



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE ARTES Y DISEÑO**

**MAESTRÍA EN ARTES VISUALES ORIENTACIÓN EN FOTOGRAFÍA**

**LUZ Y TETRADIMENSIONALIDAD EN EL ESPACIO FOTOGRÁFICO**

TESIS QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

**MAESTRA EN ARTES VISUALES**

PRESENTA:

**MIRIAM SANABRIA COLIN**

DIRECTOR DE TESIS

**MAESTRO NOÉ MARTÍN SÁNCHEZ VENTURA / FACULTAD  
DE ARTES Y DISEÑO**

SINODALES

DOCTOR FERNANDO ZAMORA ÁGUILA/ FACULTAD DE ARTES Y DISEÑO

MAESTRA LAURA EVANGELINA BUENDÍA RUÍZ/ FACULTAD DE ARTES Y DISEÑO

MAESTRO FERNANDO RAÚL MARTÍNEZ AROCHE/ FACULTAD DE ARTES Y

DISEÑO MAESTRO YURI ALBERTO AGUILAR HERNÁNDEZ/ FACULTAD DE ARTES

Y DISEÑO

CIUDAD DE MÉXICO, ENERO DEL 2020



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



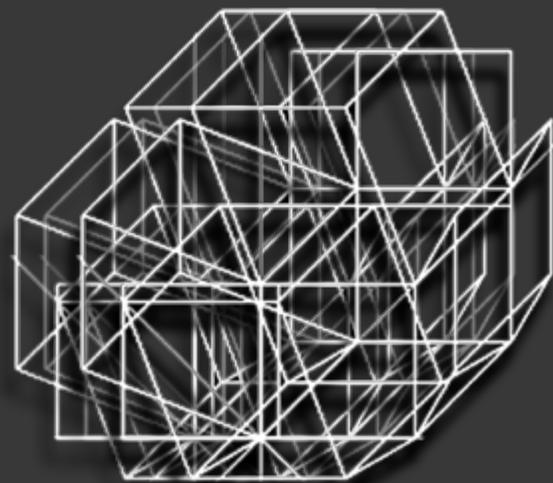
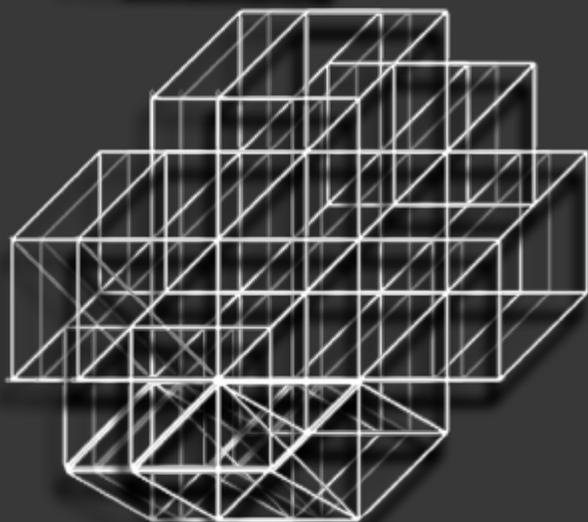
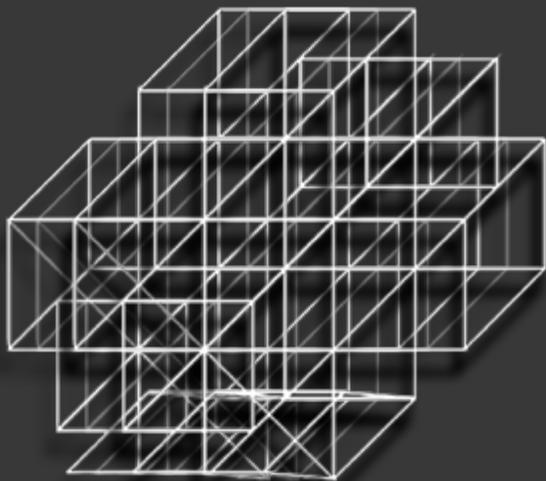
**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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





**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

MAESTRÍA EN ARTES VISUALES  
ORIENTACIÓN EN FOTOGRAFÍA

FACULTAD DE ARTES Y DISEÑO

# LUZ Y TETRADIMENSIONALIDAD EN EL ESPACIO FOTOGRÁFICO

---

TESIS QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:  
**MAESTRA EN ARTES VISUALES**

PRESENTA:  
**MIRIAM SANABRIA COLIN**

DIRECTOR DE TESIS  
**MAESTRO NOÉ MARTÍN SÁNCHEZ VENTURA**  
FACULTAD DE ARTES Y DISEÑO, UNAM

SINODALES

DOCTOR FERNANDO ZAMORA ÁGUILA/ FAD-UNAM  
MAESTRA LAURA EVANGELINA BUENDÍA RÚIZ/ FAD-UNAM  
MAESTRO FERNANDO RAÚL MARTÍNEZ AROCHE/ FAD-UNAM  
MAESTRO YURI ALBERTO AGUILAR HERNÁNDEZ/ FAD-UNAM

ACADEMIA DE SAN CARLOS, FEBRERO DEL 2020



# LUZ Y TETRADIMENSIONALIDAD EN EL ESPACIO FOTOGRAFÍCO



M I R I A M   S A N A B R I A   C O L I N



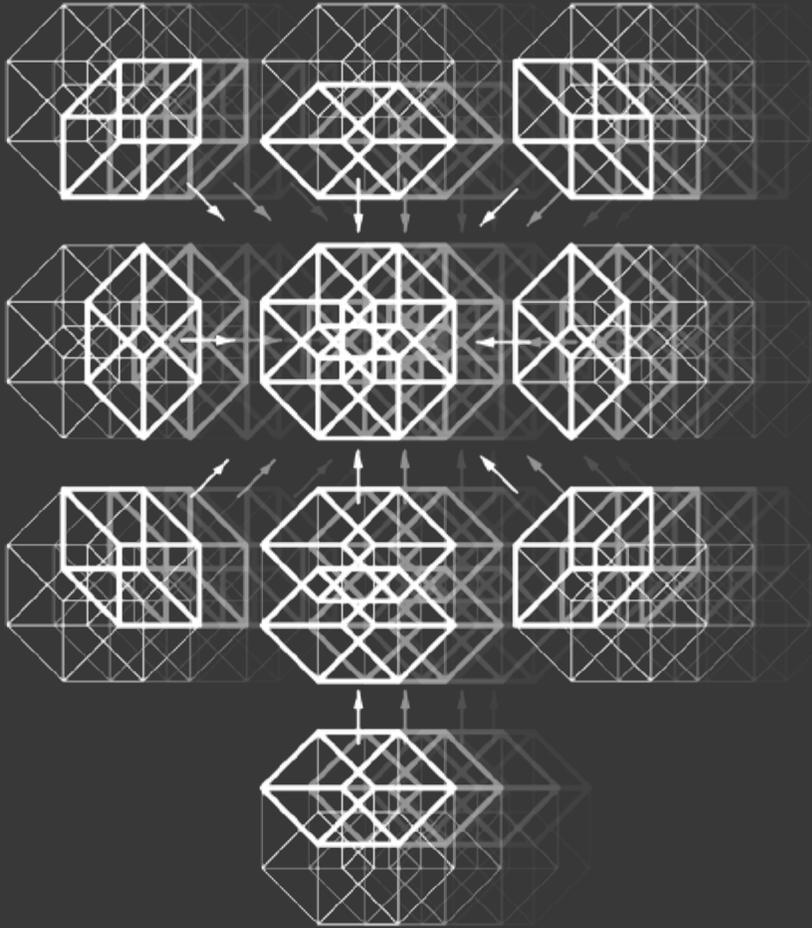


A la memoria de mi amigo

**GREGORIO TORRES**

"Yo he visto cosas que ustedes no creerían. Naves de ataque en llamas más allá del hombro de Orión. He visto rayos-C brillar en la oscuridad cerca de la Puerta de Tannhäuser. Todos esos momentos se perderán en el tiempo, como lágrimas en la lluvia. Es hora de morir".

*BLADE RUNNER*



# AGRADECIMIENTOS

---

-A mi madre **Guille** y mis hermanas **Sagra** y **Pipis** (con sus respectivos agregados) por apoyarme en todo momento, por darme lo más básico y real que tengo y conformar la familia más ecléctica, rara y funcional del mundo.

-Todo el respeto, gratitud y admiración que me es posible expresar van dirigidos al **Maestro Noé Sánchez Ventura** por compartir sus conocimientos, por su esclarecedora cátedra, por creer en mi proyecto, por su crítica, pero sobre todo por su amistad.

-A **Sandra, Alma, Alin, Alyne y Caro** por conformar amistades desde la heterogeneidad de caracteres, la diferencia de opinión y el paso del tiempo.

-A mi hermanito **Goyo** por el tiempo que compartimos en vida y por lo que nos une en la eternidad.

-A mis **compañeros de posgrado** por el intercambio de ideas, en la búsqueda del crecimiento colectivo, académico y profesional.

-A las personas que admiro y respeto por su calidad humana y académica, que me ayudaron de alguna manera a iniciar, desarrollar y concluir este posgrado: **Paty Tovar, Enrique Betancourt, Gabriel Ortega, Xtabay Alderete y Miguel Vilchis.**

-Al **Doctor Fernando Zamora**, a la **Maestra Laura Buendía**, al **Maestro Fernando Martínez**, al **Maestro Yuri Aguilar**, por brindarme su tiempo, opinión y crítica que ayudaron a construir este trabajo.

-Mi admiración y profundo agradecimiento al **Doctor Breno Onetto Muñoz** por su disposición, por brindarme todas las herramientas académicas posibles y por compartir sus conocimientos en tierras australes.

-A **Valdivia** y su gente bonita, a la **Universidad Austral de Chile**, la **Facultad de Filosofía y Humanidades** y su **planta docente** por ser mi hogar durante seis meses.

-Mi cariño a **Don Iván, Doña Sylvia** y a **Sthepan** por ser mi familia en Chile.

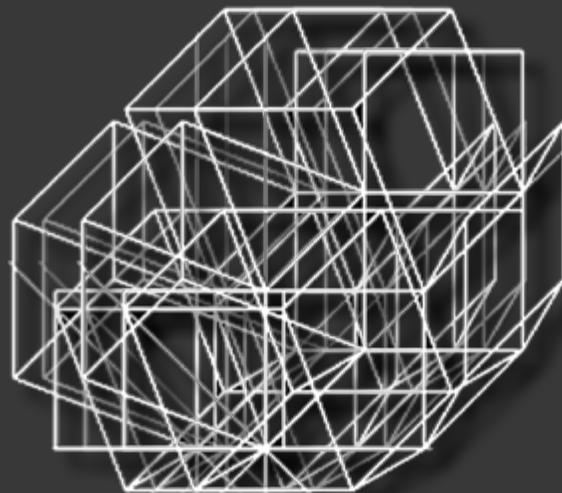
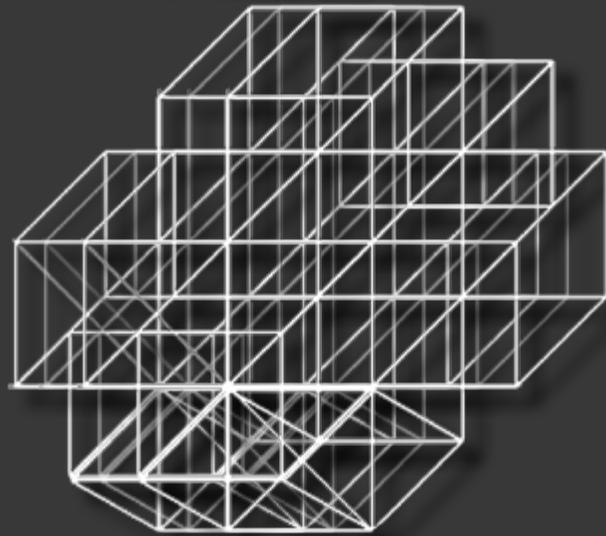
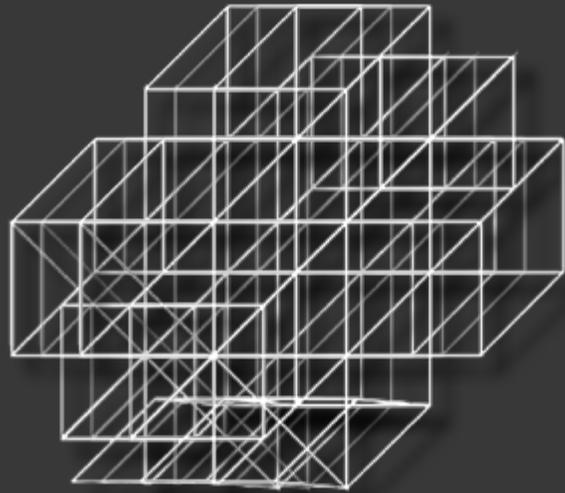
-Pero sobre todo, agradezco a la **Universidad Nacional Autónoma de México** y la **Facultad de Artes y Diseño** por brindarme la oportunidad de crecer en todo momento a nivel humano y profesional.





# ÍNDICE

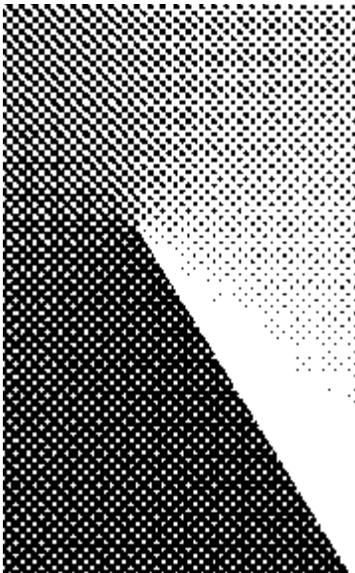
INTRODUCCIÓN .....	13
<b>CAPÍTULO 1. EL ESPACIO, EL CAMINO A LA TETRADIMENSIONALIDAD.....</b>	<b>19</b>
<b>1.1 El Espacio como idea, experiencia y representación.....</b>	<b>19</b>
<b>1.2 La perspectiva como forma de representación espacial.....</b>	<b>21</b>
1.2.1 El espacio en el Medievo, el camino a la perspectiva.....	22
1.2.2 La perspectiva renacentista como régimen de representación espacial.....	26
<b>1.3 Los paradigmas espaciales.....</b>	<b>29</b>
1.3.1 El estudio del espacio en la ciencia y la filosofía a la par de la geometría no euclidiana.....	31
1.3.2 El espacio en el arte de las vanguardias.....	34
1.3.3 La aparición de la fotografía.....	39
<b>CAPÍTULO II. CUARTA DIMENSIÓN Y FOTOGRAFÍA.....</b>	<b>43</b>
<b>2.1 La cuarta dimensión.....</b>	<b>43</b>
2.1.1 Cuarta dimensión desde dos perspectivas: teoría relativista y física cuántica.....	46
2.1.2 Cuarta dimensión en la literatura, el cine y el arte.....	49
<b>2.2 Las Imágenes técnicas.....</b>	<b>54</b>
2.2.1 Del lenguaje de la ciencia al lenguaje de los aparatos.....	54
2.2.2 Aparatos e imágenes técnicas.....	60
2.2.3 Conformación y representación en las imágenes técnicas.....	63
<b>2.3 Hacia una conformación de la imagen de la cuarta dimensión.....</b>	<b>66</b>
2.3.1 Modelos y simulaciones tetradimensionales en el arte: el trabajo de John Edmarck y Thomas Saraceno.....	69
<b>CAPÍTULO III. VISUALIDAD DE LA CIENCIA A TRAVÉS DE LA IMAGEN FOTOGRÁFICA.....</b>	<b>75</b>
<b>3.1 La relación arte-ciencia a través de la imagen.....</b>	<b>75</b>
<b>3.2 Cuarta dimensión y fotografía, una relación a partir de la luz.....</b>	<b>85</b>
<b>3.3 Luz y tetradimensionalidad en el espacio fotográfico. Proyecto fotográfico.....</b>	<b>86</b>
3.3.1 Series.....	90
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>119</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>123</b>



# INTRODUCCIÓN

---

---



**E**l ser humano desde sus orígenes se ha enfrentado a las interrogantes en torno a su ser, su existencia y el mundo que lo rodea, una de esas interrogantes gira en torno al espacio, en específico, el espacio caracterizado por múltiples dimensiones físicas, este espacio entendido a partir de lo dimensional ha tenido un desarrollo en diferentes campos de conocimiento, pero en el plano del arte y la ciencia presenta cambios importantes. El espacio como se concebía hasta mediados del siglo XIX ya no existe más, ni en el plano de la ciencia donde antes se entendía como un espacio inmutable de tres dimensiones a través de la geometría clásica (euclidiana), ni en el plano del arte donde era representado empleando instrumentos como la perspectiva utilizada por el arte del Renacimiento. Con la entrada del siglo XX el espacio fue disgregado por la ciencia

al grado de pensarlo desde un nivel atómico formulando la posibilidad de la existencia de más de tres dimensiones que no son perceptibles por el hombre y en el plano del arte abordándolo, ya no con un objetivo de representación, sino desde la posibilidad de proyección de modelos a través de imágenes generadas por aparatos como la cámara fotográfica. Así, el problema que se abordó en esta investigación giró en torno a las implicaciones del uso de la fotografía para configurar un espacio que ya no es perceptible por estar disgregado y contenido en el lenguaje de la ciencia.

Es decir que, la fotografía y las imágenes generadas a través de ella, parecían tener la función de representar los objetos del mundo aprehensibles y perceptibles para el hombre, pero ahora estos objetos ya no son parte del mundo perceptible sino conceptos abstractos de la física y las matemáticas, por tanto, los supuestos de esa representación se derrumban, llevando a la fotografía a replantear su relación con los conceptos de la ciencia y con la ciencia misma que le ha dado origen.

Por lo anterior, **la hipótesis de la que parte esta investigación se basa en que la fotografía puede conformar una imagen de la cuarta dimensión y proyectar dicha imagen como un**

**modelo**, por lo cual, se considera como **objetivo principal establecer una relación entre cuarta dimensión y fotografía**, tanto a nivel del aparato fotográfico, como a nivel de la imagen, con la intención de reflexionar, desde el arte, alrededor de conceptos de la ciencia y los modelos establecidos por la misma, en este caso los modelos científicos que sustentan la tetradimensionalidad.

El **primer capítulo** parte, con la finalidad de encontrar los antecedentes del espacio tanto en la ciencia como en el arte, con una búsqueda de la concepción del espacio como idea, como parte de la experiencia y como representación. Para esto se profundiza en la teoría de Herbert Read, que sugiere que primero surgió una imagen y posteriormente una idea de los fenómenos del mundo por parte del hombre, como una forma de aprehender el mundo que le rodea. El desarrollo de la representación del espacio se vio conectada, según la tesis de Read, a la construcción de un *domus* que fundamenta, posteriormente, las cúpulas de las religiones monoteístas y a un espacio en conexión con la idea de un dios trascendente, en la época medieval.

Consecutivamente y a partir de la idea del espacio en estrecha relación con la naturaleza y el desarrollo de la geometría plana en la época medieval, se emprende el camino para esclarecer cómo la perspectiva se estableció como un sistema hegemónico de representación espacial durante el Renacimiento, y de cómo ésta primero se sustenta en un proceso de conocimiento intuitivo y posteriormente se concibe como un instrumento de la razón, apoyado en la geometría que fundamenta un espacio ideal, matemático con lógica y coherencia internas. Esto permite esclarecer cómo se ve trastocado el concepto de espacio, principalmente en el arte, partiendo del debilitamiento de la perspectiva como sistema de representación durante el siglo XIX, en primera instancia porque el avance de los estudios de la ciencia, principalmente de la geometría no euclidiana, impulsan repensar el espacio desde otros parámetros matemáticos y en segunda instancia porque en la primera mitad de ese siglo XIX aparece la fotografía.

Así, apoyándonos en lo propuesto por Jonathan Crary acerca de que, los procesos de modernización de la visión son causa de los avances de la ciencia, y en las ideas de Walter Benjamin sobre la pérdida del aura en la obra de arte y la entrada de este último en una era de reproducibilidad gracias a la fotografía, se discute sobre las principales implicaciones de la representación del espacio a principios de siglo XX, reflejado en el arte de las vanguardias artísticas como el cubismo y el futurismo italiano donde se hace cada vez más evidente el desplazamiento de la función representativa de la pintura por parte de la fotografía y la relación del arte con las notaciones científicas, que provienen principalmente de los estudios de la medicina, la óptica y la física moderna.

Con ese marco histórico, el **segundo capítulo** inicia clarificando el concepto espacial de cuarta

dimensión, para ello se utilizan las descripciones científicas hechas por Graham David Finch que propone que para poder hacer asequible este concepto científico es necesario describirlo estableciendo una relación con dimensiones inferiores (la bi y la tridimensionalidad). Esto nos ayuda a aclarar qué tan hermético e inasequible es el concepto de espacio tetradimensional cerrado en el lenguaje de las matemáticas y respaldado por teorías no intuitivas como lo es la relatividad y la mecánica cuántica. La cuarta dimensión a partir de aquí se propone como un tipo de espacio imperceptible, inasequible e irrepresentable, características que son de interés por parte de algunos artistas que mediante la metáfora y la analogía exploran el concepto de cuarta dimensión, sea el caso de Salvador Dalí o Maurits Cornelis Escher.

Llegando al punto medular de la investigación que pretende establecer una relación entre la cuarta dimensión y la fotografía, se aborda el pensamiento de Vilém Flusser, en primera instancia para explicar los conceptos de **aparato**, **imagen técnica**, **modelo**, y sobre todo, **conformación**.

Este último término es sustraído de la propuesta de Flusser sobre una escalada de abstracción, proceso que permite llevar el mundo tetradimensional (aquel comprendido por tres dimensiones espaciales y una temporal) a la cero dimensionalidad de los datos con los que trabajan los aparatos como la cámara fotográfica. Esta escalada de abstracción se propone, según Flusser, como una ruta ontológica que deriva en la conformación de imágenes técnicas a través de aparatos producto de la ciencia. Esta idea de una escalada de abstracción facilita tener una primera conclusión acerca de si hay una posible relación entre cuarta dimensión y fotografía, respondiendo a la pregunta: ¿guardan alguna relación los textos científicos que originaron la cámara fotográfica con aquellos que desarrollaron el espacio hasta la cuarta dimensión?

Así, se utiliza el término conformación para hacer una disquisición alrededor de la propuesta de: **conformar una imagen de la cuarta dimensión a través de la fotografía**, para esto se procede a contraponer la conformación y la representación, tanto en el pensamiento de Flusser así como desde la semiótica de Charles Sanders Peirce y el cuadrante de representación de Fernando Zamora Águila. A partir de aquí, se sustenta la conformación de imágenes a través de aparatos como un proceso llevado a cabo en la adimensionalidad de los datos con los que trabaja la cámara fotográfica y que es susceptible de proyectar un modelo de la cuarta dimensión si ésta conformación se suma a un proceso fuera del propio aparato fotográfico.

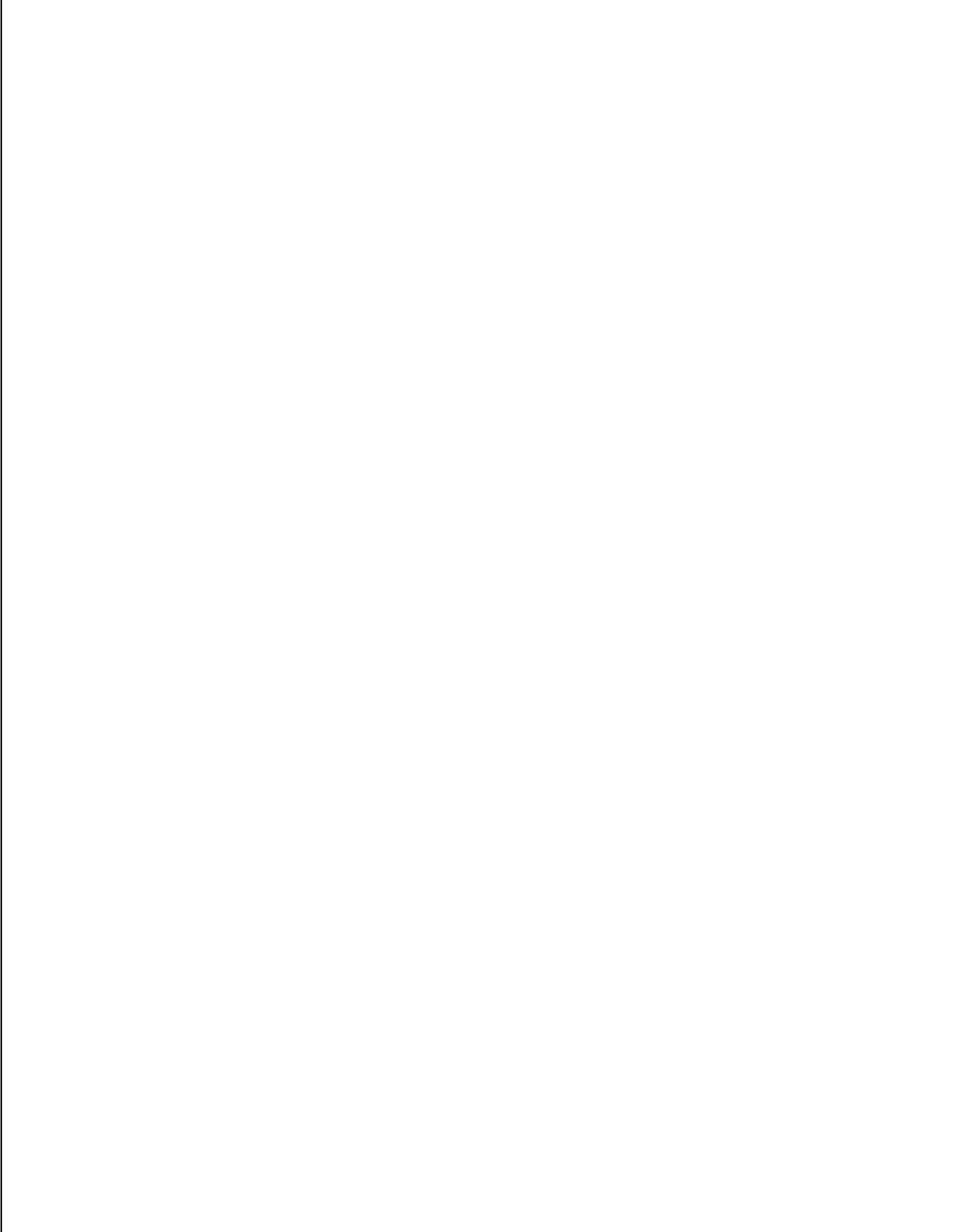
Teniendo en cuenta la confrontación que supone poner un concepto de la ciencia para ser conformado en una imagen fotográfica, el **tercer capítulo** aborda las implicaciones teóricas en cuanto al uso de la imagen como puente entre arte y ciencia. En primera, como una forma de denotar la importancia de la fotografía como un medio que ha inclinado a la ciencia a apoyarse

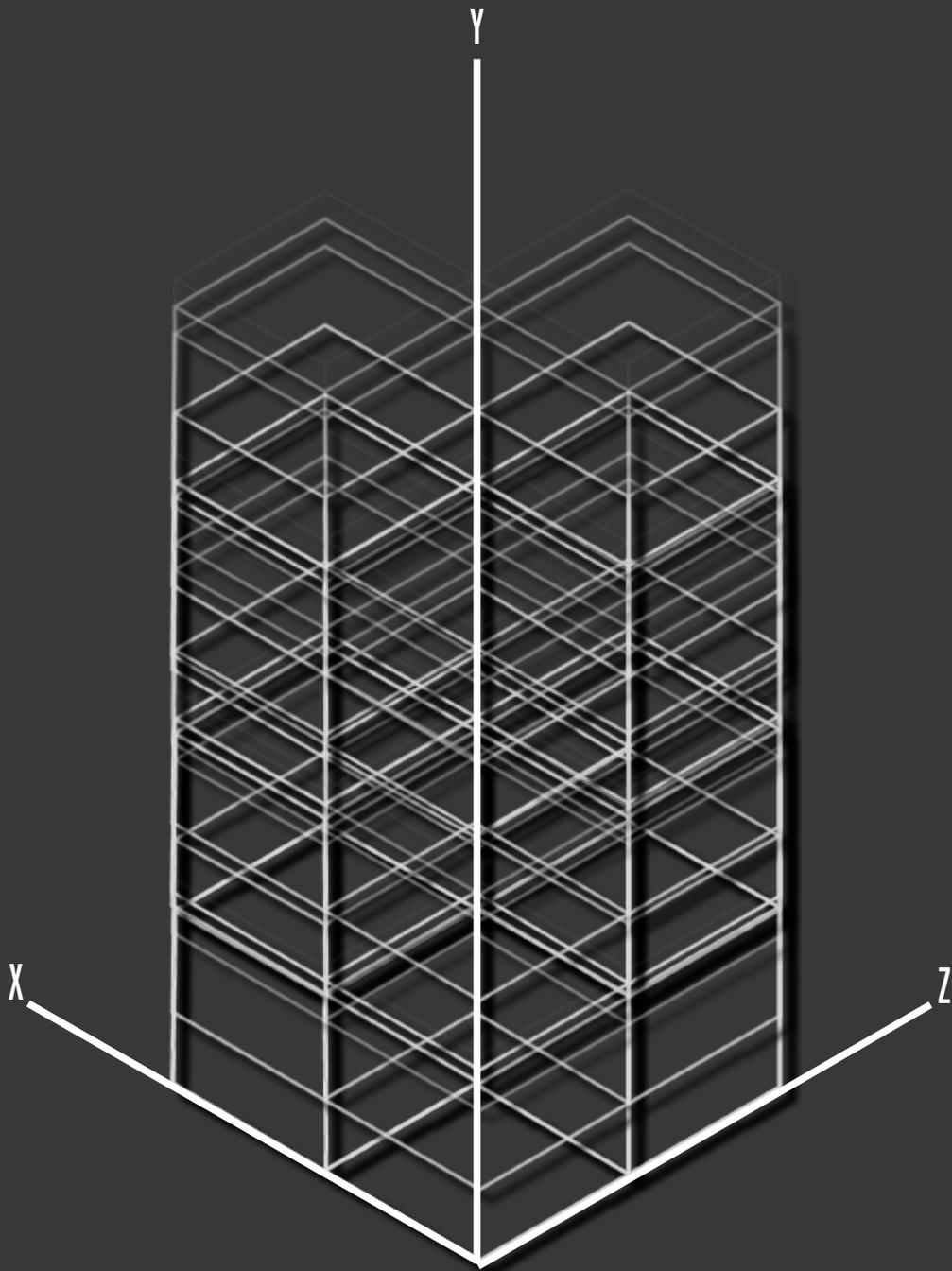
cada vez más en imágenes que son seleccionadas por su valor estético, y en segunda, para recalcar la importancia del arte como una disciplina de indagación que puede ayudar en el quehacer epistémico de la ciencia. Para aclarar esto, se recurre a la propuesta de la inclinación estética de la ciencia de Judith Weshler y la utilización de imágenes, principalmente fotográficas y computacionales, como recursos epistémicos de Elke Koppen y Klaus Sachs-Hombach. Finalmente se recalca la importancia de la luz como la esencia de la fotografía y elemento constructor del espacio tridimensional, y de cómo ésta sirve a los fines del proyecto de obra realizado a la par de esta investigación.

La presentación del **cuerpo de obra** con la que finaliza esta tesis se divide en cuatro etapas: la primera de ellas, busca hacer evidente la forma en que percibimos el espacio físico gracias a la acción de la luz solar; la segunda se enfoca en acercar el concepto de cuarta dimensión mediante dimensiones inferiores como lo es la bi y la tridimensionalidad, utilizando las proyecciones geométricas de la ciencia y la luz solar como analogía de la cuarta dimensión; la tercera etapa parte de recuperar las proyecciones geométricas tetradimensionales, para a través de ellas, experimentar con el espacio tridimensional; y la última etapa busca intervenir entornos virtuales de edición fotográfica sumando una dimensión extra en un proceso en el que participa la programación por computadora y el modelado de figuras tetradimensionales virtuales.

Es importante recalcar que tanto la presente tesis como el cuerpo de obra que se ha realizado a la par de ella, inician con un proceso de reflexión alrededor del espacio, pero esta reflexión no pretende llevarse a cabo mediante un correspondencia estricta entre teoría y obra, sino que ambos procesos caminan paralelamente, en todo caso se puede decir que el proceso de creación de obra genera una reflexión teórica alrededor del espacio. Hablamos por tanto de que este proyecto en su totalidad es impulsado por un interés artístico que nos orienta en un espacio conceptual a partir de un encuentro con el espacio sensible.





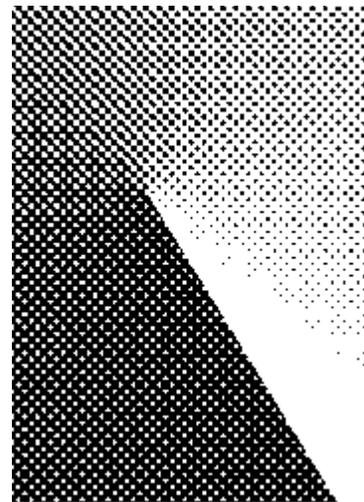


# CAPÍTULO I

## EL ESPACIO, EL CAMINO A LA TETRADIMENSIONALIDAD

### 1.1 El Espacio como idea, experiencia y representación

**E**l hombre desde sus orígenes se ha enfrentado a las interrogantes en torno a su ser, su existencia y el mundo que lo rodea, muchas de esas interrogantes se han ido complejizando conforme el hombre ha hecho aprehensible el mundo, desarrollando habilidades y cuestionamientos que resuelvan y satisfagan sus necesidades. La aprehensión de las cosas del mundo por el hombre no fue en primera instancia un acto inmediato, sino un proceso gradual fomentado por la percepción de los fenómenos que lo rodeaban. Así, la comprensión de la naturaleza de las cosas requirió de intermediaciones para hacer de esa realidad algo significativo. El filósofo alemán Ernst Cassirer (1874-1945) propone que la forma en la que el mundo se vuelve objetivable y comprensible es a través de la cultura que se constituye como un “sistema de formas simbólicas” a partir de múltiples relaciones entre diferentes elementos, para Cassirer hay un número determinado de formas simbólicas que constituyen la cultura: el mito, la religión, el arte, la ciencia y la filosofía, cada una de ellas representa un paso diferente en la toma de conciencia del mundo y según el autor, “Ninguna de estas formas puede ser simplemente reducida a las otras o derivarse de ellas; cada una muestra un modo especial de ver las cosas, en la cual y por la cual constituyen su propio aspecto de realidad”.<sup>1</sup>



A partir de las ideas de Cassirer, el crítico inglés Herbert Read (1893-1968) establece una

---

<sup>1</sup> Ernst Cassirer citado por Herbert Read, *Imagen e Idea* (México: Fondo de Cultura Económica, 1980), 8.

preponderancia histórica del arte como forma de aprehensión del mundo proponiendo que “la imagen precede a la idea en la comprensión humana”<sup>2</sup>, la forma antecede al pensamiento, al poner en imágenes el mundo:

La actividad artística podría por lo tanto describirse como una cristalización a partir del reino amorfo del sentimiento, de formas significativas o simbólicas. Sobre la base de esa actividad se hace posible un “discurso simbólico”, y surgen la religión, la filosofía y la ciencia como modos de pensamiento.<sup>3</sup>

La afirmación de Read es importante para esta tesis ya que estamos en el camino de explorar uno de esos fenómenos que han sido abordados de manera incisiva por el arte, la ciencia y la filosofía, hablamos del espacio.

