

CONVENCIONES PICTÓRICAS

GEOMETRIZACIÓN DEL ESPACIO EN ARTE Y CIENCIA

Marta Cencillo Ramírez

1. Introducción

La geometrización del espacio uniforme, y en esto estamos plenamente de acuerdo con la opinión de S. Y. Edgerton en su libro *La herencia de la geometría de Giotto* recientemente publicado, es un concepto clave para la ciencia moderna. En este sentido comienza S. Y. Edgerton su primer capítulo alegando que ningún historiador, ningún realista popperiano, ningún relativista kuhniano o anarquista feyerabendmarsiano, negaría que la geometrización del espacio uniforme fue una condición conceptual fundamental para el surgimiento de la ciencia moderna (Edgerton 1991, p. 23). Con el fin de aclarar la argumentación que sigue S. Y. Edgerton, exponemos seguidamente la estructura de su libro arriba mencionado.

El autor formula una introducción general seguida por un análisis de la conceptualización de la tridimensionalidad realizada mediante técnicas matemático-pictóricas en la época medieval, en forma de un prefacio histórico que nos ayuda a comprender los cambios en los ámbitos que seguidamente van a ser expuestos.

La expresión "conceptualización de la tercera dimensión" es precisado al principio del libro y denomina, según deducimos de las exposiciones de S. Y. Edgerton, una propiedad de expresar artísticamente lo que se ve, es decir, la capacidad mental de pensar (*have in mind's eye*) un conglomerado de figuras geométricas que se encuentran en un espacio uniforme, partiendo de ejes isotrópicos¹. En la introducción encontramos una breve y anticipada explicación

¹ S. Y. Edgerton afirma: "All subsequent scientists and philosophers of science, even if they cannot

del origen de esta conceptualización de la tercera dimensión desde un punto de vista histórico. Esta conceptualización viene a ser especificada en tres ejemplos de diferentes ámbitos temáticos: el pictórico (expuesto mediante el ejemplo: *El maestro del meandro en la Basílica San Francisco de Asís*), el sobrenatural (mediante la exposición de 'La *anunciación*' de Fra Lippo Lippi que se encuentra en Londres) y el terrestre (*ámbito en el que se inventan convenciones pictóricas*).

Llegado a este punto, S. Y. Edgerton integra un capítulo que, ya solo por su posición de eje en la obra, hace sospechar el giro que supone este tema para la pintura: *Imagen y palabra en libros técnicos del siglo XVI*. La conquista de un nuevo medio artístico como lo es el libro impreso significaba *per se* un cambio en Europa.

A partir de este capítulo se desarrollan otros estudios sobre la geometría, ahora en los ámbitos iconográficos de los temas celestiales y astronómicos. En este contexto el autor analiza la "*Disputa*" de Rafael en el primer caso, el diseño florentino de Galileo y el "*Extraño salpicado de manchas (Strange Spottedness)*" de la luna en el segundo caso. La división en los ámbitos pictóricos, sobrenaturales, terrestres, celestiales y astronómicos trata de acaparar todos los temas renovadores en el renacimiento y en los que avanzaba el desarrollo de convenciones pictóricas basadas en la geometría.

Podemos decir que son complejos y múltiples los elementos que en su enlace hicieron posible la iniciación de la revolución renacentista tanto artística como científica. Queremos hacer destacar tres factores:

1. El redescubrimiento de la geometría euclidiana que preceda la nueva noción de espacio.
2. Las nuevas técnicas que facilitan los nuevos materiales, a saber: el óleo, la imprenta, el telescopio, etc.
3. Las nuevas posibilidades artísticas y técnicas, que permiten, como el libro de imprenta, la utilidad del arte como medio didáctico que ilustra los nuevos conceptos y descubrimientos.

Para concluir, S. Y. Edgerton trata la relación entre la geometría y los Jesuitas en el este, una combinación que nos descubre una interesante justificación de tolerancia cristiana ante el desarrollo científico moderno, seguido finalmente por un epílogo, la bibliografía y un índice, que concluye en la página 319. En

express artistically what they "see", can nonetheless picture in their "mind's eye" a set of geometric shapes in uniform space related to isotropic axes..." (Edgerton 1991, p. 23).

resumen: el libro consta de ocho capítulos temáticos de los que dos son de carácter explicativo y tratan cuestiones de índole general (cap. 1 y 5). Los demás capítulos llevan a cabo un análisis profundo de las cuestiones generales mediante el estudio de determinados ejemplos paradigmáticos.

