

Cómo pintar el aire. Fundamentos científicos de la perspectiva atmosférica

How to paint the air. Scientific fundamentals of the atmospheric perspective

INMACULADA LÓPEZ-VÍLCHEZ
Departamento de Dibujo. Universidad de Granada.
inlopez@ugr.es

Recibido: 30 de junio de 2014

Aprobado: 27 de septiembre de 2014

Resumen

La perspectiva aérea o atmosférica es juzgada por los pintores como parte esencial de la pintura, una vez establecidos los presupuestos geométricos de la representación naturalista mediante la perspectiva lineal. Leonardo da Vinci fue el primer autor en definir la perspectiva aérea o atmosférica, conocidos ya a través de L. B. Alberti los fundamentos geométricos de la perspectiva lineal en el tratado *De Pictura* (1435).

Doscientos años después, tras la influyente publicación del *Optics* de Newton, contextualizadas bajo el espíritu racionalista del siglo XVIII, el artículo estudia las recomendaciones que desde la ciencia y los científicos (específicamente a través de tres figuras relevantes: Brook Taylor, J. H. Lambert y Gaspard Monge) se dan a los pintores con la pretensión de arbitrar una medición exacta del color, en confrontación con el tradicional empirismo del mundo artístico.

Este tema puede considerarse un capítulo de gran interés en la larga historia de la pintura y la representación de los fenómenos atmosféricos, cuyos antecedentes teóricos tienen su inicio en el *Débat sur le Coloris* de la *Académie Française* del siglo XVII y sus resultados, conducirán hacia el nacimiento de la moderna Teoría del color, en respuesta a una cuestión tan compleja sobre *cómo pintar el aire*.

Palabras clave: perspectiva aérea, color, representación, pintura, ciencia del arte.

López-Vílchez, I. (2015): *Cómo pintar el aire*. Fundamentos científicos de la perspectiva atmosférica. *Arte, Individuo y Sociedad*, 27(2) 321-336

Abstract

The aerial or atmospheric perspective is considered by painters as an essential part of the art of painting, after the naturalistic representation is established through the considerations of linear perspective geometry. Leonardo da Vinci was the first author to define the atmospheric or aerial perspective, after the geometric principles of linear perspective known through L. B. Alberti's treatise *De Pictura* (1435).

Two hundred years later, contextualized under the Rationalist ideas of the 18th century, and after the influential publication of the *Optics* of Newton, the article shows the contributions from science and scientists (specifically through three important figures: Brook Taylor, J. H. Lambert and Gaspard Monge) to the painters, with the aim of arbitrating a precise color measurement, in confrontation with the empiricism of the artistic world.

This issue can be considered one more chapter in the long history of the painting and the representation of atmospheric phenomena, whose direct antecedents go back to the *Débat sur le Coloris* of the *Académie française* in the 17th century, and its results will lead to the birth of the modern Theory of color, in answer to the complex question about *how to paint the air*.

Keywords: aerial perspective, color, representation, painting, science of art.

Sumario: 1. La perspectiva que mengua “la esencia propia de los colores”, 2. Transición hacia el conocimiento científico del color y su aplicación a la pintura, 3. La influencia de *La Óptica* de Newton en la perspectiva atmosférica en tres casos de estudio, 3.1. Brook Taylor y *Linear Perspective*, 3.2. J.H. Lambert y *La perspective aérienne*, 3.3. La *Geometría descriptiva* de Gaspard Monge y su relación con la perspectiva aérea, 4. Conclusiones. Referencias.

Este artículo se enmarca dentro de los resultados del Proyecto de investigación I+D “La ciencia del arte” financiado por la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT) del Ministerio de Ciencia e Innovación, en colaboración con la Universidad de Granada.

1. La perspectiva que mengua “la esencia propia de los colores”

La perspectiva lineal consolidada como *ciencia del arte* en el renacimiento italiano otorgó el carácter de Arte liberal a la Pintura al estar fundada sobre los pilares de la geometría y ésta a su vez, ser una de las siete Artes liberales conformadas por el *Trivium* y el *Cuadrivium*. Dos figuras fueron claves en este devenir. En primer lugar, desde la experimentación, a través del arquitecto florentino Filippo Brunelleschi (1377-1446) quien, a mediados de la primera década del siglo XV, según acreditó su biógrafo Manetti (Manetti y Vasari, 1985), asombró a sus conciudadanos con la famosa demostración que dibujaba en exacta perspectiva una vista del baptisterio de Florencia (Cabezas y Oliver, 2011). Aproximadamente dos décadas después, la aportación definitiva que podría considerarse como acta fundacional de la perspectiva artificial viene de la mano de otro arquitecto Leone Battista Alberti (1404-1472) quien en 1435 en “*De Pictura*”, se dirige a los pintores desde presupuestos matemáticos para definir la perspectiva geoméricamente como “*la sección plana de la pirámide visual*”. Es decir, reduciendo el problema representativo a una cuestión geométrica.

La perspectiva lineal albertiana, la clásica perspectiva renacentista, permite determinar las proporciones exactas de los cuerpos por efecto de la distancia y crear un espacio de cualidades geométricas homogéneas o, en palabras de E. Panofsky: isótropo e infinito (Panofsky, 1973).

Importante es mencionar que, para Alberti en particular y, para la teoría del arte renacentista en general, se diferencian en la pintura tres partes fundamentales: la relativa al dibujo (*circumscripção* o *circonscrizione*, *contorno* según la traducción en castellano de Rejón da Silva), *compositio* o *compositio*, traducida como composición y finalmente la *luminum receptio* o *rezezione di lumi*, traducida como colorido, adumbración o claroscuro, entendiéndose las tres como independientes y complementarias en el proceso pictórico durante mucho tiempo. Alberti (Garriga, 1983) explica:

Primeramente cuando medimos una cosa advertimos que aquello ocupa cierto espacio; el pintor circunscribirá el espacio éste, a lo cual llamará propiamente contorno. En segundo lugar en la acción de ver consideramos el modo con que se juntan las diversas superficies de la cosa vista unas con otras; y dibujando el pintor esta unión de superficie cada una en su lugar, podrá llamarlo composición. Últimamente al tiempo de mirar discernimos con toda

distinción todos los colores de las superficies; y cómo la representación de éstos en la pintura tiene tantas diferencias por causa de la luz, por esta razón llamaremos a esto adumbración. De modo que la perfección de la pintura consiste en el contorno, en la composición y en la adumbración o claroscuro. Alberti, L.B. (1784 [1435] cap.I.13).

