Atenas", de Rafael, Vaticano. (

## BIBLIOGRAFIA

- 1.- Alberti, L. B. I libri della famiglia. Ed. por C. Grayson, Bari, 1960.
- 2.- Alberti, L. B. On Painting. Trad. de J.R. Spencer, Yale University Press, USA, 1966.
- 3.- Alberti, L. B. Ludi Matematici. Guanda. milano, 1980.
- 4.- Baxandall, M. Painting and Experience in Fifteenth-Century Italy. Oxford University Press, Oxford, 1988.
- 5.- Brownson, C. D. Euclid's Optics and its Compatibility With Linear Perspective. Archive for History of Exact Sciences. Vol 24, No. 3, 1981, pp 165-194 Springer Verlag 1981
- 6.- Bruno, V. Form and Color in Greek Painting. W. W. Norton & Co. N.Y. 1977.
- 7.- Burke, P. The Italian Renaissance, Culture and Society in Italy. Princeton University Press, Prindceton, 1986.
- 8.- Cessi, F. Giotto. La Capella degli Scrovegni. Ed Arsuna, Firenze, 1978.
- 9.- Clark, K. Leonardo da Vinci. Alianza Editorial. Madrid, 1988.
- 10.- Doesschate, G. T. Perspective / Fundamentals, Controversials, History. Nieuwkoop / b. de graaf / 1964 .
- 11.- Duvery, F. Willats, J. Perspective and Other Drawing Systems. Van Nostrand, N.Y., 1983
- 12.- Euclides. La Perspectiva y Especularia de Euclides. Depto de Matemáticas, CINVESTAV, México, 1986.
- 13.- Gimpel, J. The Medieval Machine / The industrial revolution of the middle ages. Pimlico, London, 1992.
- 14.- Goldstein, T. Los albores de la ciencia. De los árabes a Leonardo da Vinci. Fondo Educativo Interamericano. México, 1984.
- 15.- Gregory, J. The Neoplatonists. Ed Kyle Cathie Lim. London, 1991.
- 16.- Heath, T. A History of Greek Mathematics. Vol I, Dover, Canada, 1981.

- 17.- Ivins jr., W. M. Art and Geometry / A Study in Space Intuitions. Dover Publications, inc. New York, 1964.
- 18.- Kemp, M. Geometrical Perspective from Brunelleschi to Desargues: a Pictorial Means or an Intellectual End?. Proceedings of the British Academy. London, Vol LXX (1984) Oxford University Press.
- 19.- Kubovy, M. The Psychology of Perspective and Renaissance Art. Cambridge University Press, U.S.A., 1989.
- 20.- Leonardo Tratado de la Pintura. Ed. de Angel Gonzalez Garcia, Editora Nacional, Madrid, 1980.
- 21.- Lindberg, D. C. Theories of Vision from Al-Kindi to Kepler. The University of Chicago Press, Chicago, 1981.
- 22.- Martinez, J.R., De la Realidad Física al Espacio Geométrico. En "Voces de la Edad Media", UNAM, México, 1993.
- 23.- Martinez, J.R., Ruiz C. Matemática y luz en el Medievo. En Heterodoxia y Ortodoxia Medieval. UNAM, 1992.
- 24.- Mather, F.J. A History of italian Painting. Greenwood Press, N.Y. 1969.
- 25.- Mc Evoy, J. The Philosophy of Robert Grosseteste. Clarendon Press, Oxford, 1982.
- 26.- Panofsky, E. La Perspectiva como Forma Simbólica. Tusquets Editores, España, 1985.
- 27.- Parronchi, A. La Dolce Prospettiva. Il Mulino, Milan, 1956.
- 28.- Pedretti, C. Leonardo da Vinci on Painting, A Lost Book (Libro A). Reassembled from the codex vaticanus urbinas 1270 & from the codex leicester. University of California Press, USA, 1964.
- 29.- Pierantoni, R. L' Occhio e l' idea. Fisiologia e storia della visione. Bollati Boringhieri, Torino, 1989.
- 30.- Pirenne, M. H. Optica, Perspectiva, Vision. Ed. Victor Lerú Buenos Aires, 1974.
- 31.- Plato. The Dialogues of Plato, Vol. 4, The Republic. Sphere, Great Britain, 1970.
- 32.- Reti, L. El Leonardo Desconocido. Mc Graw Hill, Mexico, 1975.
- 33.- Rowse, P.L. The Italian Renaissance of Mathematics. Librarie Droz. Ginebra, 1975.

- 34.- Salvemini, F. La visione e il suo doppio: La prospettiva tra arte e scienza. Laterza, Roma-Bari, 1990.
- 35.- Tuillier, P. Espacio y Perspectiva en el Cuattrocento. Mundo Cientifico. Vol 5, No. 43, 1985.
- 36.- Veltman, K. Ptolemy and the Origins of Linear Perspective. en La Prospettiva Rinascimentale. Centro di Firenze, 1980.
- 37.- White, J. The Birth and Rebirth of Pictorial Space. Faber & Faber, London, 1987.