2. Revolución artística y científica

El título: *La herencia de la geometría de Giotto*, y el subtítulo: *Arte y ciencia en vísperas de la revolución científica* nos conduce al centro de la cuestión y al problema de fondo que viene a ser tratado en este libro: la relación entre la revolución científica Europea, introducida por Galileo a principio del siglo XVI y la previa revolución artística, representada por Giotto con unos trescientos años de antelación. S. Y. Edgerton nos muestra que el arte Europeo renacentista ha creado aquellas convenciones pictóricas estandarizadas que han sido útiles para la enseñanza de la ciencia moderna. Es aún más específico en su estudio y por ello más informativo ya que estudia el modo en el que estas convenciones fueron desarrolladas y divulgadas.

Llegado a nombrar así el tema del nuevo libro nos damos cuenta de que el título "*la herencia de la geometría de Giotto*" no podría ser mejor escogido, ya que encontramos aquí el origen de estas convenciones que tratará el autor detenidamente. Este tema nos conduce hacia otras preguntas: ¿qué forma de dependencia o relación hay entre el arte y la revolución científica? Esta cuestión viene, a su vez, íntimamente unida a la siguiente: ¿Se puede reconstruir una continuidad histórica en la que la primera revolución crea las condiciones para su sucesora? o ¿tal vez sea la segunda la consecuencia de la primera en forma de una mera aplicación a otros ámbitos y niveles de conocimientos? ¿Cuál es el concepto que les une?

Para contestar a todo esto, el autor se guía por una pregunta fundamental, cuya contestación nos permitirá dar respuesta a estas otras. A saber, la investigación se lleva a cabo en vista al siguiente pensamiento: ¿cuál es la causa de haberse desarrollado la "*ciencia moderna*" justamente en la Europa capitalista posterior al 1500 y por qué es Florencia tan clave para ello? Esta cuestión parece guiar todos los pasos sucesivos. Edgerton parte de la base de que no se trata de coincidencias casuales como tampoco lo es que dos personas claves, Giotto para el arte renacentista y Galileo para la ciencia moderna, procedan de Toscana.

3. La cultura Europea y la no Europea

Los criterios, para encontrar respuestas satisfactorias, se asientan en la

contrastación entre la cultura Europea y la no Europea, que ponen de manifiesto un interés diferente respecto al objeto por investigar, sea en el ámbito pictórico o científico. Según el autor, los análisis científicos del Este parten de objetos estáticos, muertos e inmóviles. Su interés se centra en la estructura detallada de un objeto; por el contrario, el objeto de interés de Occidente es dinámico, vivo y se valora el "*movimiento natural*". Así por ejemplo, desde este punto de vista, "Poncio Pilato y una taza de café son ambos tratados como masas cilíndricas" (Edgerton 1991, p. 4). Esta actitud no es, según el autor, aceptable para un "chino tradicional" que debe juzgar este procedimiento como estética- y científicamente absurdo².

En dicho contexto comprendemos, qué razón de ser tiene el capítulo sobre la dinastía Ming en China. Pues el autor ve aquí la ocasión para destacar las características de la revolución pictórico-científica que se lleva a cabo en Europa comparándola con otro sistema artístico en el cual se manifiesta la percepción de la "*realidad*" de un modo necesariamente diferente. Podríamos especificar el término "*realidad*" reemplazándolo por *la percepción de los objetos fijos en el espacio continuo tridimensional*. Este término se explicará más tarde detenidamente, aplicado a la pintura³. De sumo interés es el concepto filosófico de *orden natural* como mecanismo finito que puede ser demostrado mediante geometría deductiva euclidiana.

4. Un nuevo concepto del espacio

El redescubrimiento de la geometría euclidiana tiene su origen en el siglo XIV cuando las nociones tradicionales europeas fueron reelaboradas desde el punto de

² La diferencia entre el pensamiento Europeo y el no Europeo en el ámbito científico es expuesto de la siguiente manera: "In the West, we take it for granted that if we are to understand the structure of an organic as well as an inorganic subject, we must first envisage it as *nature morti* (like a Chardin still life), with all constituent parts translated into impartial, static geometric relationships. In such pictures, as Arthur Waley wryly remarked, "Pontius Pilate and a coffee-pot are both upright cylindrical masses". *To the traditional Chinese this approach is both scientifically and aesthetically absurd*" (Edgerton 1991, p. 4).