Otro importante hito lo conforma la gran aportación que Leonardo da Vinci (1452-1519) realizó a la perspectiva al incidir particularmente en la práctica pictórica cuando, como complemento a la perspectiva lineal, introdujo por primera vez la definición de *perspectiva aérea, atmosférica o perspectiva del color*, como aquella que permite, únicamente mediante el color, diferenciar la profundidad o el alejamiento de los elementos que integran una composición pictórica. En la definición que realiza de la ciencia de la pintura ya introduce estos conceptos:

Qué comprende la ciencia de la pintura. La ciencia de la pintura comprende todos los colores de la superficie y las figuras de los cuerpos que con ellos se revisten, y su proximidad y lejanía, según proporción entre las diversas disminuciones y las diversas distancias. Esta ciencia es madre de la perspectiva, esto es, de la ciencia de las líneas de visión, ciencia que se divide en tres partes; de éstas, la primera solamente comprende la construcción lineal de los cuerpos (perspectiva lineal); la segunda, la difuminación de los colores en relación a las diversas distancias (perspectiva del color), y la tercera, la pérdida de determinación de los cuerpos en relación a las diversas distancias (perspectiva menguante). da Vinci, L. (1986 cap 23.2.[5]).

La perspectiva menguante también recibe la denominación de aérea o atmosférica en otras partes del texto. En el *Tratado de la Pintura* escrito entre 1482 y 1518, Leonardo no hace de la perspectiva lineal, de la del color y de la atmosférica disciplinas excluyentes o contrarias sino que las complementa con el fin de lograr una representación mimética del natural y trasladar al lienzo no únicamente la gradación de los tamaños por efecto de la distancia, sino también los efectos que la atmósfera provoca en los objetos ubicados a distintos gradientes de profundidad.

Una observación en detalle de alguna de sus obras más conocidas, como puede ser el caso de la famosa *Gioconda* o *Mona Lisa* (1503-1516) o el lienzo *Santa Ana con la Virgen y el niño* (1510-1513), ambas obras conservadas en el Louvre, muestran secundarios al tema principal, paisajes donde la aplicación innovadora de la técnica de la disolución del color se manifiesta con total maestría en el pincel de su creador (Fig. 1A y 1B).

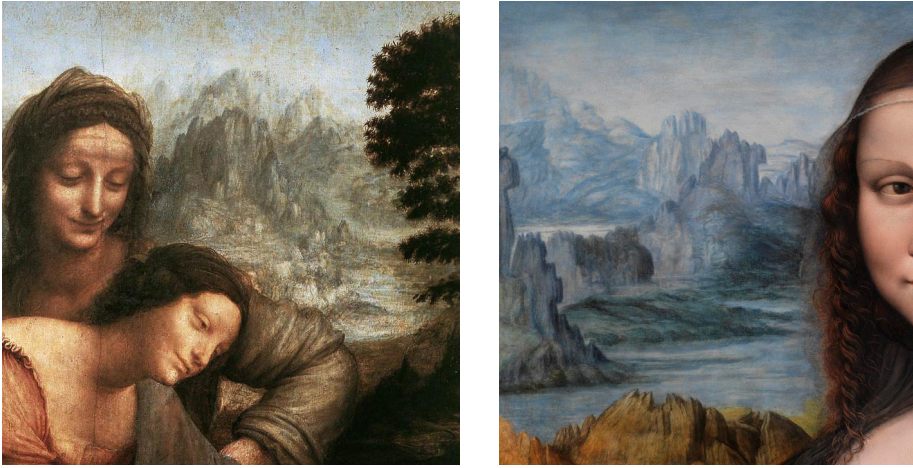


Figura 1. A. Leonardo da Vinci, detalle del paisaje del cuadro de Santa Ana, la Virgen y el Niño, Museo del Louvre, 1510-1513. (Imagen recuperada de Internet en: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Leonardo_da_Vinci_-_Virgin_and_Child_with_St_Anne_C2RMF_retouched.jpg) y B. Anónimo, detalle de la excelente copia de la Gioconda de Leonardo da Vinci conservada en el Museo del Prado, recientemente restaurada (1503-1516). (Imagen de acceso público en la galería online del dominio <http://www.museodelprado.es>).

Justifica con base científica, fruto de una reflexión profunda en la comprensión del fenómeno visual y su representación, que el comportamiento de la luz queda modificado por la distancia y las condiciones atmosféricas a través de diversos comentarios extraídos de las notas del *Tratado*: "...De esto sigue, según yo digo, que el aire recibe el color azul de los corpúsculos de humedad en los que chocan los rayos del sol" y "Hete aquí una otra perspectiva que llamo aérea, pues por la variedad del aire podemos conocer las diversas distancias de los distintos edificios que aparezcan dispuestos en una sola línea".

Por primera vez el vocablo "*sfumato*" define la "*pérdida de determinación del contorno*" de los objetos que también es bautizada por el autor en otras partes del texto como "*i perdimenti*".

Y aunque Leonardo es considerado figura clave en la génesis de la definición de la perspectiva aérea, no ha de olvidarse que el interés por los artistas hacia la representación objetiva y mimética del espacio mediante el color, es un hecho patente desde la Antigüedad tanto en el arte oriental como el occidental.

Los testimonios llegados a nosotros de la representación pictórica en la Grecia clásica corroboran cómo este acercamiento es constante y de gran nivel, no sólo desde el cauce del empirismo o la práctica artística, sino también desde las fuentes científicas de la literatura que nos llevan hacia las aportaciones de Aristóteles (384- 322 a.C.) en su obra *De sensu et sensibilibus*, los avances en la ciencia Óptica con la obra homónima de Euclides (325- ca. 265 a.C.) o los textos de Claudio Ptolomeo publicados en su *Optiké* (100-170 d.C.), considerados una de las más antiguas relativas al estudio de los fenómenos representativos vinculados con la perspectiva atmosférica.