El espacio se vuelve una parte fundamental en la aprehensión de la realidad, esta aprehensión de la realidad es un proceso largo caracterizado por diferentes etapas que constituyen para Read el desarrollo de la conciencia del hombre, y que se puede marcar desde la prehistoria antes de la aparición del lenguaje. Read propone como eje de su discusión que la concepción del espacio como idea sigue un camino muy cercano al desarrollo de la conciencia de lo numinoso<sup>4</sup> como una noción de trascendencia de un dios que se vuelve omnipresente, este espacio inicial se convierte en el receptor de ese dios trascendente, “Antes que los dioses pudieran concebirse como agentes invisibles, pero consientes en la vida humana, tenía que concebirse un espacio al que pudieran relegarse”<sup>5</sup>, al respecto debemos considerar que el espacio así concebido no abarca el total de experiencias por las cuales se pudo llegar a tener una noción del mismo, la explicación trascendente puede resultar insuficiente si queremos hablar de la forma en que un individuo se hace consiente del espacio, Herbert Read aclara esto al puntualizar la diferencia que puede existir entre un espacio percibido dado por los sentidos y la representación del mismo a través de las imágenes. El espacio percibido estaría anclado a una actividad sensomotora que se efectúa en el desarrollo de un individuo desde la infancia y que antecede a cualquier tipo de descripción y concientización a través del lenguaje:

La consciencia sensomotora de las relaciones espaciales es una etapa de desarrollo separada y genéticamente anterior, desde los principios de la existencia esta consciencia sensorial se haya ligada al proceso de la percepción y la actividad motriz y pasa por un desarrollo considerable antes de que el lenguaje y la representación por imágenes hagan su aparición simultánea.<sup>6</sup>

---

**2** *Ibidem.*

**3** *Ibid.*, 13.

**4** Según Ferrater Mora “Lo numinoso no puede definirse, ni siquiera mostrarse directamente, sino únicamente suscitarse sugerirse. Así, la categoría de lo numinoso tal como aparece en todas las religiones -como su fondo y médula- ofrece los caracteres de lo misterioso y lo tremendo, lo perverso y lo majestuoso, lo venerable y lo fascinante, lo solemne, lo enorme, lo sublime y lo absoluto. Lo numinoso contiene para la comprensión estricta racional contradicciones evidentes, puestas sobre todo de relieve en la simultaneidad de lo horrible y lo admirable, pero indudablemente existentes en esta categoría que sólo conviene, desde luego, a la divinidad”. José Ferrater, *Diccionario de Filosofía*, (Buenos Aires: Sudamericana, Tomo L-Z), 611.

**5** Read, *Imagen e Idea*, 82.

**6** *Ibid.*, 82.

Aunado al nivel de percepción del espacio desde los sentidos, se lleva a cabo una actividad de imaginación y simbolización que hace posible su representación, la aprehensión del espacio se apoya de la representación como herramienta para concretar una idea de él, la forma precede a la idea, y la actividad creadora se vuelve un eje de evolución y maduración del intelecto que prioriza el hacer para llegar a comprender. Hacer visible a través de una “materialización plástica de la intuición de una conciencia numinosa”, el espacio fue resultado de un desarrollo complejo y lento de conciencia, intuición y representación:

...el espacio, habría existido en la conciencia humana como un misterio incorpóreo de cuya existencia se daba cuenta el hombre, pero no podía concebir.... la obra de arte se convirtió en un acto de contención y de propiciación.<sup>7</sup>

El arte así como el espacio abrieron el camino para la comprensión del mundo, sin embargo, el espacio intelectual, aquel que involucra la utilización de herramientas de representación tales como la perspectiva, representa un avance que requirió no sólo un lapso mayor de tiempo, tomando en cuenta que las primeras manifestaciones artísticas datan del año 40,800 A.C, sino a una formulación de símbolos aún más complejos que pudieran llevar la representación, que partía de un proceso de percepción e intuición, a un proceso abstracto de relación entre diferentes símbolos, donde el arte es partícipe, y también la filosofía y la ciencia.

## 1.2 La perspectiva como forma de representación espacial

**E**n este apartado se pretende hacer una revisión de la importancia que un instrumento como la perspectiva pudo suponer para la representación del espacio, principalmente en la época del Renacimiento, pero antes de esto debemos tomar en cuenta que la relación perspectiva-espacio no surge propiamente en el Renacimiento, sino que tiene sus antecedentes en el arte medieval, principalmente en la arquitectura, y que estos antecedentes a su vez podrían rastrearse hasta la Antigüedad Clásica<sup>8</sup>, sin embargo hemos decidido profundizar en el Medievo ya que es en esta época donde la configuración del espacio arquitectónico alcanza su máximo

<sup>7</sup> *Ibíd.*, 94.

<sup>8</sup> Erwin Panofsky afirma que si bien se puede hablar de una “perspectiva antigua” es importante aclarar que ésta tiene claras diferencias respecto a la bien desarrollada perspectiva plana, que alcanzaría su auge en el Renacimiento. La perspectiva antigua, se basó en un “espacio fisiológico” es decir donde las proporciones de anchura, altura y profundidad son establecidas a partir de líneas curvas acordes a la visión o mejor dicho, a la forma convexa del órgano visual. Las repercusiones de una representación basada en líneas curvas se puede ver en la éntasis (zona central de mayor diámetro) de las columnas arquitectónicas de orden dórico (siglo VII A.C.) que compensan la curvatura de su construcción y dan una mejor sensación estética y visual al ser vistas por un espectador a corta y gran distancia. Así, la Antigüedad más que basar la representación en un plano lo hace en la figura de una esfera, que también influye en el espacio pictórico y su “disposición tectónica ensamblada en grupos” esto es, a partir de una superposición y disposición sucesiva de figuras que no alcanzan una unidad perfecta, ni una convergencia total de las líneas proyectadas. Erwin Panofsky, *La perspectiva como forma simbólica* (Barcelona: Tussquets Editores, 2002), 21-27.

esplendor y donde se da un desplazamiento claro de la representación espacial basada en la intuición hacia la representación espacial basada en la razón. Para aclarar esto consideraremos dos características en relación al espacio que toman importancia en el Medievo; la primera, la construcción de la cúpula y la bóveda como desencadenante del espacio trascendente; y la segunda, el ideal de belleza a partir de la armonía, la proporción y la simetría como antecedente del espacio intelectual. Estas características son de nuestro interés ya que conectan esas primeras aprehensiones del espacio desde lo intuitivo hasta un espacio en lo racional, esto es un espacio como concepto abstracto de la ciencia que se desarrolla a la par de su representación en el arte.

### 1.2.1 El espacio en el Medievo, el camino a la perspectiva

Herbert Read recalca que la idea de un espacio trascendente que caracterizaría el arte de las religiones monoteístas de la Edad Media, pudo ser consecuencia de un desarrollo previo relacionado con factores de clima. Siguiendo con la teoría de que primero surgió una forma y después una idea, el clima pudo determinar la necesidad de refugio y protección del hombre, como “la reacción de la sensibilidad humana a ambientes favorables o desfavorables”<sup>9</sup>, el miedo y la inseguridad frente a la naturaleza impulsaron una exigencia de resguardo y protección, primero bajo el techo cavernoso y después mediante la construcción del *domus*<sup>10</sup> primitivo, trasformando ese espacio protector en parte de la conciencia y posteriormente, en símbolo de lo divino, alcanzando su máximo esplendor en las construcciones de bóvedas del arte gótico.

El techo que este hombre construyo —el pabellón de pieles, la cúpula de barro... se convirtió en el símbolo de la cúpula superior del cielo y le confirió poderes misteriosos que descendían del firmamento.<sup>11</sup>

Así el *domus* se fundamenta como una primera casa humana, lugar de protección y en consecuencia, casa de dios. El desarrollo del *domus* siguió un perfeccionamiento formal, constructivo y simbólico muy largo que desembocó en una idea del espacio como refugio celestial y que posteriormente se convertiría en un elemento fundamental de la arquitectura.

En estos días iniciales, lo infinito se hizo real, el espacio se hizo real, y se encontró al dios cristiano y a todos los santos y profetas habitando ese espacio aprehendido.<sup>12</sup>

Pero aquí cabría preguntarnos, ¿Cómo la construcción del *domus* pudo impulsar la idea de un espacio trascendente? La respuesta no sólo la encontraremos en el desarrollo del *domus* como una forma de concientización del espacio, sino también en la tradición cultural que ante-

---

<sup>9</sup> Read, *Imagen e Idea*, 92.

<sup>10</sup> *domus-ūs [domus y domos] í. : casa*. Diccionario Auxiliar Español-Latino. s.v. <<casa>>

<sup>11</sup> *Ibid.*, 95.

<sup>12</sup> *Ibidem*.

cede al Medioevo, en relación con la noción de espacio-naturaleza que viene desde la antigüedad clásica y que fomenta la idea de un espacio en conexión con lo divino difundido posteriormente por las religiones monoteístas en la Edad Media.

La tradición escolástica del siglo XI retomó la idea de Aristóteles con respecto a la naturaleza como un elemento de relevancia en la concepción del mundo, “la naturaleza es aquello que tiene en sí el principio del movimiento y del reposo, por sí mismo y no por accidente”,<sup>13</sup> ella es poseedora de una capacidad de autorregulación y en ella, según los griegos, está incluido lo divino. La diferencia entre la visión griega y la visión de las religiones monoteístas (judía, cristiana e islámica)<sup>14</sup> estriba precisamente en esta concepción de lo divino. Para los griegos no hay un ser supremo que creara el universo a partir de la nada, sino por el contrario todo tiene un inicio como la causa de un “movimiento cósmico”,<sup>15</sup> lo divino y la naturaleza existen desde siempre, eternamente sin haber sido creados por nadie. Por el contrario, las religiones creacionistas supeditaban esa independencia de la naturaleza y las leyes a un ser supremo, bajo el cual se regía todo lo contenido en el universo, un dios que a diferencia de los griegos, era trascendente, existía más allá del espacio, el tiempo y la naturaleza del mundo.

La naturaleza en la tradición griega está considerada como el espacio de las cosas existentes y el espacio como un cúmulo de lugares, por tanto, la naturaleza como límite finito compuesto de lugares sucesivos. Pero si dios existe más allá del espacio y la naturaleza mismos, estos se vuelven mera contingencia, “una nada que todo lo envuelve”<sup>16</sup> así el lugar finito y heterogéneo cambia hacia la noción de espacio como un todo absoluto, infinito y homogéneo.

Una vez que el espacio empezó a experimentarse, no como un complejo de lugares, ...sino como una cosa en sí, un vacío inmaterial de extensión infinita, se abrió el camino para la creación de una religión trascendente.<sup>17</sup>

Es decir, que la divinidad que estaba conferida al cielo, ahora estaba no sólo en los cuerpos sino también en el vacío. Esta idea, de un dios trascendente, pudo apoyarse precisamente de los domos construidos en la prehistoria y pudo tener una evolución tanto arquitectónica como simbólica hasta la cúpula cristiana, como dice Read:

El desarrollo posterior del techo dómico primitivo habría sido dialéctico, primero la forma, luego la idea, después la ampliación y elaboración de la forma para acomodo-

---

**13** Aristóteles citado por Joaquín Lomba, *La naturaleza y el espacio en la estética medieval*, Revista Española de Filosofía Medieval, número 6, 1999, 13-15.

**14** Aquí, cabe aclarar que a pesar de que el trascendentalismo fue característica de la religión judía, cristiana y musulmana sus desarrollos en el campo del arte en específico, de la arquitectura, no sólo son resultado de la concepción de la naturaleza y espacio, sino de las tradiciones culturales que las anteceden y que nos apoyaremos de la diferenciación hecha por Joaquín Lomba que divide al cristianismo influenciado por el helenismo y la romanidad y el islam antecedido por la tradición persa y bizantina, debemos dejar en claro que aquí abordaremos el arte cristiano occidental dejando de lado el musulmán, no porque sea de menos importancia sino porque este sigue con una lógica diferente a la tradición occidental.

**15** Lomba, *La naturaleza y el espacio*, 13.

**16** Read, *Imagen e Idea*, 91.

**17** *Ibidem*.

dar el desarrollo imaginativo de la idea.<sup>18</sup>

La segunda característica que queremos aclarar con respecto al espacio en la Edad Media es su relación con un ideal de belleza. La edad media tenía puestos los ojos en la antigüedad clásica específicamente mediante el platonismo, que concebía la belleza como “un atributo de Dios”<sup>19</sup> reflejado mediante la armonía, la proporción y el número (medida), cuando en el Medievo se habla de belleza no sólo se refiere a ella como un concepto abstracto sino como algo que se concretiza mediante el arte, en específico la arquitectura y la música, y que sólo es posible mediante la incorporación de la matemática y la medida como forma de acceder al conocimiento de lo bello de lo cual la naturaleza es su máxima expresión.

Lo armónico como característica de la belleza nace de una creciente conciencia de las cualidades geométricas de la naturaleza, heredada a los griegos mediante el arte neolítico. La abstracción que la primera geometría realizó sobre la naturaleza propició un perfeccionamiento continuo de la sensibilidad humana en relación a las formas y dimensiones físicas, este proceso supondría la introducción progresiva de elementos abstractos (la línea, el círculo y el cuadrado) capaces de simbolizar las cualidades divinas de las formas descubiertas por los artistas, elementos que más tarde se alzarían como los fundamentos de la geometría clásica.

Diferentes textos impulsaron la idea de una estética del universo basada en la proporción. Uno de ellos es el *Canon de Policleto* descubierto por Galeno hacia el siglo V d.C. Este texto retoma ese ideal de belleza por medio de una “estética dogmática” donde la proporción es una vía para expresar la perfección:

De estos textos nació, por lo tanto, el gusto por una fórmula elemental y polivalente, por una definición de la belleza que expresará numéricamente la perfección formal, definición que, aun permitiendo una serie de variables pudiera reconducirse al principio fundamental de la unidad en la variedad.<sup>20</sup>

Otro texto fundamental para el Medievo es *De Architectura* de Vitrubio (80-70 a.C.-15 a.C.) redescubierto hacia el siglo XIV que describe términos como *proportio* (proporción) de la siguiente manera:

La proporción es una correspondencia de medidas entre una determinada parte de los miembros de cada obra y su conjunto o una concordancia uniforme entre la obra entera y sus miembros, y una correspondencia de cada una de las partes separadamente con toda la obra.<sup>21</sup>

La importancia de las proporciones llega al Medievo a través de la teoría Vitruviana que implementó, mediante el conocimiento de la proporción, un canon de lo bello cuya cúspide era el

---

<sup>18</sup> *Ibid.*, 97.

<sup>19</sup> Umberto Eco, *Arte y belleza en la estética medieval* (Barcelona: Ed. Lumen, 1999), 14.

<sup>20</sup> *Ibid.*, 43

<sup>21</sup> *Ibidem.*

cuerpo humano, este texto sería retomado en el Renacimiento por artistas humanistas como Leonardo Da Vinci y su *Hombre de Vitruvio* (1490). La instauración de la simetría como un principio elemental y su reconocimiento hacia el siglo XIV por el humanista Francesco Petrarca se sumó a la lógica de textos como el *Timeo* de Platón, “el Timeo expone con toda minuciosidad las armonías, proporciones y ritmos... que tanto la música como la arquitectura han de reproducir como expresión de un cosmos ordenado aritmética y geoméricamente”.<sup>22</sup> En este sentido la naturaleza como el orden bello por excelencia es resultado de la matemática impresa por dios en la materia y el espacio.

En consecuencia, en el plano del arte, tenemos una arquitectura cristiana cada vez más elaborada, pero sobre todo un espacio con fuerte carga simbólica. El espacio simbólico está presente en las formas sencillas del arte románico que elevó mediante grandes columnas la cúpula hacia el cielo, estableciendo una concepción jerárquica de lo divino, muros que se elevan como símbolo de recogimiento de lo profano hacia la sacralización.<sup>23</sup> La “casa de Dios” es para la arquitectura románica el máximo símbolo de la fusión entre lo sagrado y lo mundano, que pone por encima de toda construcción humana a lo divino, prueba de ello es la construcción de altos campanarios y plantas en forma de cruz latina como símbolo de la cruz cristiana. En comparación con el arte románico, el gótico dispone de forma diferente del espacio trascendente representado principalmente por la bóveda de crucería, así, desaparecen los pesados muros para dar paso a grandes espacios y rosetones por donde entra la luz, hacia la idea de un dios que se ha desmaterializado y adquirido un carácter sublimado, pero también un dios que predomina como forma natural, a través de la luz solar.

Hacia el siglo XIII en el gótico las columnas, arcos y capiteles se revistieron de ornamentación alusiva a la naturaleza, restando importancia a la materia sólida para dar paso al espacio con una nueva dimensión luminosa, el espacio-luz como símbolo de dios y por tanto perfección y belleza. Así los templos cristianos del Medievo apuntaron al Oriente, porque es ahí donde nace Dios y la luz del sol. La bóveda se complejizó y se volvió más ligera gracias a los arcos apuntados, que disponen como nunca antes del espacio tridimensional como un espacio unitario. Los conceptos como simetría, cuadro y proporción, se hacen manifiestos en el gusto por estructuras pentagonales, simetrías simbólicas y escenas bíblicas enmarcadas en los cuerpos de tímpano de las catedrales.

La complejidad en las construcciones góticas significa un avance técnico considerable por parte de los constructores de la época que verían en la perspectiva del Renacimiento la cumbre de la representación tridimensional del espacio y aunque en el gótico tardío aún se puede observar una inclinación por hacer ver un espacio en conexión con lo divino y no en conexión con el espectador, posteriormente el espacio más apegado a la razón, comienza a pensarse en función del espectador, como ejemplo entrado el Quattrocento los espacios arquitectónicos forman parte de una configuración por parte del artista y su capacidad para reflejar un espacio aritmética y geoméricamente bello mediante la razón, que es por tanto una habilidad lógica,

---

<sup>22</sup> Loamba, *La naturaleza y el espacio*, 15.

<sup>23</sup> *Ibidem*.

simbólica y alegórica.<sup>24</sup> Los procesos de creación artística en los albores del Renacimiento no necesariamente implicaban una aproximación expresiva, sino que estos se apoyaron de toda la tradición y los parámetros formales que cada vez se soportaron más en la geometría y la ciencia.

A partir del siglo XIII comenzaron a tener popularidad las “escuelas de ábaco” como las primeras escuelas de profesionalización donde la enseñanza de ciencia se convirtió en el puente entre la matemática medieval, con su visión clásica basada en la geometría euclidiana, y la visión árabe a través del álgebra y la llamada ciencia moderna, que influyó considerablemente en el trabajo de los arquitectos y pintores; los llamados artistas matemáticos se enfocaron en la creación y también en la teorización de los recursos utilizados por el arte, con el objetivo de reforzar todas las intenciones de representación del mundo, más que de su expresión, a través del perfeccionamiento gradual de sus instrumentos como la perspectiva.

### 1.2.2 La perspectiva renacentista como régimen de representación espacial

Edwin Panofsky define la perspectiva como:

La capacidad de representar varios objetos con la porción de espacio en la que se encuentran, de modo tal que la representación del soporte material del cuadro sea sustituida por la imagen de un plano transparente a través del cual creemos estar viendo un espacio imaginario...<sup>25</sup>



FIGURA 1. *Jesús ante Caifás*, Giotto, 1300.

Panofsky argumenta que al hablar de perspectiva, más que considerarla como un instrumento artístico, debe de considerarse como un momento estilístico que apoyándose en el concepto de “forma simbólica” de Ernst Cassirer implica “un particular contenido espiritual que se une al signo sensible y concreto y se identifica íntimamente con él”<sup>26</sup> marcando cada época no por el instrumento de representación que utiliza sino por las características que lo definen.

Antes de que la perspectiva fuera ligada a una forma matemática de representar el espacio, ésta tuvo un carácter intuitivo que consistía en disponer de los elementos de una escena modificando su tamaño en relación con la cercanía o lejanía del cuadro. El pintor gótico Giotto (1267-1336) intentó formular un método algebraico para disponer y organizar la distancia de los

<sup>24</sup> *Ibid.*, 21.

<sup>25</sup> Panofsky, *La perspectiva...*, 100.

<sup>26</sup> *Ibid.*, 24

objetos en el plano a partir del uso de líneas, sin embargo, su logro más sobresaliente rumbo a este objetivo fue dotar de una cierta profundidad una de sus más celebres pinturas, *Jesús ante Caifás* (Figura 1).

La perspectiva matemática se basa en el término “pirámide visual” del matemático musulmán Alhazed (954-1040), la pirámide visual explicaba la forma en que las cosas eran captadas por el ojo, así las cosas de grandes dimensiones podrían ser vistas si se ve el funcionamiento de la visión como una pirámide cuya cúspide es el ojo del espectador.

El arquitecto florentino Filippo Brunelleschi (1377-1446) considerado el padre de la perspectiva matemática o también llamada perspectiva artificialis se apoya en los antecedentes de Giotto y Alhazed para desarrollar una serie de experimentos entre los cuales destacan el dibujo de la puerta del Baptisterio de San Giovanni (Figura 2) que derivará en un método para poder representar cualquier objeto que el ojo humano pueda ver<sup>27</sup> y que más tarde aplicó a la planeación y construcción de la cúpula de la catedral de Santa María del Fiore hacia 1420.

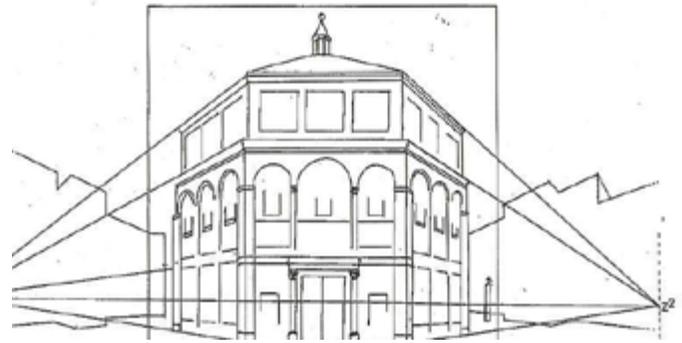


FIGURA 2. Reconstrucción del Baptisterio de San Giovanni, Filippo Brunelleschi, 1401.

Leon Battista Alberti en *De Pictura* (1435) fue el primero en hacer de la perspectiva un desarrollo teórico que serviría para perpetuar los usos y perfeccionamientos que esta herramienta suponía para el campo de las artes. Otros artistas retomaron los tratados de Alberti para hacer de la perspectiva y de sus aplicaciones en el arte un desarrollo teórico y común entre los arquitectos y pintores, entre ellos Piero della Francesca que dio más peso a la geometría y desarrolló diversos tratados sobre el uso de bóvedas arquitectónicas y la utilización de poliedros (Figura 3) como temática del arte.

La revolución renacentista llegó con Masaccio, cuya obra titulada *La Trinidad* (1426-1428) logró conjuntar los procedimientos intuitivos de Giotto y el conocimiento espacial de Brunelleschi, renovando la utilización del punto de fuga bajo un eje central y simétrico científicamente planeado, pero realzando la expresividad de los personajes y el uso de la luz como herramienta de dramatismo y profundidad espacial. Esta obra de grandes dimensiones (Figura 4) se destacó por parecer real a los ojos del espectador, para lo cual Masaccio, bajo el punto de vista y anuló la simetría axial mediante la utilización del color, acentuando la profundidad y dinamismo de la obra. Lo importante de la obra de Masaccio por encima



FIGURA 3. *Dodecaedro hueco-De Divina Proportione*, Luca Pacioli, 1509.

<sup>27</sup> Francisco Casalderry, *La burla de los sentidos. El arte visto con ojos matemáticos* (Barcelona: RBA libros, 2010), 20.

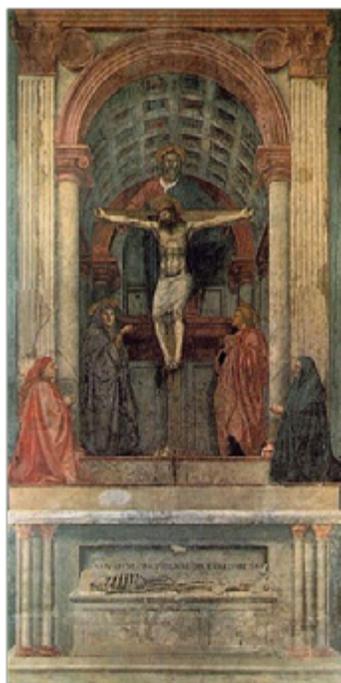


FIGURA 4. *La Trinidad*, Masaccio, 1425-1428.

de su desarrollo técnico es que él, le da un carácter diferente a la perspectiva, y por tanto a la representación del espacio, poniendo a los ojos del espectador la obra misma y no la realidad a la que se refiere y dando a sus personajes y al espacio una “presencia real”<sup>28</sup> a través de lo técnico.

Dicho lo anterior debemos suponer que es un error considerar que todos los artistas que desarrollaron la perspectiva lo hicieron con meras intenciones representativas valiéndose de conocimientos técnicos. Teóricos como Nicholas Mirzoeff afirman que la perspectiva no puede ajustarse solo a una búsqueda científica de explicación de la visión, “la perspectiva no era un sistema acordado sino un complejo de estructuras figurativas que iban desde las representaciones populares a las demostraciones geométricas y los medios de organización social”<sup>29</sup>, es decir, que como tal, este modo de representación no está ubicado puramente en el ámbito del arte sino como una herramienta clave en un tipo de imaginación del mundo, por lo menos desde el punto de vista de la sociedad que lo creó.

La perspectiva entendida como recurso que trae ante el espectador un espacio nuevo e imaginario y no la representación fiel de la realidad por tanto “deja de aparecerse como un instrumento de la razón y deviene en un instrumento de la fantasía”<sup>30</sup>, esta fantasía es lo que le confiere a la perspectiva su carácter de engaño y su poder estético en el arte renacentista. Sin embargo, se debe tomar en cuenta que si bien la perspectiva fue la herramienta más popular en ciudades como Florencia ésta no tuvo un carácter hegemónico en el resto de Europa, a la par de ella se desarrollaron otros “modelos de visualidad”, al respecto Martin Jay coloca a la pintura holandesa del siglo XVII como contrapeso de la perspectiva renacentista:

El arte italiano del Renacimiento, debido a su fascinación por las técnicas de la perspectiva, permaneció apartado de la función narrativa para la que se utilizaban dichas técnicas. En el Renacimiento, el mundo al otro lado de la ventana de Alberti, escribe Alpers, “era un escenario en el que figuras humanas interpretaban acciones significativas basadas en los textos de los poetas.” Es un arte narrativo.<sup>31</sup>

Según Jay, la pintura de los países bajos, suprime la visión monocular de la perspectiva mediante la referencia narrativa y la puesta en escena de la superficie. Al igual que la pintura holandesa, podríamos contraponer a la perspectiva con otro instrumento de la visión de origen árabe llamado cámara oscura, que consiste en un dispositivo óptico que permite obtener una proyección plana de una imagen externa sobre una superficie en una zona interior. Sin embargo el teórico francés Jean- Louis Déotte apunta que, a pesar de que la cámara oscura

<sup>28</sup> Read, *Imagen e Idea*, 144.

<sup>29</sup> Nicholas Mirzoeff, *Una introducción a la cultura visual* (Barcelona: Paidós, 2003), 66.

<sup>30</sup> Juan A. Molina, “La historia a contrapelo, Modelos visuales y teóricos para el análisis de la fotografía contemporánea en América Latina” *Situaciones artísticas Latinoamericanas*. San José de Costa Rica. TEOR/ÉTICA/The Getty Foundation, (2005).

<sup>31</sup> *Ibidem*.

mantiene la misma lógica de la perspectiva, un fondo técnico común que subyace a ambos instrumentos, la proyección, la importancia de la cámara oscura en relación con la perspectiva es que ambos son parte de un mismo “archiaparato”<sup>32</sup>, en donde la cámara oscura abre el paso a la experiencia del movimiento y la perspectiva a la del instante, dos tipos de temporalidades que “configuran los modos de aparecer, las apariencias”.<sup>33</sup> La perspectiva, como tal no sobrevivió hasta principios del siglo XIX como un régimen de representación sino como parte de múltiples herramientas que buscaban perfeccionar la representación y que durante la primera década del siglo XIX serían cuestionadas por su carácter inflexivo alrededor de los procesos de percepción y representación del mundo.

### 1.3 Los paradigmas espaciales

**E**uclides formuló en su libro *Los elementos* (300 a.C.), las bases de lo que después se conoció como Geometría Euclidiana, una de las contribuciones más significativas en el campo de las matemáticas, que si bien ha sufrido algunas modificaciones por parte de otros matemáticos como Arquímedes o Jakob Steiner, permanece como la base primordial para estudiar el espacio tridimensional a través de cinco postulados axiomáticos, que funcionan como proposiciones evidentes y que mediante deducciones lógicas, generan nuevas proposiciones cuyo valor de verdad es también lógico. Estos postulados permiten centrarse en forma rigurosa en el estudio de objetos, en cuanto a aspectos de posición, distancia y relación dentro del espacio. El punto, la recta y el plano, son elementos espaciales constitutivos de esta geometría. Desde su aparición se afianzó la veracidad y contundencia de los primeros cuatro postulados que son los siguientes:

- Por dos puntos distintos pasa una y sólo una línea recta
- Las líneas rectas pueden extenderse indefinidamente.
- Se puede dibujar un círculo con cualquier centro y de cualquier radio.
- Todos los ángulos rectos son iguales.

pero no así del quinto, que versa de la siguiente manera:

- Si una recta, al cortar a otras dos, forma ángulos internos menores a dos ángulos rectos, esas dos rectas prolongadas indefinidamente se cortan del lado en el que están los ángulos menores que dos rectos.<sup>34</sup>

<sup>32</sup> Pensadores como Déotte utilizan el término “archiaparato” para hablar de aquellos aparatos que contienen a otros, denotando la superioridad de dichos archiaparatos para configurar los modos de aparecer del mundo a partir de la técnica. Jean L. Déotte, *La época de los aparatos* (Buenos Aires: Adriana Hidalgo Editora, 2013), 277.

<sup>33</sup> Svetlana Alpers citada por Martin Jay, *Campos de fuerza. Entre la historia intelectual y la crítica cultural* (Buenos Aires: Paidós Comunicación, 2003), 221-251.

<sup>34</sup> Harold Wolfe, *Introduction To Non-Euclidean Geometry* (Nueva York: The Dryden Press, 1945)

Este postulado es conocido como el Postulado de las Rectas Paralelas (Figura 5) y posteriormente se entendería independiente de los otros cuatro por ser menos evidente y no contar con que dichas rectas pueden prolongarse hasta interceptarse generando con ello dos nuevas rectas, pero en sentido contrario. Por lo cual, a partir de la separación del quinto postulado, nace una serie de geometrías llamadas no-euclidianas, dentro de la cuales se ubican la geometría hiperbólica y la geometría esférica (Figura 6), este hecho es importante para los fines de esta

investigación ya que estas geometrías son el desencadenante de la concepción moderna del espacio desarrollada principalmente a partir del siglo XIX y que se basa en la posibilidad de que éste, sea constituido por más de tres dimensiones.

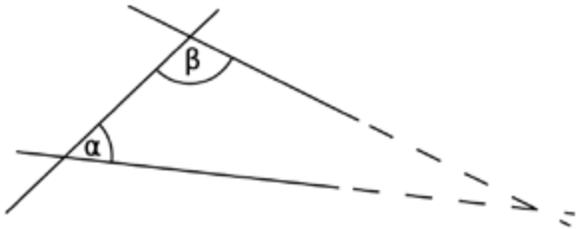


FIGURA 5. Postulado de las rectas paralelas.

La geometría euclidiana ignoró durante toda su historia y hasta principios del siglo XIX las posibilidades de las superficies curvas, hasta que en 1829 el filósofo y matemático ruso Nikolai Lovachevsky (1792-1856), en su trabajo *On the principles of geometry* teorizó acerca de la forma hiperbólica, como producto de la progresión de las rectas paralelas, y propuso un sistema geométrico basado en la hipótesis del ángulo agudo, según la cual, en un plano, por un punto fijo, pasan al menos dos líneas paralelas a una recta, que al proyectarse en ángulos menores al ángulo recto crearan la ilusión de curvatura indefinida.

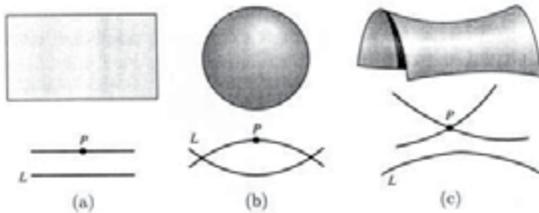


FIGURA 6. a) Geometría euclidiana, b) elíptica, c) hiperbólica.

Las superficies curvas se convirtieron por lo menos en una realidad teórica y con ellas se derrumbaba el carácter inmutable del espacio newtoniano llamado también absoluto<sup>35</sup>. Sus aportes abrieron el camino para que jóvenes matemáticos empezaran a ver a la

geometría no-euclidiana como una nueva forma de acercarse al espacio, entre ellos Bernhard Riemann que sugería en el año 1867 una distinción entre los conceptos de espacio ilimitado y espacio infinito, ambos ejemplificados en la forma de una esfera:

En la superficie de una esfera el espacio sería ilimitado y sí finito, y la esfera, de hecho, es el modelo más fácilmente entendible para la geometría no euclidiana implicada por Riemann. Una vez que el espacio es finito y una línea no puede ser extendida indefinidamente (...), es posible establecer que ninguna línea puede ser dibujada paralela a una línea dada.<sup>36</sup>

<sup>35</sup> El espacio absoluto de Newton es definido como una sustancia que actúa sobre la materia pero que es independiente de ella, como lo veremos más adelante, en comparación con la Relatividad de Einstein, el espacio desde la relatividad puede ser curvado precisamente por la acción de la materia sobre este, por tanto ya no es inmóvil e inmutable, sino relativo y diferenciado.

<sup>36</sup> Linda Dalrymple, *Fourth Dimension and No euclidean geometry* (USA: Massachusetts Institute of Tecnology, 2013), 105.

Esta diferenciación de espacio ilimitado y si finito se refiere a que las curvaturas son espacios que no presentan límites en sí pero siguen teniendo magnitudes definidas, un espacio así entendido es una contradicción respecto al espacio absoluto y limitado newtoniano. Estas nociones del espacio fueron desencadenante para los rumbos posteriores de la física moderna al concebir la posibilidad de la curvatura y progresión de superficies infinitas con una irremediable consecuencia de deformidad.<sup>37</sup> Las superficies curvas repercutieron en un espacio que había sido abordado por la misma geometría de más de dos mil años pero también impulsaron un nuevo reto, abordar un espacio de más de tres dimensiones a través de su propia geometría, la llamada geometría n-dimensional imagina espacios infinitos e isótropos (un espacio isotrópico es aquel que presenta las mismas características en cualquier dirección y desde cualquier punto de observación). El espacio de la naciente física moderna era cada vez cercano al lenguaje matemático y más ajeno al ser humano en cuanto a la posibilidad de la experiencia del mismo y su representación fehaciente. El espacio, más allá de la percepción inmediata y de la intuición aunado al desarrollo de la geometría n-dimensional, cuestionó la tradición positivista de acceso total al conocimiento humano a través de la experiencia comprobable y perceptible.

Las matemáticas y la física se habían tambaleado en sus bases teóricas al igual que lo hicieron otras ramas de la ciencia, que en la segunda mitad del siglo XIX volcaron sus estudios a la visión y el conocimiento del cuerpo humano como estructura biológica.