³ S. Y. Edgerton hace referencia al trabajo de Needham (Needham/Ling 1959, vol. 3, Secs. 19-25), alabando su capacidad de aislar y destacar las diferencias entre la cultura Europea y la no Europea. Estas diferencias, que, según S. Y. Edgerton, han permitido la posibilidad de que las artes visuales de cualquier civilización influyan sobre la ciencia son las siguientes:

1. A polity of rival city-states based on an economy of bourgeois mercantile capitalism.
2. An ethical concept of "natural law" whereby nature's pattern is an a priori, fixed master plan.
3. A philosophical picture of natural order as finite, mechanistic, and susceptible to demonstration by *deductive Euclidean geometry*" (Edgerton 1991, p. 12).

vista de las ideas platónicas.⁴ El espacio se concibió de un modo nuevo: "empezó a ser concebido como continuo y uniforme en toda dirección (es decir isotrópico)" (Edgerton 1991, p. 16), y por fin Isaac Newton formula a finales del siglo XVI el concepto de un espacio absoluto, independiente de factores temporales, en toda extensión uniforme. Todo sujeto en él sigue las mismas leyes matemáticas.

Esta evolución en la ciencia se debe a una continua especificación de un pensamiento fundamental, basado en la óptica euclidiana. Siguiendo el pensamiento de Karl Popper, tenemos aquí un ejemplo para una escalación en el aumento de información en las exposiciones de Platón, Euclides y finalmente Newton. La ciencia evoluciona mediante enunciados con gran cantidad de información. Aunque disminuya con el aumento de información la probabilidad de estos, son justamente por ello de interés para la ciencia, siempre que se aproximen a pesar de todo a la verdad. Este interés se debe a que estos enunciados son en alto grado falsificables y por ello a la vez altamente comprobables⁵.

Durante el siglo XV, los artistas Europeos empezaron poco a poco a confrontar sus espectadores con las dificultades ("*anomalies*", Edgerton 1991, p. 17) de la forma de ver tradicional. Intentaron de este modo a echar la estructura medieval abajo y reducir la resistencia al cambio científico. S. Y. Edgerton trata un buen ejemplo para este movimiento en su capítulo 6, en el caso de la *Disputa* de Rafael.

Así pues es la concepción del espacio la que nos parece sumamente importante. Es aun más, S. Y. Edgerton es de la opinión que Copernico, Kepler, Galileo, Newton y Einstein no podrían haber descubierto lo que descubrieron sobre el mecanismo celestial sin tener con antelación un común concepto de espacio como objeto uniforme geometrizable de acuerdo con los principios euclidianos en mente (Véase: Edgerton 1991, p. 16) y aquí nos paramos a pensar: ¿Este concepto, no será lo que diferencia la cultura Europea de las demás y a la vez el origen del desarrollo de la ciencia moderna? ¿Es que no tenemos todas las personas humanas la capacidad de tener en mente objetos tridimensionales?

5. Las convenciones pictóricas europeas o la geometrización como paradigma

⁴ Véase: Euclides 1991, Libros I-XIII.

⁵ B. Magee explica el interés de Karl Popper por estos enunciados asegurando que se necesitan enunciados de alto contenido informativo y por esta razón con una probabilidad mínima que a su vez se aproximen a la verdad. Son estos enunciados los que les interesan al científico. El hecho que sean altamente falsificables les hace altamente confirmables, ya que el contenido informativo de un enunciado es proporcional a su probabilidad, pero inversamente proporcional a su confirmabilidad (Magee 1986, pp. 35-36).

En este punto decisivo de la argumentación, S. Y. Edgerton nos contesta con precisión: "La capacidad de pensar (tener en mente) objetos regulares tridimensionales parece ser universal y endógena en el ser humano" (Edgerton 1991, p. 6). El trata de demostrarlo refiriéndose a un experimento de Margaret Hagen en el que algunos Africanos calificaron propiedades de objetos tridimensionales correctamente mediante fotografías en color tras no poder estimar ni grosor ni distancia de estos mismos objetos mediante un dibujo⁶.

El autor deduce de esta observación que no les faltaba la capacidad arriba mencionada, sino que no entendían *las convenciones pictóricas europeas en el dibujo*. Son las convenciones standard pictóricas del renacimiento y no solo el mero concepto de perspectiva (geometría) el fundamento de la ciencia moderna. Teniendo la base del conocimiento de estas convenciones de la perspectiva lineal, la distribución de luz y sombra y de las proyecciones ortográficas (*conventions of linear perspective, light- and -shadow rendering, and orthographic projection*) cualquier ser humano es capaz de comprender y efectuar trabajos con diagramas en escalas ("*scale diagrams*"). Aunque fuesen incapaces en otros campos, con solo este conocimiento cualquiera puede ser rápidamente entrenado para dominar nuevas técnicas industriales.⁷