La sutileza de algunas pinturas romanas llegadas a nosotros puede ser considerada la prueba del nivel representativo que los pintores alcanzaron en la percepción de los efectos cromáticos en función de las distancias. (Fig. 2).

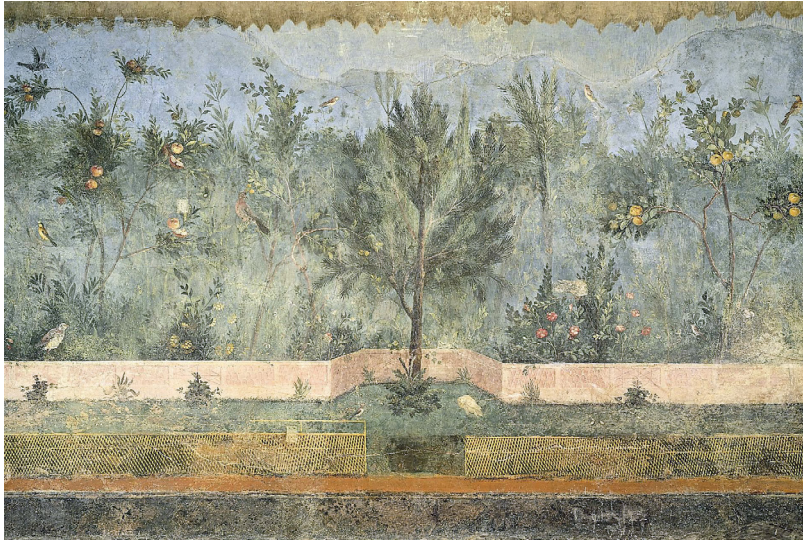


Figura 2. Jardín representado en la Villa Livia en Prima Porta, Roma, hacia siglo I d.C. (Imagen recuperada de Internet, en: <http://galleryhip.com/villa-of-livia.html>).

2. Transición hacia el conocimiento científico del color y su aplicación a la pintura

Hasta el siglo XVII la influencia del Tratado de Leonardo pervive como la mayor aportación sobre el tema, al que van sumándose contribuciones menores, teniendo como principal excepción el tratado del también pintor Matteo Zaccolini (1574- 1630) autor que gozó de importante reconocimiento intelectual en su época y declarado conocedor de las ediciones de las notas de Leonardo (Bell, 1993). Entre 1618 y 1622 Zaccolini escribió la *Prospettiva del colore*, obra que se conserva bajo forma de manuscrito en la Biblioteca Laurenziana de Florencia y que fue dada a conocer en los círculos intelectuales de mediados del s. XVII a través de una copia del original que Cassiano del Pozzo consiguió y recomendó al influyente pintor y académico francés Nicolas Poussin (1594-1665). Este último, la llevó a Francia hacia 1640 manteniéndola junto a sí con especial aprecio durante toda su vida. De este modo, tanto las apreciaciones de Leonardo da Vinci (que sí fueron publicadas), como las de Zaccolini (conocidas directamente a través de Poussin), fueron el caldo de cultivo ideal para nutrir una de las etapas más notables en el desarrollo de la teoría y la literatura artística que tuvo lugar en el seno de las nacientes Academias de Arte.

Consecuencia de estas primeras teorías, la perspectiva aérea se convertirá en un tema recurrente tanto en la literatura artística como en los debates y sesiones que comienzan a celebrarse periódicamente en los círculos institucionales como consecuencia de la progresiva instauración de las Academias a lo largo del siglo XVII en Italia, Francia,

Alemania, Gran Bretaña y España; centros de cuya finalidad principal, la enseñanza, se deriva también el progreso del saber (López-Vilchez, 2012).

En estos organismos tan comprometidos socialmente y vinculados a las clases dirigentes, tuvieron lugar importantes indagaciones que comparten el conocimiento científico con terribles luchas de poder que se mantenían durante décadas.

Relativo a nuestro tema, especial atención se ha dedicado en la literatura artística a la querrela suscitada a finales del siglo XVII en la *Académie Française* parisina conocida históricamente como el “*Débat sur le coloris*”, tema que ha sido desarrollado ampliamente en bibliografía específica (Pevsner, 1982; Blunt, 1987; Schlosser, 1986; Cabezas, 1991; Pérez-Gómez, 2000). En ella, se enfrentaban dos facciones irreconciliables: *Poussinistas* y *Rubenistas*, defensores a ultranza del protagonismo del colorido, rasgo característico de Rubens, frente a la primacía del dibujo como herencia clasicista observada en Poussin, y que se inició con la publicación de una breve y polémica obra de Roger de Piles (1635-1709): *Dialogue sur le coloris*, de 1673.

El desarrollo y las consecuencias de estos debates recogidos en la Actas de la institución y en las publicaciones de sus miembros, constituyeron en sí mismos el núcleo sobre el que puede trazarse un panorama de la Teoría del arte que dará paso a la modernidad.

Sin embargo, y aunque sea juzgado como un tema de gran interés, el fruto de estos debates en el campo de la perspectiva aérea no aportará un cambio sustancial al respecto de la asimilación de las teorías renacentistas, que se mantendrán vigentes con tan sólo pequeños matices. Sirva como ejemplo, un significativo comentario del académico Roland Fréart de Chambray (1606-1676) respecto a la temática específica que nos ocupa, el de la perspectiva aérea, donde puede evidenciarse aún un gran respeto por los dictados leonardescos, sin la introducción de aportaciones originales, y aún más cercanas al empirismo y la observación que al análisis científico: “Cuando las imágenes de los objetos pasan a través del aire, disminuyen y se debilitan en proporción a la cantidad de aire que hay entre ellas y el ojo que los ve” (Fréart, 1662).

Entre las aportaciones de mayor interés ha de mencionarse la singular figura del grabador y profesor de la Academia parisina Abraham Bosse (1604-1676) publicadas junto al matemático Gérard Desargues (1591-1661) en la *Manière universelle de M. Desargues...* de 1648 que llevan por título: “*Ensemble de places des forts et faibles touches, teintes, et couleurs*” (Fig.3), donde comienzan a razonarse consejos para la representación de los efectos atmosféricos como complemento de la perspectiva lineal mediante el empleo del color cuando es posible o la disminución de grosores en las líneas del trazo cuando el efecto quiere lograrse sobre un dibujo o una impresión calcográfica (Join-Lambert y Préaud, 2004).