### **1.3.1 El estudio del espacio en la ciencia y la filosofía a la par de la geometría no-euclidiana.**

Junto con las ideas del espacio no-euclidiano, en la ciencia se desarrollaron importantes descubrimientos, que de una forma u otra, contribuyeron a la efervescencia artística alrededor del espacio a finales del siglo XIX y principios del XX. Es pertinente hacer una revisión de diferentes hechos que impulsaron los diferentes paradigmas espaciales, ya que la reconfiguración espacial no es exclusiva del arte, la ciencia o la filosofía, sino de diferentes factores que se vislumbraron ya desde el siglo XVII y XVIII, por ejemplo con René Descartes (1596-1650), desde la filosofía, aparece la idea moderna del espacio como algo extenso cuyas propiedades son ser continuo, exterior, homogéneo, tridimensional y homoloidal (donde cada figura puede ser matriz de otras figuras homólogas pero de distintas escalas), esta idea era de alguna manera correspondiente a un espacio asentado en las propiedades de la geometría clásica y su carácter tridimensional. Pero entrado el siglo XVIII se desarrolló una polémica alrededor de ese espacio tridimensional entre Isaac Newton y el filósofo y matemático Gottfried Leibniz (1646-1716). Isaac Newton había propuesto en su *Principia* (1687), una categorización del espacio y el tiempo como absolutos, esto es que ambos existen como existen los objetos físicos, aunque en un grado más elevado, ya que el espacio y el tiempo no necesita de los objetos para existir, por tanto el espacio puede ser considerado como una sustancia que contiene a los cuerpos pero que es independiente a ellos caracterizándose así por su uniformidad e inmutabilidad.

---

37 *Ibid.*, 105.

Por el contrario para Leibniz, el espacio no era algo real sino ideal, un concepto más que una realidad objetiva, “un orden de existencia de las cosas en su simultaneidad”<sup>38</sup> este espacio, no es más grande que los objetos, solo existe a nivel abstracto mediante las relaciones de distancia y posición de los mismos, es un espacio ideal que sólo puede ser construido intelectualmente mediante el lenguaje de la ciencia. Otro aspecto que Leibniz critica del espacio newtoniano es que al ser uniforme es indistinguible y no da cabida al concepto de lugar, así Leibniz argumenta que “hablar de espacios o lugares experimentalmente distintos pero indistinguibles, carece de sentido, es una patente contradicción”.<sup>39</sup>

Al igual que Leibniz, Immanuel Kant (1724-1804) desarrolló una idea del espacio en torno a la sensibilidad a priori que posibilita la experiencia externa: El espacio es la condición de posibilidad de los fenómenos, por lo tanto, *a priori*, intuitivo, y trascendente (en el sentido de que está más allá de los fenómenos).<sup>40</sup>

Kant se opuso al espacio como una realidad sustancial y proceso relacional de objetos, para concluir que el espacio y el tiempo están fuera de las *cosas en sí*<sup>41</sup> inaccesibles a los sentidos e independientes de la experiencia, y que más que ser una propiedad de los objetos son una propiedad de la conciencia que se complementa con la experiencia. Algunas de las ideas de Kant acerca del espacio son el entenderlo como una forma de intuición pura:

El espacio no es un concepto empírico sacado de experiencias externas. Pues para que ciertas sensaciones sean referidas a algo fuera de mí (es decir, a algo en otro lugar del espacio que el que yo ocupo), y asimismo para que yo pueda representarlas como fuera [y al lado] unas de otras, por tanto no sólo como distintas, sino como situadas en distintos lugares, hace falta que esté ya a la base la representación del espacio. Según esto, la representación del espacio no puede ser tomada, por experiencia, de las relaciones del fenómeno externo, sino que esta experiencia externa no es ella misma posible sino mediante dicha representación.<sup>42</sup>

Por tanto para Kant hay posibilidad de representar un espacio alejado de los objetos o vacío pero no es posible representar los objetos fuera del espacio.

Así con los antecedentes de la matemática y la filosofía, la reconfiguración del espacio proseguiría en otros terrenos como la medicina que amplió sus horizontes con respecto al cuerpo humano a través de diferentes avances científicos, ejemplo de ello lo constituye la invención de los Rayos X en el año 1895, a cargo del físico alemán Wilhelm Conrad Röntgen, que determinó

---

**38** K. Ma. De Barañano, *El concepto del espacio en la filosofía y la plástica del siglo XX*. (Diputación foral de Vizcaya: KOBIE (Serie Bellas artes), 1983) , 140.

**39** Cárdenas Leonardo, *Leibniz, Mach y Einstein: Tres objeciones al espacio absoluto de Newton*, (Colombia: Universidad de Caldas, 2009), 59.

**40** *Ibidem*.

**41** COSA EN SÍ. “Kant llamó “cosas en sí” (Dinge an sich) a las realidades que no pueden conocerse por hallarse fuera del marco de la experiencia posible, esto es, que trascienden las posibilidades del conocimiento tal como han sido delineadas en la Crítica de la razón pura”. Ferrater José, *Diccionario de Filosofía* (Buenos Aires: Editorial Sudamericana), 349.

**42** *Ibid.*, 136.

que éstos creaban una radiación muy penetrante, pero invisible, que atravesaba grandes espesores de papel e incluso metales poco densos, así realizó la primera radiografía humana usando la mano de su mujer (Figura 7) y los llamó “Rayos incógnita” o “Rayos X” porque no sabía qué eran, sólo que eran generados por los tubos catódicos al chocar contra ciertos materiales. El espacio interno pero invisible de la materia se alzó como una dimensión de los cuerpos que es asequible gracias a la intervención de la tecnología.

Otro importante avance en el campo de la medicina se ubica en los estudios de la visión, Jonathan Crary en su ensayo, *Modernización de la visión*, recalca la importancia del desarrollo de la fisiología como una disciplina que cambiaría por completo la percepción del mundo a través de los sentidos, al aclarar que la visión humana no se lleva a cabo sólo en el aparato óptico, sino que es un proceso biológico mediado por el ojo y el cerebro; esto provocó que se cuestionara el papel del individuo como aquel que sólo puede percibir la luz y el color desde la estimulación externa, para adentrarse en la manera en que estos procesos se completan de forma interna, consecuencia de la función de estructuras biológicas específicas.



FIGURA 7. Mano de Anna Bertha Röntgen, 1895.

Refiriéndose a Goethe y su *Teoría de los colores*, Crary nos aclara que lo importante de descubrir que el proceso de la visión se lleva a cabo por estructuras tan internas como el cerebro, es que, como lo apunta Goethe, la visión se comporta como una experiencia corporal completa, que puede no corresponderse con lo externo. Cuando se tuvo conciencia de la visión como un proceso corpóreo provocó tal efervescencia, que muchos estudiosos de la visión quisieron llevar esta experiencia al límite de su vivencia, como en el caso de David Brewster inventor del estetoscopio y el caleidoscopio o Joseph Plateau que estudió la persistencia retiniana, muy influyente en posteriores estudios de cine, ambos quedaron ciegos al confrontar su vista frente al sol sin intermediaciones instrumentales.

Crary puntualiza la disolución de lo externo y lo interno en los procesos de la visión y sugiere que esta disolución es también un rompimiento entre la visualidad planteada por la perspectiva y la cámara oscura en comparación con una visión autónoma, donde el observador no está forzosamente ligado al acto de mirar.

Se redefine la visión como una capacidad para dejarse afectar por sensaciones no necesariamente vinculadas con un referente lo cual supone una amenaza para todo sistema coherente de significación.<sup>43</sup>

En los estudios de la visión, el espacio como concepto y como una forma de intuición está

<sup>43</sup> Crary, Jonathan, *Modernización de la visión en Yates, Steve “Poéticas del espacio”* (Barcelona: Gustavo Gili, 2002), 142.

ligado a la imaginación y el cuerpo. A este respecto, a partir de la segunda mitad del siglo XIX, el espacio adquiere una nueva característica ligada con la subjetividad, que ya no se ajusta a las prácticas dicotómicas de la visión, las distinciones entre lo interno y lo externo, de la posición fija del espectador, de la percepción o de los objetos. Siguiendo por esta línea el filósofo Gaston Bachelard (1884-1962) en su *Poética del espacio* apeló a un espacio en relación con la imaginación poética, que pudiera liberarse de las doctrinas racionalistas matemáticas hacia “una humanización fuera de la lógica convencional”

El espacio captado por la imaginación no puede seguir siendo el espacio indiferente entregado a la medida y a la reflexión del geómetra.... Es vivido... con todas las parcialidades de la imaginación.<sup>44</sup>

Durante la primera mitad del siglo XX, filósofos como Martín Heidegger (1889-1976) mostraron un interés en el espacio, preguntándose cómo el espacio puede ser replanteado por el artista más que por la ciencia, la respuesta la encontró como la afirma Kosme M. Barañano “al invertir el sentido Aristotélico de que las cosas están en el espacio... Pero no ha partido del análisis de las cosas con respecto al espacio sino de la espacialidad del ser humano”<sup>45</sup>. Esto es reconfigurando el sentido de la palabra lugar, donde se funda lo humano y las relaciones con el otro. Al respecto el espacio no será algo objetivo y dado sino algo por hacer.

El espacio se determina formalmente rechazando el carácter objetivo sistemático, rechazando la estructura absoluta e inmutable a favor de un proceso vital de una categoría relacional (...). Nosotros somos espacio, estamos hechos de espacio, y hacemos espacio.<sup>46</sup>

Es así que a la par de los antecedentes de la filosofía y la ciencia, en el arte de finales del siglo XIX y principios del XX, cambia la noción tradicional de espacio, que se inclina más a dar respuestas que de formular preguntas acerca de lo que el espacio es en sí mismo.

En el siguiente apartado se pretende hacer una revisión de este replanteamiento del espacio por parte del arte, sin embargo, debemos aclarar que aún no estamos considerando la importante influencia que tuvo la aparición de la fotografía para este replanteamiento espacial, en el sentido de que, en un inicio, ésta asumió las funciones de representación del espacio que tenía la pintura renacentista y que nosotros consideramos merece una revisión detallada, que se hará más adelante.

### 1.3.2 El espacio en el arte de las vanguardias

Durante la segunda mitad del siglo XIX y a inicios del XX, el arte se orientó a reformular el

---

<sup>44</sup> Gaston Bachelard, *Poética del espacio* (México: Fondo de cultura económica, 2000), 22.

<sup>45</sup> Barañano, *El concepto del espacio*, 141.

<sup>46</sup> Martin Heidegger, “*Construir, habitar, pensar*”. Geoadademia en <http://www.geoadademia.cl/docente/mats/construir-habitar-pensar.pdf> (Consultado el 25/01/ 2017)



FIGURA 8. *Luz y color*, William Turner, 1843.

espacio lejos de las convenciones de la perspectiva renacentista. Esta reformulación, en sus inicios, no incluyó como tal una intención explícita por hablar del espacio, sino que se vio expresada en la práctica y obra de diferentes artistas. Tal es el caso de William Turner (1775-1851) que alteró la rigidez de la representación espacial a partir de un amplio estudio del color y la naturaleza, Turner concibe el espacio como una extensión infinita en la que tiene cabida el poder de lo natural que hizo patente mediante el uso de la luz y los reflejos con un debilitamiento de la figuración. Obras como *Luz y color* (Figura 8) hacen manifiesto su interés por la física del color y la transformación del espacio en un concepto delimitado por los elementos naturales. Su trabajo deja claro un dominio erudito del color y la luz que antecede e influencia a la pintura impresionista.

Por su parte el impresionismo asumió un nuevo espacio a través de la división de planos creada a partir del uso del color. Artistas como Paul Cezanne (1839-1906), no buscaban adherirse a ningún estilo ni tecnificación de la representación, por el contrario, mostraron una progresiva simplificación de las formas a través de pinceladas sueltas y repetitivas y una división del espacio por medio de diferentes planos de color. La obra de Cezanne va en camino hacia una creciente abstracción, como una manera de esencialización de la forma que sería de gran influencia para las vanguardias de principios de siglo XX.

Con el nacimiento del Cubismo (1907) se lleva a cabo una ruptura con la pintura tradicional, en donde el concepto de espacio más que ser directamente cuestionado está implícito, el mismo nombre “Cubismo” hace alusión al volumen. Si bien el cubismo no se centró en la reformulación del espacio, sus principales herramientas sí, prueba de esto es el abatimiento de planos para descomponer los cuerpos en cubos y prismas utilizando el sistema diédrico de Gaspard Monge<sup>47</sup>, este sistema es en esencia un análisis volumétrico de los cuerpos tridimensionales para llevarlos a una proyección bidimensional. El cubismo agrupa los diferentes planos de los cuerpos en un solo plano frontal y simultáneo, anulando el punto de vista único de la perspectiva.

Los cubistas también se interesaron por los conceptos duros que emergían de la ciencia. Marcel Duchamp junto con Guillaume Apollinaire, Francis Picabia, entre otros, formaron el Círculo de Puteaux, en el que debatían continuamente sobre las geometrías de espacios curvos y las

<sup>47</sup> Javier Maderuelo, “La construcción del espacio en las vanguardias” España: Universidad de Alcalá, Revista QUINTANA No. 2, 95-107, [https://minerva.usc.es/xmlui/bitstream/handle/10347/6312/pg\\_097-110\\_quintana2.pdf?sequence=1](https://minerva.usc.es/xmlui/bitstream/handle/10347/6312/pg_097-110_quintana2.pdf?sequence=1). Consultado el 15 de febrero del 2017)

posibilidades artísticas de la geometría n-dimensional, los conceptos más explorados por este grupo eran, la simultaneidad y la diada espacio- tiempo<sup>48</sup> que en el año de 1916, apenas vislumbraba sus principales teorías en el campo de la ciencia.

El concepto del espacio-tiempo fue de interés por parte de cubistas y futuristas a partir de los trabajos de Edward Muybridge (1830-1904), que en 1872 capturó mediante fotografías secuenciales, el galope de un caballo y posteriormente la locomoción humana, este trabajo dio origen al cinematógrafo y a la entrada del cine en el siglo XX. Las imágenes fueron consideradas por los cubistas y futuristas interesados en el movimiento y la velocidad, como fragmentos congelados de esa diada espacio-tiempo, permitiendo a los artistas acercarse al concepto abstracto e intangible del tiempo a través del desplazamiento y movimiento de los objetos, estos conceptos fueron condensados con el término *durée*<sup>49</sup> y no expresan necesariamente

el tiempo como una cuarta dimensión, sino por el contrario, el movimiento como un elemento necesario para la idea de un objeto de dimensionalidad total. Ejemplo de ello es la obra *Desnudo bajando la escalera* (1912) de Marcel Duchamp (Figura 9) que se caracteriza por plasmar diferentes fragmentos para dar la idea de movimiento de un cuerpo.



FIGURA 9. *Desnudo bajando una escalera*, Marcel Duchamp, 1912.

La simultaneidad no era un término propio de los Cubistas, ya que apareció en 1912, en una exposición Futurista en la Bernheim-Jeune Gallery, y en primera instancia se asoció al interés futurista por los múltiples y simultáneos estados de la mente humana, para el Cubismo el concepto fue ligado a la forma en cómo las figuras y objetos eran representados desde diferentes puntos de vista. Uno de los manifiestos vanguardistas que declara abiertamente una ruptura con el pasado es el *Manifiesto técnico della scultura futurista*, cuyo interés se encaminó a explorar y comprender el movimiento y velocidad de los cuerpos, mediante la interacción de objetos entre sí y con el espacio circundante, dando una idea de que la escultura antes rígida puede tener un comportamiento dinámico con el espacio.<sup>50</sup>

el tiempo como una cuarta dimensión, sino por el contrario, el movimiento como un elemento necesario para la idea de un objeto de dimensionalidad total. Ejemplo de ello es la obra *Desnudo bajando la escalera* (1912) de Marcel Duchamp (Figura 9) que se caracteriza por plasmar diferentes fragmentos para dar la idea de movimiento de un cuerpo.



FIGURA 10. *Unique Forms of Continuity in Space*, Umberto Boccioni, 1913.

<sup>48</sup> Linda Dalrymple, *Fourth Dimension and No euclidean geometry* (USA: Massachusetts Institute of Technology, 2013), 201.

<sup>49</sup> *Ibidem*.

<sup>50</sup> *Ibidem*.

Uno de sus representantes fue Umberto Boccioni que describía sus obras como “esculturas ambientes” (Figura 10), sin embargo su trabajo aún mantenía una fuerte carga representativa donde el espacio queda adscrito al volumen de las piezas, un espacio aún ligado al objeto figurativo.

El Cubismo y Futurismo influirían a diferentes artistas rusos pre revolucionarios que mediante el Constructivismo y el Suprematismo se enfocaron todavía más a la abstracción. En estos movimientos la creación de obras artísticas son resultado de un “proyecto”, término que fue introducido por Walter Gropius para caracterizar los esquemas de trabajo de la Bauhaus, un “proyecto” se entiende como “una planificación industrial en la que hay que prever resultados precisos”<sup>51</sup>, para el arte ruso, los proyectos tienen uno de sus objetivos en la reformulación plástica del espacio y el tiempo.

Artistas del constructivismo como Naum Gabo consideraron la importancia que tuvo el descubrimiento de los Rayos X para concebir un espacio interno, para Gabo, es incompatible pensar un espacio nuevo ligado al volumen como fue para los cubistas, en su lugar el espacio es una profundidad continua, liberada de todo volumen. Así el constructivismo apelaba a una “aspiración por manifestar los sistemas internos de la sustancia artística”<sup>52</sup> en lugar de representar, buscaba introducirse en la construcción interna de las cosas.

Vladimir Tatlin y el Lissitzky, reflejaron mediante su obra una clara intención por experimentar con el espacio. Tatlin con su *Relieve de Rincón Complejo* (1915) (Figura 11) y el Lissitzky con *Espacio Proun* (1923) (Figura 12), construyeron obras cuya materialidad está ligada a un espacio real, el espacio plástico está en relación con las paredes, en Tatlin con el diedro que forman dos paredes juntas y en el Lissitzky con toda una habitación con la que se complementa la obra. Al momento de aparecer estas obras, la controversia giró en torno a lo inclasificable de las piezas que no eran ni pintura, ni escultura, ni arquitectura, Lissitzky argumentó que no se puede hablar de un espacio siempre desde lo racional, sino que el Suprematismo hablaba de un espacio nunca antes pensado, el espacio irracional, caracterizado por dimensiones negativas:

<sup>51</sup> *Ibid.*, 96.

<sup>52</sup> Steve Yates, *Poéticas del espacio* (Barcelona: Gustavo Gili, 2002), 71.

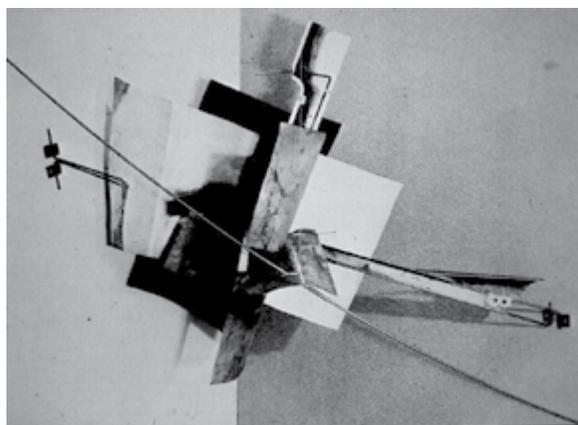


FIGURA 11. *Relieve de rincón complejo*, Vladimir Tatlin, 1915.



FIGURA 12. *Espacio Proun*, El Lissitzky, 1923.

El espacio suprematista puede formarse no sólo hacia adelante desde el plano, sino también hacia atrás en profundidad.... El espacio suprematista ha erradicado del plano las ilusiones del espacio planimétrico bidimensional y las ilusiones del plano perspectivo tridimensional.<sup>53</sup>

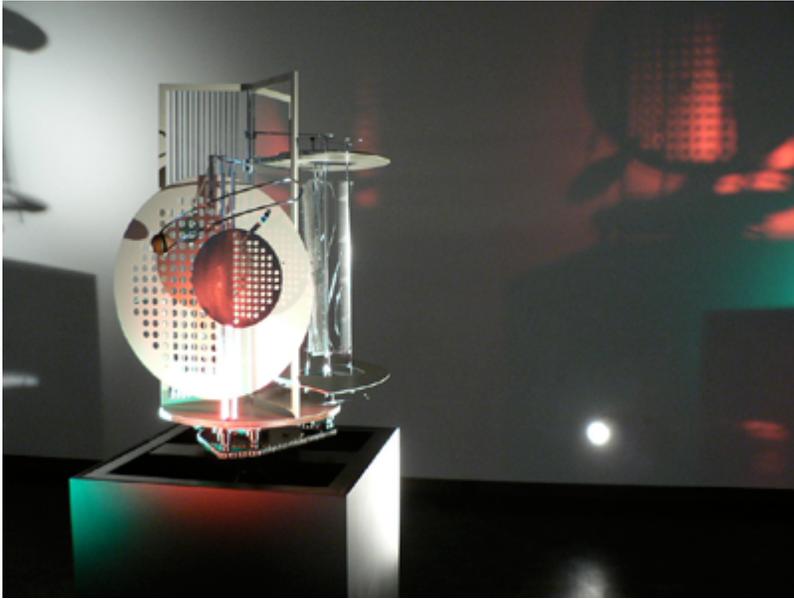


FIGURA 13. *Modulador de luz*, László Moholy-Nagy, 1930.

A la par del desarrollo del constructivismo y suprematismo ruso, un importante miembro y teórico de la Bauhaus, László Moholy-Nagy presentó, en 1930, su Modulador lumínico espacial (Figura 13) pieza que carece de todo sentido figurativo, esta obra formada por piezas metálicas perforadas y en movimiento proyectan una serie de sombras cambiantes, resultado de la disposición intencional de diferentes focos, que se proyectan en las paredes circundantes.

El espacio de la obra va más allá de la materialidad de la pieza para involucrar el espacio alrededor. Moholy-Nagy conjunta en esta pieza muchas de las ideas de las vanguardias,

en ella hay un rechazo completo a la representación y a las técnicas tradicionales, un carácter constructivo, movimiento y temporalidad, y lo más importante, la concepción de un espacio fluido, inmaterial pero visible gracias a la acción de la luz.

En estos movimientos la abstracción no surge sólo por un interés en el espacio, sino porque fuera del arte, el espacio se encamina a una absoluta pérdida de la intuición y posibilidad de representación, ésto como consecuencia de la generación de teorías como la Relatividad y mecánica cuántica que penetraron en el espacio hasta un nivel atómico imperceptible y contenido en el lenguaje de la ciencia.

Es importante aclarar por qué no hemos abordado de forma profunda el concepto de cuarta dimensión desarrollado en el lenguaje de la ciencia, del cual consideramos merece una discusión aparte, la razón es que todos los antecedentes que hemos citado hasta aquí apenas vislumbran las contradicciones de un espacio tetradimensional con respecto a un espacio tridimensional. Podemos decir que incluso la experimentación llevada a cabo por los cubistas y las vanguardias artísticas aún presenta una intensión representativa del espacio de cuatro dimensiones.

En el Capítulo II nos enfrentaremos a un espacio tetradimensional cuyas principales características van en contra de toda lógica antes conocida, caracterizándose por ser un espacio anti-intuitivo, irrepresentable y lejos de la experiencia sensible. Por tanto hemos decidido también hacer una diferencia en la relación, fotografía y espacio, que en un principio se basó en el supuesto de que la fotografía asumía la función representativa del mundo llevando el espacio tridimensional hasta la bidimensionalidad del soporte fotográfico y que como veremos en el Capítulo II encuentra su propio paradigma con la entrada de la tecnología digital, por lo anterior consideramos pertinente aclarar el impacto de la aparición de la fotografía y su consideración inicial como medio representativo para posteriormente, buscar la relación de la fotografía, tanto en su dimensión imaginal como desde el aparato, con la cuarta dimensión.

### 1.3.3 La aparición de la fotografía

Hasta aquí hemos dejado de lado la importancia que supuso la aparición de la fotografía en el siglo XIX que se llevó a cabo a la par del desarrollo científico y de la revolución en el arte. En realidad, la invención de la fotografía adjudicada a Louis Daguerre en 1839 implica, más que una invención, el resultado de diferentes inquietudes tanto técnicas como culturales. Desde la técnica, la fotografía es antecedida por la cámara oscura y los estudios de la visión, culturalmente es el resultado de la búsqueda de un medio de representación más rápido y accesible a las demandas industriales de la época.<sup>54</sup> Poco tiempo después de su aparición, las cámaras de daguerrotipo ya se vendían en cientos de establecimientos alrededor del mundo e incipientes fotógrafos suplían la creciente necesidad de las personas de tener un retrato de sí mismas en cuestión de minutos. Aunque en un principio la fotografía no tenía la calidad de la pintura academicista pronto, con el perfeccionamiento técnico, ésta asumiría un estilo pictórico cuyas consecuencias se verán directamente relacionadas con la función del arte como un medio de representación. Aunado al perfeccionamiento técnico, la rapidez y el bajo costo de la imagen fotográfica se suma la posibilidad de la fotografía como medio reproducible, en 1834, Fox Talbot pudo fijar una imagen en negativo en una superficie sensibilizada; con la posibilidad de reproducción técnica, la fotografía condenó al fracaso a todos los demás medios dedicados a la reproducción.<sup>55</sup>

Con respecto a lo anterior, teóricos como Walter Benjamin, ven en la reproductibilidad técnica, la revolución más grande que un medio pudo introducir en la modernidad, a partir de la reproducción el arte se ve obligado a reformular sus principios y funciones, que anteriormente estaban orientados a la autenticidad y el valor de culto:

El concepto de autenticidad del original está constituido por su aquí y ahora; sobre estos descansa a su vez la idea de una tradición que habría conducido a este objeto como idéntico a sí mismo hasta el día de hoy. Todo el ámbito de la autenticidad escapa a la reproductibilidad técnica.<sup>56</sup>

<sup>54</sup> Nicholas Mizeoff, *Una introducción*, 101.

<sup>55</sup> *Ibid.*, 104.

<sup>56</sup> Walter Benjamin, *La obra de arte en la época de su reproductibilidad técnica* (México: Editorial ITACA, 2003)42,43.

Para Benjamin, la obra de arte que es trastocada por la reproducción, ya no puede ser considerada como una “aparición única” y por tanto no puede adscribirse al ámbito de la tradición, Benjamin lo traduce en una destrucción del aura.

La definición de aura como “el apareamiento único de una lejanía, por más cercana que puede estar” no representa otra cosa que la reformulación del valor de culto de la obra de arte puesta en categorías de la percepción espacio temporal.<sup>57</sup>

El valor de culto al que Benjamin se refiere no es otra cosa que el ocultamiento al que está sometida la obra de arte para ser objeto de prácticas simbólicas que serán transmitidas mediante la tradición, si la obra se reproduce este valor de culto desaparece, exigiendo para las copias un “desplazamiento cuantitativo” por tanto una exhibición. Lo que más interesa a nuestros fines con respecto a las aseveraciones de Benjamin, es que la reproducción técnica, al cambiar el valor de culto por uno de exhibición, introduce una nueva función, la función artística. Esta cobró importancia en la época en que las vanguardias, el arte en especial la pintura al no llevar más la carga de la representación ya no se enfoca en lo que muestra, sino en lo que es en sí mismo como arte y en la función del artista.

Esta nueva situación del arte no fue de plena conciencia para los artistas hasta tiempo después, mientras tanto, la fotografía se debatía entre si era un arte legítimo o no. A pesar del continuo mejoramiento del medio fotográfico, estaba el hecho de que mientras la pintura, la escultura y el dibujo son consideradas artes plásticas, entendiendo lo plástico como la acción manual de “modelar, hacer de tierra y cera”, la fotografía implicaba un distanciamiento de la mano con respecto a la sustancia material. Aún más radical, la fotografía implicaba la relación con la inmaterialidad de la luz, en este sentido Marshall McLuhan veía a la fotografía como un medio esencialmente nihilista, que parte de la nada para sustituir la sustancia material por las sombras.<sup>58</sup> Independientemente de lo plástico, el valor de la fotografía como arte recayó en su supuesta similitud con el referente, como un medio icónico y en la conexión dinámica con el objeto fotografiado, como medio indexicálico. La fotografía como icono e índice adquirió relevancia por reafirmar la idea de ser un medio representativo, que sería la base del sustento teórico y práctico de la fotografía durante la primera mitad del siglo XX, a este hecho volveremos más adelante.

Regresando un poco, la fotografía tiempo después de su aparición, se volvió un medio esencial para que, a través de ella, se llevaran a cabo diferentes tareas que anteriormente ni siquiera se habían contemplado, la ciencia recibió un beneficio directo al encontrar en la fotografía un medio para registrar y transmitir su información de forma más eficaz, permitiendo tener una imagen de mundos microscópicos o en movimiento. La fotografía se volvió un puente entre la edad mecánica en la que había nacido y la edad eléctrica donde se llevó a cabo el nacimiento de nuevos medios productores de imágenes, que tienen a la fotografía como su base técnica e ideológica. Aunque la fotografía fue en sus inicios química en ella encontramos dos etapas sobresalientes, la análoga caracterizada por ser un proceso tanto mecánico como químico y

---

<sup>57</sup> *Ibid.*, 49.

<sup>58</sup> McLuhan, *Comprender los medios de comunicación* (México: Paidó, 1996), 203.

la electrónica, esta última entendida como fotografía digital, aunque como tal, ambas etapas mantienen en cierta forma el mismo principio, el registro de la luz sobre una superficie fotosensible. La fotografía habría permitido la creación del cine, mediante una combinación híbrida de la química y la mecánica y al igual que el cine otros medios son resultado de hibridaciones, ejemplo de ello, la prensa como una combinación del telégrafo eléctrico y las rotativas mecánicas,<sup>59</sup> pero hay otros medios que son puramente producto de la electricidad, y que inauguraron el camino para la producción de imágenes hiperrealistas en donde la fotografía encontraría su propio paradigma como medio de representación de la realidad.

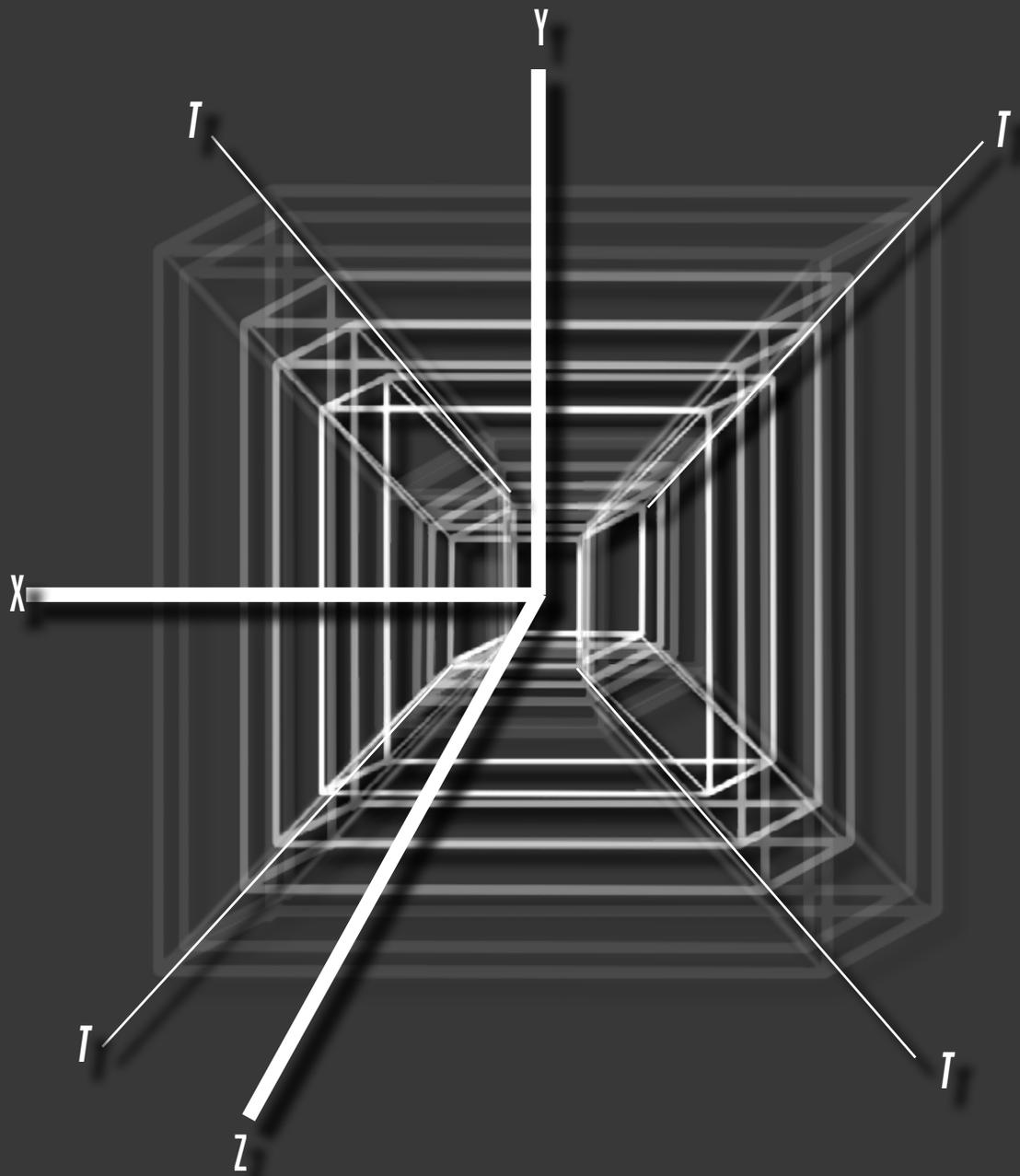
Si la fotografía es el inicio de la pérdida de la función representativa para la pintura, la fotografía digital y la creación de aparatos productores de imágenes digitales vienen a propiciar un replanteamiento de la función representativa de la fotografía. La era digital en la fotografía y los medios que vinieron a la par de ella, como el cine, la televisión y después de la segunda mitad del siglo XX la computadora, tienen como característica particular, que hacen evidente lo que quedó opacado por la asunción de la fotografía como índice e ícono y que Benjamin había observado desde mucho tiempo atrás en su carácter reproductivo, esto es, que más importante que lo que la imagen simboliza, es el desplazamiento que el aparato genera entre lo humano y la naturaleza.

Desplazamiento que nos obliga a dos cosas: primero a replantear muchos de los conceptos que habían sido ligados a la creación de imágenes por parte del hombre que trata de hacer aprehensible el mundo que le rodea, entre ellos, el espacio que ya no es ni remotamente parecido al espacio tridimensional del mundo ideal del cartesianismo; segundo a mirar hacia los aparatos, en específico la cámara fotográfica, como resultado y a la par del mismo desarrollo científico que ha penetrado el mundo hasta la partícula más pequeña para así determinar la naturaleza y función de las imágenes generadas por ellos.



---

59 *Ibíd.*, 204.



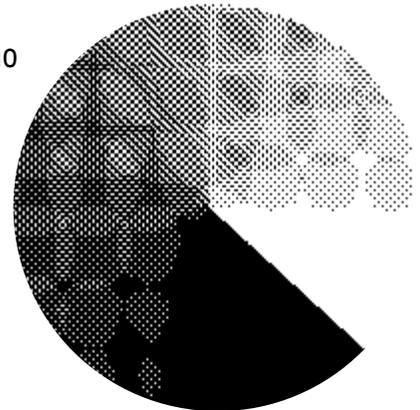
# CAPÍTULO II

## CUARTA DIMENSIÓN Y FOTOGRAFÍA

### 2.1. La cuarta dimensión

**E**l término cuarta dimensión no tiene una sola acepción, sino que su definición y características cambian de acuerdo a la disciplina desde la que dicho término es abordado. Como parte de la geometría, la cuarta dimensión está ligada al concepto de hiperespacio, entendido éste como un espacio de más de tres dimensiones; como parte de la física, la cuarta dimensión se asocia al continuo espacio-tiempo en teorías específicas como la Teoría de la Relatividad. Cabe aclarar que este concepto ha sido explorado por toda una corriente de literatura de ciencia ficción, que lo incorpora a un sin fin de relatos. Son precisamente las diferencias en cada contexto en el que se aborda, lo que nos obliga a revisar sus fundamentos.