La geometrización tiene aquí la función de un *paradigma para la ciencia moderna*, como lo comprende T. S. Kuhn hablando de la "ciencia natural" y diferenciándola de los términos "*modelo*" y "*muestra*". T. S. Kuhn explica el término paradigma mediante un ejemplo: "En gramática p. e., '*amo, amas, amat*' es un paradigma, ya que expone la muestra a seguir al conjugar gran cantidad de otros verbos de latín, como p. e. en '*laudo, laudas, laudat*'. En esta aplicación standard funciona el paradigma permitiendo la repetición de cualquier ejemplo que sirva en principio para reemplazarlo. Por otra parte, en la ciencia un paradigma raramente es un objeto de repetición. Sin embargo es, como una decisión judicial, aceptada en la ley común, un objeto de articulación y especificación, bajo nuevas o difíciles condiciones (Kuhn 1970, p. 23).

En resumen podemos decir, que las convenciones pictóricas europeas del arte renacentista nos muestran y enseñan, funcionando como medio didáctico, la ciencia

⁶ S. Y. Edgerton lo formula de la siguiente manera: "The reason that some African "primitives" have scored poorly on this test, however, has nothing to do with innate lack of ability to perceive depth. As Margaret Hagen has demonstrated, these particular subjects simply did not understand the Western drawing conventions. When shown the same perspective scenes in colored photographs, for instance, they had no trouble estimating size and distance relationships..." (Edgerton 1991, p. 7, nota 12).

⁷ Véase: Edgerton 1991, Capítulo 8.

moderna. Es porque son, siguiendo el pensamiento de E. Panofsky y usando una expresión de E. Cassirer, *formas simbólicas*, que exponen una nueva visión del mundo. En su artículo "*forma simbólica*" dice E. Panofsky de la perspectiva que es una de esas formas simbólicas, mediante las cuales se une un contenido significativo (*Bedeutungsinhalt*) y mental a un símbolo perceptible y concreto de modo inseparable e interno. La diferencia entre la perspectiva antigua y la moderna es que representan distintos conceptos de espacio y con ello distintos conceptos de mundo (Panofsky 1985, pp. 108-110)⁸.

En el pensamiento antiguo, es decir, en el concepto de espacio platónico, no se relacionaban ni las propiedades del espacio que se experimentaban, ni la diferencia entre cuerpo y no-cuerpo con el pensamiento común de una substancia extensa. Según este concepto, los cuerpos no se encuentran en un sistema homogéneo de dimensiones relacionadas entre ellas, es decir, no se encuentran en un punto isotrópico, sino que se conciben como sumas de contenidos de un recipiente de dimensiones limitadas. En este ejemplo se pone una vez más de manifiesto la importancia de concepto del espacio continuo y uniforme en toda extensión de Newton.

6. La geometrización: una convención pictórica

En este estudio sobre la aportación del arte europeo renacentista al inicio y al desarrollo de la ciencia moderna, no falta un análisis sobre Leonardo da Vinci para comprobar la conexión entre ambos⁹, ni muchos otros artistas y científicos, que fueron influenciados por el interés de la ciencia y la geometría¹⁰. Los artistas tratados con igual interés son entre otros: Giotto, Masaccio, Paolo Uccello, Piero della Francesca, Rafael, Dürer y Lorenzo Sirigatti. La atribución de cada uno de ellos al enlace artístico-científico es tratado detenidamente mediante análisis profundos de algunas de sus obras.

Especificando las convenciones pictóricas, el autor destaca el papel clave que le corresponde a la geometría en el arte renacentista de la cultura occidental. Se decide por este tema en el ámbito del tema general del arte renacentista y abandona, con ello, la segunda columna sobre la que se eleva este arte, el claroscuro, a favor de resultados específicos.

Al ver el libro de S. Y. Edgerton por vez primera, nos preguntamos si acaso

⁸ Véase además: Cassirer 1977.

⁹ Véase: Leonardo da Vinci 1986.

¹⁰ Deseo indicar en el contexto mencionado los análisis llevados a cabo por Panofsky 1915 y 1925.

no es el por tantas veces repetido tema clásico de todo trabajo sobre el renacimiento y el porqué se estudia otra vez la perspectiva, es decir: ¿qué aporta este escrito a un tema tan frecuentado? La clave se encuentra en la diferenciación entre el arte occidental y el oriental, que es tomada por el autor como punto de referencia: *El dominio de esquematizar en una reproducción sobre una superficie plana las formas y estructuras básicas de un objeto estático tridimensional como lo forma la luz y como es proyectado cuando es visto desde un punto de vista fijo*¹¹. Esta es la convención pictórica, cuyo origen, desarrollo y divulgación es analizada en este libro.