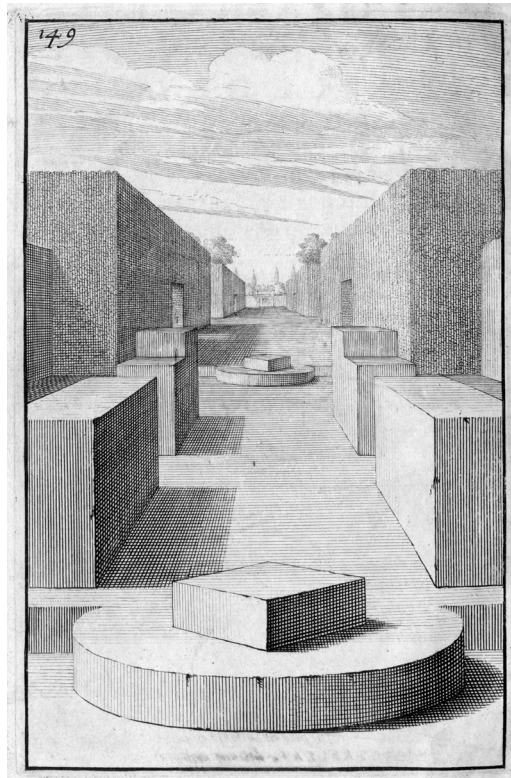


Figura 3. Abraham Bosse, grabado extraído del texto original, donde se ilustra la disminución del grosor de línea por efecto de la profundidad, en la *Manière universelle*, París, 1647.

El punto de inflexión en esta materia llegará pocos años más tarde con la aparición de los nuevos descubrimientos sobre la luz y el color derivados del estudio científico y la investigación experimental que culminarán con la esencial aportación de Isaac Newton (1643-1727), en su tratado *Optiks*, aparecido en 1707 (Newton, 1977).

La aportación de Newton supone el acercamiento definitivo científico a la luz y el color y aunque hemos de precisar que no es un tratado dirigido a los pintores, su influencia será decisiva también en este ámbito (Kemp, 2000).

Por ello, la Teoría del color newtoniana encontrará un eco amplificado en la literatura artística posterior y, específicamente en aquellos textos dedicados a la perspectiva lineal que comienzan a incorporar capítulos o epígrafes con nociones literales o comentadas de la Óptica y que vienen a completar los tradicionales marcados por un carácter geométrico que reclamaban desde mucho tiempo atrás, medios objetivos que facilitasen la aplicación del color en un intento de racionalizar la práctica artística también a través de la ciencia.

3. La influencia de *La Óptica* de Newton en la perspectiva atmosférica en tres casos de estudio

De la multitud de aportaciones que proliferan como anexo a los tratados de perspectiva del siglo XVIII, las más comunes recogen recomendaciones inconcretas, la mayoría de las veces empíricas, sobre la valoración del color, pero pocos son los autores que adquieren realmente un compromiso científico con el tema. Sin embargo, la aportación de Newton considerada como revolucionaria, animó a otros científicos a extender el estudio teórico del color a otros ámbitos en los que ya se habían producido notables avances desde el punto de vista de la experimentación, como ocurría con la pintura y, específicamente a través de la perspectiva atmosférica, donde la aplicación del color permitiría dar corporeidad a fenómenos naturales basados en la aguda observación y el dominio técnico (Fig. 4).

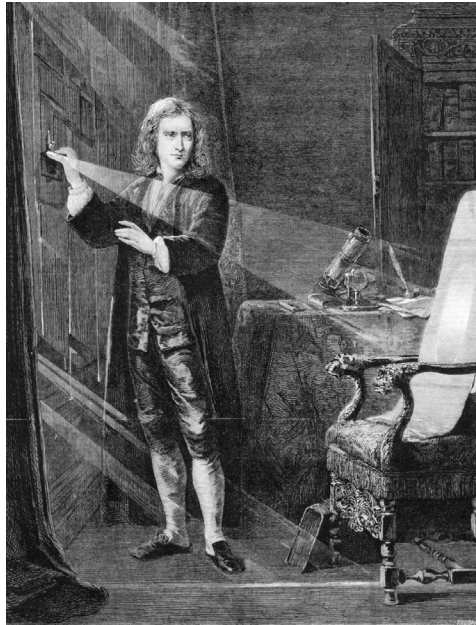


Figura 4. J.B. Houston, representa a sir Isaac Newton en este grabado de 1879. (Imagen accesible en la web de divulgación científica: <https://www.tumblr.com/search/Sir+Isaac+Newton>).

Por lo tanto, la influencia de Newton en la perspectiva no llega a través de los pintores, sino más bien al contrario; serán insignes matemáticos, geómetras o científicos los que, imbuidos del espíritu racionalista propio de la Ilustración y desde sus amplios conocimientos, se dirigirán a los artistas con el afán de establecer un análisis científico que pudiera servir de ayuda a la práctica cotidiana a la que se enfrentaban los pintores cuando representaban fenómenos naturales conocidos desde la ciencia.

En esta investigación presentaremos, las que pueden considerarse (Vagnetti, 1979) tres de las contribuciones científicas más importantes a lo largo del siglo XVIII y cuyos ecos se prolongan hasta principios del XIX. Para el erudito italiano Luigi Vagnetti

(1915-1980) son fundamentales en el estudio de la perspectiva atmosférica los trabajos del matemático británico Brook Taylor (1685-1731) y del francés, aunque afinado en Alemania, Joan Heinrich Lambert (1728-1777), a la que añadiremos una tercera, de uno de los matemáticos más importantes de la historia, el reconocido fundador de la Geometría Descriptiva, Gaspard Monge (1746-1818).

Estos tres trabajos sobre los que nos detendremos, han sido poco tratados en nuestra lengua, y sobre ellos, apenas existen referencias, por lo que intentaremos darlos a conocer y contextualizarlos -al menos someramente- a través de este estudio.