Obviamente la revisión que haremos dista mucha de un estudio minucioso y se aleja de un lenguaje científico, ya que nos llevaría no sólo esta tesis sino toda una vida entender las teorías matemáticas y físicas que han dado origen o han respaldado la idea de una cuarta dimensión. Por lo anterior nuestro interés estará encaminado a entender este término científico desde ciertas bases conceptuales reuniendo sus principales características, con el fin de poder tener una mayor claridad del concepto y poder trazar una relación, si es que la hay, con la fotografía tanto a nivel estructural como a nivel de imagen.



En 1909 la revista Scientific American lanzó el reto de contestar la pregunta ¿Qué es la cuarta dimensión?, esta convocatoria tuvo una respuesta de cerca de 250 ensayos de muchas partes del mundo, de los cuales veintiséis de ellos no consideraban al tiempo como una propiedad de la cuarta dimensión, por el contrario, los intereses se centraban por un lado en la expansión de la geometría de tres dimensiones, y por el otro, en las ideas

que consideraban al término en relación a una idea mística. Como sea, el ensayo ganador titulado *An Elucidación of Fourth Dimensión* escrito por el ingeniero Graham Denby Finch, sugiere que no hay mejor aproximación hacia la cuarta dimensión que la explicación que relaciona el espacio ideal de las matemáticas con dicho concepto, explicación que nos ayuda a entender la cuarta dimensión en relación con dimensiones inferiores (la bi y la tridimensionalidad), aunque en cierto modo esto podría implicar, ya de por sí, una forma difícil de aproximarse:

Es imposible hacerse de una idea mental de la cuarta dimensión, sin embargo, ésta no es un absurdo, sino un concepto matemático útil con una geometría bien desarrollada que no implica ninguna contradicción.<sup>60</sup>

En este contexto hemos decidido empezar desde la geometría. La cuarta dimensión puede ser explicada en relación a la geometría de tres dimensiones, que utiliza variables que representan tres direcciones ortogonales que parten de un punto 0, estas son x, y, z, la cuarta dimensión sería la anexión de un cuarto eje t que es ortogonal (forma ángulo recto) a los tres ejes cartesianos, así cada dirección estará en relación perpendicular con las demás. La geometría sólida concibe como fin cuerpos tridimensionales, por ejemplo un cubo, pero la geometría del hiperespacio, con cuatro ejes, concibe como fin cuerpos tetradiimensionales llamados también hipersólidos.

Si tuviéramos que hacer caso a Graham Denby Finch para explicar la cuarta dimensión en relación a dimensiones menores partiríamos desde la noción de punto; un punto que

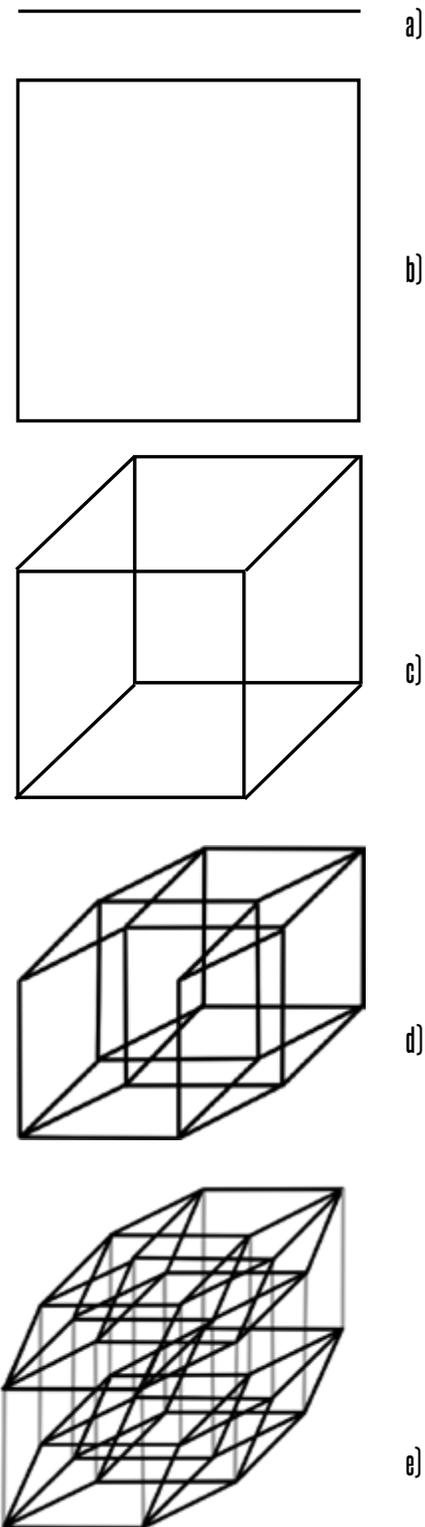


FIGURA 14. Formación de dimensiones. a) una dimensión, b) dos dimensiones, c) tres dimensiones, d) cuatro dimensiones, e) cinco dimensiones.

<sup>60</sup> Henry Manning. *The Fourth Dimension Simply Explained* (New York: Dover Publication, 2005), 8.

moviéndose en el plano origina una línea, si ésta se mueve paralela a si misma genera una superficie, que a su vez moviéndose fuera de sí misma generará un sólido y éste a su vez moviéndose fuera de sí mismo genera un hipersólido o figura tetradimensional (Figura 14). El hiperespacio por sí mismo, puede ser concebido o generado por el movimiento paralelo de nuestro espacio total en una dirección no contenida en sí mismo, de igual manera que nuestro espacio es generado por un movimiento similar de un plano ilimitado.<sup>61</sup>

**La geometría n-dimensional**<sup>62</sup> define a la cuarta dimensión desde una relación de analogía  $(n+1)$  o  $(n-1)$  de una dimensión con respecto a otra e incluye una variedad de formas para explicar o ubicar los objetos en relación con la tridimensionalidad, así un punto es adimensional, pero una serie de puntos nos llevan a la dimensión uno  $(0+1)$  que está formada por una línea, una serie de líneas paralelas nos lleva a la formación de un plano bidimensional  $(1+1)$ , la tridimensionalidad es una puesta en relación de planos bidimensionales para la formación, por ejemplo, de poliedros regulares en tres dimensiones  $(2+1)$ , y los politopos cuatridimensionales<sup>63</sup> (Figura 15) son resultado de una relación de poliedros regulares tridimensionales  $(3+1)$ .

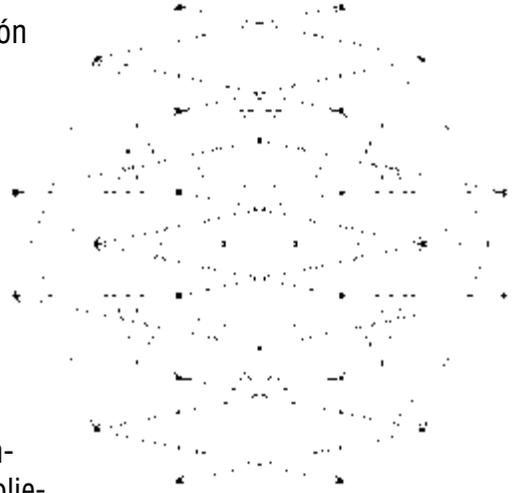


FIGURA 15. Politopo regular de cuatro dimensiones.

Una figura tridimensional puede, aunque no en todos los casos, tener un símil en la tetradimensionalidad, pongamos el ejemplo de un cuadrado, cuya proyección perpendicular a partir de cada uno de sus caras forma un cubo o figura de tres dimensiones, este cubo a su vez tendrá una proyección ortogonal de sus direcciones, dando forma a lo que se conoce como un tesseracto o un cubo en la cuarta dimensión (Figura 16), a todas estas figuras que parten de una análogo n-dimensional de un cuadrado se les da el nombre de hiper-cubo que se define de acuerdo al número de dimensiones expresadas, así podríamos decir que un hiper-cubo de 0 dimensiones es un punto, un hiper-cubo de 3 dimensiones es un cubo, un hiper-cubo de cuatro dimensiones es un tesseracto o uno de 7 dimensiones un heteracto.

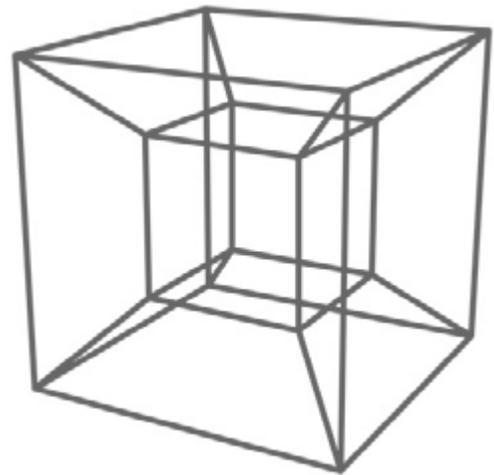


FIGURA 16. Tesseracto

<sup>61</sup> *Ibíd.*, 44.

<sup>62</sup> Linda Dalrymple, *Fourth Dimensión and No euclidean geometry* (USA: Massachusetts Institute of Tecnology, 2013), 105.

<sup>63</sup> Un politopo es una figura geométrica perfectamente simétrica, sea el caso de un cubo, un hexágono o un pentágono, pero en dimensiones superiores, sus análogos en la tridimensionalidad son llamados poliedros regulares o sólidos platónicos.

### 2.1.1 Cuarta dimensión desde dos perspectivas: teoría relativista y física cuántica

La Teoría de la Relatividad abarca dos propuestas teóricas consecuentes, la primera, la Teoría Especial de la Relatividad (1905) y la segunda la Teoría de la Relatividad General (1915). La diferencia es que la Teoría Especial de la Relatividad no considera la interacción gravitacional, esta teoría describe el movimiento de los cuerpos en un marco de espacio-tiempo indisoluble que no es aplicable para sistemas astrofísicos y que se basa en un sistema de coordenadas libres de rotación y aceleración es decir se basa en un sistema inercial (marcos de referencia en los que es posible distinguir movimientos acelerados de movimientos uniformes). El fin de esta teoría fue en un principio establecer una correspondencia entre los principios de la mecánica newtoniana y los del electromagnetismo, abandonando la noción de tiempo universal y estableciendo la constante de velocidad de la luz.<sup>64</sup>

La Teoría de la Relatividad General, en cambio, si incluye a la gravedad y principalmente se desarrolló como una interpretación geométrica de los campos gravitatorios, esta geometría del espacio-tiempo debe asumirse como una curva, así “la gravedad no es una fuerza sino el efecto de moverse en una geometría con curvatura”<sup>65</sup> a mayor curvatura del espacio-tiempo mayor gravedad. Un aporte considerable de esta teoría es que la gravedad tiene un efecto sobre la masa de los objetos y también sobre la luz, “la luz de las estrellas debe desviarse al pasar cerca del sol”.<sup>66</sup> La Teoría de la Relatividad por tanto en un aspecto esencial, propone la idea de que la localización de los sucesos físicos, en el espacio-tiempo, son relativos al punto de vista del observador, así las características de un objeto como posición, velocidad o distancia no son absolutos sino relativos con respecto a diferentes observadores cuya posición, velocidad o distancia también es relativo.<sup>67</sup> Sin embargo esa relación no quiere decir que los resultados de un sistema observado en física relativista sean azarosos, sino que las variables de tiempo, espacio y observador tendrán la misma razón de cambio, una relación que puede ser medible o determinada.

La conexión entre el espacio y el tiempo ya no era causal sino una relación intrincada cuyas variaciones dependen de los sistemas de referencia desde los cuales se observa. Un ejemplo clásico puede ser la forma en que el espacio y el tiempo es percibido desde una nave espacial que se aleja de la tierra a una velocidad muy alta, digamos la velocidad de la luz, el tiempo transcurrido por los ocupantes de la nave será menor al tiempo transcurrido por los que se quedan en la tierra, estaríamos hablando de un cambio de percepción del tiempo del viajero

---

**64** Yuri Bonder y Elías Okon, *Los principios de la relatividad: una introducción pedagógica*. Instituto de Ciencias Nucleares, UNAM, 2. <http://www.filosoficas.unam.mx/~okon/principios6.pdf>

**65** *Ibid.*, 4

**66** Un término interesante introducido a partir de esta teoría es el de agujeros negros, “una consecuencia de que la luz sea afectada por la gravedad es la existencia de agujeros negros, que son regiones donde la curvatura del espacio-tiempo no deja que nada escape, ni siquiera la luz”. Estos objetos son una predicción de la relatividad general, y su existencia se sustenta con varias observaciones, incluyendo las recientes detecciones de ondas gravitacionales.

Yuri Bonder, *Los principios de la relatividad...*, 4.

**67** Shahan Hacayan, *Espacio, tiempo y realidad. De la física cuántica a la metafísica kantiana*. Ciencias 63, 2001, 15-25. <http://www.revistaciencias.unam.mx/pt/91-revistas/revista-ciencias-63/794-espacio-tiempo-y-realidad.html>

con respecto al tiempo del observador.<sup>68</sup>

Ahora bien, la cuarta dimensión no fue asociada a la relatividad hasta que el matemático Hermann Minkowsky (1864-1909), interesado en la teoría de Einstein, comprendió que la relatividad reflejaba el universo de una manera totalmente diferente a la física clásica, para Minkowsky la asimilación de los postulados de Einstein no era irracional sino que requería nuevos planteamientos que la física tradicional no tenía, el espacio desde la relatividad no podía ser concebido a partir de la idea del universo como una serie de puntos materiales en el espacio euclideo tridimensional. Fue Minkowsky el que desarrollo una geometría relativista concibiendo cuatro dimensiones de las cuales tres son espaciales y una temporal, un continuo espacio-temporal que no considera aún la curvatura y que mantiene propiedades pseudoeuclideas (propiedades métricas no tradicionales al espacio tridimensional), en su época estas ideas fueron tomadas como simples artificios matemáticos que no eran aplicables al mundo real y su visión adquirió el mote de “formalismo tetradimensional de Minkowsky” una forma de regresar el espacio tetradimensional al plano de la intuición matemática:

Con frecuencia es útil para favorecer la intuición introducir un espacio ficticio cuatridimensional sobre cuyos ejes se marcan las coordenadas espaciales y el tiempo, en este espacio los sucesos se representan por puntos, llamados puntos de universo. En este espacio ficticio tetradimensional, a cada partícula corresponde una cierta línea, llamada línea de universo.<sup>69</sup>

El espacio tetradimensional de Minkowsky es indisociable del tiempo y a menudo se le nombra como un espacio ficticio, sin embargo, es a partir de él y de la relatividad general de Einstein que la cuarta dimensión adquiere connotaciones metafóricas, como la dilatación del tiempo, la contracción del espacio con respecto al observador y la idea de que la materia curva el espacio-tiempo de manera análoga a una superficie elástica.<sup>70</sup>

A la par del desarrollo de la teoría de la relatividad por un grupo muy reducido de físicos, se desarrollaba otra teoría que por el contrario reunía a un gran número de adeptos, la teoría de la mecánica cuántica es resultado de veinte años de investigación y comprende todo un grupo de investigadores que le dieron forma y ayudaron a resolver y formular sus principios, entre ellos, el propio Einstein, Max Planck, Niels Bohr, Heisenberg, Schrodinger, Von Newmann entre otros. Los experimentos que a partir de ella se realizaron tenían una contradicción en la imposibilidad de manipulación de partículas atómicas y subatómicas concibiéndose en sus inicios como una teoría limitada, sin embargo, la tecnología y la física moderna han impulsado la experimentación de partículas subatómicas a niveles cada vez más bajos.

La mecánica cuántica como una teoría indeterminista, y a diferencia de la relatividad que asume que las cosas son como son independiente de como las miremos, propone una dualidad de comportamiento de las partículas, esto último fue un paradigma para la comunidad científica

---

<sup>68</sup> Pablo Paz, *Einstein contra la mecánica cuántica*. (Buenos Aires: UBA, 2005), 1

<sup>69</sup> A. A. Sazanov, *El Universo Tetradimensional de Mikowsky* (URSS: MIREdiciones, 1995), 24.

<sup>70</sup> Paz, *Einstein contra la mecánica cuántica*, 1.

pero también para la comunidad filosófica. En la reunión de Copenhague-Göttingen (1930), llevada a cabo para dar una primera interpretación de los postulados de la mecánica cuántica a cargo de Niels Borh, Werner Heissenberg entre otros, es en donde por primera vez se discute sobre la existencia de una realidad objetiva y de la indeterminación de las partículas subatómicas que pueden estar en múltiples estados, esto quedó asentado en dos principios el de Complementariedad y el Principio de Incertidumbre de Heissenberg ambos pueden catalogarse como atentados contra la intuición y la leyes de la física clásica.

La Complementariedad afirma que una partícula que presenta dos propiedades correspondientes puede mostrar, bajo un sistema de medición, valores constantes para la primera propiedad y diferentes para otra y viceversa, sin embargo ambas propiedades siguen siendo complementarias, esto era igual a contradecir la afirmación de que todas las propiedades de un objeto pueden ser determinadas de forma simultánea y precisa, “los valores de las propiedades complementarias no pueden ser determinados simultáneamente si no que son como dos caras de un objeto que nunca pueden ser vistas al mismo tiempo”.<sup>71</sup>

La simultaneidad de las partículas supuso todo un despliegue de especulaciones acerca de las dimensiones simultáneas, donde la cuarta dimensión solo es una entre muchas posibilidades.

Un átomo puede estar en varios estados simultáneamente. Es el acto de observarlo el que obliga a pasar a uno de esos estados y manifestarse en él. ... de modo tal que el concepto de realidad objetiva pierde su sentido obvio; pues, ¿Qué es la realidad antes de hacer una observación? Es el acto de observar lo que asigna realidad a las cosas.<sup>72</sup>

Por otra parte el principio de incertidumbre o también llamado de indeterminación se propuso como una ampliación al de complementariedad y dice “El hecho de que cada partícula lleva asociada consigo una onda, impone restricciones en la capacidad para determinar al mismo tiempo su posición y su velocidad”.<sup>73</sup> Después de su formulación ambos principios fueron rechazados por gran parte de la comunidad científica que argumentaba que la indeterminación cuántica no era un principio sino una prueba de ignorancia. Uno de sus más acérrimos críticos fue Albert Einstein que consideró a la mecánica cuántica como un preludio de una teoría más formal y concreta del mundo, donde la realidad vuelva a ser comprendida recurriendo otra vez a la intuición.

Otro aspecto importante de la mecánica cuántica es la asunción de que a toda partícula en el universo le corresponde una antipartícula en constante interacción. Si en un momento estas partículas se separan conservarán propiedades similares independientemente de la distancia de separación entre ellas, una partícula determinará la propiedad física de otra mediante una “acción fantasmal” aunque las partículas estén en ambos extremos del universo. De lo anterior debemos entender que el espacio pierde importancia en el mundo cuántico, la noción

---

<sup>71</sup> *Ibid.*, 5.

<sup>72</sup> *Ibidem.*

<sup>73</sup> *Ibid.*, 25

tradicional de un espacio en interacción con los objetos de los cuales se pueda determinar su distancia, posición, desplazamiento, recorrido, ubicación etc. se desvanecen en favor de la simultaneidad.

El espacio tetradimensional dentro del espectro multidimensional de la mecánica cuántica y como parte de los espacios curvos de la teoría relativista presenta problemas concretos entre los cuales está, que la cuarta dimensión no puede ser medible a partir de la puesta en relación de puntos dentro de un plano y que de ella sólo se puede estructurar un cierto tipo de imágenes que han sido propiamente desarrolladas a través de la geometría. El problema de la observación de un espacio así dado se convierte en un problema de representación al que volveremos más adelante.

### 2.1.2 Cuarta dimensión en la literatura, el cine y el arte

La cuarta dimensión y las teorías que le dieron forma fueron exploradas por la literatura de ciencia ficción que se apropió del término para llevarlo, desde diferentes perspectivas, a un mayor número de personas.

El primer caso es el popular libro *Flatland, A romance of many dimensions* escrito por Erwin Abbott en 1884 (Figura 17), en ésta novela se plantea de forma metafórica la dificultad que implicaría para el ser humano la comprensión de la cuarta dimensión. La historia gira en torno a un mundo hipotético donde un cuadrado revela las implicaciones de vivir en un mundo bidimensional y se enfrenta a la comprensión de la tridimensionalidad explicada por una esfera, así solo apartándose de su propio mundo, el cuadrado comprende la tercera dimensión e invirtiendo los papeles ínsita a la esfera a pensar más allá de su tridimensionalidad. Lo importante de esta novela es el concepto de reducción dimensional que plantea la posibilidad de acercarse a una dimensión superior mediante dimensiones inferiores, esto implicaría acercarse al concepto de cuarta dimensión mediante la tri y la bidimensionalidad.

Otro caso particular es el de George Wells que en su novela *Time Machine* (1895), ubica a la cuarta dimensión como una dimensión espacio-temporal pero lejos de la teoría relativista, más apegada a una idea clásica del espacio y tiempo absolutos, posteriormente aparece el relato *The Plattner Story and Others* (1896), en el que su protagonista Gottfried Plattner, un profesor en la Sussexville Proprietary School, es víctima de una desmaterialización, posterior a este hecho, Plattner experimenta una inversión de su cuerpo producto de estar en la cuarta dimensión, así Wells esclarece, en el terreno de ciencia ficción, el paso de una dimensión a otra hasta que el prota-

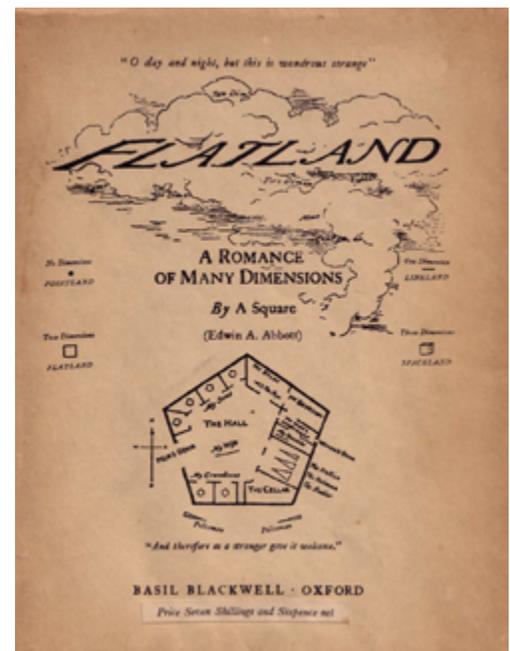


FIGURA 17. *Flatland* de Erwin Abbott, 1884.

gonista accede a una dimensión superior. El gran aporte de la novela es el despliegue de toda una serie de especulaciones acerca de la cuarta dimensión, que coinciden con las relaciones propuestas por investigadores como Fritjof Capra en relación a la similitud de estos conceptos científicos con las filosofías orientales.

Otros escritores como Marcel Proust y William Faulkner, también utilizaron el término a partir de las concepciones espacio-temporales en novelas como *En busca del tiempo perdido* (1913) y *Mientras agonizo* (1930) respectivamente. En la literatura latinoamericana uno de los escritores más interesados en la cuarta dimensión fue Jorge Luis Borges, aficionado a las matemáticas y fuertemente influenciado por el expresionismo, Borges estuvo muy interesado en la posibilidad de una cuarta dimensión y lo expresó de forma fehaciente en dos textos fundamentales entre los cuales se encuentra *La cuarta dimensión* y *El Aleph* (1949) este último como un instrumento capaz de visualizar múltiples realidades y tiempos de forma simultánea.

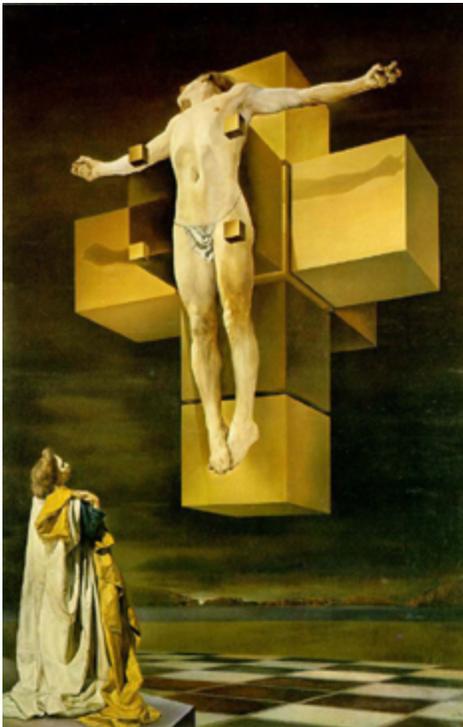


FIGURA 18. *Crucifixión (Corpus Hypercubicus)*, Salvador Dalí, 1954.

A partir del *boom* de la literatura y la fascinación por el nuevo término surgió la cuarta dimensión como un estado superior de la conciencia o como una dimensión donde la mente podría mudar en un viaje astral hacia otros mundos fuera de la realidad objetiva, estas ideas fueron abordadas por el filósofo Rudolf Steiner (1861-1925) y tienen su mayor repercusión en el cine de ciencia ficción, ejemplo de esto son cintas como *Donnie Darko* (2001) de Richard Kelly o *Paprika* (2006) de Yasutaka Tsutui. Otros films de ciencia ficción como *Cube* (1997) de Vincenzo Natali e *Hypercube* (2002) de Andrzej Sekula, abordan el tema con una actitud especulativa alrededor de la posibilidad de desarrollar tecnología capaz de crear entornos tetradimensionales, estas cintas tratan de apegarse al concepto de cuarta dimensión desde la perspectiva matemática y en ellas se puede apreciar el empleo de estructuras geométricas como el de Tesseracto, y cuánticas como la expansión y contracción del espacio-tiempo y las realidades simultáneas.

En el arte, la cuarta dimensión fue tema de interés sobre todo después de 1930, cuando este concepto ya estaba respaldado teóricamente por la relatividad y la mecánica cuántica siendo retomado para fundamentar el Manifiesto Dimensional<sup>74</sup> (1936), que se enfoca en explorar la terminología alrededor de la tetradimensionalidad y sus principales prototipos geométricos.

<sup>74</sup> Dicho manifiesto expone la necesidad de aproximarse mediante el arte a la “conquista del espacio tetradimensional” entre sus ideales están: la aproximación de la pintura al espacio total y no sólo a la superficie, la entrada de la literatura en los terrenos del plano y no sólo en la línea, y la apertura de la escultura al espacio y el movimiento. Este manifiesto fue firmado por artistas como Francis Picabia, Moholy Nagy, Kandinsky, Alexander Calder, Joan Miró entre otros. Charles Sirato, *Dimensionist Manifesto*, En: línea consultado el 15 de enero del 2018. <http://artpool.hu/TamkoSirato/manifest.html>

Se puede encontrar una aproximación a estos conceptos científicos en la obra de artistas como Salvador Dalí y su *Crucifixión (Corpus Hypercubicus)* (1954) (Figura 18) donde se observa la presencia de un Tesseracto como análogo de la cruz cristiana, símbolo del triunfo del espíritu sobre el cuerpo.<sup>75</sup> Otro trabajo de Dalí alrededor de las ideas de la física moderna fue *La persistencia de la memoria* (1931) (Figura 19) donde el artista asimila la metáfora relativista del tiempo líquido, expresándolo a través de relojes blandos.

Pero tal vez el que más exploró las posibilidades multidimensionales del espacio apoyándose en los prototipos establecidos por las geometrías no-euclidianas y las ideas de simultaneidad fue el artista holandés Maurits. C. Escher (1898-1972). Escher conocido como el padre del arte imposible, combinó gran parte de su trabajo artístico y dominio técnico con su interés por las matemáticas. A partir de los años cincuenta su obra, comprendida por múltiples xilografías y litografías, refleja una inclinación por los planos bidimensionales y la división de los mismos a partir de teselas<sup>76</sup> para la construcción gráfica de mosaicos infinitos mediante el uso de luz y sombra, así como la exploración de la llamada geometría hiperbólica que hizo patente en obras como *Límite circular* (1958) o la *Cinta de Moebius* (1963) (Figura 20 y 21).

Su obra llega al límite de la complejidad a partir de trabajos como *Cóncavo y Convexo* (1955) (Figura 22), en ella se deja al criterio del observador la asimilación de las formas como cóncavas o convexas, similar a la relatividad de Einstein y la dualidad onda partícula de la mecánica cuántica, los aspectos formales de la obra pueden ser asumidos desde dos posiciones diferentes donde no hay un punto de referencia para asegurar cuál de las dos formas es la correcta, ya que cada elemento de la obra tiene una marcada ambigüedad.

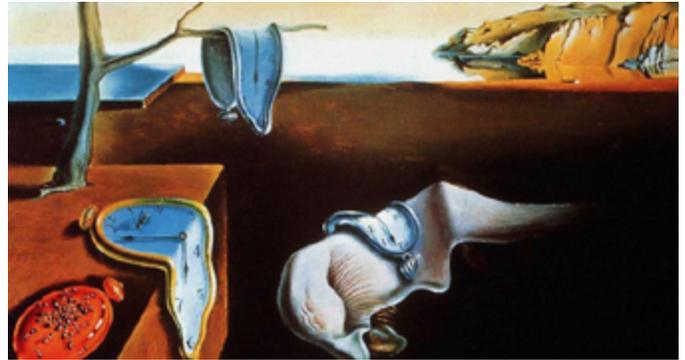


FIGURA 19. *La persistencia de la memoria*. Salvador Dalí, 1931.

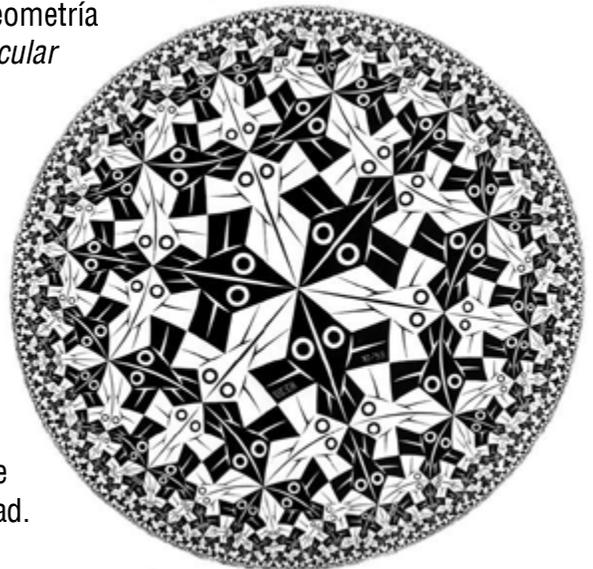


FIGURA 20. *Límite Circular*. Maurits Escher, 1958.

<sup>75</sup> Linda Dalrymple, *Fourth Dimension and non Euclidean Geometry* (Massachusetts: MIT Press, 2004), 213.

<sup>76</sup> Las teselas son un tipo de módulos equisuperficiales capaces de acoplarse a otros iguales sin dejar intersticios, pudiendo recubrir totalmente un plano, dando como resultado una teselación o trama. Por lo general las teselas tienen como base un polígono regular donde todos sus vértices están conectados entre sí.

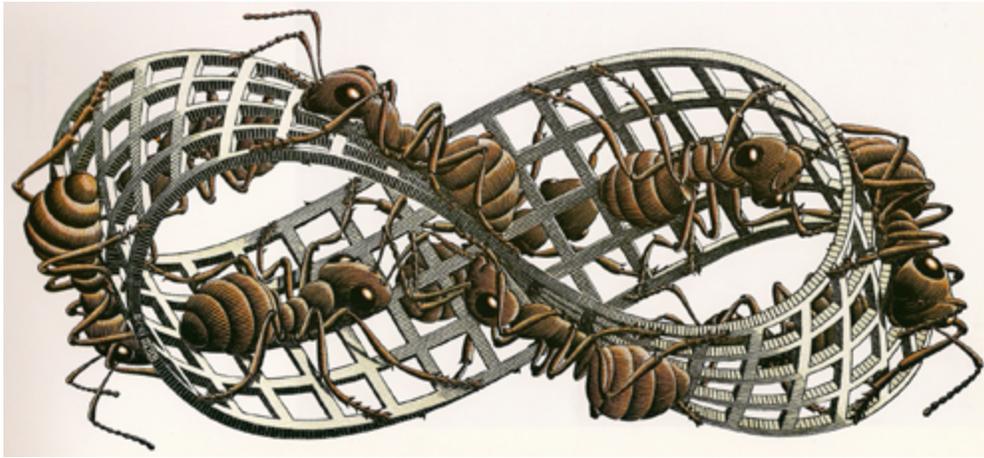


FIGURA 21. *Cinta de Moebius*. Mauritis Escher, 1963..

Otra obra importante para entender la relación del trabajo de Escher con la matemática y la física es *La Cascada* (1961) (Figura 23), en ella hay un uso intencional del Triángulo de Penrose (Figura 24) desarrollado por el matemático Roger Penrose, éste se puede describir como una

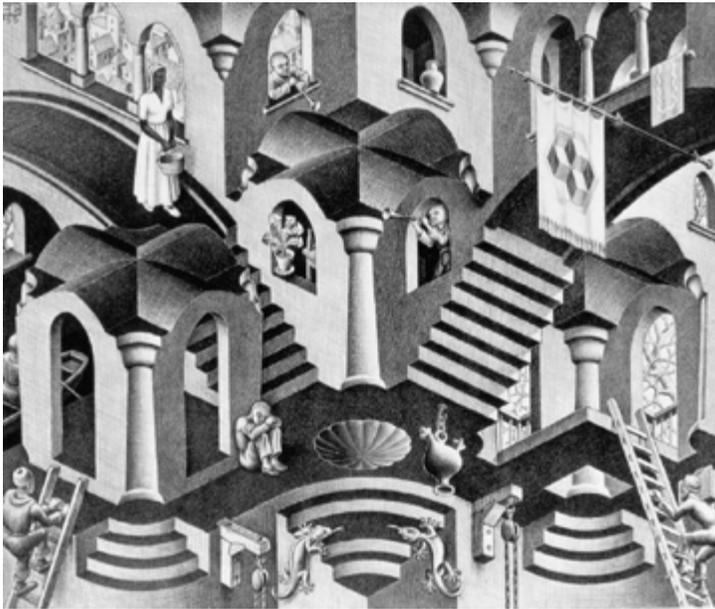


FIGURA 22. *Cóncavo y Convexo*. Mauritis Escher, 1955.

figura geométrica bidimensional cuya construcción es imposible en la tridimensionalidad, y que se basa en la unión de tres segmentos, pero donde solo son lógicas las uniones de dos de ellos, su visualización bidimensional requiere también la toma de posición por parte del observador y la eliminación de la lógica formal de segmentos continuos.<sup>77</sup>

Por último, la obra *Relatividad* (1953) (Figura 25), que junto a *Cóncavo y Convexo* y *La Cascada* también evoca una paradoja, pero esta paradoja no se ve reflejada a partir de la intención de crear un entorno imposible en la tridimensionalidad, de hecho la

construcción ahí propuesta es viable en la tridimensionalidad física, lo paradójico en ella es la propuesta de un espacio que no está regido solo por una fuerza de gravedad sino por va-

<sup>77</sup> Fernando Acevedo, *Escher y el arte imposible. Autores científicos, técnicos y académicos*. En línea, consultado el 22 de enero del 2018, en [https://www.acta.es/medios/articulos/biografias\\_y\\_personajes/045061.pdf](https://www.acta.es/medios/articulos/biografias_y_personajes/045061.pdf)

rios nodos gravitacionales, Escher nos muestra así un espacio que es posible construir en nuestro mundo tridimensional pero que se vuelve absurdo al ser confrontado con los parámetros de la física tradicional.