7. El valor probatorio y la geometrización de la imagen

El capítulo quinto que lleva como título "*Imagen y palabra en los libros teóricos de imprenta del siglo XVI*", nos parece que es, como ya hemos mencionado anteriormente, el eje temático, y es de hecho el capítulo más extenso de la investigación, por lo cual nos permitimos comentarlo detenidamente.

En este capítulo se analiza la relación entre lo escrito y lo pintado o grabado en los libros técnicos de imprenta del siglo XVI. A partir del 1520 un número sin precedente de libros de geometría, arquitectura, minería, pirotecnia, balística, hidráulica, mecánica y otros temas tales, sin mencionar los de anatomía humana, botánica y zoología, salieron de prensas europeas. Estos tratados iban ilustrados con grabados en madera y otros grabados de calidad suprema, en los cuales las convenciones que hemos mencionado en repetidas ocasiones fueron asumidas de manera comprensible para el espectador. Es asombroso lo bien que corresponden las informaciones que aportan las ilustraciones el mensaje de las palabras.

Por lo general, en períodos anteriores, las ilustraciones estaban pensadas por los autores y los editores más o menos como acompañamiento impresionista, más bien como relieve decorativo para las monótonas columnas de texto. En las nuevas obras de imprenta, sin embargo, las palabras y las imágenes funcionaban conjuntamente, complementándose como nunca anteriormente en la historia de la comunicación del ser humano (Edgerton 1991, pp. 148-149). Este desarrollo culmina en las ilustraciones de máquinas inventadas (por ejemplo las de Agostino Ramelli en su trabajo *Diverse et Artificiose Machine*, publicado en 1588), donde la ilustración muestra objetos ideados y es valorada como visualización con validez científica y fuerza probatoria para el funcionamiento de la máquina.

¹¹ Alberti desarrolla un método interesante para realizar la esquematización mencionada. Véase: Alberti 1950.

Es evidente que la mera posibilidad de imprimir libros es causa de cambios tanto técnicos como formales (estilísticos). Pero además ha de ser mencionado, que esta tecnología de imprenta surgió al mismo tiempo en el que la perspectiva geométrica invadió la pintura (véase Edgerton 1991, p. 17). Es más, ya en 1520 el arte de la imprenta estuvo tan avanzado que los matices más sutiles de la pintura en óleo tan costosa pudieron ser realizados en idénticas reproducciones impresas en papel, que eran mucho más económicas. Los textos científicos y tecnológicos (como es expuesto en el capítulo 5) fueron los textos favoritos.

Con el fin de indicar el modo en el que se "traduce" un objeto a un dibujo aplicando conocimientos geométricos son trata el autor los cambios que se llevan a cabo en el ámbito de la cartografía¹², un ejemplo que demuestra la ambición de conseguir que la reproducción corresponda a las leyes físicas y espaciales. Este interés es seguidamente estudiado mediante el análisis de los tratados sobre las proporciones del cuerpo humano¹³, la perspectiva en la arquitectura, figuras geométricas tridimensionales, etc. A causa de este nuevo foco de interés fue, por ejemplo, posible que, reconstruyendo la tridimensionalidad en el mapa mundi, Cristóbal Colón se convenciera que tenía que ser posible llegar al este navegando hacia el oeste. Seguidamente el autor trata diferentes métodos de ilustrar construcciones geométricas y perspectiva lineal basados en los tratados de Alberti, Leonardo, Dürer y otros.

Detengámonos a especificar la argumentación seguida por el autor en su libro:

1. Todo ser humano tiene la capacidad de percibir y pensar (tener en mente) objetos regulares en un espacio tridimensional.
2. La reproducción pictórica de estos objetos percibidos necesita de convenciones pictóricas para captar la tridimensionalidad espacial en una superficie plana.
3. Estas convenciones varían según las tradiciones culturales de modo que no son 'descodificables' y entendidas por todo ser humano.
4. El arte renacentista Europeo ha creado aquellas convenciones pictóricas que favorecieron a la ciencia moderna.
5. Las condiciones y el modo en el que estas convenciones se iniciaron, desarrollaron y se extendieron es el tema clave del libro de S. Y. Edgerton, titulado "*la herencia de la geometría de Giotto*".

¹² El tema de la cartografía y su importancia en el renacimiento es tratado en su trabajo: Edgerton 1987. Como nos indican los títulos similares, esta publicación y el libro en cuestión se complementan y mantienen ámbitos comunes.