La selección de estas figuras de gran talla intelectual y repercusión en la ciencia contemporánea resulta doblemente intencionada: por un lado, permite valorar el interés del mundo científico hacia la racionalización y objetivación del arte y por otro, supone la evidencia del reconocimiento que los científicos muestran a las soluciones propuestas por los artistas en su práctica pictórica.

Por lo tanto, ha de indicarse que la existencia de estos estudios, debe ser valorada como un símbolo de hasta dónde llega la inquietud por la búsqueda del conocimiento y su transmisión, afán propio del espíritu científico de la época.

3.1. Brook Taylor y Linear Perspective

Brook Taylor ha pasado a la historia de la perspectiva por ser un matemático afamado, uno de los más brillantes de su época, coetáneo de Newton y colaborador habitual en el *Philosophical Transactions of the Royal Society*. A lo largo de su trayectoria se interesó por problemas de cálculo, mecánica, filosofía o religión. En 1715 publicó un breve pero denso tratado: *Principles of Linear perspective* (Fig. 5), con marcada orientación matemática y de difícil interpretación dada la prolija exposición desarrollada en alguno de sus apartados (Andersen, 1992).

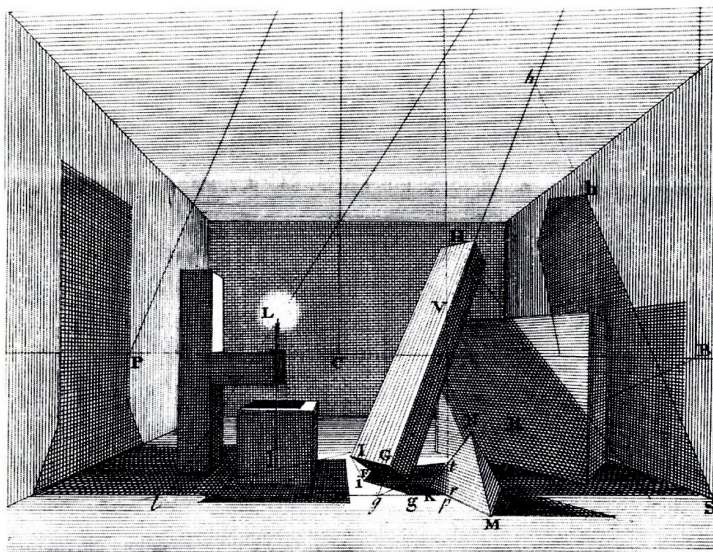


Figura 5. Brook Taylor, ilustración extraída del tratado original *Principles of Linear perspective*, 1715.

En este libro se incluye un capítulo específico dedicado a la perspectiva aérea, basado en los estudios sobre el color de Newton: *A New Theory For Mixing Colours Taken From Sir Isaac Newton's Optics* (Taylor, 1715). El objetivo de este último capítulo se centra en la representación de las distancias a través del uso del color, buscando integrar los innovadores conocimientos científicos de descomposición y naturaleza de la luz descritos por Newton con los hallazgos de la práctica pictórica.

Considera de utilidad a la práctica artística trasladar cómo el conocimiento de la naturaleza de la luz (descomposición, reflexión, difracción...) puede ser aplicable a la observación y comprensión de muchos fenómenos naturales y finalmente, contribuir a un dominio técnico sobre el color.

Brook Taylor presenta a los artistas en este libro sobre perspectiva, la teoría del color, fundada en los siete colores derivados del espectro, y como indica el matemático, este conocimiento posibilita la medida científica del mismo para generar, a través de porcentajes regulares en las mezclas, gamas cromáticas completas y una clasificación universal de los colores. Sin embargo, algunos fragmentos del texto precisan que, incluso por encima de este conocimiento científico necesario, se encuentra el valor de la experiencia práctica, asumiendo en qué medida podría complicarse la labor de un artista si se siguieran estos preceptos para la obtención de cada color: "... además del aburrimiento que sería en la práctica, medir los colores según sus proporciones exactas" (Taylor, 1715, pp.108).

Aspecto que quedaría aún más condicionado por las características materiales o químicas de los pigmentos que en las mezclas pueden dar resultados inesperados, por lo que cierra su reflexión con un comentario relativo al valor de la experiencia práctica, ya que respecto a "las propiedades particulares de los materiales, me retiro para que puedan ser consideradas por los entendidos en este arte" (Taylor, p.110).

Como decíamos, el primer objetivo de estos textos pretende proporcionar una serie de recomendaciones que sirvan de pauta desde la convicción de que los pintores son enemigos de implicarse en procesos que interrumpan o compliquen la fluidez del trabajo.

El texto de Brook Taylor tuvo una importante repercusión en Inglaterra, Francia y en Italia, donde, junto a las traducciones literales, se añadieron algunos epígrafes y comentarios al escueto original, poniendo el acento en dedicar a los pintores estas investigaciones por la utilidad que tienen en el manejo del color, ya que permiten orientar con bastante exactitud cómo conseguir un color igual a otro dado.

Estas recomendaciones con carácter tan técnico fueron recibidas con cierta prevención en los círculos artísticos ya que se consideraban ciertamente alejadas de los problemas representativos del color, aunque tuvieron su influencia en el conocimiento teórico del mismo y sobre todo, en la práctica pictórica que supuso la transición hacia el siglo XX que sería el caldo de cultivo desencadenante de movimientos artísticos como el Impresionismo o el Puntillismo.

3.2. J. H. Lambert y *La perspective aérienne*

No tan cercana al ámbito de la matemática, sino desde la física y la geometría, puede considerarse primordial la obra de J. H. Lambert, conocido entre otros méritos por enunciar la *ley del coseno* que lleva su nombre: "la cantidad de luz recibida por una

superficie opaca, iluminada desde el infinito, es proporcional al área de la superficie y al coseno del ángulo de incidencia”.

El color, así como curiosamente la perspectiva, serían temas sobre los que realizaría varios estudios, que suelen considerarse secundarios en relación al resto de sus investigaciones de mayor trascendencia científica (en campos como la filosofía, física, geometría, trigonometría, análisis matemático...).