Lo que más nos interesa de la obra de Escher es que pudo, a partir de la representación, pasar por encima de la perspectiva clásica, llevando a ésta lejos de sus parámetros racionales hacia el plano de la representación de un espacio incongruente. Si bien su obra sigue estando dentro de las artes tradicionales en los aspectos técnicos, no lo es así en los aspectos conceptuales, Escher se movió por las mismas inquietudes y dudas acerca de la realidad objetiva que la física moderna y los conceptos de la cuarta dimensión introdujeron en el pensamiento del siglo XX.

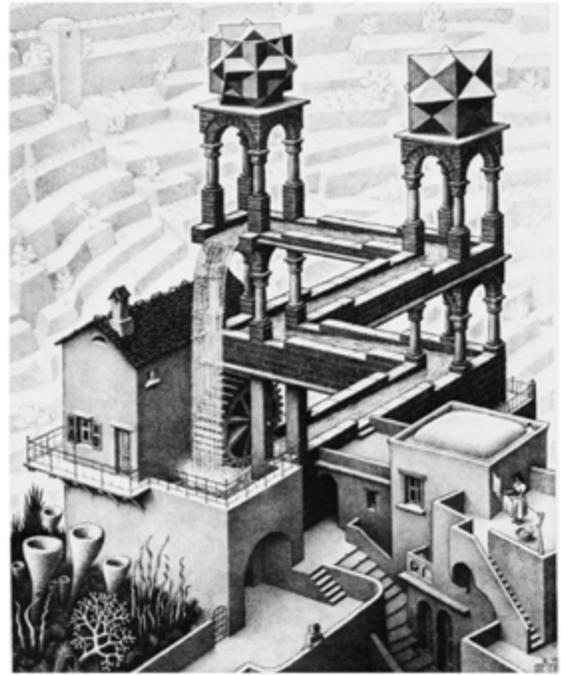


FIGURA 23. *La Cascada*. Mauritis Escher, 1961.

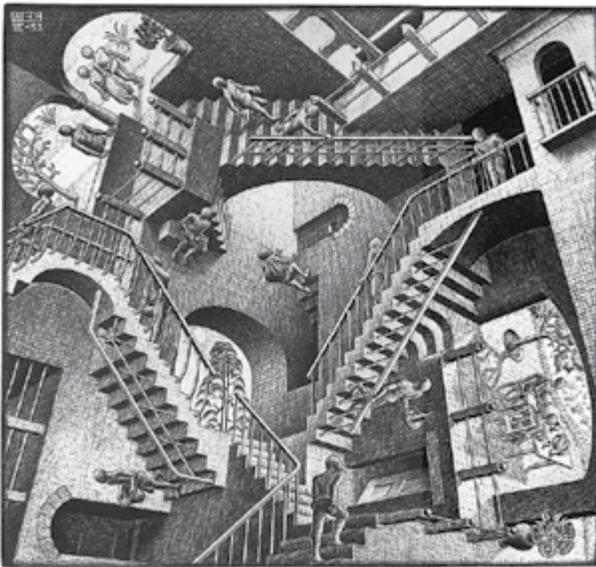


FIGURA 25. *Relatividad*. Mauritis Escher, 1953.

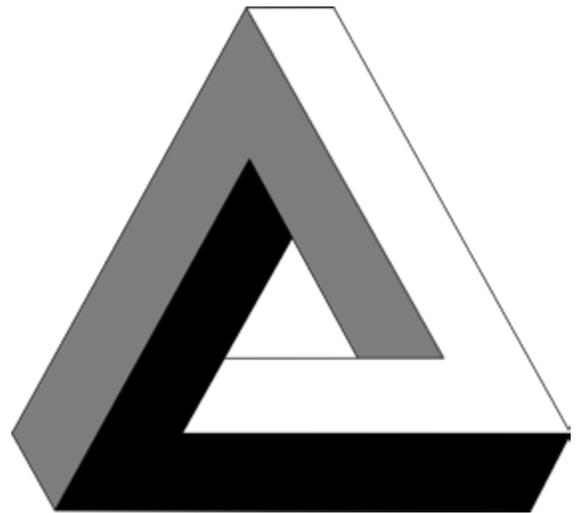


FIGURA 24. *Triangulo de Penrose*

## 2.2 Las imágenes técnicas

**P**odemos decir que es inevitable la disolución del concepto tradicional de espacio, a partir de aquí nos enfrentamos a un espacio que no es intuición pura como lo afirmaba Kant, que no es tampoco parte de la experiencia y que no es perceptible a partir de la relación entre los objetos contenidos en él, el espacio a partir de ahora y la cuarta dimensión como una de sus posibilidades está contenido en el lenguaje de la ciencia, es en este momento donde nos encontramos con un problema que hemos querido ir revelando conforme hemos avanzado en nuestra tesis, pero que aquí queremos declarar abiertamente; **si la fotografía y las imágenes generadas a través de ella, giraban en torno a la representación que ésta podía hacer de los objetos del mundo aprehensibles para el hombre y ahora estos objetos ya no son parte del mundo perceptible sino conceptos abstractos de la física y las matemáticas, los supuestos de esa representación se derrumban, llevando a la fotografía a replantear su relación con los conceptos de la ciencia y con la ciencia misma que le ha dado origen.**

Tal replanteamiento nos obliga a dos cosas, la primera de ellas a revisar la cámara fotográfica como un aparato generado a partir de la ciencia y en constante relación con ella y la segunda a conocer las imágenes técnicas como resultado de las configuraciones de dichos aparatos. Lo anterior con el objetivo de encontrar la relación, si la hay, entre la fotografía y la cuarta dimensión, primero desde el plano del aparato y posteriormente desde el plano de la imagen. Por tanto y a partir de aquí nos apoyaremos en las ideas del teórico checo Vilém Flusser (1920-1991), que nos permitirá, de entrada, esclarecer los términos de código, aparato e imagen técnica, a partir de esto estaremos en la posición de trazar diferentes rutas en nuestra búsqueda de relación entre cuarta dimensión y fotografía.

### 2.2.1 Del lenguaje de la ciencia al lenguaje de los aparatos

Vilém Flusser hizo de la ontología de la imagen técnica y del impacto de ésta en la cultura el tema central de sus reflexiones, en su pensamiento el elemento numérico es primordial como componente del código dominante en la cultura actual, caracterizada por el flujo de información a través de aparatos. Dicho código numérico se suma a otros como el alfabético como etapas claves de la humanidad en su búsqueda por comprender el mundo que le rodea. Una de las principales ideas alrededor del pensamiento de Flusser gira en torno a la escalada de abstracción, que propone un proceso de comprensión del mundo desde la tetradimensionalidad hasta la “0 dimensionalidad de la no cosa” caracterizada por el algoritmo numérico y la proyección de modelos.<sup>78</sup> Es de nuestro interés esta escalada de abstracción ya que mediante

---

<sup>78</sup> Gerardo Santana, *Las matemáticas en el pensamiento de Vilem Flusser*. En línea: Flusser Studies, 2010 consultado el 12 de marzo del 2018, [<http://www.flusserstudies.net/sites/www.flusserstudies.net/files/media/attachments/santana-las-matematicas.pdf>]

ella estableceremos las posibles relaciones entre cuarta dimensión y fotografía, por lo cual queremos dejar en claro que haremos énfasis en el código numérico como parte de dicho proceso de abstracción del mundo.

La escalada de abstracción consiste de cinco pasos que describen “un alejamiento humano con respecto a lo concreto”<sup>79</sup>. Dicho alejamiento de lo concreto está enfocado a aclarar la diferencia entre la ontología de la imagen técnica con respecto a la imagen tradicional.

El primer nivel se enfoca en puntualizar la aprehensión de los fenómenos del mundo por parte del hombre, a partir del hombre como parte de lo vivo e inmerso en la tetradsimensionalidad (entendida como un espacio de tres dimensiones espaciales y una temporal); en el segundo nivel, el hombre (homínidos de hace 2.5 millones de años) al separarse del mundo vivo y aprehender los objetos que han quedado separados de él en la tridimensionalidad, comprende los objetos y se confronta a ellos, para esto se apoya de una acción manipulante, que según Flusser, “abstrae al sujeto del mundo de lo vivo aislándolo de este”.<sup>80</sup>

El tercer nivel de abstracción está en relación con la aparición de las imágenes tradicionales. El hombre (homo sapiens sapiens, humano anatómicamente moderno de hace 130,000 años) por una necesidad de comprensión del mundo, crea imágenes, representaciones que refieren a los fenómenos del mundo, las imágenes tradicionales son causa de un gesto imaginativo que primero permite aislarse del fenómeno hacia la subjetividad para después reproducir bidimensionalmente esos fenómenos de la experiencia, este paso implica una reducción de la tridimensionalidad del mundo hacia la bidimensionalidad de lo que Flusser caracteriza como una imagen tradicional.

El cuarto nivel de abstracción está en relación con la aparición de los textos lineales (hace aproximadamente 4,000 años). En un periodo dominado por imágenes tradicionales y lenguaje oral, que Flusser llama prehistórico, el hombre creó el alfabeto como resultado de conjuntar ambos lenguajes (el de las imágenes y el oral), por tanto la bidimensionalidad de la imagen tradicional es reducida a la linealidad histórica y unidimensional de los textos que tratan de explicar las imágenes. Los textos en este sentido aparecen como una forma de introducir el pensamiento en “un discurso procesual, progresivo y disciplinado”<sup>81</sup> y sacarlo de la circularidad polisémica de la imagen tradicional.

Se trata de una traducción de representaciones a conceptos, de una “explicación” de la imagen... Por lo tanto se abstrae lo alto al plano de la imagen y se reduce la imagen a la unidimensionalidad de la línea.<sup>82</sup>

Pero si hay algo que nos interesa de los textos es que, como el mismo Flusser lo afirma, estos nunca fueron un código puro, siempre hubo en ellos elementos formales, estos elementos no

---

<sup>79</sup> Vilém Flusser, *Hacia el Universo de las Imágenes Técnicas*, tr. Fernando Zamora (México: ENAP, 2010), 12.

<sup>80</sup> *Ibidem*.

<sup>81</sup> Vilém Flusser, *La sociedad alfanumérica*, tr. Breno Onetto, Revista Austral de Ciencias Sociales #9, 2005, 95-110.

<sup>82</sup> Flusser, *Hacia el Universo...*, 15.

eran representaciones de fenómenos, sino imágenes de conceptos que aludían a fenómenos y que tenían un carácter proyectivo. Así más que hablar de un lenguaje alfabético se habla de un lenguaje alfanumérico.<sup>83</sup>

A pesar de la incursión de los números dentro del lenguaje alfabético, éste no alcanza a describir por completo a la naturaleza, sin embargo ante la imposibilidad de la descripción se abre la posibilidad del cálculo de la misma, a través de un lenguaje puramente numérico.

El pensamiento de números es más claro y distinto que el pensamiento de letras, porque las letras se funden unas con otras, mientras que el número se separa de otro mediante un lenguaje claro y distinto.<sup>84</sup>

Así, la forma en que los números pudieron efectivamente calcular la naturaleza ocurrió cuando apareció el cálculo, ese lenguaje puramente matemático puede asignar un número a cada punto de esa naturaleza extendida y describirlo hasta su parte más pequeña, ejemplo de esto la formalización de los problemas en ecuaciones diferenciales. La pregunta que surge es ¿qué quiere decir esto realmente?, bueno nosotros consideramos es conveniente dar a continuación una breve explicación al respecto. El cálculo hace posible establecer relaciones matemáticas entre diversos conceptos o variables y si estas relaciones se aplican a funciones que tienen diferentes variables propensas a presentar razones de cambio (derivada) entonces ese problema puede ser expresado en forma de una ecuación diferencial. El matemático Dennis Zill propone a manera de introducción de su libro *Ecuaciones diferenciales con aplicaciones de modelado*, que el aporte de las ecuaciones diferenciales es la contención de la infinidad de variables de la trigonometría y el álgebra y que posteriormente a través de un proceso de modelado estas ecuaciones pueden tener una aplicación en el mundo real, así gracias a las matemáticas “todos los procesos pueden ser expresados en fórmulas”.<sup>85</sup>

Si cualquier proceso puede ser expresado en fórmulas y éstas pueden enfocarse a calcular la naturaleza, entonces debe de buscarse para cada fórmula su reducción a números naturales, para aclarar esto pondremos un ejemplo simple; si se quiere encontrar la tensión que debe resistir un cable que sostiene un puente colgante independientemente que el problema, al inicio, sea expresado en una ecuación diferencial con diferentes variables que contemplen: el flujo vehicular por dicho puente (peso), la velocidad del aire, la humedad, etc. la solución de dicha ecuación será la tensión exacta de dicho cable expresada en números de presión o X pascales. Obviamente el problema que hemos imaginado puede sonar sencillo, pero no es así para problemas cuya complejidad requieren un desarrollo calculatorio inmenso. En este sentido y regresando a nuestro tema, la propuesta de Flusser es que el hombre al enfrentarse a problemas demasiado complejos, que requerían un tiempo impensable para dar solución en números naturales a dichas ecuaciones, inventa por tanto las máquinas de calcular (siglo XIX).<sup>86</sup> Estas

---

**83** *Ibidem*.

**84** Flusser, *La sociedad alfanumérica*, 103.

**85** *Ibidem*.

**86** Para Flusser la primera de estas máquinas es la fotográfica, sin embargo, el teórico de los medios Lev Manovich propone que, anterior a la fotografía, hay antecedentes del cálculo analítico en el telar automático de Jacquard (1800)

podrían realizar la función de “desarmar los algoritmos”<sup>87</sup> en números elementales y dar solución a los problemas que habían sido formulados matemáticamente.

Así el pensamiento calculador que antes llevaba a cabo el hombre, al resolver las fórmulas de los problemas, fue relegado a las máquinas que fueron perfeccionándose con el desarrollo tecnológico. Este desarrollo tecnológico tiene que ver con la simplificación de los procesos en instrucciones básicas como el sí y el no (sistema binario de 0 y 1) que propiciaron un aumento en la rapidez y eficacia con el que las máquinas podrían llevar a cabo la resolución de problemas cada vez más complejos. Pero no nos interesa hacer un resumen de la historia de la computación, lo que nos interesa recalcar es que, el paso del lenguaje alfanumérico al numérico de las máquinas consiste el último nivel de abstracción que ha llevado el mundo unidimensional del lenguaje lineal a la 0 dimensión de los datos con los que trabajan las máquinas de calcular. Si la 0 dimensión es el último grado de abstracción entonces el código binario, el poner el mundo en términos de 0 y 1 constituye el mayor grado de abstracción del mundo. Podríamos decir que lo contenido en términos de 0 y 1 es algo “reducido” a su máxima abstracción.

Pero vayamos más allá de la abstracción hasta la 0 dimensión, al poner los procesos de la naturaleza en algoritmos matemáticos que pueden ser reducidos a dos números 0 y 1, las máquinas de calcular, según Flusser, de alguna forma pudieron relegarnos a un mundo completamente abstracto, de no ser porque posterior al proceso de cálculo las máquinas llevaron a cabo un proceso inverso a la abstracción, la función de computar, llevar el lenguaje abstracto de los números otra vez a formas, líneas y superficies.

No se puede vivir en un universo de tal forma vacío y abstracto y con una conciencia igualmente disgregada y abstracta. Para poder vivir, se debe intentar concretizar tanto el universo como la conciencia. Hay que tratar de reunir los puntos elementales para hacerlos concretos de nuevo (captables, representables y manejables).<sup>88</sup>

En este sentido si todo el mundo es potencialmente analizable a través de máquinas calculadoras y estas también pueden sintetizar la información es decir computar los números para volverlos formas, no debemos descartar la idea de que la cuarta dimensión sea calculable, pero sobre todo que sea computable por una máquina.

La escalada de abstracción de Flusser se ofrece como una propuesta que deriva en la imagen técnica, sin embargo antes de profundizar en dicho término es necesario que tengamos una primera conclusión, al menos entre el proceso de abstracción propuesto por Flusser y la relación cuarta dimensión-fotografía. Dicha conclusión se plantea a continuación:

---

que utilizaba tarjetas perforadas para, según Manovich, sintetizar imágenes antes de siquiera imaginar en procesar números. Dicho telar es también antecedente de la primera máquina analítica de Charles Babbage aunque, a comparación del rápido desarrollo de la fotografía, ningún prototipo de la máquina de Babbage fue finalizado. *El lenguaje de los nuevos medios de comunicación*, 66-67

**87** Se puede entender por algoritmo al conjunto ordenado de operaciones sistemáticas que permite hacer un cálculo y hallar la solución de un tipo de problemas.

**88** Flusser, *Hacia el universo...*, 25.

En función de que ahora sabemos que las máquinas calculadoras son resultado de los textos científicos y que estos han disuelto el universo en puntos elementales que pueden ser calculados y computados por dichas máquinas, ¿qué relación hay, en específico, entre la disgregación del espacio hasta la cuarta dimensión por la ciencia y la aparición de la fotografía? Como lo explicamos anteriormente en el Capítulo I de esta tesis, la aparición de la fotografía obedece a la necesidad por encontrar un medio de reproducción más eficiente a los avances industriales del siglo XIX pero sobre todo a una serie de estudios que pueden rastrearse desde mucho tiempo atrás, ya que se tienen datos sobre el tallado de lentes y superficies semitransparentes desde la antigua Mesopotamia, pero sin ir tan lejos, esos antecedentes podemos marcarlos desde la “aparición” de la cámara oscura, cuya primera descripción sería se le atribuye a Gianbattista della Porta en 1550,<sup>89</sup> y los parámetros de la perspectiva del siglo XIII que coincide con la aparición de los primeros cristales convergentes; a lo que queremos llegar es que, la fotografía responde a toda una tradición técnica y avance científico alrededor del color, la óptica, la luz y la química que fueron anteriores a la formulación concreta del espacio tetradimensional, así los avances en los estudios del espacio que pueden ser detonantes de la aparición de la fotografía se llevaron a cabo en función a un espacio tridimensional.

Podríamos pensar que la concepción de una cuarta dimensión también fija sus antecedentes en el lenguaje matemático que le da cabida a la tridimensionalidad por ejemplo, habíamos dicho que ésta es resultado de los estudios y contradicciones alrededor de la geometría euclidiana del espacio tridimensional, pero la diferencia entre lo que Jaques Perriault llama la genealogía de la fotografía y la cuarta dimensión es que la primera, la fotografía, se basa en un desarrollo técnico donde el espacio y su concepción es una consecuencia lógica del desarrollo de la óptica y las técnicas de impresión como la litografía, un ejemplo puede ser que se puede hablar de visión monocular que se entiende como aquella que posibilita el traslado de la tridimensionalidad a la bidimensionalidad de la superficie, pero cuyo estudio está en los terrenos de la óptica y la catoptrica. (Figura 26).

El peso de los estudios de la visión es más influyente en la aparición de la fotografía que los del espacio, sin embargo un dato curioso es que el primero que hace una descripción de la visión monocular sea el propio Euclides que también plantea el estudio del espacio tridimensional matemático a través de la geometría. Siguiendo por la ruta de que la aparición de la fotografía se debe a los textos científicos que fundamentan los principios de la óptica y la catóptrica (parte de la óptica que estudia la reflexión de la luz) podremos entender por qué los perfeccionamientos de la cámara a través del tiempo están en función de su estructura óptica, alrededor de conceptos como: distancia focal, profundidad de campo, luminosidad, etc. Lo que queremos concluir es que, el concepto de la cuarta dimensión no había sido formulado cuando el sistema fotográfico ya se había definido, la cuarta dimensión es un concepto encerrado en el lenguaje de la ciencia y por lo menos hasta ahora no se puede hablar de un aparato cuyo sistema se fundamente en los textos científicos que respaldan la tetradimensionalidad.

Sin embargo, es innegable que la fotografía se sirve de los avances de la ciencia para perfeccionar un medio que conceptualmente y técnicamente está asentado en la tridimensionalidad,

---

<sup>89</sup> Jaques Perriault, *Las máquinas de comunicar* (Barcelona: Gedisa, 1991), 25.

esto es claro en la asimilación de la cámara de estructuras propias del desarrollo eléctrico como el sensor o la luz de enfoque, y del desarrollo del lenguaje digital como el procesamiento y almacenamiento de información en memorias gracias a la anexión de microprocesadores. En este sentido si queremos relacionar la fotografía con la cuarta dimensión nos toparemos con que ambos puntos de inicio no sólo son anacrónicos sino diferentes, esto es que los textos científicos que precedieron a la fotografía no son por tanto aquellos que abordan el espacio tetradimensional.

Desde el punto de vista de Flusser, a pesar de que los textos alrededor de la cuarta dimensión son por demás amplios y precisos en la ciencia y las matemáticas, dicho concepto aún no ha podido ser computado por ninguna máquina, cualquier imagen que se relaciona con él, como

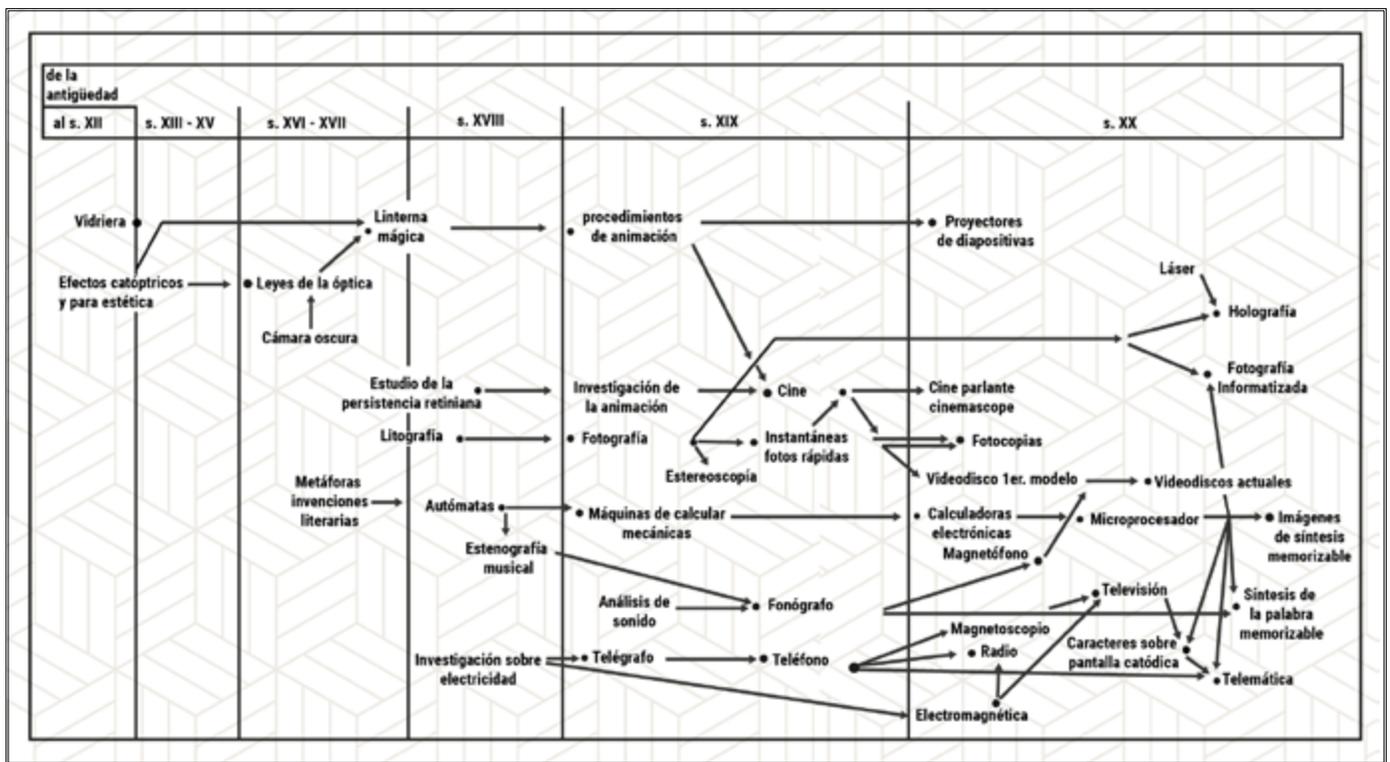


FIGURA 26. *Genealogía de aparatos*, Jaques Perriault.

veremos más adelante, tiene un carácter proyectivo en primera desde la geometría a través de los diagramas, y como parte de nuestra investigación proponemos también desde la imagen técnica. En ese caso efectivamente la fotografía puede parecer obsoleta frente a un concepto que se contiene en la razón de la ciencia pero nuestra intención no es encontrar el medio adecuado, sino dismantlar la lógica de los aparatos y de las imágenes generadas por ellos, en este caso la lógica de la fotografía frente a un concepto de la ciencia.

Ahora bien en el siguiente apartado será nuestro objetivo más que buscar en los antecedentes de los aparatos, buscar en el aparato mismo en su estructura por lo cual nos encaminaremos a aclarar el concepto de aparato y de imagen técnica siguiendo las ideas de Vilém Flusser.

## 2.2.2 Aparatos e imágenes técnicas

El término aparato es muy recurrente en el pensamiento de Vilém Flusser. De forma esencial, para Flusser, un aparato es producto del avance científico, una necesidad de hacer más eficiente y rápido el cálculo de los procesos naturales. Sin embargo, y a diferencia de las máquinas calculadoras mencionadas anteriormente, la principal característica de los aparatos no es calcular los procesos de la naturaleza, es decir, desmenuzar los algoritmos en puntos elementales, sino contrariamente, concretar dichos puntos a partir de una multiplicidad de posibilidades y con el objetivo de producir significado. Por tanto, los aparatos se enfocan hacia un retorno a lo concreto, una función de computo que lleve esos puntos disgregados y abstractos a líneas y superficies. Y en efecto, los aparatos más que transformar la naturaleza significan al mundo, “su finalidad es simbólica”.<sup>90</sup>

Ahora, la cámara fotográfica se puede considerar un aparato, el prototipo técnico e ideológico de muchos otros aparatos, su función es simbolizar el mundo mediante imágenes, la cámara fotográfica ha sido estructurada de tal forma que su funcionamiento está dentro de un marco referencial de posibilidades, que han sido puestas ahí a partir de cálculos alrededor de conceptos científicos como la óptica y la luz, los algoritmos que son resultado de dichos conceptos harán posible ciertas funciones como la medición de la incidencia de la luz sobre el sensor, la temperatura de dicha luz, la distancia de los objetos con respecto al lente, el enfoque de los objetos, etc. Una diferencia importante entre el aparato cámara fotográfica y otro como lo es la computadora es que el programa de la primera tendrá un número limitado de funciones, esto es que a diferencia de la computadora cuyo programa puede ser ampliado y reestructurado, la cámara viene con una cantidad determinada de probabilidades que “condensan en sus formas materiales e inmateriales un cierto tipo de potencialidades”.<sup>91</sup>

Lo importante de saber que los programas de aparatos como la cámara fotográfica sólo permiten una determinada cantidad de probabilidades es que las imágenes que estos producen automáticamente son por tanto imágenes que en cierta forma limitadas y preprogramadas dentro del aparato, Flusser es muy incisivo en esto, viendo en el ejercicio del fotógrafo una suerte de repetidor de informaciones que trabaja sólo en función del aparato. El fotógrafo así deviene en funcionario, que solo aspirará a producir verdadera información en la medida en que se imponga frente al aparato y vaya en contra de su lógica programada,<sup>92</sup> en este sentido la verdadera información aquella que no sea redundante y tampoco predecible o programada se dará en la medida en que el aparato sea utilizado más allá de lo que está programado, en la medida en que el contenido de las informaciones que produce sea visto como la contingencia del verdadero problema, el cómo las produce.

Entendiendo el término aparato y habiendo aclarado sus funciones y características estamos en la posibilidad de preguntarnos, ¿existe una relación entre la cuarta dimensión y la cámara

---

<sup>90</sup> Vilém Flusser, *Una filosofía de la fotografía* (Madrid: Ed. Síntesis, 2001), 26.

<sup>91</sup> *Ibidem*.

<sup>92</sup> Arlindo Machado, *Repensando a Flusser y las imágenes técnicas* en “El medio es el diseño audiovisual” (Colombia: Universidad de Caldas, 2007), 1.

fotográfica desde su estructura? Bueno ya habíamos descartado anteriormente la posibilidad de una relación ontológica, pero ahora en lo que nos estamos enfocando es realmente en lo espacial. Así diremos que como tal, la cámara fotográfica es un aparato tridimensional, bueno eso es obvio, pero lo que nos es obvio hasta cierto punto es que los datos con los que trabaja son adimensionales, en la cero dimensión se calcula pero sobre todo desde ella se proyecta o en palabras de Flusser en ella se computa.<sup>93</sup>

Esto no descarta que si bien la cuarta dimensión no está en los textos científicos que fundamentan el aparato cámara o en otras palabras en los procesos de abstracción del mundo hasta la adimensionalidad de los algoritmos fotográficos, la cuarta dimensión si puede ser una posibilidad desde la multidimensionalidad de la imagen técnica. Pero ésta es una aseveración apresurada si no aclaramos la naturaleza de la imagen técnica. Por tanto antes de hablar del supuesto carácter multidimensional de la imagen y de la proyección de un modelo de la cuarta dimensión mediante ésta, trataremos de contestar a la pregunta ¿Qué es una imagen técnica? Por supuesto responder a la pregunta anterior es mucho más complicado que decir que dichas imágenes son aquellas generadas por aparatos. Recordando a Flusser, las imágenes técnicas se pueden considerar abstracciones de tercer grado esto es, “abstraen de textos que abstraen de imágenes tradicionales que abstraen, como hemos visto, del mundo concreto”<sup>94</sup>.

El hombre crea imágenes como una forma de representar los fenómenos separados y aparentes del mundo, pero las imágenes técnicas, parecen tener una naturaleza diferente a las imágenes tradicionales, a lo que nos referimos es que éstas son producto de los aparatos y si éstos son producto de los textos científicos entonces las imágenes técnicas son también producto indirecto de dichos textos, en otras palabras “las imágenes técnicas nacen como una necesidad de hacer representable lo que quedo contenido en el lenguaje de la ciencia”<sup>95</sup>.

En esta crisis de los textos se ha inventado las imágenes técnicas con el fin de volver a hacer representables los textos, de cargarlos de magia y de superar así la crisis de la historia.<sup>96</sup>

En este sentido se puede decir que las imágenes técnicas son concretadas a partir de conceptos, en el caso de las imágenes fotográficas: del concepto del color, del concepto de la luz, del concepto de la visión monocular, etc. Así también recordaremos que anteriormente habíamos dicho que las imágenes tradicionales son causa de un proceso de abstracción del mundo, el mundo está referido en ellas y ellas lo representan, pero las imágenes técnicas no son abstrac-

---

**93** Es importante declarar en este punto que dentro de la línea teórica que estamos siguiendo, esto es, el pensamiento de Vilém Flusser, la noción de cómputo está relacionada con dos fenómenos: el primero de ellos, la disgregación de los fenómenos en puntos para reconstruirlos nuevamente en fenómenos, en este sentido la acción de computar genera nuevas concentraciones dentro del universo de los puntos, el segundo de ellos es la proyección nuevas imágenes y conceptos que ya no representan el mundo sino el código o programa desde el que son generados. Siegfried Zielinsky and Peter Weibel, Flusseriana. *An Intellectual Toolbox*, 334.

**94** Flusser, *Hacia el Universo...*, 17-19.

**95** *Ibid.*, 15.

**96** *Ibidem*.

ciones sino son proyecciones<sup>97</sup> esto es que ellas nacen de la cero dimensión de los datos que son conformados para ser puestos en forma de superficies. Parece lógico que ahora hablemos de conformación en lugar de representación pero dicha distinción requiere un acercamiento minucioso de ambos términos. Usualmente la fotografía arrastra con la aseveración de ser un índice por su supuesta conexión dinámica con el objeto fotografiado y tampoco podemos negar su iconicidad es decir su analogía con el referente, esto es que a primera vista la imagen fotográfica sigue portando signos en su superficie, en todo caso hasta ahora parece lógica la asunción de ésta como medio representativo.

Derivado de lo anterior queremos aclarar si la fotografía puede seguir siendo considerada una representación o si ésta es una conformación, así el cuestionamiento a resolver es ¿qué es conformar en las imágenes técnicas y cómo se contrapone al representar?

### 2.2.3 Conformación y representación en las imágenes técnicas

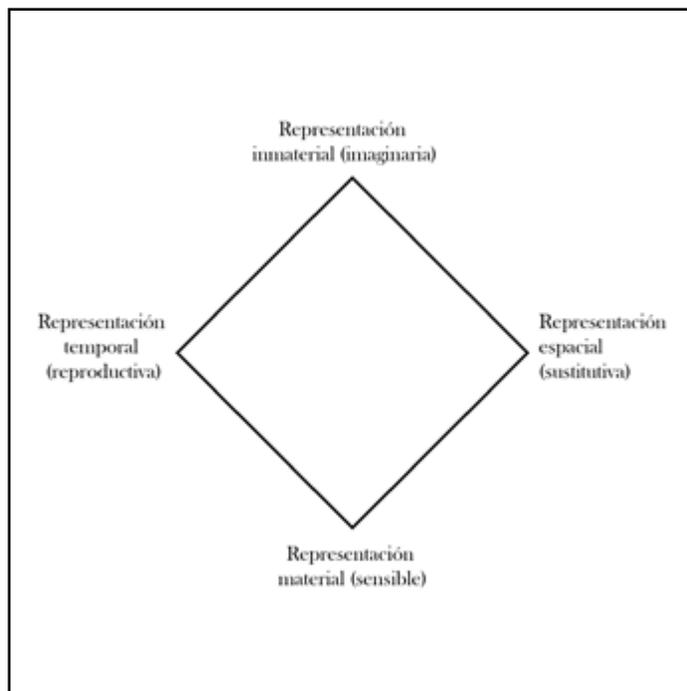


FIGURA 27. *Cuadrante de Representación*, Fernando Zamora Águila.

Es pertinente comenzar por aclarar la noción de representación, para eso nos apoyaremos en el cuadrante de representación propuesto por Fernando Zamora Águila (Figura 27). De este cuadrante nos interesa la representación espacial substitutiva (basado en la filosofía de las formas simbólicas de Ernst Cassirer) y la representación material sensible (basada en la hermenéutica de Gadamer).

La representación espacial dice ser aquella que está en relación con el lenguaje y que se concibe en términos signico-simbólicos a partir de la sustitución: “algo es la imagen de otra cosa, o la representa cuando puede estar en su lugar, debido a que puede sustituirla”<sup>98</sup> esta representación consiste en tres etapas, lo mimético, lo análogo y lo simbólico, cuando llega a lo simbólico la representación deja de tener un carácter presente y se proyecta al futuro.

<sup>97</sup> El término proyección en el pensamiento de Flusser, se entiende como una forma de elaborar nuevos modelos cuyo resultado, las imágenes, tienden a ser articulaciones del pensamiento que pasan por un proceso de diseño “la acción de pensar una cosa o una acción y diseñarla gráficamente o establecer el modo y el conjunto de medios necesarios para llevarla a cabo.” Siegfried Zielinsky and Peter Weibel, *Flusseriana. An Intellectual Toolbox*, 334.

<sup>98</sup> Zamora, Fernando. *Filosofía de la imagen*. México: UNAM. 2010). Pág. 273.

En suma, se dan pasos de lo concreto a lo abstracto, de la similitud sensible (donde intervienen la fantasía y la imaginación) a la clasificación conceptual; del mito al logos; de la experiencia inmediata a la conceptualización teórica.<sup>99</sup>

Y prosigue, “la representación espacial permite distanciarse de la cosa y a la vez apropiarse de ella por medios simbólicos”<sup>100</sup> lo interesante de esta representación es que al concluir en el aspecto simbólico del mundo, permite pensarlo y generar conceptos de él. Al igual que la representación espacial, la representación material sensible concibe una mediación simbólica pero en este caso a través de la imagen.