¹³ Véase sobre todo Dürer 1528.

Este fin es perseguido mediante el análisis de los siguientes temas:

- a. El inicio de la peculiaridad europea de ser propenso al interés por la exactitud geométrica y mecánica (caps. 2, 3 y 4) después del redescubrimiento de los Elementos y la óptica euclidiana.
- b. El pensamiento fundamental al comienzo de la ciencia moderna de que el universo y todo lo que se encuentra en él opera mecánicamente (cap. 2).
- c. Textos ilustrados de libros científicos y tecnológicos (cap. 5).
- d. Un ejemplo para el intento de artistas europeos de confrontar el espectador con los problemas de la representación pictórica medieval y reducir la resistencia a la ciencia moderna (*La Disputa* de Rafael, cap. 6).
- e. La capacidad de hacer descubrimientos y de avanzar en la tecnología y mecánica tan solo teniendo la base más importante: conocimientos sobre la geometrización en el arte renacentista (Galilei, cap. 7).
- f. El relato de los Jesuitas en China y el intento de introducir conocimientos (axiomas, experimentos que se pueden comprobar) basados en los elementos y la óptica euclidiana en una cultura ajena (cap. 8).

8. El método artístico basado en la geometría

La tesis de S. Y. Edgerton es que el sistema pictórico de la Europa renacentista, que se basa en los principios de la sólida geometría euclidiana, al principio no pretendía más que reproducir y repetir lo que el ojo humano percibe. Queda por ver cómo se crean las convenciones pictóricas o, dicho de otro modo, de qué manera reproducimos lo percibido sobre una superficie plana.

S. Y. Edgerton reflexiona repetidas veces sobre esta pregunta y aclara este problema en una ocasión mencionando lo escrito por N. H. Pirenne sobre este tema. Según este último autor, la pintura que muestra la perspectiva de una escena o de varios objetos *no es la replica* de la imagen que se produce en la retina del ojo del artista. Es meramente un *substituto* de los presentes objetos, construido de tal manera, que imite al ojo una distribución de luz similar a la que imite el objeto presente ("*actual object*"). Esto da el resultado de que para todo ojo humano esta pintura produce imágenes de la retina similares en forma y en dimensiones a aquellas imágenes que produce en este mismo ojo el objeto presente (véase Edgerton 1991, p. 5).

En las pinturas basadas en la geometría tenemos el primer método artístico que nos posibilita *reproducir cartográficamente punto por punto y de captar en tamaños correspondientes los filos, las superficies y distancias relativas de cada objeto que*

obedece a las leyes físicas tal y como lo percibe desde un punto fijo cualquier ser humano sin condiciones específicas culturales ni otra clase de condiciones (véase: Edgerton 1991, p. 25). De esta manera se pretendía captar la "realidad" en la pintura.

9. El espacio y el "realismo" renacentista

El libro *La herencia de la geometría de Giotto* concluye recurriendo a la cuestión formulada en la introducción, la que nos parecía guiar toda la investigación, a saber: ¿Qué relación hay entre la revolución científica del oeste (capitalista) y la revolución artística? Esta pregunta se une a la siguiente: ¿Qué es lo que hace el ambiente en la Europa de la segunda década del siglo XV tan fértil para la revolución artística, que le falta a la cultura del este? Se cierra así la investigación en forma de círculo con el último capítulo titulado "*Geometry and Jesuits in the Far East*".

En este capítulo trata históricamente las relaciones entre los Jesuitas occidentales y el este en lo que respecta a la geometría introducida por Ricci con su llegada a China en 1583. Este Jesuita quiso conseguir mediante sus conocimientos de geometría aplicados a la astronomía que el emperador le concediera el derecho de llevar a cabo una misión cristiana permanente, aspirando a convertir la mayor cantidad posible de chinos al cristianismo. Ricci, que dominaba el chino, y sus sucesores (como el Padre da Rocha) intentaron convencer mediante los grabados que presentaban un "realismo" como el arriba expuesto, obtenido por el claroscuro y la geometría es decir, que presentan a un Dios "real" (*living God*).

Esta intención llevó a los Jesuitas a "*traducir*" las imágenes de Nadal, un manual de suma importancia, al chino. La primera traducción fue llamada Nien-zhu Gui-cheng. Constaba de quince grabados en los que se llevó a cabo unos cambios que permitían a los orientales entender sus mensajes. La perspectiva fue aplanada de acuerdo con la tradición china, detalles del paisaje fueron representados por esquemas nativos, y las figuras principales hasta llevaban características faciales orientales. Podemos suponer que el Padre da Rocha estuvo contento con las transformaciones estilísticas del libro de Nadal, ya que confirma su idea de permitir al espectador chino imaginar el mensaje cristiano en su propio contexto (Edgerton 1991, p. 263). Seguidamente, Edgerton pretende determinar los elementos extraídos del mensaje cristiano, a saber: los conocimientos que les proporcionaba la técnica del claroscuro, la geometría y las convenciones comunes de ilustraciones científicas, y representados en copias contemporáneas y tardías de artistas chinos.