Se pueden encontrar en ellos ciertas semejanzas con la publicación de Brook Taylor, aunque desconocida para este autor, que escribió una obra importante: *La perspective affranchie de l'embaras du plan géometral*, donde propuso un original procedimiento perspectivo sin el uso del trazado previo en el Plano Geometral, donde se dibuja la planta de las figuras, lo que viene a suponer una abreviatura del procedimiento tradicional. La obra fue publicada en Zurich en 1759 y poco después, despertó su interés el fenómeno de la luz reflejada y refractada, con el que encontró conexiones con la perspectiva aérea a la que dedicó con posterioridad dos publicaciones: un tratado completo *Photometria, sive de mensura et gradibus luminis colorum et umbrae*, de 1760, y *Sur la perspective aérienne* de 1774 que aparece como resumen de la anterior en las Actas de la Academia de Ciencias de Berlín y que, con sólo seis páginas supone una síntesis magistral de la obra principal: “A pesar de concisa, debe ser retenida como fundamental para cualquier investigación sobre este argumento” (Vagnetti, 1979, p.430).

La introducción de este pequeño opúsculo se inicia con una serie de reflexiones basadas en la observación directa sobre la modificación de los colores en la naturaleza por efecto de la distancia, valorando cómo particularmente el color blanco, el amarillo y el rojo preservan sus cualidades mientras que los marrones, verdes y azules se mimetizan con el entorno natural tendiendo todos ellos hacia el azul blanquecino. El efecto se explica, al igual que ya lo definieran en el contexto de la Academia francesa, como si se interpusiera un velo traslúcido que simulara la concentración de las partículas atmosféricas, cuya densidad es mayor cuanto mayor sea la distancia a la que se encuentren.

Basándose en esta experiencia, Lambert, propone en la segunda parte de esta Memoria la formulación que permitiría traducir en qué proporción un color va cambiando a intervalos de distancia dados. El resultado posibilita generar unas escalas cromáticas que harían que un color puro (en primer término) fuese progresivamente debilitándose a razón de la profundidad a la que se encuentre.

En esta formulación, tanto los datos conocidos como las incógnitas, deben ser interpretados como colores que se combinan en porcentajes medidos científicamente según la fórmula siguiente (Fig. 6):

Au moyen de la formule

$$c + \gamma = C \cdot e^{-x:a} + A(1 - e^{-x:a})$$

un peintre se trouvera en état d'évaluer ce qui dans ses tableaux dépend de la perspective aérienne.

Figura 6. Extracto de la publicación de Lambert donde se presenta la fórmula matemática que determina la perspectiva atmosférica, *Sur la perspective aérienne*, 1774. (Disponible en Internet: http://www.izwtalt.uni-wuppertal.de/repertorium/MS/NMAB_5.html).

Lambert explica: “Suponiendo que el aire es igualmente denso en todo el camino que recorre la luz, la densidad de los rayos decrece como las coordenadas de un logaritmo”. Así, establece parámetros que relacionan por un lado las distancias a las que se verá el color (primer término o último término donde la distancia equivale a 1) y, por otro lado se mediría la variación del color en función de su alejamiento.

C Es el color que se ve cuando el objeto se halla en el primer término cuyo valor en ese caso sería la unidad y A será el color ya situado en el horizonte (matizado como grisáceo, azulado o blanquecino...), cuyo valor numérico tenderá también a la unidad, considerando que se encuentra a una distancia muy lejana o casi infinita.

La expresión $e^{-x:a}$ establece la relación que existirá entre la claridad de un objeto visto a la máxima distancia (x) en relación a la que se encuentra (a). Para Lambert, lo más importante consiste en establecer intervalos de distancias (dx , dy) que la luz debe recorrer para debilitarse siguiendo una proporción cuantificable.

Una vez que el razonamiento científico ha sido expuesto según este modelo teórico, la aplicación del mismo posibilitaría la determinación de cualquier color y, por lo tanto, la demostración del fenómeno examinado. Sin embargo, Lambert reconoce que su fórmula no sería adoptada por los artistas a menos que pueda ser simplificada en su aplicación.

Por eso, dedica la tercera parte del texto a reducir su logaritmo a una sencilla escala proporcional, que los pintores podrían emplear fácilmente en el ejercicio práctico de su profesión racionalizando la elección de los colores y los alejamientos a los que se encuentran para ir encontrando las sucesivas mezclas al añadir proporciones de uno u otro color hasta que desaparezcan en la distancia.

El propio Lambert como gran conocedor de la perspectiva lineal es consciente que la perspectiva aérea es mucho más compleja que la primera ya que supone una profundización de mayor alcance que la estricta aplicación de las normas geométricas. Por ello, una vez evidenciada la resolución del problema propuesto, principal logro del científico, su recomendación a los pintores se circunscribe al conocimiento del fenómeno y a recomendar la asimilación de unas pautas elementales y operativas en la práctica.

3.3. La Geometría Descriptiva de Gaspard Monge y su relación con la perspectiva aérea

Finalmente, la tercera aportación que consideramos de gran interés al tema, quizás menos conocida sobre todo en España, proviene como decíamos de un insigne matemático, Conde de Pélouse y Ministro de la Marina, padre de la geometría descriptiva, Gaspard Monge. La aportación que Monge realiza a la perspectiva aérea forma parte del famosísimo texto que durante más de diez años hubo de impartirse bajo secreto a los ingenieros franceses de la Escuela Mézières, dado su interés estratégico: las *Leçons de Géométrie Descriptive L'An III de la République*, cuya edición príncipe se fecha en 1798. Sin embargo, los textos de nuestro interés no formaron parte de esta primera edición sino que fueron incorporados en ediciones posteriores.

Un discípulo de Monge, Barnabé Brisson (1777-1828), recogió tres lecciones impartidas por su mentor sobre perspectiva aérea, las compiló y se añadieron al texto de la *Geometría Descriptiva* a partir de la cuarta edición, lo que pone de relieve la importancia concedida por el matemático francés a un problema con una componente artística tan pronunciada. El texto de estas Lecciones de perspectiva aérea es prácticamente

desconocido en España, ya que el ingeniero español Agustín de Betancourt (1758-1824) tradujo al castellano la primera edición de la Geometría Descriptiva en 1803 cuya influencia y difusión ha sido estudiada por Gentil Baldrich, quedándose fuera de la edición española estos capítulos que conciernen específicamente al tema de nuestro interés (Gentil y Peraita, 2004).