En la representación material, la imagen de lo representado lleva un carácter consensual intersubjetivo, esto es que la esencia de lo representado con su imagen va adquiriendo un valor de consenso que se transmite a otros. Sin embargo, dicha idealización (así llamada ya que es un forma de concebir la esencia de lo representado más allá de su semejanza) no mina la individualidad de lo representado. Para Gadamer la imagen se ubica entre el signo y el símbolo como “entre la referencia pura (signo) y la suplantación pura (símbolo)”<sup>101</sup> al respecto la imagen pegada al signo siempre estará impregnada de lo que representa, “lo representado está presente en la representación” pero no es así de la imagen que se inclina al símbolo.

La imagen que se inclina hacia el símbolo adquiere valor no por su grado mimético con los objetos ni por los signos visibles en su superficie sino por que alude a lo que no está presente en ella, ya que un símbolo “no necesita ser visual ni llevar a cabo un <<incremento ontológico>> sobre lo representado”.<sup>102</sup> En el caso de la fotografía cabría preguntarse si esta puede ser considerada como símbolo de las teorías científicas que la fundamentan; si nos acercamos a cualquier fotografía lo que veremos serán hileras de puntos, esos puntos son causa de un concretización de conceptos científicos formalizados en el lenguaje abstracto de los números; si el símbolo no necesariamente remite a lo que está presente en él, entonces la fotografía se comporta como símbolo que refiere (no a los puntos, pues los símbolos no son visibles) sino a las configuraciones de los aparatos que desembocan en esos puntos, dichas configuraciones están apoyadas en conceptos científicos, por tanto podríamos decir que la fotografía es símbolo de los conceptos científicos que la fundamentan. El símbolo así entendido en la fotografía hace que ésta ya no sea importante por su contenido sino porque plantea un puente entre lo invisible y lo visible, de modo que superficialmente la fotografía puede llegar a ser vista como una representación de algo, pero cuando volteamos a verla más allá de su superficie y la miramos a detalle digamos en su funcionamiento estructural, los supuestos de esta representación se derrumban a partir de la separación de las categorías sígnicas o de las representaciones de objetos, para acercarse más a las categorías simbólicas o interpretaciones de conceptos.

Pero no nos vayamos tan lejos todavía y preguntémonos ¿dónde queda la fotografía como índice? bueno esta categorización como índice surgió en relación a cómo se genera la imagen

---

**99** *Ibíd.*, 272.

**100** *Ibídem.*

**101** *Ibíd.*, 286.

**102** *Ibídem.*

fotográfica entendida dentro del contexto de la semiótica, específicamente de la semiótica de Charles S. Peirce<sup>103</sup>; un índice es entendido como “Representamen cuyo carácter representativo consiste en ser un segundo individual. Si la Segundidad es una relación existencial, el índice es genuino”<sup>104</sup> en este caso si la fotografía fuera índice, la existencia material que transferiría no es la de los objetos que fotografía gracias a la incidencia de la luz sobre ellos y su subsecuente reflexión, sino la transferencia de la luz misma. Por tanto, su conexión dinámica no está en relación a los objetos, sino a la luz, con ella establece una relación existencial.

La definición clásica de fotografía como índice constituye, en realidad, una aberración teórica, pues si consideramos que la esencia ontológica de la fotografía es la fijación del trazo o del vestigio dejado por la luz sobre un material sensible a ella, tendremos obligatoriamente que concluir que todo lo que existe en el universo es fotografía, ya que todo, de algún modo, sufre la acción de la luz.<sup>105</sup>

La imagen fotográfica no es el simple resultado de la acción de la luz que deja una marca azarosa en un material determinado, sino que es el resultado de las operaciones y cálculos que pueden hacer que la luz se convierta en una marca determinada, intencionada, específica y calculada a través de una estructura preestablecida de lentes y espejos. Con lo anterior y debido a la interpretación que se hace de todos los conceptos científicos a través del aparato cámara es que la fotografía no puede estar relegada solo al ícono de la superficie de la imagen. Es innegable, como lo vimos en nuestra búsqueda por aclarar la representación, que como símbolo también sigue en una relación con el ícono, pero también como símbolo el trabajo fotográfico se acerca más a una interpretación de conceptos científicos a través del aparato. Esto viene a ser el paso del signo hasta la convención del símbolo que en este caso es medida por la ciencia.

Otro aspecto que se sugiere descarta la posibilidad de considerar a la fotografía como índice e inclinarla hacia la Terceridad del símbolo es la multiplicidad de elementos que aparecen en la imagen pero que no son características de los objetos fotografiados, sean manchas, aberraciones cromáticas, deformaciones o barridos por mencionar algunos. Estos elementos no tienen que ver con los objetos sino con el aparato mismo y ahora también aparecen gracias a la posproducción de la imagen fotográfica, dicho así gracias a la computadora, este punto de la posproducción de la imagen a través de la computadora es un elemento demeritado en el proceso fotográfico (cuando se considera como único valor su carácter indexical) que privilegia el clic (la acción del disparador) sobre lo que se cree menos importante esto es el “antes

---

**103** Para Peirce la actividad sígnica está compuesta por tres elementos: signo, objeto e interpretante. Las características de esa actividad sígnica están en función de la relación entre esos tres elementos desde una perspectiva fenomenológica con sus expresiones ontológicas, y son categoriales. Así, en la triada sígnica de Peirce se le llama Primeridad a la pura posibilidad cualitativa de un signo consigo mismo, con el objeto o con el interpretante, la Segundidad al hecho en su condición de existencia con el signo mismo, con el objeto o el interpretante y la Terceridad a la ley o regularidad con el signo mismo, con el objeto o el interpretante. Darin McNabb, *Hombre, signo y cosmos; la filosofía de Charles S. Peirce* (México: Fondo de Cultura Económica, 2018), 97-100.

**104** Sanders Peirce, *La ciencia de la semiótica* (Buenos Aires: Ed. Nueva Visión), 49.

**105** Arlindo Machado, *La fotografía como expresión del concepto* en “El medio es el diseño audiovisual” (Buenos Aires: Universidad de Caldas, 2007), 114.

y después del clic como una afectación pictórica (icónica) o una manipulación (simbólica)”<sup>106</sup> que parecen ser desplazadas como simples contingencias. La fotografía entendida como símbolo, como una interpretación de teorías científicas no dejará de lado sus valores icónicos (como imagen) e indiciarios (en conexión dinámica con la luz) pues las categorías Piercianas son ordinales, esto es que no puede existir una terceridad simbólica sin índice e ícono.

Con lo anterior no queremos decir que el símbolo sea mejor que el índice o ícono sino que es más apropiado para categorizar a la fotografía, asumiendo que no se puede entender la fotografía como símbolo si antes no se hubiera ubicado como índice e ícono, en cierta medida esto es más claro en la etapa análoga de la fotografía. Por ejemplo, es el propio Flusser quien argumenta que antes de la era digital, la fotografía análoga podría entenderse como copia, asumiendo que ésta mantuviera una relación causal con los objetos, es decir que la imagen fotográfica sea causa de los objetos, a diferencia de una imagen por computadora cuya síntesis a partir de la adimensionalidad de datos abstractos parece no tener contradicciones para ubicarse como modelo proyectado, sin embargo que la fotografía pueda ser copia de algo es, como lo hemos mencionado anteriormente una consideración superficial ya que el principal problema de la fotografía no está en el grado de semejanza que esta pueda guardar con los objetos del mundo, sino en el carácter imperativo que ésta ejerce tanto en el fotógrafo como en la sociedad, imperativo que se instituye como un modelo para ejecutar acciones específicas consecutivas a la imagen técnica. En todo caso y usando palabras del propio Flusser, esta no establece una relación causal con los objetos del mundo sino una relación de consecuencia. A partir de la imagen técnica es que existen los objetos como consecuencia de las configuraciones hechas por la cámara fotográfica o la computadora. El desplazamiento de la representación como función fotográfica podría ser más claro al momento de invertir el valor de la interpretación, poniéndolo en estos términos, las imágenes tradicionales hacen visible aquello que está dentro de nuestro marco de interpretación, pero las imágenes técnicas son el resultado de la interpretación a través del aparato de aquello que no podemos visualizar. Esto lo explicaremos a fondo con el término conformación.

La conformación<sup>107</sup> se entiende como la acción de dar forma a una cosa, especialmente una cosa inmaterial, pero en el plano de la imagen técnica, conformar es descrito como “esa capacidad de trasladar a lo concreto el universo disgregado en puntos elementales”.<sup>108</sup> La conformación se mueve en un proceso contrario a la representación que está enfocada a llevar el mundo tridimensional a la bidimensionalidad de la imagen, en la conformación los valores de realidad, verdad u originalidad ya no tienen cabida, porque las configuraciones que llevan a cabo los aparatos ya no están enfocadas a simular objetos sino a concretizar números en líneas y superficies. Por tanto en las imágenes técnicas ya no es posible hablar de representación porque estas son resultado de conformaciones de lo abstracto a lo concreto.<sup>109</sup>

---

**106** *Ibid.*, 116.

**107** El término “conformación” que utilizamos aquí es extraído de la traducción de *Hacia el universo de las imágenes técnicas*. “A partir de aquí Flusser distingue entre “imaginación” (*Imagination* en alemán) y “capacidad de conformar imágenes” (*Einbildungskraft* en alemán). Zamora, *Hacia el universo...* 16.

**108** Flusser, *Hacia el universo...* 36.

**109** *Ibidem*.

Las imágenes fotográficas entonces como modelos “pueden organizar el pensamiento y ser experimentados como realidades por los individuos de una misma cultura”<sup>110</sup> los modelos así entendidos pueden transformarse continuamente. Pero es importante aclarar que a diferencia de los modelos matemáticos, cuya estructura interna esta rigurosa y congruentemente planteada, pero cuyos símbolos no tienen relación con la experiencia ni la realidad, las imágenes técnicas utilizan signos superficiales que pueden ser fácilmente decodificados y asimilados como una realidad, pero que son ambiguos con respecto a los conceptos concretos a partir de los cuales se estructuran. Es por eso que el pensamiento de Flusser propone una aproximación a dichas imágenes no por lo que estas significan, sino por cómo prefiguran el comportamiento de los individuos. En nuestro caso, lo anterior nos aclara de antemano y antes de aventurarnos a conformar una imagen de la cuarta dimensión, que este concepto está estructurado congruentemente en diferentes modelos matemáticos que de ninguna manera son cercanos a nuestra experiencia y que la imagen por tanto que se intente proyectar como un modelo de dicho concepto será siempre ambigua, pero permitirá orientarnos humanamente en un concepto abstracto de la ciencia, en todo caso la pregunta por esta imagen conformada no es si se trata o no de cuarta dimensión sino por el contrario, ¿qué tanto predetermina nuestras acciones en un espacio que sí podemos experimentar?

Nuestra necesidad de aclaración sobre la diferencia entre representar y conformar una imagen nos ayuda no sólo a seguir por el camino de la conformación sin la necesidad de una “ semejanza ” o “ veracidad ” como valores de una imagen, y menos de una veracidad o semejanza de si lo que veo es cuarta dimensión o no, ya que ¿cómo podríamos hacer una imagen fotográfica de algo que no existe en nuestro mundo sensible, que no es un objeto del cual se pueda hacer un registro y del que sólo se puede hablar de él a partir de los diagramas de la geometría y las ecuaciones de la matemática como un concepto?. La conformación a partir de ahora nos obliga a dejar de lado la preocupación por la forma de la cuarta dimensión para centrarnos en el problema de su “ morfogénesis ”<sup>111</sup> a través de la imagen fotográfica.

### **2.3 Hacia una conformación de la imagen de la cuarta dimensión**

#### **¿Cómo llevaríamos a cabo una conformación de la imagen de la cuarta dimensión?**

**E**n primera debemos aclarar que en este apartado no pretendemos demostrar cómo se conforma una imagen a través de la cámara fotográfica, pues en todo caso esto se lleva a cabo dentro del aparato, esto es una conformación velada ante nuestros ojos. Pero si es nuestra intención mostrar las implicaciones de conformar una imagen orientada a un objetivo específico es decir, una imagen de la cuarta dimensión que puede ser proyectada como modelo.

<sup>110</sup> Siegfried Zielinsky et al., eds., *Flusseriana. An Intellectual Toolbox* (Minneapolis: Univocal, 2015), 282-283.

<sup>111</sup> Morfogénesis, termino extraído de la biología para hablar de la ruta que siguen los organismos para llegar a su forma final. En teoría de los medios se ha adoptado este término como una forma de fijar la atención en los procesos numéricos que hacen posible la génesis de la imagen técnica.

La acción de proyectar involucra una serie de pasos donde la conformación es parte de un proceso primeramente impulsado por una reflexión artística hacia los modelos matemáticos y secundado por un interés alrededor de un espacio científico a partir de nuestra experiencia sensible tridimensional, en todo caso tal vez lo que proponemos es que esta conformación sea parte de un plan para superar obstáculos; el obstáculo de nuestra limitación sensible sólo a la tridimensionalidad, el obstáculo de la no inclusión del algoritmo de la cuarta dimensión en la cámara fotográfica y el obstáculo de desconocer los símbolos de la ciencia en donde la cuarta dimensión está desarrollada.

Es por eso que en el siguiente capítulo estaremos en la posición de proponer una relación de todos estos elementos mediante el cuerpo de obra realizado a la par de esta tesis, pero antes de eso creemos necesario develar como se llevaría a cabo una conformación de un espacio tetradimensional si en lugar de una cámara fotográfica eligiéramos una computadora para conformar dicha imagen, esto consideramos es necesario ya que aclara lo planteado anteriormente de que la cuarta dimensión podría existir como posibilidad dentro de la multidimensionalidad de la imagen técnica.

Debemos de saber que la computadora permite una conformación de imágenes desde una perspectiva multidimensional, pongámoslo así: independientemente que los datos con los que trabajan los aparatos sean adimensionales, las imágenes conformadas no se limitan en esa adimensionalidad numérica, sino que se abren a la posibilidad de ser vistas desde todos los ángulos precisamente por su naturaleza numérica donde no hay restricciones de volumen, tamaño, forma, movimiento o posición, aquellas restricciones físicas que si tiene el espacio tridimensional y los objetos contenidos en él. Poniendo un ejemplo; los desarrolladores de videojuegos estructuran los espacios virtuales a través de código de programación, pero ellos son capaces de conformar espacios tridimensionales y cambiar el punto de vista y posición dentro de ese espacio virtual sin ninguna restricción ni recorrido, un jugador puede navegar por dicho espacio desde una vista superior, lateral o inferior, en nuestro espacio físico de tres dimensiones eso no es posible, a menos no sin un desplazamiento.

Un espacio así virtual, entonces no tendrá límites dimensionales porque la dimensión como una propiedad métrica o topológica de un objeto matemático puede ser infinita siempre y cuando sea seriada.<sup>112</sup> En un entorno computacional las dimensiones se estructuran a partir de relaciones secuenciales es decir, una dimensión no puede existir sin su dimensión inferior pero sí existen infinitamente mediante progresiones  $(n+1)$  podemos programar espacios tetradimensionales siempre y cuando asigne, anterior a este espacio, vectores para el espacio bi y tridimensional y puedo programar espacios pentadimensionales siempre y cuando asigne vectores para las cuatro dimensiones anteriores, en un espacio así entendido multidimensional, el problema de la cuarta dimensión parece más un problema de intensidad y de habilidad para programar a partir de algoritmos (cosa nada fácil). En cierta forma hablar de cuarta dimensión en el contexto de un medio como la computadora es un tanto redundante, porque es una de las posibilidades del espectro dimensional del medio computacional, una posibilidad a nivel

---

**112** Jiménez, Juan, *Topos como metaconstrucción para el diseño del espacio en la arquitectura, del espacio análogo al espacio virtual*. (México: UAEM, 2015), Pág. 42.

estructural del aparato computadora.

Teniendo en cuenta lo anterior debemos considerar que cuando hablamos de una conformación de una imagen de la cuarta dimensión a través del aparato computadora, el problema no puede quedarse en un nivel de programación, es decir que de una u otra forma los resultados de esa programación se ven en imagen, como ejemplo pondremos los famosos diagramas de Shlegel (Figura 28). Estos diagramas son el resultado de la visualización en dos dimensiones de polítopos cuatridimensionales (por ejemplo un tesseracto), para ello se hace proyección de un tesseracto en tres dimensiones y se elige un punto fuera de esa proyección para su visualización.

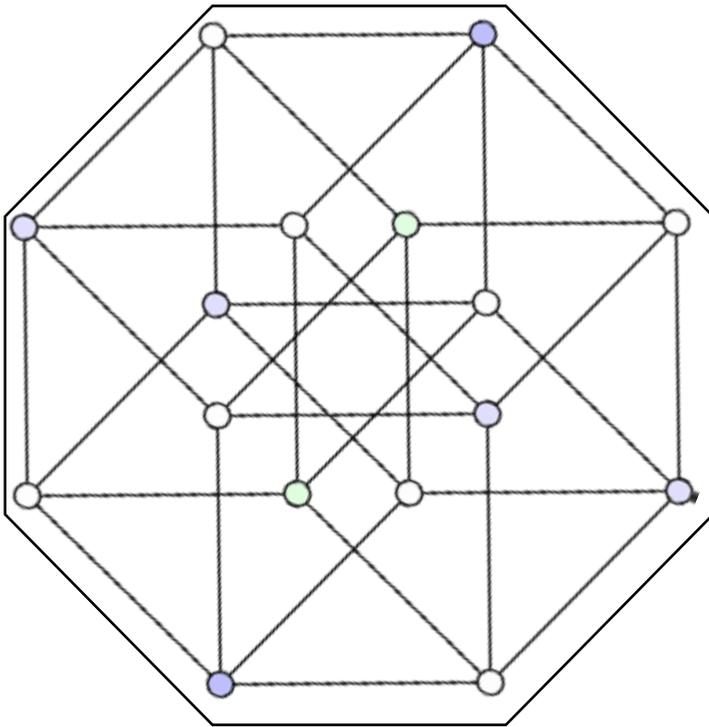


FIGURA 28. Diagrama de Shlegel, *Politopo en cuatro dimensiones. Octacorón*

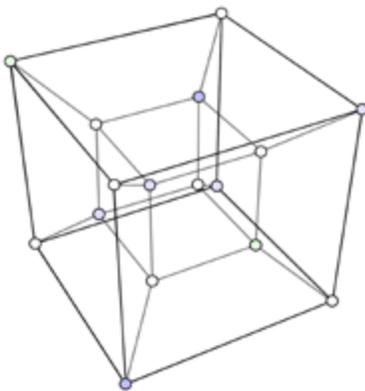


FIGURA 29. Diagrama de Shlegel, *Politopo en cuatro dimensiones. Tesseracto*

Si eso lo trasladamos a la geometría computacional se podría programar un polítopo cuatridimensional pero su resultado se vería en 3 dimensiones y el punto de visualización sería la pantalla de la computadora que nos permite ver la imagen en 2 dimensiones (Figura 29). Lo que quiero recalcar aquí es como aún en un medio computacional, la cuarta dimensión como concepto, tiene una existencia abstracta pero una concretización en imagen que debe ajustarse a las dimensiones humanas, esto es la tri y la bidimensionalidad.

En ambos casos sea computadora o fotografía se reafirma la lejanía de dicho concepto respecto a la experiencia humana y la necesidad de una planeación, que en el contexto de la teoría en que nos estamos apoyando, es ver a la imagen técnica como una proyección que desplaza las dicotomías de falso y verdadero por lo probable e improbable, lo real y lo ficticio por lo concreto y lo abstracto y la diferencia ciencia y arte por la formulación y el proyecto,<sup>113</sup> la imagen técnica funge entonces como una mediación simbólica que nos orienta en un espacio abstracto y dentro de la experiencia humana con respecto a lo que la cuarta dimensión es en realidad en el lenguaje de la ciencia.

<sup>113</sup> Siegfried Zielinsky et al., eds., *Flusseriana. An Intellectual Toolbox* (Minneapolis: Univocal, 2015), 282-283.

En el siguiente apartado será nuestra tarea abordar el trabajo de dos artistas cuyos procesos asimilan esa conformación de imágenes de conceptos de la ciencia y que nos servirá para ejemplificar las ideas aquí propuestas.

### 2.3.1 Modelos y simulaciones tetradimensionales en el arte: el trabajo de John Edmarck y Thomas Saraceno

John Edmarck es un matemático de la universidad de Stanford que trabaja principalmente a partir de la sucesión del número Fibonacci, que ha sido tema de abundantes investigaciones en los campos de la computación, las matemáticas y la teoría de los sistemas, así como también en el estudio de patrones geométricos de la naturaleza. A partir de la sucesión Fibonacci, Edmarck crea modelos tridimensionales áureos, posteriormente éstos son impresos en tecnología 3D y puestos sobre discos giratorios y luces estroboscópicas para apreciar lo que Edmarck llama, el carácter recurrente y matemático de la naturaleza que responde a una sucesión numérica (Figura 30).<sup>114</sup>

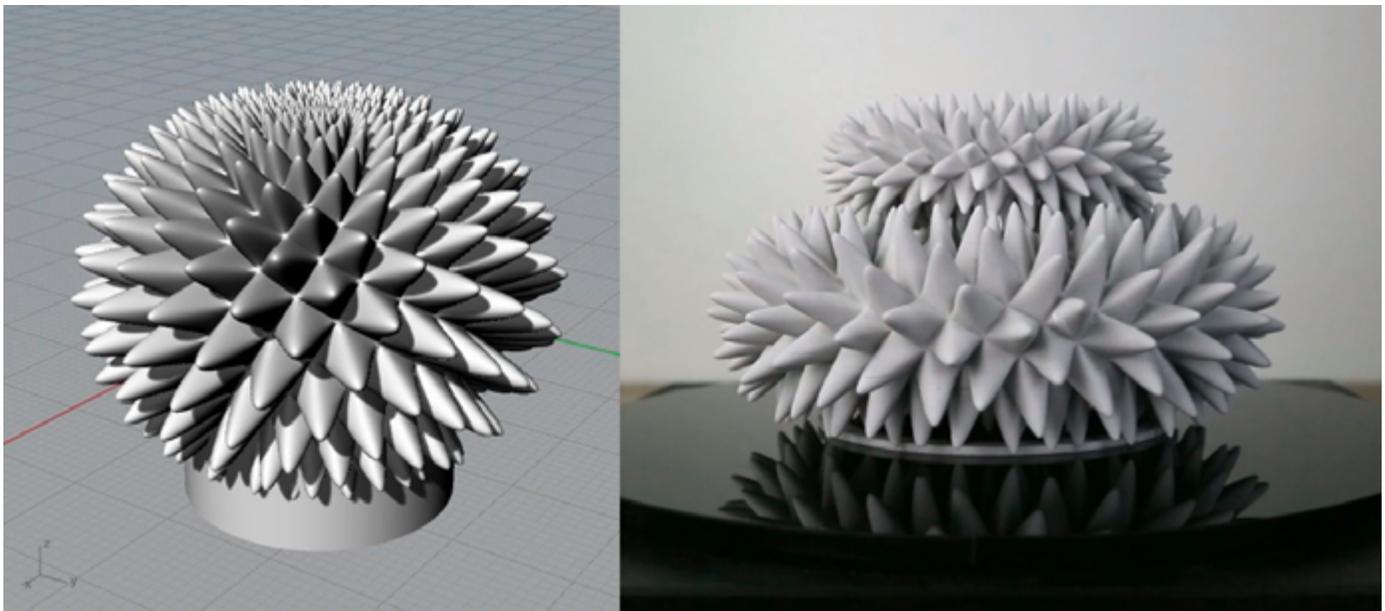


FIGURA 30. *Esculturas estroboscópicas*. John Edmarck, 2015.

Para nosotros el trabajo de John Edmarck es importante por dos razones; la primera, es que sus piezas son resultado de un conocimiento matemático y un manejo preciso de programación que le permite mediante medios computacionales, acercarse a conceptos formales apoyándose de las proyecciones geométricas y sucesiones numéricas previamente hechas por la ciencia. Hablamos aquí que la sucesión Fibonacci desarrollada por Leonardo de Pisa y la formulación del espiral áureo datan del siglo XIII y que la asociación con patrones de la naturaleza

<sup>114</sup> John Edmarck en línea <http://www.johnedmark.com/> consultado el 14 de mayo del 2018.

complejos como la forma de las hojas, las ramas de los árboles o la configuración de la corteza de las piñas es toda una rama de las matemáticas que ha tenido un crecimiento exponencial a partir de la ciencia de la computación a cargo de ingenieros como Przemysław Prusinkiewicz (1952). Por tanto Edmarck maneja el código de las matemáticas y el de la programación computacional mediante los cuales expulsa, posterior al desarrollo de modelos previos, objetos al mundo. En su trabajo efectivamente las imágenes técnicas son predecesoras de los objetos del mundo y no su representación. El despliegue tecnológico para la creación de dichas esculturas y su belleza estética pierden importancia cuando su comprensión va más allá del carácter formal y se aproxima al carácter estructural y procesual del cual surge el objeto final.

El segundo aspecto de Edmarck que nos interesa es precisamente el valor estético que las piezas pueden llegar a tener, aun estando formuladas y creadas dentro de los terrenos de la ciencia (en lo cual profundizaremos concretamente en el Capítulo III de esta tesis). Edmarck como docente de la Universidad de Stanford ha pasado en pocos años a formar parte de un grupo muy reducido de artistas de élite que trabajan en estrecha colaboración con centros de investigación especializados en materiales, computación e ingeniería para la creación de obra, ejemplo de ello el trabajo de Thomas Saraceno en el MIT o el de Rafael Lozano-Hemmer con la Concordia University.

Dicho lo anterior debemos aclarar que hemos utilizado a Edmarck como ejemplo no porque pretendamos aproximarnos a la cuarta dimensión desde un aspecto puramente matemático o computacional, sino porque su trabajo representa la manera en que el arte puede trazar nuevas rutas de exploración alrededor de los conceptos de la ciencia dura, mediante las tecnologías computacionales y las imágenes, haciendo que estos conceptos no sean sólo parte de una larga discusión formal entre los entrenados en el código matemático.

El segundo artista al que queremos recurrir es el argentino Thomas Saraceno cuyo trabajo involucra una aproximación desde el arte a los terrenos de la ciencia y cuyo proceso de trabajo involucra la colaboración con arquitectos, biólogos, astrofísicos e ingenieros. Entre sus obras destaca dos en particular, el proyecto *Arachnid Orchestra* (Figura 31) y *Cosmic Jive: the Spider Session at Museo di Villa Croce* (Figura 32), en estos trabajos Saraceno se vuelca a un estudio minucioso de diferentes especies de arácnidos, profundizando en sus formas de interacción y construcción de redes, con ello establece patrones estructurales y biológicos de comportamiento aplicables a la entomología en la biología y visualizables en los terrenos del arte. Saraceno hace un registro de la vibración producida por las telarañas construidas por los arácnidos, para posteriormente transmitir sus vibraciones a una escala tonal audible para el ser humano, esta transmisión de un código a otro se lleva a cabo mediante la intermediación de máquinas especializadas en captación de movimiento y en programas computacionales decodificadores de patrones recurrentes de dicho movimiento.

Un aspecto interesante del trabajo de Saraceno es la asociación conceptual entre los ecosistemas arácnidos, sus intrincadas redes y la vibración cósmica de un universo con hasta once dimensiones, como lo afirma la teoría de cuerdas. Su proceso de trabajo no va de la ciencia al arte por una consecuencia estética como en el caso de Edmarck, sino que va del arte a la ciencia por una asociación conceptual y el carácter simbólico de sus piezas, es decir su trabajo

tiene un interés propiamente artístico pero el hecho de que necesite de un apoyo científico para construirse, hace que Saraceno se apegue a conceptos de la ciencia que solo pueden ser aprendidos en los terrenos del arte de forma simbólica recurriendo a ciertas convenciones metafóricas de interpretación de dichos conceptos, así lo muestra en los diferentes cuestionamientos que las obras intentan descifrar *¿Can we consider an insect and the vibratory cosmos in the same network of relationships?*<sup>115</sup>

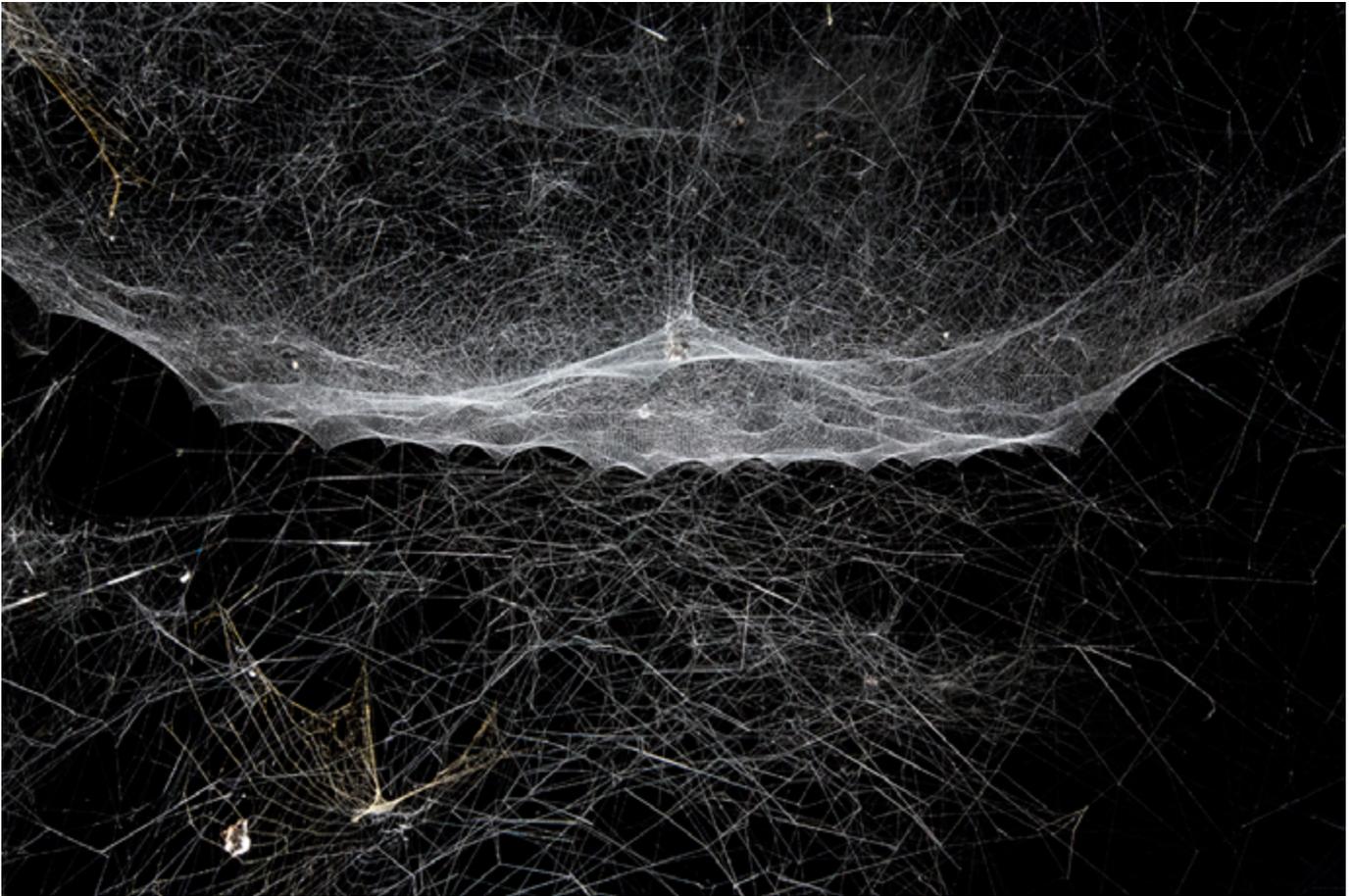


FIGURA 31. *Arachnid Orchestra, Jam Sessions*. Tomas Saraceno, 2015.

Otro punto importante por recalcar es el uso de simulaciones, tanto de forma física es decir reconstruyendo y reinventando hábitats tejidos por arañas, como las simulaciones digitales enfocadas a la ejecución y resultados que el artista y su equipo llevan a cabo para controlar las condiciones en las que las diferentes especies de arácnidos puedan sobrevivir y llevar a cabo sus procesos biológicos naturales. El tránsito de una superficie digital de modelado y simula-

<sup>115</sup> Tomás Saraceno, *Our interplanetary bodies*. En línea: <http://tomassaraceno.com/projects/our-interplanetary-bodies/> [consultado el 14 de mayo del 2018].

ción computacional hacia una instalación biológica viva pone de manifiesto la reconstrucción de mundos enteros a partir de las imágenes producto de la tecnología, y los modelos prospectivos como formas de orientación en diferentes fenómenos del mundo.