Finalmente, el autor justifica la tolerancia o la permisibilidad de los cristianos ante tal interés técnico-matemático en un epílogo. Según él, la geometría y sus aplicaciones fueron rápidamente aceptadas en el oeste de Europa posterior al siglo XV, ya que los cristianos pensaban que contemplar tales imágenes artísticas es como percibir una réplica de la misma estructura esencial y básica de la "realidad" que Dios concibió en el acto de la creación. Demostrando su capacidad de dibujar tales planos geométricos sobre un papel plano y bidimensional se ganaba el artesano la admiración de los mecenas siendo, a su vez, considerados divinos administradores de la obra de Dios. Es así como adquirían una posición social más elevada.

10. El nuevo concepto de espacio: una revolución artística y científica

S. Y. Edgerton demuestra sensibilidad en el uso de una terminología que carecería de nitidez a no ser por las aclaraciones dadas previo uso que se hace de ella en el texto. Así, por ejemplo, diferencia entre *convención* - *esquema* - *significado* y aclara su peculiar uso.

Es considerable la cantidad y calidad de material que se presenta en forma de ilustraciones y bibliografía que nos facilita el autor de este libro, sabiendo acaparar distintos ámbitos de investigación, ya que no solo aporta estudios de interés para la historia del arte, sino también, y sobre todo, para la historia de la ciencia y la historia de la cultura, en general.

Lo que S. Y. Edgerton trata de aislar mediante comparaciones con otras culturas es el momento inicial (*primal*) de los conceptos y de las convenciones de la pintura europea renacentista, la capacidad única del arte renacentista de reproducir sobre una superficie plana las estructuras básicas de objetos fijos tridimensionales como los forma la luz y como es captado (*recorded*) punto por punto en el aparato óptico del ojo humano, enfocado (*focused*) desde un punto fijo.

El autor analiza cómo se desarrollaron y se divulgaron estas convenciones pictóricas del arte renacentista que adquirieron la función de enseñar ciencia moderna en forma de ilustraciones de textos tecnológicos. Llega a mencionar que, siguiendo el pensamiento de E. H. Gombrich (que proclama que la evolución de estilos pictóricos, respondiendo al deseo natural del ser humano de captar las percepciones visuales, es en realidad *una forma de corregir continuamente esquemas culturales individuales*), la historia del arte es similar a la historia de la ciencia, especialmente como es interpretada por Karl Popper. En ambas se convierte Europa Occidental después del renacimiento en el líder innovador.

E. H. Gombrich le dedica un artículo, entre otros, al tema de "*la crítica como móvil en el arte renacentista*". En él expone la causa principal de la evolución del arte hacia un renacimiento: seguir un fin concreto que se persigue mediante la tendencia de buscar y criticar intensamente fallos, y aspirar a lograr mejores soluciones de problemas pictóricos peculiares. Esto lleva consigo la búsqueda de criterios racionales para juzgar las obras artísticas y con ello una visión clara, de lo que debe ser el arte¹⁴.

Según Karl Popper, la evolución en la ciencia se debe al aprendizaje del científico mediante su propia investigación crítica y la toma de conciencia de que el mundo es muy diferente a como nos lo representábamos antes de que nuestra imaginación fuera inspirada por la refutación de nuestras teorías anteriores. Es decir: la ciencia evoluciona mediante la continua corrección de esquemas de pensamiento y la consecuente refutación de teorías basadas en estas (Popper 1976, p. 386).

Este tema también lo trata I. Bernard Cohen en su libro *La revolución newtoniana* (1980), en el que examina el modo de génesis y el desarrollo de ideas revolucionarias en la ciencia. En otra ocasión, en su libro *La revolución en la ciencia* (1985) no sólo examina las finas estructuras de la revolución científica, sino que, tomando la génesis de las nuevas ideas, teorías, sistemas o paradigmas como punto de partida, estudia su propagación y concluye con la precisión de las etapas que han de pasar estos paradigmas en la aceptación por la comunidad científica que preside la revolución reconocida. La lectura de este análisis es de gran interés como base para la del libro de S. Y. Edgerton aquí tratado. Así se verá el paradigma de la geometrización en un contexto más complejo y sus precisos y concisos resultados podrán ser valorados con más facilidad.