La representación pictórica de los efectos naturales muestra tanto interés que incluso, Gaspard Monge, realizó un análisis pormenorizado del tratamiento de la luz y el color para “aconsejar” a los pintores cómo trabajar un cuadro respetando estos fenómenos. Su acercamiento, no podía ser de otra manera, es muy técnico, participando de los últimos avances sobre el estudio de la luz, uniéndolos a juicios razonados sobre los distintos comportamientos de ésta en la atmósfera, sin alejarse de la geometría descriptiva. No obstante, lo más llamativo del texto, es que se dedica exclusivamente hacia la práctica artística, intentando incentivar la apertura de una investigación más profunda y lamentando la escasez de publicaciones al respecto, donde reconoce el gran valor que tienen las aportaciones de los pintores, fruto de la observación, reflexión y experimentación continua.

Monge comienza explicando que la perspectiva aérea se trata de una parte:

...muy complicada, que necesita ser estudiada con mayor interés de lo que ha sido hasta el presente. Exige conocimientos físicos y gran cantidad de observaciones. Desgraciadamente, los pintores, que están obligados a reflexionar en todo momento sobre este tema, apenas publican resultados de las meditaciones sobre su arte (...) quedan ignoradas y perdidas para la formación general porque los artistas que las han hecho no las han valorado en su medida o no les han dado esta orientación. Monge, G. (1827, p.112).

La mayor parte de las tres Lecciones dedicadas a “*La determinación de los colores en la representación de los objetos y de la Perspectiva aérea*” se ocupa de la descripción técnica de los factores que intervienen en el fenómeno luminoso: intensidad de la luz recibida y enviada a nuestro ojo, distribución sobre el objeto mate o brillante, reflexión, modificaciones de la luz por efecto de los medios o el aire que atraviesa..., en las que aparecen máximas tan alejadas del estilo general de los textos sobre arte como: “se sabe que, la intensidad de la luz emitida por un punto luminoso disminuye en razón inversa al cuadrado de la distancia”. (Monge, 1827, p.113).

Y aunque el tono general del texto es científico, existen continuas alusiones a los pintores y a cómo pintar un cuadro, coincidiendo prácticamente con las indicaciones que casi un siglo y medio antes el grabador y académico Abraham Bosse expuso. La simple lectura de un párrafo nos permite extraer recomendaciones útiles para la formación y comprensión del fenómeno visual a la par que señalar la modernidad de un lenguaje científico prácticamente inédito que servirá de modelo en el futuro:

... La luz que reflejan las moléculas del aire tiene un color propio; el aire como todos los cuerpos de la naturaleza, tiene su color particular; es el que forma el azul de lo que llamamos Cielo. Si el aire no existiera, o no transmitiera la luz, nos parecería negro absoluto, sobre el cual los astros serían puntos brillantes. El azul del cielo es más vivo cuanto menos humedad tenga el aire y es por lo que el cielo de los países meridionales es de un azul más intenso que el de los países del norte” (...) “y se puede admitir como principio, que a medida que

la distancia de los objetos iluminados aumenta, su claridad disminuye, y su propio color participa más del color azul de la atmósfera. Para los objetos en sombra tiene lugar un efecto análogo. Monge, G. (1827, pp.122-4).

Sin embargo, el tono general de estos textos técnicos los hace alejarse del lenguaje de la plástica y es precisamente en este tipo de aportaciones donde se ejemplifica la irreversible ruptura entre ambos mundos que caracterizará la especialización y parcelación del conocimiento en la ciencia moderna. Para los pintores, estas recomendaciones son prolijas e innecesarias, si bien es cierto que ayudan a la comprensión de los fenómenos naturales, no consiguen dar respuesta a las inquietudes que mueven a los artistas a investigar y proponer nuevos retos representativos.

4. Conclusiones

Como ha podido comprobarse, hasta que los descubrimientos de Newton no se hicieron extensivos, la mayoría de los preceptos con los que se guiaban los pintores, consistían en una compilación de reglas basadas en recomendaciones no demasiado concretas. En ellas se diferenciaba con nitidez la separación entre las partes de la pintura; entendiendo como diferentes, por un lado, la determinación de los contornos (perspectiva lineal) y por otro, la representación mediante el color.

Si la perspectiva lineal permite determinar las proporciones exactas de los cuerpos por efecto de la profundidad (según la intersección de la pirámide visual con el plano del cuadro) el gran problema que pretende resolver la perspectiva aérea, será cómo proporcionar los medios seguros para “debilitar” los colores en función de la distancia y aproximarse, cuanto menos, a los numerosos factores que intervienen en las variables atmosféricas: luces, sombras, reflejos, meteoros, humo, fuerza de los colores... que permitan su representación.

Analizadas en este contexto las aportaciones de los tres científicos reseñados (Brook Taylor, J.H. Lambert y Gaspard Monge) puede parecernos llamativo su interés por temas de exclusiva aplicación al campo artístico. Entendemos que este aspecto puede aproximar una primera justificación al encontrarse favorecido por el ambiente ilustrado y racionalista de la época. También, de manera específica en el ámbito de la perspectiva, da continuidad a una tradición: la proliferación de tratados de esta materia escritos por matemáticos venía sucediéndose de manera continuada desde la significativa aparición en 1600 del tratado *Perspectiva Libri sex* de la mano de Guidobaldo de Monte (1545-1607). De este modo, si la perspectiva atmosférica se vincula estrechamente con la lineal, y desde hace más de una centuria las principales aportaciones sobre el tema llevan la firma de matemáticos y geómetras, es razonable que sean ellos los que también se propongan estructurar científicamente una disciplina y ordenar los conocimientos dispersos que se pierden en los trabajos individuales de cada artista.

Gaspard Monge se había lamentado de que los artistas no dejaran testimonios escritos de sus avances en la observación, análisis y plasmación de los fenómenos naturales en los que reconoce importantes aportaciones.