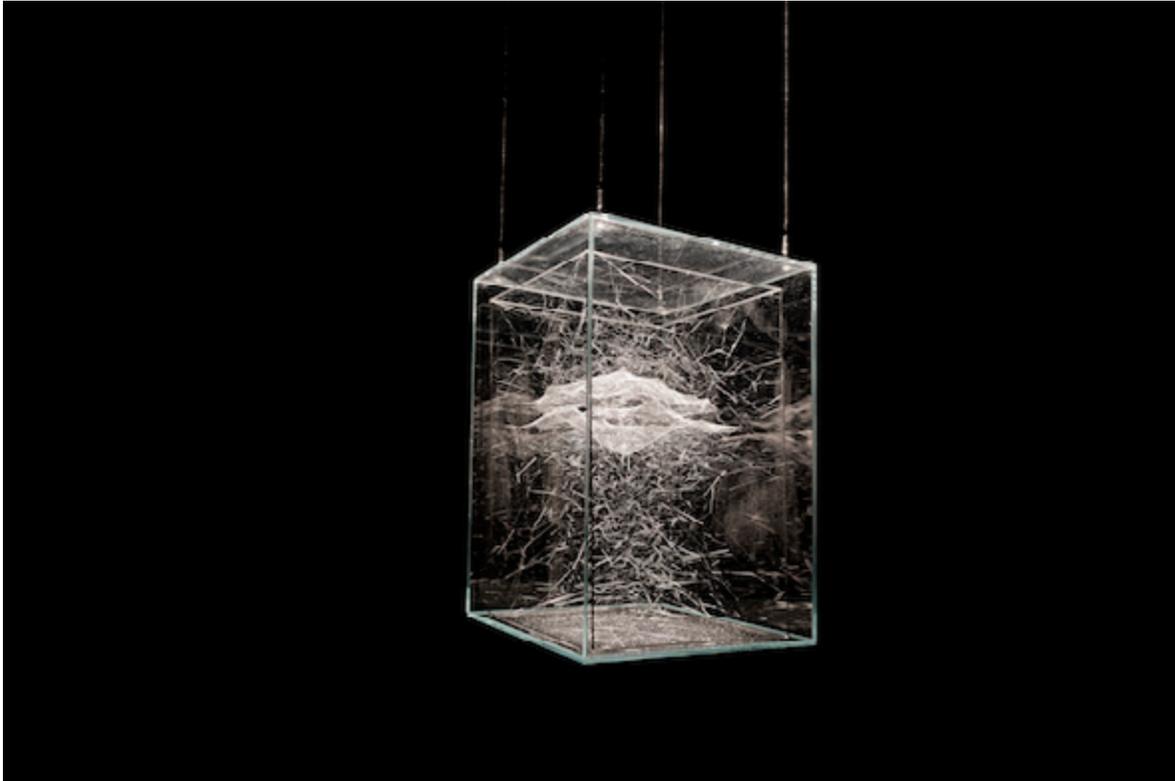


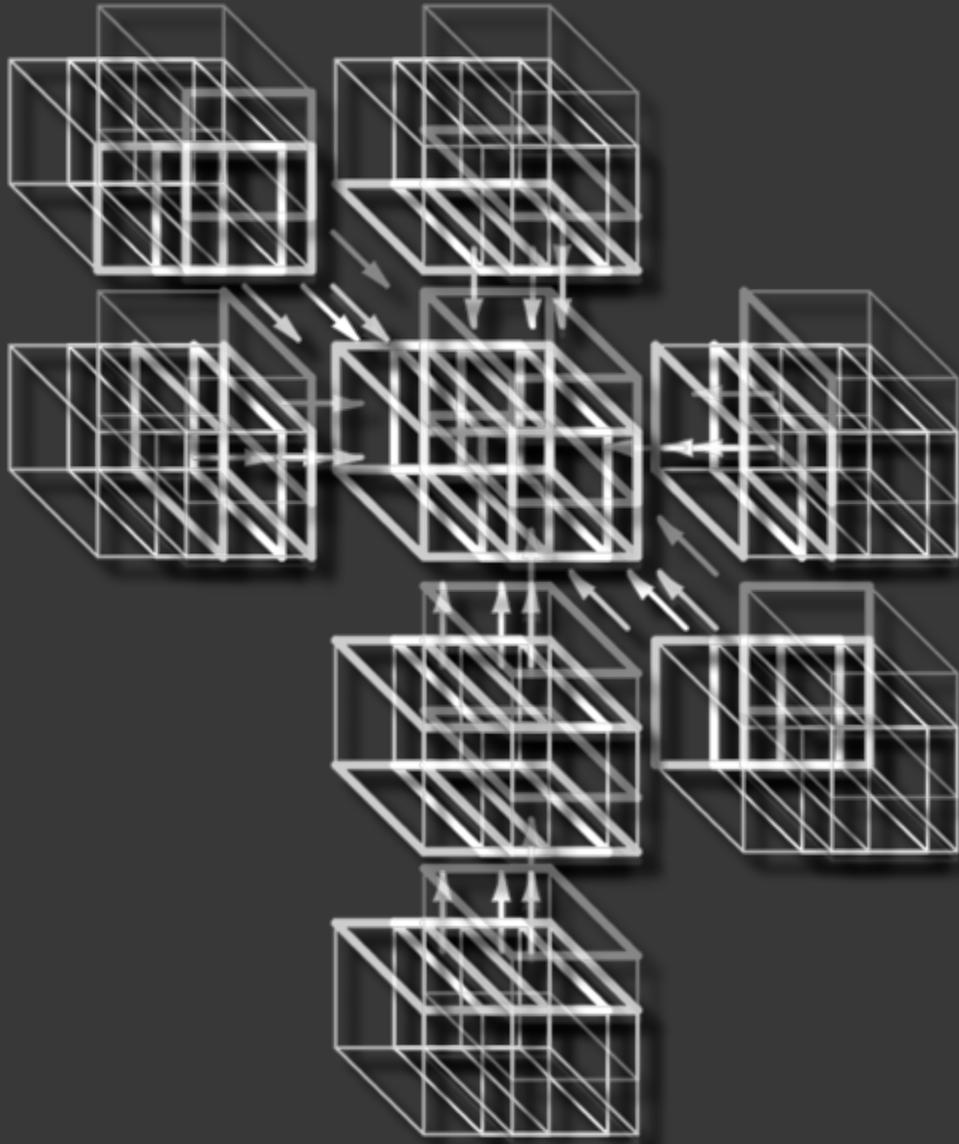
FIGURA 32. *Arachnid Orchestra, Jam Sessions*. Tomas Saraceno, 2015.

Hasta aquí hemos intentando trazar un camino paralelo entre la fotografía y la ciencia no porque dicho camino no sea evidente, refiriéndonos a que la fotografía es producto directo de la ciencia, sino porque este proceso será fundamental para el ejercicio de creación de obra que se ha desarrollado a la par de esta investigación, tal vez para indagar en todos los aspectos que puedan relacionarse con la creación de imágenes de un concepto de la ciencia a través de un aparato o porque de alguna manera las imágenes que se han creado necesitan pasar por un proceso de interpretación para cobrar sentido, así como el espacio ha pasado por un proceso de aprehensión por parte del hombre a través de lenguajes simbólicos como la ciencia, la filosofía o el arte, así mediante las imágenes nos podemos orientar, aunque sea de forma simbólica y ambigua, en la cuarta dimensión.

En el siguiente capítulo se indagará a profundidad sobre los cruces entre arte y ciencia y el rol fundamental de la imagen y la tecnología para potencializar dichos cruces, así como el proceso de creación de obra desarrollada hasta ahora.

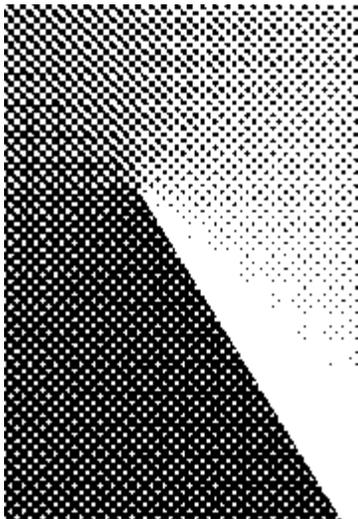






# CAPÍTULO III

## VISUALIDAD DE LA CIENCIA A TRAVÉS DE LA IMAGEN FOTOGRÁFICA



**E**n este capítulo pretendemos dar un panorama muy concreto de la relación arte/ciencia a través de la imagen, por dos motivos: el primero de ellos que esta relación es aún más evidente con la aparición de la fotografía que desde sus inicios jugó un rol fundamental como herramienta de visualización de la ciencia, evidenciando la ignorada inclinación estética de las imágenes científicas; el segundo, es que la relación ciencia/arte muchas veces se lleva a cabo en los límites disciplinares donde los paradigmas y los conceptos inasequibles, como la cuarta dimensión, se ubican como componentes importantes para el ejercicio artístico que puede, en cierta forma, impulsar el conocimiento en la ciencia.

Posterior a eso nos adentraremos en la importancia de la luz como elemento esencial de la fotografía y la construcción del espacio tridimensional que nos permitirá sentar las bases conceptuales de la obra que se ha realizado a la par de esta investigación.

### 3.1 La relación arte-ciencia a través de la imagen

A partir del siglo XX hay una inclinación de la cultura hacia la imagen, la llamada cultura visual es la tendencia a plantear todo en términos de imagen para “visualizar las cosas que no son visuales en sí mismas”.<sup>116</sup> Esta orientación de la cultura hacia la visualidad es algo de lo que la ciencia no está exenta, es más, que todo sea formulado en términos de imagen es algo que la ciencia utiliza para poder hacer imaginable muchas de las teorías que pueden parecer cerradas

<sup>116</sup> Nicholas Mirzoeff, *Una introducción a la cultura visual* (México: Paidós, 2003), 12.

o contenidas en el lenguaje científico y también es algo que la misma ciencia impulsa mediante la creación de aparatos productores de imágenes, aparatos que se nutren de los propios avances científicos, como es el caso concreto de la cámara fotográfica.

Proponemos como punto de partida para establecer la relación ciencia/arte a través de la imagen, la función de las imágenes en la ciencia, para lo cual nos apoyaremos de la clasificación hecha por el filósofo Klaus Sachs-Hombach que propone una división de las imágenes científicas basada en los aportes de la imagen de acuerdo a las disciplinas donde son generadas, así como al modo en que son generadas, digamos como parte de una metodología científica.

El primer estrato de dicha clasificación tiene que ver con las imágenes como base empírica de conocimiento,<sup>117</sup> estas imágenes se generan por la necesidad de ir más allá de los límites de la percepción humana a través de aparatos, por ejemplo, imágenes de alta velocidad (para conocer más sobre movimiento), microscópicas (para observar mundos infinitamente pequeños), infrarrojas (para captar espectros luminosos fuera del rango del que es capaz el ojo humano), etc.

Las imágenes como base empírica de conocimiento pueden funcionar como parte de un proceso científico para ampliar la investigación alrededor de ciertas premisas, siempre y cuando los pasos para obtenerlas estén dentro de un marco metodológico que permita confiar en su proceso de obtención. Sachs-Hombach propone que estas imágenes sean utilizadas con propósitos de medición, en cierta forma porque estas son sometidas a parámetros de interpretación causal, esto quiere decir, que estas imágenes son causa de un acontecimiento específico, pongamos el ejemplo de las radiografías que son causa de la proyección de rayos X a través del cuerpo humano, la interferencia de la materia en el camino de estos rayos queda registrada sobre una placa de plata, el parámetro de medición al que sirven está en relación a la determinación de la cantidad de daño en tejidos específicos por diferentes agentes mecánicos o patológicos. Una imagen así obtenida será más confiable y fácil de interpretar entre menos mediación técnica requiera para su procesamiento, por tanto, a comparación de una radiografía una tomografía es más propensa a errores de interpretación por parte de un profesional escasamente capacitado para su interpretación.

El segundo grupo de imágenes, son las llamadas por Sachs-Hombach como imágenes en contextos argumentativos.<sup>118</sup> Estas imágenes no tienen una función empírica de comprobación pero si asumen una función normativa, esto es, son imágenes que se convierten en apoyos para reforzar ciertos argumentos, pero que también se pueden convertir en los argumentos mismos, por ejemplo, para señalar una relación entre diferentes premisas que puede ser clarificada solamente a través de la imagen, en este contexto la imagen puede ser llamada un verdadero “argumento visual” que aclara enunciados teóricos complejos:

Una imagen es argumentativa solamente si la imagen más allá de la función didáctica proporciona una premisa adicional para reforzar una afirmación. Una función

---

**117** Elke Koppen, *Imágenes en la ciencia. Ciencia en las imágenes* (México: UNAM CEIICH, 2009), 14.

**118** *Ibíd.*, 15.

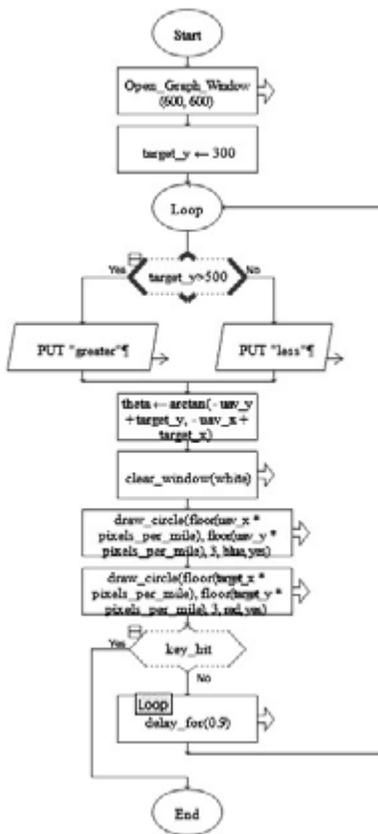


FIGURA 33. Diagrama de Flujo generado en el programa *RAPTOR*

con un objeto real o una representación simbólicamente aprobada en el contexto científico, sea el caso del modelo propuesto por Watson y Crick (Figura 34) que se apoya en la forma helicoidal doble de la geometría para formular la estructura de la cadena de ADN o el modelo de Rutherford que propone un esquema atómico a partir de la analogía formal con el sistema solar.

argumentativa visual la asumen las imágenes, por ejemplo en representaciones gráficas de teoremas geométricos sin las cuales las relaciones conceptuales complejas no podrían apreciarse.<sup>119</sup>

Un ejemplo de este tipo de imágenes podemos encontrarlo en programas como *Raptor* (Figura 33), que permiten estructurar ordenes computacionales o algoritmos a partir de diagramas de flujo, este tipo de visualizaciones ayuda a escribir algoritmos con un mínimo de lenguaje de programación. Estas imágenes que funcionan como argumentos visuales hacen comprensible la relación entre diferentes premisas utilizando códigos de orientación (flechas) y refuerzan, mediante una intención comunicativa, conceptos abstractos.

El tercer grupo de imágenes lo constituyen las imágenes en contextos de génesis.<sup>120</sup> Estas imágenes funcionan como guía de una investigación científica, de forma concreta asumen el papel de modelos estructurados a partir de una relación de analogía

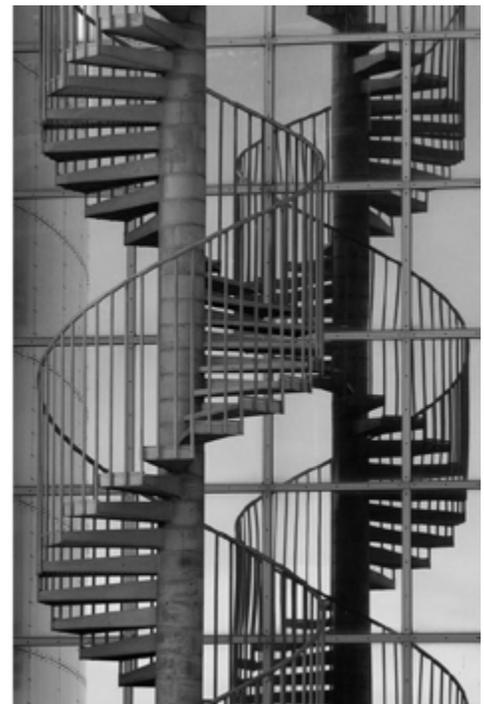


FIGURA 34. Izquierda: **Modelo de Watson y Crick** para la estructura ribosomal del ADN. Derecha: **Escalera de doble hélice basada en la progresión Fibonacci.**

119 *Ibidem.*

120 *Ibid.*, 16.

Para estos modelos se suponen más asimilaciones estructurales que comprobaciones empíricas, por tanto hay una inclinación a ciertos parámetros formales que acentúan su carácter estético, por ejemplo la simplicidad, la unidad, la proporción, etc. Los prototipos científicos constituyen una vía para indagar profundamente en la ciencia, tomándolos como formas adaptables a los avances de la investigación a la que sirven. Una imagen entendida en un contexto de génesis puede mostrar de forma clara “contenidos más complejos e internamente estructurados”<sup>121</sup> pero siempre funcionará como signo perceptual que idealmente pretende hacer visibles conceptos abstractos.

El caso de la imagen fotográfica es un caso particular, porque ésta no puede ubicarse sólo en una de estas categorías, digámoslo así, una fotografía puede ser una base empírica de conocimiento, por ejemplo, la que se usa para

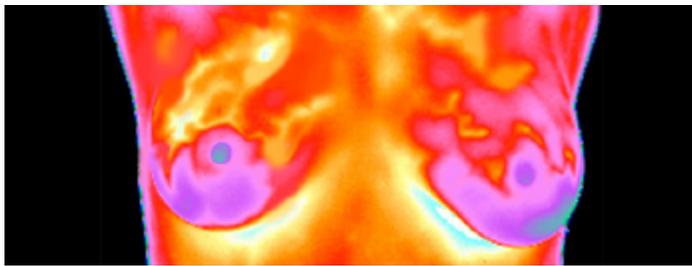


FIGURA 35. Imagen infrarroja que muestra cáncer en la mama derecha. Philip Hoekstra.

para ampliar los límites de la percepción, sea el caso de la fotografía microscópica, si bien estas imágenes son sujetas a interpretación se debe esperar como mínimo que los científicos que se apoyen de ellas puedan tener una noción del funcionamiento de la cámara así como de sus alcances y limitaciones. También, la fotografía podría ser parte de contextos argumentativos, por ejemplo, la relación entre la exposición radiactiva y sus efectos nocivos a largo plazo, que continuamente ha sido planteada a través de los efectos que

provoca la radiación de baja intensidad sobre una placa fotográfica, esta analogía trata de establecer los daños a la salud de una prolongada exposición a niveles bajos de radiactividad que se consideran inofensivos. Y por último, la fotografía en contexto de génesis es decir como modelo causa de la interpretación de conceptos abstractos, nosotros debemos recordar que en el Capítulo II hemos hecho una aclaración, a partir del pensamiento de Vilém Flusser, sobre el porqué la fotografía es una interpretación de teorías científicas, pero en el contexto de la ciencia esto podría ser más evidente. Por ejemplo, la termofotografía (Figura 35) se basa en el registro de radiación infrarroja, que el ojo humano no es capaz de captar. Mediante una escala de valores se puede determinar la temperatura de un objeto sin necesidad de tener contacto con él. En medicina, ésta técnica se utiliza para la detección de cáncer de mama, dichas imágenes presentan signos perceptuales de los que se hace una interpretación simbólica (en este caso de la posible presencia de células malignas) pero que idealmente son concretizaciones de la teoría electromagnética.

Ahora ya que aclaramos la generación y uso de la imagen, principalmente de la imagen fotográfica, dentro del contexto de la ciencia, debemos abordar su carácter estético esto nos permitirá tender el puente hacia el terreno del arte para después voltear a ver las imágenes creadas en el arte que puedan impulsar un interés epistémico en la campo de la ciencia.

121 *Ibidem.*

Parece que hablar del carácter estético de la imagen científica es una contradicción, porque por lo general se asume que la ciencia y el arte son disciplinas contrarias que se dirigen a objetivos opuestos, por ejemplo que la ciencia apela a la verdad, mientras que el arte apela a la belleza, que la ciencia se enfoca en el conocimiento mientras que el arte se orienta al placer, que la ciencia está sustentada en un proceso metodológico mientras que el arte se constituye a partir de la epifanía y la inspiración.

Después de que las ilustraciones científicas vieran su florecimiento en el Renacimiento a cargo de los artistas matemáticos y de los anatomistas, éstas fueron dejando de lado su pretensión de belleza en un proceso de objetivación científica y abstracción matemática. La aparición de imágenes producidas por aparatos como la fotografía estableció el supuesto de que las imágenes creadas a partir de avances tecnológicos en cierta forma tienden hacia la objetividad, que relega por momentos su carácter estético.

Sin embargo, dicho carácter estético no es una característica añadida sino un aspecto inherente al quehacer científico, como una forma de discriminación, clasificación o selección de modelos e imágenes que ilustran determinadas teorías. La estética está presente en el quehacer científico por el simple hecho de que las fórmulas, las teorías, los modelos y los conceptos son creados y es este proceso de creación el influenciado por estilos, sensibilidades y hasta tradiciones que afectan a los científicos.<sup>122</sup>

La teórica de la imagen Elke Koppen propone que la atribución de valores de belleza a las imágenes científicas está profundamente influenciada por sus posibles equivalencias con íconos culturales, es decir que la cultura occidental, para ser más precisos, ha establecido prototipos de belleza ligados por ejemplo al arte o la iconografía de culturas ancestrales, en este sentido

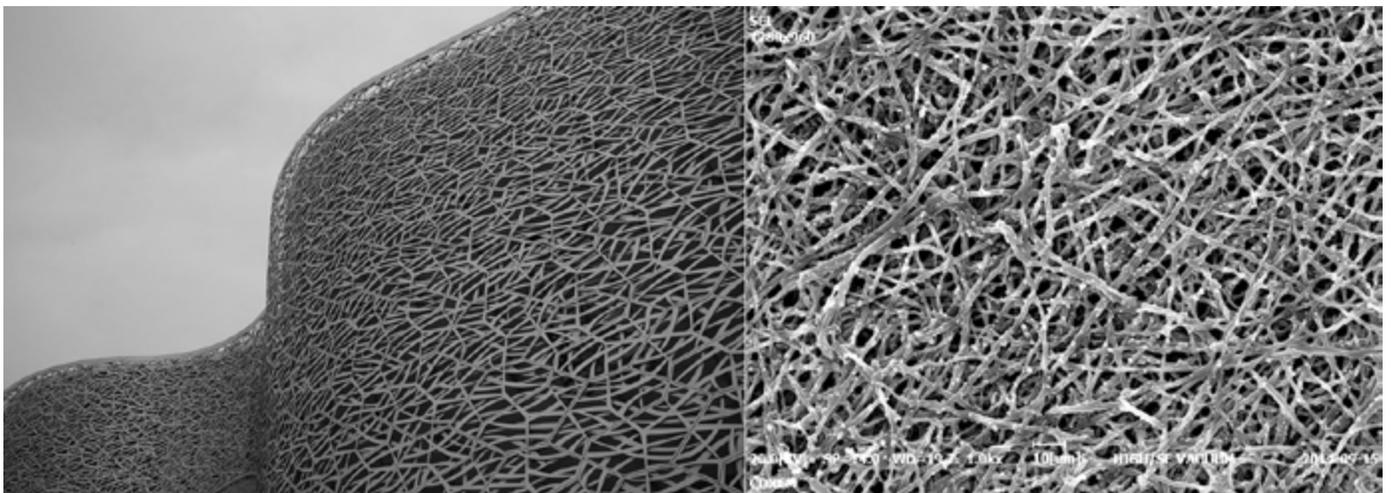


FIGURA 36. Izquierda: **Celosía del Suzhou Technology and Arts Center**, China por el arquitecto Paul Andreu. Derecha: **Membrana de huevo a través de un microscopio electrónico de barrido**.

**122** Weshler, Judith. *Estética de la ciencia*. (México: Fondo de Cultura Económica, 1982), 9.

el hecho de que haya correspondencias formales entre las imágenes científicas digamos: scanners cerebrales, gráficas computacionales, mapas de datos o estructuras tisulares con obras de arte (Figura 36) establece para las imágenes científicas valores automáticos de belleza que son producto de una influencia visual común entre científicos y artistas, esta influencia es dada por la naturaleza: paisajes, plantas, piedras, animales y flores son parte de una experiencia visual a la que se le asigna “una valor positivo que desemboca en juicios favorables de belleza”<sup>123</sup>. A pesar de esto hay que considerar que el hecho de tener una educación visual común no puede abarcar la gran diversidad de otras influencias individuales que tienen los sujetos de una cultura, digámoslo desde sus etnias, sus limitaciones perceptivas a causa de enfermedades y/o condiciones genéticas, pongamos el caso de personas con algún tipo de discromatopsia (dificultad para distinguir colores), o agnosias visuales (dificultad para distinguir cierto tipo de objetos).

Por tanto, aparte de una posible influencia visual común, hay otros factores a considerar que hacen evidente la relación arte/ciencia a través de la imagen, nos referimos concretamente a la tecnología:

Solemos vincular fácilmente la ciencia con la tecnología y casi no lo hacemos con el arte; perdiendo de vista que, esta última relación es tan ordinaria como la primera. Sin un mínimo de desarrollo técnico, no podríamos imaginar siquiera la realización de la más sencilla obra de arte.<sup>124</sup>

El desarrollo tecnológico es causa de un desarrollo científico y este abre nuevos caminos para el arte, conforme el arte depende más de la tecnología, estrecha su relación con la ciencia. Pero es innegable que la relación entre ambas disciplinas parece más concluyente desde la entrada de la era digital, que se convirtió en el punto de inflexión para reconsiderar la importancia del

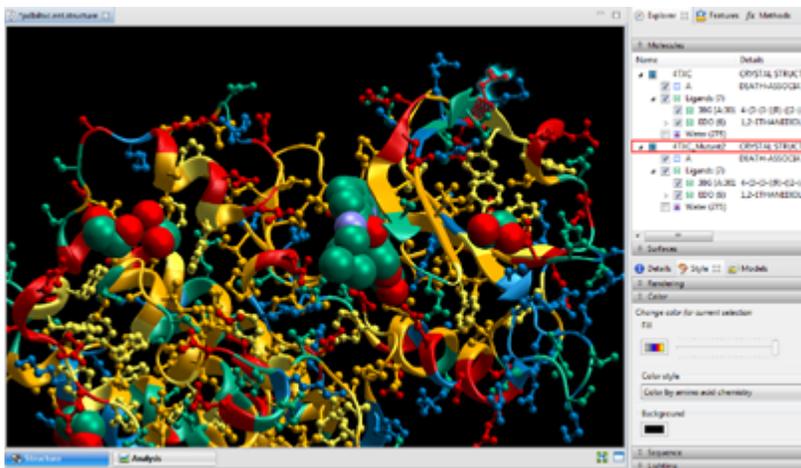


FIGURA 37. *Structural Biology Suite*

carácter estético de las imágenes científicas, patente en la proliferación desde la segunda mitad del siglo XX de llamativas imágenes que encabezan las portadas de revistas científicas o los cada vez más populares “concursos de imágenes científicas en los cuales no sólo se premia su valor científico”.<sup>125</sup>

El desarrollo de tecnología digital es afín a la ciencia pero propicia un importante componente estético. Esto es evidente en el desarrollo de software como apoyo para la cien-

<sup>123</sup> *Ibid.*, 123

<sup>124</sup> Noé Sánchez. *Arte y Ciencia* en “Arte y diseño. Experiencia, creación y método”.(México: ENAP, UNAM, 2008), 13.

<sup>125</sup> Elke Koppen. *Imágenes en la ciencia...* 113.

cia que permite la manipulación de contraste, color o forma, resaltando criterios estéticos que son decisivos para que ciertas imágenes sean seleccionadas sobre otras como recursos epistemológicos, ejemplos de este software lo encontramos en Structural Biology Suite, programa desarrollado para hacer ensambles y análisis secuenciales de biología molecular (Figura 37). Los desarrolladores de software prevén de antemano ese criterio estético y por tanto perfeccionan continuamente los programas, el perfeccionamiento de software con fines estéticos es ampliamente estudiado por el *aesthetic computing*.<sup>126</sup> Este nuevo campo de estudio es una combinación entre arte, computación y matemáticas que se orienta en el mejoramiento de las ciencias computacionales centrándose en tres puntos; el primero la descripción y diagramación de estructuras computacionales con apego a notaciones culturales; el segundo incorporando métodos artísticos en ejercicios computacionales con fines de visualización y simulación; y tercero investigando acerca de las relaciones culturales y “emocionales” con las interfaces computacionales.

A partir de aquí debe entenderse que la ciencia no es sólo una vía objetiva de comprensión de la naturaleza sino que está cargada de valores subjetivos y estéticos, la imagen científica integra lo que Alain Renaud llamó “los confines de un nuevo régimen de sentido, de goce y de aisthesis”<sup>127</sup> en los que los científicos también entran por un llamado lúdico orientado a la comprensión del mundo e impulsado por las imágenes producto de la tecnología.

Y si las imágenes pueden servir como puente entre ciencia y arte, la forma en que estas son generadas también puede fortalecer dicha relación, sea el caso del sentido de experimentación que subyace a ambas disciplinas. La experimentación puede ser algo que nos permita interactuar con el mundo “una indeterminación en la que aparece la posibilidad como posibilidad”<sup>128</sup> como un intento que no busca resultados precisamente concretos. La experimentación se puede relacionar de acuerdo a los fines planteados y de los que depende su carácter objetivo o indeterminado. María Antonia González Valero propone una distinción entre modos y medios de experimentación:

Así a la ciencia corresponde el modo de la comprobación de lo previamente enunciado y el medio de lo vivo y la materia; mientras que a la filosofía corresponde el modo de la indeterminación y el medio del pensar y la acción; y al arte corresponde también el modo de la indeterminación pero el medio sería la materia y el lenguaje.<sup>129</sup>

A partir de esta jerarquía es que podríamos girar, de la importancia de las imágenes para establecer una relación de la ciencia con el arte, a la importancia de las imágenes para establecer una relación del arte con la ciencia. Muchas prácticas actuales como el netart o el bioarte se desarrollan en ámbitos transdisciplinares que utilizan precisamente las conjunciones entre

---

**126** Paul Fishwick. *Aesthetic Computing*. (Massachussets: MIT Press, 2006), 25.

**127** Alain Renaud. *Comprender la imagen hoy. Nuevas Imágenes, nuevo régimen de lo Visible, nuevo Imaginario*, en “Videoculturas de fin de siglo”. (España: Cátedra Ediciones, 1990), 14.

**128** María González. *El sentido de la experimentación en ámbitos extra científicos* en “Arte y transdisciplina en México”. (México: Bioescenica, 2019), 28-33.

**129** *Ibid.*, 29.

estos modos y medios como puentes de cruce y disolución de fronteras. En este contexto se habla entonces de una “experimentación extendida” aquella que se ejecuta en los límites y que muchas veces tiene como objeto de experimentación la experimentación misma.

La imagen originada dentro de este proceso de “experimentación extendida” se apoya de las contradicciones y paradojas que la ciencia es incapaz de resolver, un ejemplo lo encontramos en la analogía hecha por Douglas Hofstadter entre Escher, Bach y el teorema Gödel, a través de las nociones de autorreferencia y reflexividad.

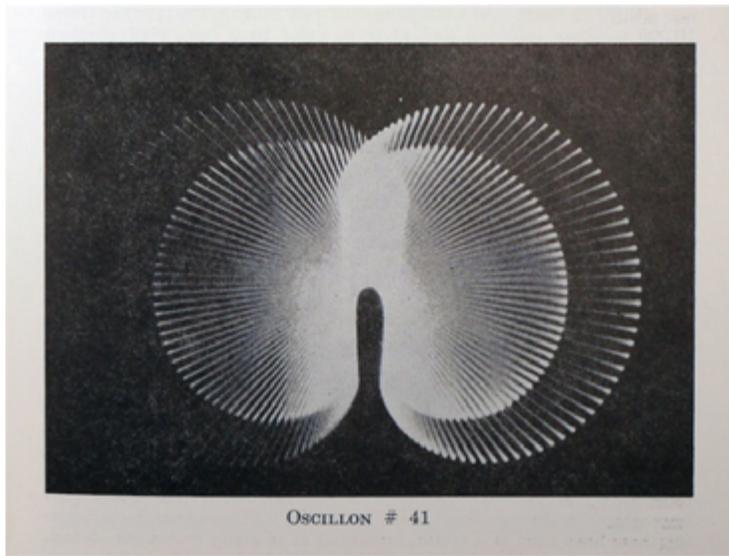


FIGURA 38. De la serie *Abstracciones electrónicas*. Ben Laposky, 1953.

Para Gödel el principio de autorreferencia interfiere con la completitud de sistemas axiomáticos fijos, esto es, que es imposible establecer una teoría elemental de los números a partir de la aritmética porque hay muchas fórmulas demostrables cuya negatividad es también demostrable a partir de la autorreferencia de las fórmulas a sí mismas,<sup>130</sup> la analogía que establece con Bach es a través de la llamada “Ofrenda musical”, creada a partir de improvisaciones que hizo Bach a una pieza dada por Federico El Grande, Hofstadter establece una improvisación de esa pieza improvisada que él llama un “Ofrenda metamusical”, así según Hofstadter, hay un ejercicio de autorreferencia, un tipo de laberinto armónico sin resolución en Bach al igual que en el paradigma formal de Gödel que es patente visualmente en

los grabados de Escher. Las imágenes de Escher, utilizan recursos formales para constituir espacios y realidades imposibles en la racionalidad geométrica, los espacios de Escher son por tanto imposibles en la realidad pero posibles dentro de los paradigmas de la geometría.

Las imágenes que emergen del arte parecen llenar los huecos de comprensión que la objetividad no es capaz de satisfacer, el arte puede volcarse a la especulación al igual que la ciencia pero sus fines se abren a la multiplicidad de resultados. Prueba de ello, el trabajo de Ben Laposky cuyas intenciones artísticas y formación matemática lo impulsaron a crear el primer gráfico por ordenador hacia 1953 (Figura 38, 39) utilizando y perfeccionando un osciloscopio; otro ejemplo es el de Harold Cohen que inventó el programa AARON (Figura 40) funcionando como el primer software computacional mediado por inteligencia artificial que partió de la premisa de ¿qué es una imagen? y ¿cuáles son las condiciones mínimas para llamar a las marcas hechas por una máquina como imagen?, todo esto mediante un trabajo colaborativo con Ed-

**130** Douglas Hofstadter. *Gödel, Escher, Bach: Una eterna trenza dorada*. (México: Consejo Nacional de la Ciencia y la Tecnología, 1982).

ward Feigenbaum en el departamento de Inteligencia Artificial de la Universidad de Standford. La tecnología influye en todos los panoramas de la imagen, así se puede hablar de una impor-

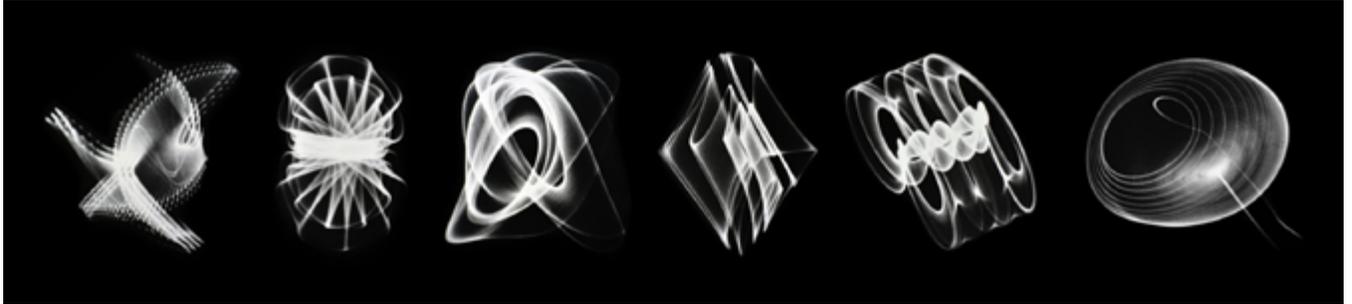


FIGURA 39. *Oscilaciones 4, 17, 45, 12, 21, 27*. Ben Laposky, 1953.

tante influencia de la informática, la telemática y la electrónica como nuevas rutas para el ejercicio de la subjetividad; parte de la producción artística se enfoca ahora a la creación de mundos virtuales, de simulaciones y de interactividad. El apego del arte a la tecnología ha propiciado un replanteamiento de su carácter estético, Claudia Giannetti afirma que es importante entender que la tecnología de la información, al orientarse en el fondo a la automatización de los problemas mentales, se acerca irremediabilmente a los problemas de la creatividad y la cognición humanas. El llamado Sistema Estético Formal no tiene como fin hacer interpretaciones y juicios de valor alrededor de las obras de arte, sino considerar a la información y a la tecnología como elementos clave para entender los procesos estéticos, apuntando “la naturaleza no exclusivamente física del proceso estético”.<sup>131</sup>



FIGURA 40. *AARON*. Harold Cohen, 1973

<sup>131</sup> Claudia Giannetti. *Estética Computacional*. (Barcelona: ACC L'ANGELLOT, 2002), 32-35.

Debido a lo anterior los artistas se ven inmersos en grupos de trabajo multidisciplinario y transdisciplinario colaborando a la par de desarrolladores de software computacional para sustentar su trabajo en las llamadas imágenes numéricas. La imagen numérica altera la relación moderna de la imagen con el objeto y el sujeto, desvanece las relaciones físicas y la representación de objetos y se abre paso a la simulación de mundos virtuales cuyo único antecedente es su proceso de síntesis basado en algoritmos, son imágenes completamente desconectadas de la realidad y ancladas en el lenguaje formal numérico.