En *La herencia de la geometría de Giotto* tenemos un ejemplo para la ectopía del concepto de espacio y de la aplicación de conocimientos de perspectiva geométrica a diferentes ámbitos científicos, partiendo siempre del arte. Siguiendo el pensamiento de Kuhn arriba expuesto, tenemos en la geometrización un nuevo paradigma creado por una revolución que ha sido consecuencia de una crisis¹⁵.

¹⁴ E. H. Gombrich lo formula de la siguiente manera: Ohne eine intensive Tendenz, Fehler zu suchen und zu kritisieren, kann es ein solches beharrliches Streben nach besseren Lösungen bestimmter Aufgaben nicht geben" (Gombrich 1987 [III], pp. 136-137).

¹⁵ Cohen menciona esta interpretación de Kuhn: "Kuhn sees a revolution in science as a shift from one such paradigm to another, caused - he believes - by a crisis in the state of science that makes a new paradigm necessary. The activity of scientists within one accepted paradigm is called "normal science" and usually consists of "puzzle solving", that is, adding to the accepted stock of knowledge. Such normal science continues until anomalies turn up which eventually cause a crisis, followed by a

Bibliografía

- ALBERTI, L.B. (1950): *Della pittura*. (Ed. crítica L. MALLÉ). Florencia: Raccolta di fonti per la storia dell'arte. Vol. 7.
- CASSIRER, E. (1977 ss.): *Philosophie der Symbolischen Formen*. [I,II,III]. Darmstadt: Wiss. Buchgesellschaft.
- COHEN, I.B. (1980): *The Newtonian Revolution with illustrations of the transformation of scientific ideas*. Cambridge/London: Cambridge University Press.
- COHEN, I.B. (1985): *Revolution in science*. Cambridge: Belknap Press/Harvard Univ. Press.
- DÜRER, A. (1528): *Vier Bücher von menschlicher Proportion...posthume*, Nuremberg.
- EDGERTON, S.Y. (1987): From Mental Matrix to 'Mapamundi' to Christian Empire: The Heritage of Ptolomaic Cartography in the Renaissance. En: *Art and Cartography: Six Historical Essays*. (Ed. D. WODWARD) Chicago: University of Chicago Press.
- EDGERTON, S.Y. (1991): *The Heritage of Giotto's Geometry*. Ithaca/Londres: Cornell Univ. Press.
- EUCLIDES (1991): *Elementos. Libros I-IV/V-IX/X/XI-XIII*. (Trad. M.L. PUERTAS CASTAÑOS). Madrid: Gredos.
- GOMBRICH, E.H. (1987): *Zur Kunst der Renaissance III: Die Entdeckung des Sichtbaren*. Stuttgart: Klett-Cotta.
- KUHN, T.S. (1970): *The Structure of Scientific Revolutions*. [Second enlarged edition]. Chicago: The Univ. Chicago Press.
- LEONARDO DA VINCI (1986): *Tratado de pintura*. (Ed. A. González García). Barcelona: Akal.
- MAGEE, B. (1986): *Karl Popper*. Tübingen: Mohr.
- NEEDHAM, J. y LING, W. (1959): *Science and Civilisation in China*. Cambridge: Cambridge Univ. Press.
- PANOFSKY, E. (1915): Das perspektivische Verfahren Leone Battista Albertis. *Kunstchronik, N.F., XXVI, pp. 504-516*.
- PANOFSKY, E. (1925): Die Erfindung der verschiedenen Distanzkonstruktionen in der malerischen Perspektive. *Repertorium für Kunstwissenschaft, XLV, pp. 84-86*.
- PANOFSKY, E. (1960): *Renaissance and Renascences in Western Art*. Stockholm: Almqvist & Wiksells.
- PANOFSKY, E. (1985): *Aufsätze zu Grundfragen der Kunstwissenschaft*. (Eds. H. OBERER/E. VERHEYEN). Berlin: Wissenschaftsverlag Volker Spiess.
- PANOFSKY, E. (1985a): Die Perspektive als symbolische Form. En: PANOFSKY 1985, pp. 99-167.
- POPPER, K.R. (1965): *Conjectures and Refutations: The Growth of Scientific Knowledge*. New York: Routledge & Kegan Paul.
- POPPER, K.R. (1976): *Logik der Forschung*. [6. edición]. Tübingen: J.C.B. Mohr.

revolution producing a new paradigm" (Cohen 1985, p. 26-27).