Y esta responsabilidad hacia la ciencia y el avance del conocimiento, es lo que anima a los científicos a extender este afán hacia todos los ámbitos del saber, aspecto que caracteriza el espíritu ilustrado de la época y el ideal de racionalismo.

Para Martin Kemp estos trabajos no llegaron a ser aceptados entre los pintores, más bien al contrario pusieron en evidencia la gran fractura existente entre los mundos del arte y de la ciencia: "... ya que exigen al artista un conocimiento que tiene poca incidencia en la práctica y que llena de complejidad cualquier proceso por elemental que sea" (Kemp, 2000).

Sin embargo, los científicos eran conscientes de ello y todos hacen en sus trabajos prevenciones al respecto justificando que su interés principal se fundamenta en la generación de conocimientos a la luz de los nuevos descubrimientos científicos. Pretenden que estas investigaciones sirvan a su vez de estímulo para generar futuros avances, en la creencia de que no existe ninguna parcela de conocimiento que no pueda ser plegada a los dictados de la razón.

Por ello hay que valorar positivamente en estas aportaciones la voluntad de los científicos por buscar respuestas racionales a aspectos que los pintores venían constatando desde el empirismo de su práctica cotidiana. A través de estos análisis se consigue cristalizar para el futuro un conocimiento que no se encontraba escrito, pero sí plasmado en los cuadros por la inteligencia y la destreza de estos artistas.

Referencias

- Alberti, L. B. (1784 [1435]). Los tres libros de la pintura, traducción de D. A. Rejón de Silva, Madrid: Imprenta Real.
- Andersen K. (1992). Brook Taylor's work on linear perspective: a study of Taylor's role in the history of perspective geometry; including facsimiles of Taylor's two books on perspective, New York: Springer-Verlag.
- Barash, M. (1991 [1985]). Teorías del Arte de Platón a Winckelmann, Madrid: Alianza Editorial.
- Bell, J. C. (1993). Zaccolini's Theory of Color Perspective, *The Art Bulletin*, Vol. 75, nº 1. Marzo 1993. p. 91-112.
- Blunt, A. (1987). La teoría de las artes en Italia. 1450-1600, Madrid: Cátedra.
- Blunt, A. (1973 [1953]). Arte y Arquitectura en Francia 1500-1700, Madrid: Cátedra.
- Cabezas, L. (1991) Del colorido al color y la función de la ciencia del arte. *Temas de disseny*, nº 5. Barcelona: Universitat Pompeu Fabra.
- Cabezas, L. (2003). El color de la querella, digitalización y creación. *EGA: revista de expresión gráfica arquitectónica*. Valencia: Universitat Politècnica de Valencia, 2 : 82-94.
- Cabezas, L. y Oliver, J.C. (2011). Experiencia de taller, descubrimiento del espejo e invención de la perspectiva (en prensa).
- Da Vinci, L. (1986 [1482-1518]). Tratado de la Pintura, Madrid: Akal.
- Desargues, G. y Bosse, A. (1648). *Manière universelle de M. Desargues pour pratiquer la perspective par petit pied, comme le géométral*. Ensemble les places et proportions des fortes et faibles touches, teintes ou couleurs, Paris.
- Fréart de Chambray, R. (1662). *Parallèle de l'architecture Antique avec la Moderne suivi de l'Idée de la perfection de la peinture*, Paris.
- Gallego, J. (1976). El pintor, de artesano a artista, Granada: Diputación de Granada.
- Garriga, J. (1983). Renacimiento en Europa. Colección Fuentes y documentos para la Historia del Arte, Barcelona: Gustavo Gili.

- Gentil, J.M y Peraita, J. (1986). *Bibliografía para la geometría descriptiva*, Madrid: Escuela Superior de Arquitectura.
- Join-Lambert, S; Préaud, M. (2004). *Abraham Bosse savant graveur*. Paris, Bibliothèque National de France.
- Manetti, A. y Vasari, G. (1985). *Filippo Brunelleschi, 1377-1446: sa vie, son oeuvre*, París: Ecole Nationale Supérieure des Beaux-Arts.
- Kemp, M. (2000). *La ciencia del arte: la óptica en el arte occidental de Brunelleschi a Seurat*. Madrid: Akal.
- Lambert, J. H. (1774). *Sur la perspective aérienne*. Nouveaux Memoires de l'Académie Royale, Berlín.
- López-Vílchez, I. (coord.) (2012). *Perspectiva y academicismo en Perspectiva: entre el arte y la ciencia*. Sevilla. Quaderna.
- Monge, G. (1803). *Geometría Descriptiva*, Madrid: Imprenta Real. Trad. Betancourt, A.
- Monge, G. (1827). *Géometrie Descriptive*, 5ème edition par Barnabe Brisson, Paris: Bachelier.
- Monte, G. (1600). *Guidi Ubaldi e Marchionibus Montis Perspectivae Libri sex*, Pesaro.
- Newton, I. (1977 [1704]). *Óptica*, Madrid: Alfaguara.
- Panofsky, E. (1973 [1927]). *La perspectiva como forma simbólica*. Barcelona: Tusquets.
- Pérez-Gómez, A. (2000). *Architectural representation and the perspective hinge*, Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Pevsner, N. (1982 [1940]). *Las academias de arte: pasado y presente*, Madrid: Cátedra.
- Piles, R. (1699 [1673]). *Dialogue sur le coloris*. Paris: Nicolas Langlois.
- Rejón da Silva, D. A. (1784). *El tratado de la pintura por Leonardo de Vinci y los tres libros que sobre el mismo arte escribió León Bautista Alberti; traducidos e ilustrados con algunas notas por Don Diego Antonio Rejón de Silva*. Madrid: Imprenta Real.
- Schlosser, J. von (1986 [1924]). *La literatura artística*, Madrid: Cátedra.
- Taylor, B. (1715). *Principles of Linear perspective or the Art of designing upon a plane the representation of all sortes of objects, as they appear to the eye*, Londres.
- Vagnetti, L. (1979). *Studi e documenti di architettura*. N 9-10. Firenze: Ed. Librería Editrice Fiorentina.
- Vasari, G. (2013). *Las vidas de los más excelentes arquitectos, pintores y escultores italianos desde Cimabue a nuestros tiempos*, Madrid: Cátedra.