En este sentido lo importante de la imagen numérica y lo que está más cerca de su cruce con la ciencia no es la forma sino la “morfogénesis” que está ligada con las nuevas relaciones que artistas, científicos y usuarios de dichas imágenes desarrollan con las interfaces de las máquinas. Una interesante relación entre imágenes numéricas generadas en el campo del arte y su estrecha relación con las disciplinas científicas es planteada por el investigador y artista Simon Penny, dicha relación arte-ciencia integrada a partir de la tecnología, dice Penny, se lleva a cabo en tres grandes ámbitos: un compromiso con la abstracción, la notación simbólica, y una noción del poder de aplicabilidad general.<sup>132</sup>

La primera premisa de compatibilidad, el compromiso con la abstracción, está referida al desarrollo de tecnología como un proceso de abstracción del mundo en lenguaje numérico computacional y de reducción de procesos a acciones consecutivas de tipo algorítmico, Penny alude a cómo el arte se monta en ese proceso de formalización del mundo como parte de su proceder subjetivo. La segunda, la notación simbólica tiene que ver con el uso de tecnología que se desarrolla con su propio lenguaje simbólico, si bien esta tecnología no fue desarrollada con fines artísticos sino militares (telégrafo, computadoras, web, drones, etc.) muchos de sus usos involucran la imagen, en este sentido el potencial de uso artístico puede ser exitoso a menos que se desconozca la intención inicial con la que esta tecnología fue creada, orillando al artista a un uso superficial como instrumento lúdico de creación de imágenes, a una constante frustración o a una limitación en el hardware si no asume que el gran potencial está en el manejo del lenguaje simbólico.<sup>133</sup>

La tercera premisa, la noción del poder de aplicabilidad general, exige del arte un cambio de orientación respecto a las obras, el arte debe tomar en cuenta, cuando utiliza tecnología avanzada para la creación de obra, que ésta requiere más que una actitud contemplativa del espectador, exige de él una entrada al juego del que también es parte el artista, así estas obras ya no se sustentan en una intención personal subjetiva que es lanzada al mundo para la libre interpretación, sino que hay todo un proceso de diseño y estudio alrededor de su exhibición y de su recepción indispensables para la continua participación y juego entre la obra y el usuario. La imagen generada desde una morfología tecno científica ha cambiado la fundamentación de la cultura de un orden óptico-representativo por uno numérico de las interfaces, esto quiere decir que ahora, por la imagen, la ciencia tiene que buscar cómo hacer más eficiente la relación entre el humano y las máquinas.

---

**132** Simon Penny. *Experiencia y abstracción, las artes y la lógica de la máquina*. (Buenos Aires: ESPACIO, Fundación Telefónica, 2010), 118-139.

**133** *Ibidem*.

Las interfaces humano-máquina permiten una participación en la imagen, que domina todos los estratos de la vida común de la cultura occidental. Experimentar y ser partícipe de la imagen es esencial para la comunicación interhumana y ejecutarlo mediante la interfaz pone en el mismo plano a la biología y a la tecnología, por tanto a la cultura en relación con ambas.<sup>134</sup> Para pensadores como Vilém Flusser pensar la cultura requiere de un nuevo enfoque sociológico, en el que se considera a la imagen como el centro de la estructura social, donde “las personas no se agrupan alrededor de un problema, sino de imágenes técnicas”.<sup>135</sup>

### 3.2 Cuarta dimensión y fotografía, una relación a partir de la luz.

**H**asta aquí parecería que hemos abandonado una de las columnas vertebrales de esta investigación, la luz, pero en realidad hemos considerado dejarla al final porque la luz es la esencia de la fotografía así como el elemento primordial para la percepción visual del espacio. La luz al igual que el espacio ha sido uno de los conceptos desarrollados paralelamente como objeto de investigación de la ciencia así como temática del arte, su estudio evoca gran parte de la reinterpretación de la pintura a finales del siglo XIX y el objeto de investigación de importantes ramas de la ciencia como la óptica o el electromagnetismo en la misma época.

Lazlo Moholy-Nagy elaboró toda una teoría estética de la luz como un elemento fundamental del arte que encuentra en medios como la fotografía y el cine su máxima expresión, para él “cualquier arte adquiere sentido en la medida en que refleja la luz”.<sup>136</sup> Nagy consideró a la fotografía como un medio autónomo que necesita una exploración profunda de su esencia. Esta exploración es la que Filiberto Menna propone como una forma de llevar a la fotografía a una práctica analítica, es decir “una reducción del medio a los datos más simples” en este caso, el rastro dejado por la luz sobre una superficie fotosensible, los llamados fotogramas popularizados a principios del siglo XX por Man Ray y el propio Moholy-Nagy son una forma de ver el medio fotográfico a partir de su esencia lumínica, reduciendo su carácter icónico y por tanto representativo.

Con respecto al espacio, no hay nada del mundo que no sea percibido gracias a la acción de la luz, cuando la luz encuentra en su camino un cuerpo opaco se produce la sombra que podría decirse constituye, no la ausencia de luz, sino más que nada un complemento, al evidenciar la materialidad de los objetos, queda también al descubierto su tridimensionalidad. Si bien, podríamos entender solo dos polos, digamos la luz total y la oscuridad total, hay entre ellos

<sup>134</sup> Claudia Giannetti. *Reflexiones acerca de la crisis de la imagen técnica; la interfaz humano-máquina, la acción y el juego*, en “El medio es el diseño audiovisual”, ( Buenos Aires, 2009), 390.

<sup>135</sup> Vilém Flusser, *Hacia el universo...* 49.

<sup>136</sup> Lazlo Moholy-Nagy. *El arte de la luz*, (Madrid: La Fábrica, 2005), 19.

una gama de claroscuros de los que depende la percepción del volumen, posición, distancia y el tamaño de los objetos como marcos de referencia para entender el espacio tridimensional, la escala de grises es un sistema ordenado y gradual que cubre un rango limitado de valores de luminosidad que incluye el blanco, el gris y el negro. Si solo nos apegamos a los extremos de la luz total y su contraparte la oscuridad total, entonces nos enfrentamos a la adimensionalidad, a la pérdida de valores perceptuales visuales y por tanto a la ceguera frente al espacio, percibir nuestro mundo tridimensional es así un condicionamiento de la mirada a la medianía de los grises.

Frente a la ceguera ya sea por luz u oscuridad, la percepción del espacio pasa a tener lo que María M. de Pisón llama una cualidad virtual,<sup>137</sup> en la que el espacio deja de ser percibido para volverse una construcción mental, “tanto la luz cegadora como el abismo de la negrura, en su radicalidad, pueden intensificar la capacidad perceptiva de la conciencia al negar nuestra conciencia perceptiva del mundo”<sup>138</sup> Pisón recurriendo a Merleau Ponty apunta:

Cuando, por ejemplo, el mundo de los objetos claros se encuentra abolido, nuestro ser perceptivo, amputado de su mundo, dibuja una espacialidad sin cosas. Es lo que ocurre de noche. La noche no es un objeto delante [...] Ya no me escudo en mi puesto perceptivo para ver desfilas desde allí los contornos de los objetos a distancia. La noche no tiene contornos.<sup>139</sup>

Sin embargo, el espacio que aún es percibido mediante la referencia objetual, puede ser un espacio engañoso porque la luz no siempre es un elemento uniforme y porque la manera en que esta es bloqueada, filtrada, reflejada o refractada por ciertos materiales u objetos, condiciona o altera la percepción real “física” del espacio. Así, sin marcos de referencia puede haber espacio infinitos cerrados, como los creados por un ciclorama de fotografía o los recreados en las obras de James Turrell.

La luz es importante para la construcción del cuerpo de obra que acompaña esta tesis, porque es mediante ella que se lleva a cabo un ejercicio de construcción del espacio tridimensional y es a través de ella que se propone una reducción del espacio tetradimensional, así se conjuntan un espacio conceptual y una práctica autoreflexiva de la fotografía, sus alcances y limitaciones, como medio de interpretación tanto de conceptos lumínicos como espaciales.

---

**137** María Martínez. *Luz y no-luz: Preámbulo a los proyectos del laboratorio*. En línea: <http://laboluz.webs.upv.es/luz-y-no-luz-preambulo-a-los-proyectos-del-laboratorio/> Consultado el 18 de marzo del 2018.

**138** *Ibidem*.

**139** *Ibidem*.

### 3.3 Luz y tetradimensionalidad en el espacio fotográfico.

#### Proyecto fotográfico

Ha sido mi interés a lo largo de esta tesis establecer una relación entre el espacio tetradimensional o cuarta dimensión y la fotografía, a la par de esta búsqueda he desarrollado un cuerpo de obra que refleja mi proceso de investigación, que para mí, es a la vez un proceso creativo. Es claro que mi trabajo ha girado en torno a un concepto muy grande, el espacio, pero mi interés por éste nace precisamente por la fotografía y su relación con la luz, ya que gracias a la luz podemos percibir el espacio tridimensional y gracias a la fotografía podemos hacer una interpretación del espacio en la adimensionalidad de los datos. En esta relación espacio, luz y fotografía, se dan ciertas ideas que parecen ceñir a la práctica fotográfica a un solo objetivo, una fotografía técnicamente buena. Es común escuchar en el medio fotográfico que no se puede o no se debe trabajar con la luz de medio día, porque es dura, porque quita profundidad, porque exagera el contraste, porque es poco estética. Y sin embargo este tipo de luz estelar (la luz del sol de mediodía) es la que se ha elegido para construir el siguiente cuerpo de obra, no por ir contra de lo que técnicamente es ideal, sino porque el resultado de trabajar con dicha luz nos da a nivel fotográfico una escala de grises completa, es decir, aquella que incluye sus extremos radicales: el blanco y el negro.

Debo confesar que he pasado horas y horas observando la luz del día, los periodos temporales que requiere la sombra formada por un objeto, que recibe la acción del sol, para percibir un cambio de inclinación; las estaciones del año donde esta luz incide verticalmente sobre la tierra o en qué periodos se puede observar sin interrupciones climáticas (nubes, aire). Parece paradójico, que al final las tres primeras partes de la obra realizada sean resultado de un trabajo que sólo pudo llevarse a cabo de las 12 a las 2 de la tarde en invierno del año 2016 y 2017 en lugares específicos del pueblo de Metepec, Estado de México, lugares que tenían como característica, el ser muy abiertos y sin presencia de árboles o construcciones que pudieran ser reflejadas por los materiales utilizados (espejos). Todo lo anterior me condujo a una intensa exploración de lugares idóneos para trabajar, de estudio y selección de prototipos geométricos a construir, de selección de materiales y de superar ciertas limitaciones, algunas de las cuales son el hecho de que no se pueda hacer esta obra en otro periodo del año (porque hay interrupciones climáticas), que no pueda ser realizada en otra hora del día (porque la luz incide sobre la tierra con una inclinación insuficiente o muy prolongada), en otros países (ya que me di cuenta en mi intercambio a la ciudad de Valdivia Chile, que ahí la luz del sol no es del todo vertical ni se presenta a las 12:00 horas, por ser una región muy pegada al cono sur) o en un tiempo límite (algunas de las piezas que se construyeron en las series tenían que ser fotografiadas en un lapso no mayor a 40 minutos antes de percibir una deformación de la sombra).

Así las siguientes series fotográficas se encaminan a poner en práctica una de las premisas de esta tesis que ya hemos discutido anteriormente, la capacidad de conformar una imagen de la cuarta dimensión a través de la fotografía y que ésta sea proyectada como modelo.







### 3.3.1 Series

# EL ESPACIO FÍSICO TRIDIMENSIONAL

Esta primera serie pretende hacer una exploración del espacio, entendido aquí como un espacio físico tridimensional, que si puede ser percibido y vivido mediante la acción de la luz solar. Su objetivo es evidenciar la susceptibilidad de alteración del espacio a partir de la radicalidad de la luz, es decir, si hay una luz total o el negro absoluto de la sombra, la percepción del espacio se altera, en una especie de creciente ceguera que no nos permite verlo claramente. Esto es evidente al confrontar, esta acción de la luz sobre el espacio, frente a la cámara fotográfica. A diferencia de lo que dice María M. de Pisón acerca de “la luz cegadora como el abismo de la negrura, en su radicalidad, pueden intensificar la capacidad perceptiva de la conciencia” esta serie plantea el ejercicio de poner esa ceguera por radicalidad de luz frente a la intermediación del aparato, en este caso, la cámara fotográfica no puede llevar a cabo dicho proceso de extensión de la conciencia, en su lugar puede llevar a cabo un proceso de interpretación de la luz dentro de los parámetros técnicos que han sido predeterminados en el aparato, así en dicho proceso de interpretación, la radicalidad lumínica provoca un estímulo luminoso en forma de bandas blancas y negras, una especie de ceguera de información que por momentos anula la imagen en su totalidad.

La realización de esta serie parte de la selección de tres espacios, que comparten la característica de estar abandonados en “obra negra” (Figura 41). De estos espacios se ha hecho lo que en arquitectura se llama un levantamiento de planta, primero sobre papel y posteriormente sobre espejos, estos son utilizados como una forma de redirigir los rayos de luz solar hacia el lente de la cámara. Como lo comentamos al inicio de este apartado, a la par de este proceso se ha hecho una exploración de la luz solar, tanto de su

ángulo de incidencia así como del tiempo que le lleva recorrer los espejos de extremo a extremo.

El resultado: tres videos de 40, 35 y 45 minutos, los cuales se han acoplado en un solo video al que se le ha modificado la velocidad, para que corra en un lapso total de 2 minutos. Por tanto, el video final muestra tres espacios que presentan distintas variaciones de luz de acuerdo al plano trazado sobre los espejos (Figura 42) y una serie fotográfica compuesta de 6 imágenes (Figura 43).

Podemos apreciar que en las imágenes 1, 2 y 3 que reflejan directamente la luz del sol frente a la cámara (Figura 43) presentan una anulación del espacio circundante, ese tipo de ceguera en presencia de la luz radical, que por momentos anula la profundidad de la imagen. En comparación con las imágenes 2, 3 y 4 que permiten tener una mejor apreciación del espacio que rodea de los objetos y una escala de grises completa.

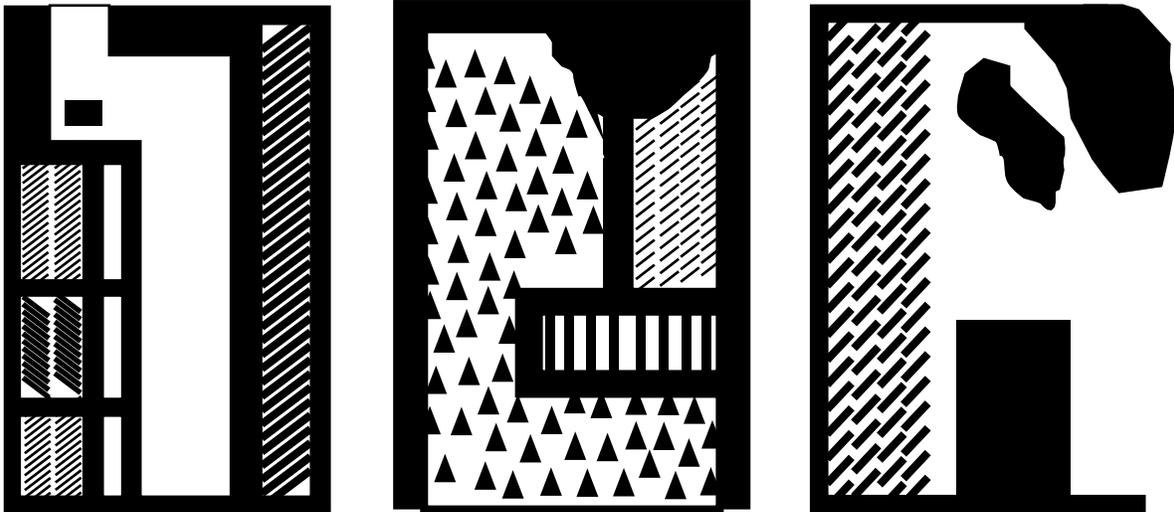


FIGURA 41. Levantamiento de planta de espacios en obra negra

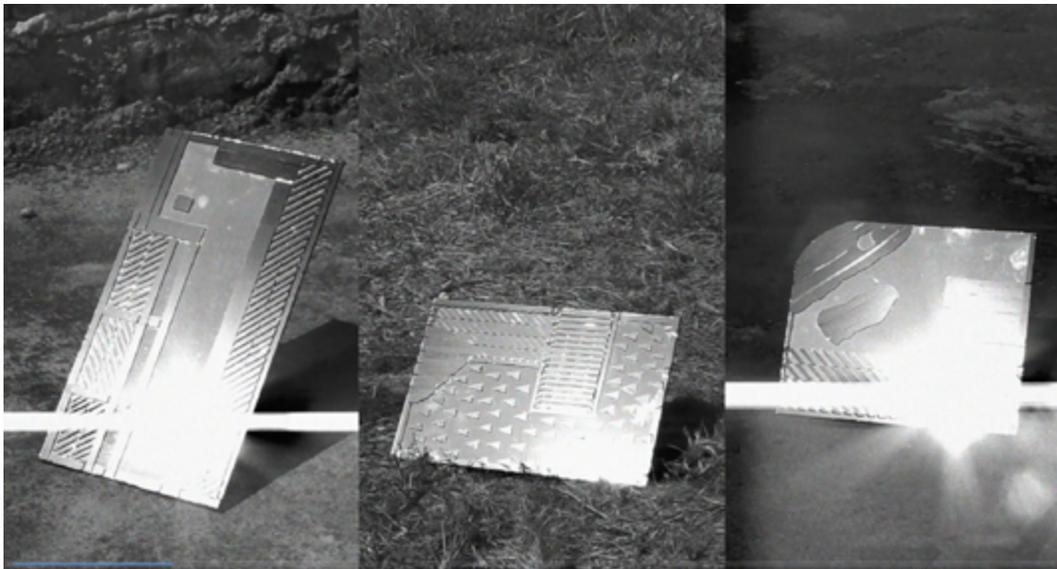
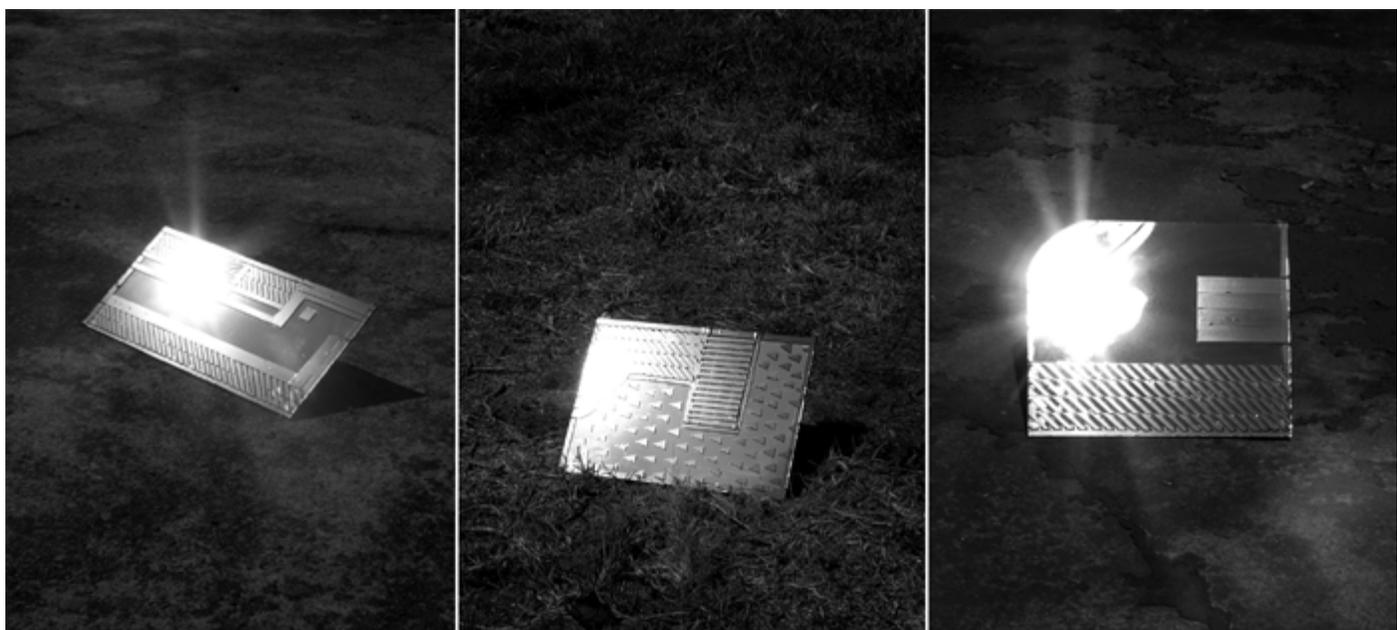


FIGURA 42. Video: *EL ESPACIO TRIDIMENSIONAL*



---

FIGURA 43. Serie *EL ESPACIO TRIDIMENSIONAL*, Imagen 1, 2 y 3

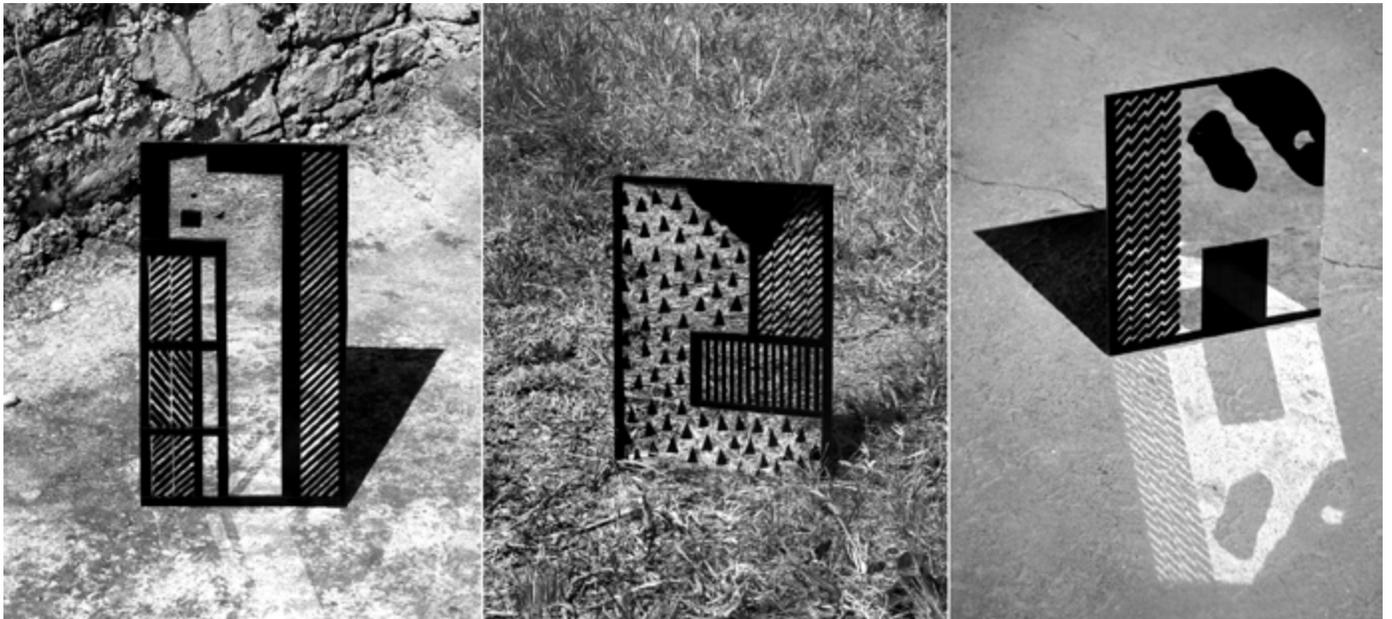


FIGURA 43. Serie *EL ESPACIO TRIDIMENSIONAL*, Imagen 4, 5 y 6

# EL ESPACIO MATEMÁTICO

El escritor Edwin Abbott en su libro “Flatland” plantea la dificultad que implica comprender dimensiones superiores a la nuestra, esto lo ejemplifica en la forma en que una figura bidimensional se enfrenta al concepto de tridimensionalidad representado por una esfera. Al igual que Graham David Finch que propone explicar la cuarta dimensión mediante dimensiones inferiores, Abbott se encamina a hacer lo que él llama una “reducción dimensional”. Esto es entender el comportamiento de una dimensión superior reduciendo sus características a signos perceptibles en la tridimensionalidad. Como ejemplo propongo la siguiente imagen (Figura 44), esta imagen muestra la reducción a dos dimensiones de una figura tridimensional, si eso lo trasladamos a nuestro mundo tridimensional, nuestra sombra generada por el sol, es un tipo de proyección ortogonal y de reducción de nuestro volumen a la bidimensionalidad de la sombra.

Así para hacer un primer acercamiento al concepto de cuarta dimensión sugiero la siguientes series que consisten en construir, en nuestro espacio tridimensional, dos piezas (Figura 47 y 50). Éstas piezas están basadas en la forma tridimensional que se consigue al hacer una proyección ortogonal de un hipersólido o figura tetradimensional. En este proceso es importante la luz del sol de medio día, esta luz nos permite fragmentar la pieza, y hacer del reflejo solar una analogía de la cuarta dimensión. Por último, cada figura es cubierta con espejos con la intención de mimetizarla en el espacio, para poder percibir de forma clara la sombra que ésta proyecta sobre el suelo, buscando que la tridimensionalidad de la pieza misma se vuelva a “reducir” a la bidimensionalidad de su sombra.

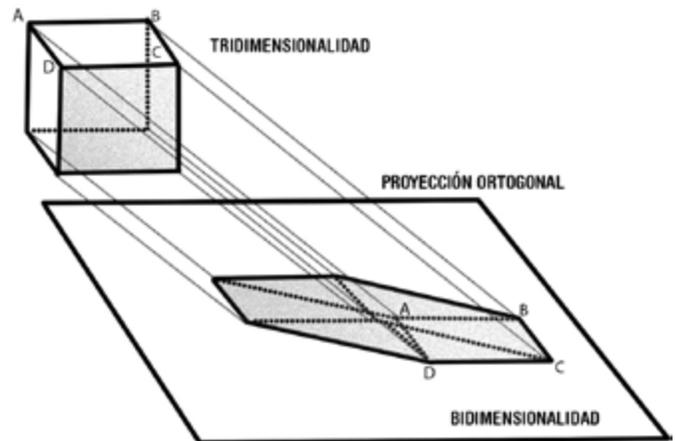


FIGURA 44. *Proyección ortogonal de un cubo.*

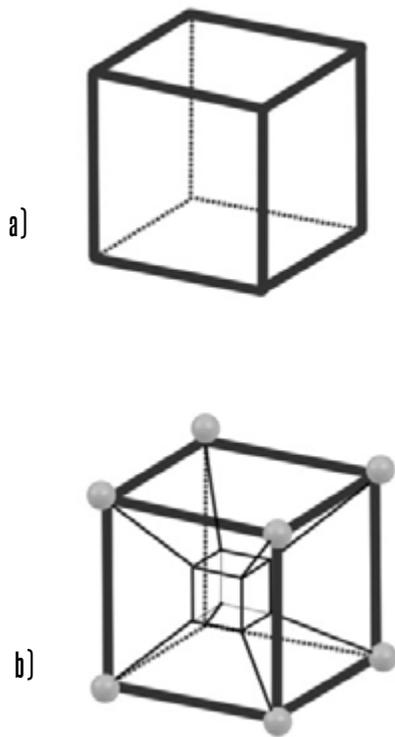


FIGURA 45. a) *Cubo y su análogo tetradimensional,*  
b) *hipercubo en 3D.*

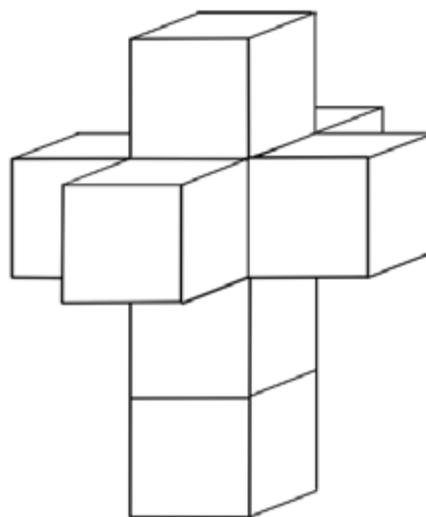
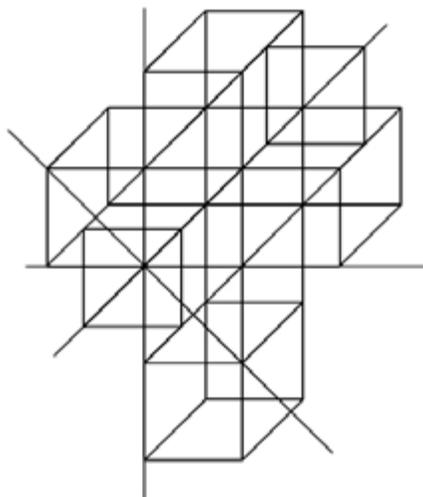
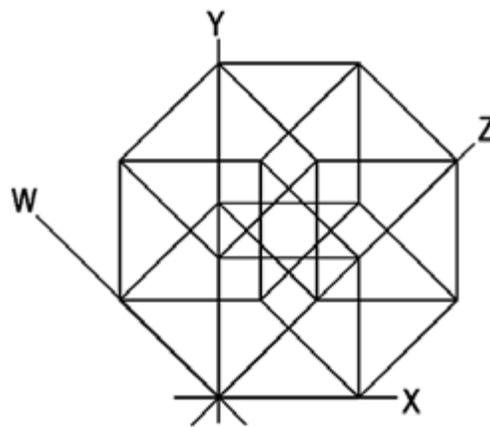
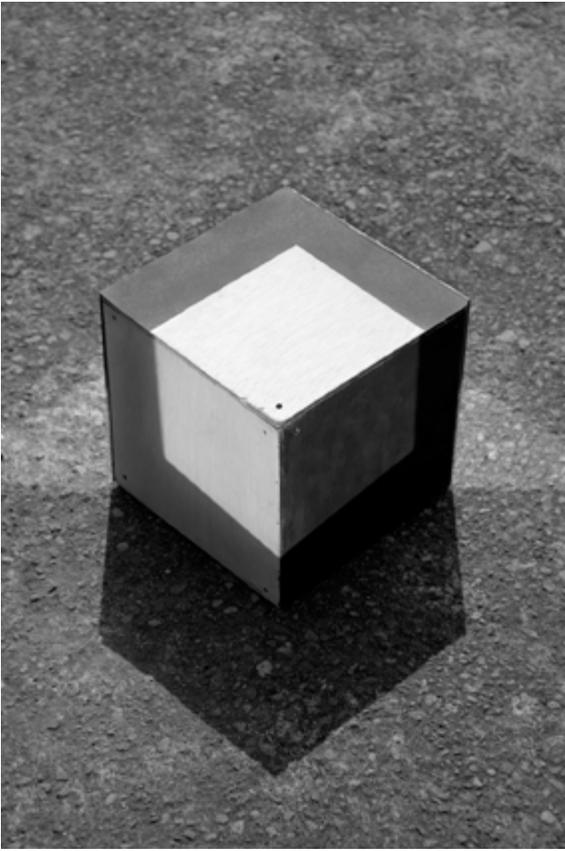


FIGURA 46. *Desenvolvimiento de un Cubo hasta la Cruz tridimensional o Tesseracto utilizando la proyección de Bragdon*

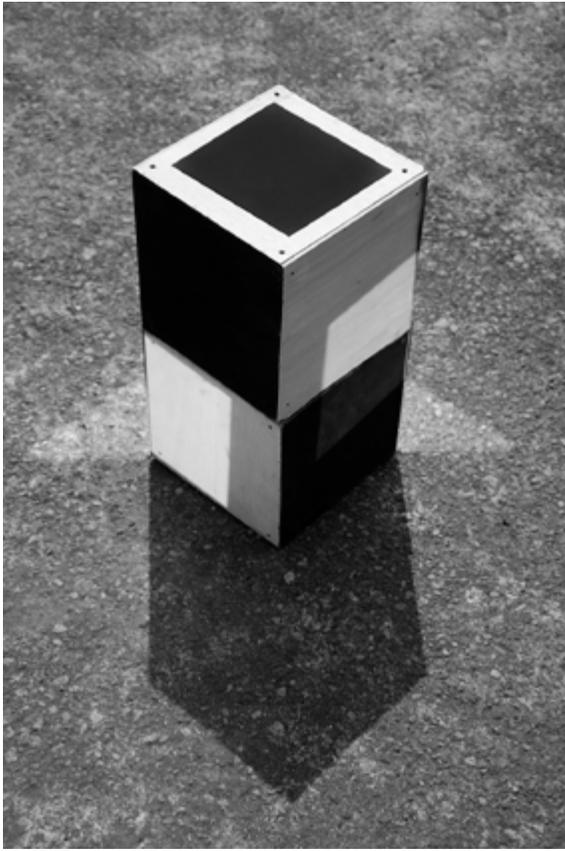
## TESERACTO

En la primera serie llamada Tesseracto y compuesta por 8 imágenes (Figura 47), se muestra lo que en geometría proyectiva se define como el proceso de desenvolvimiento de un hipercubo hasta la Cruz tridimensional o Tesseracto (Figura 45 y 46). En la imagen 1 de la serie, se puede apreciar un cubo sólido que da la ilusión de contener otro cubo que es formado por el reflejo de la luz, consecuentemente en las imágenes 2, 3 y 4 se hace una analogía de este desenvolvimiento hasta obtener el Tesseracto de la imagen 5. Este Tesseracto va mimetizándose (imagen 6, 7 y 8) con el espacio hasta la bidimensionalidad de su sombra, el proceso transcurre en el lapso de 40 minutos donde la luz del sol incide perpendicularmente sobre la pieza.

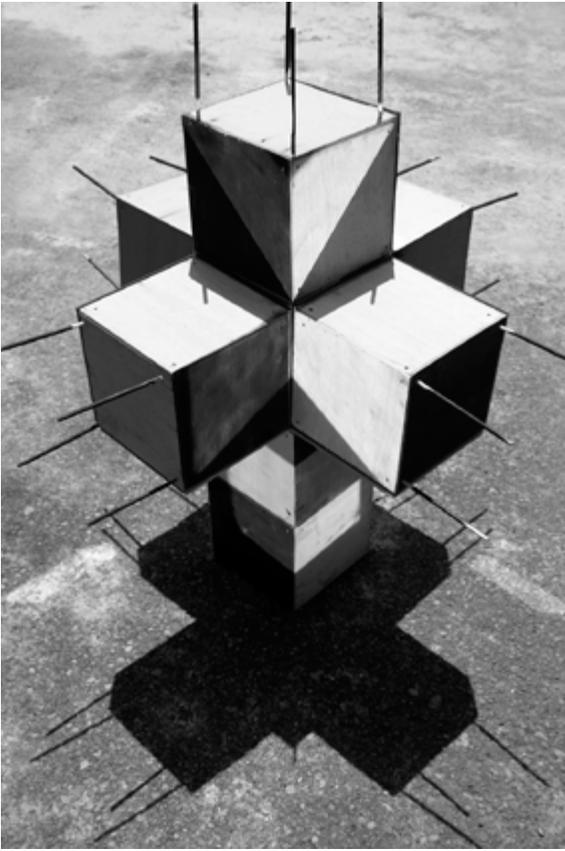
1



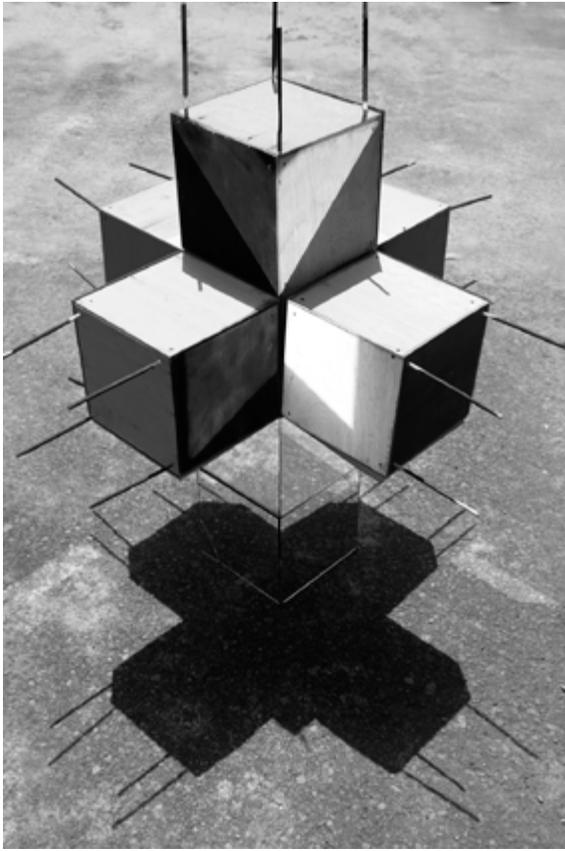
2



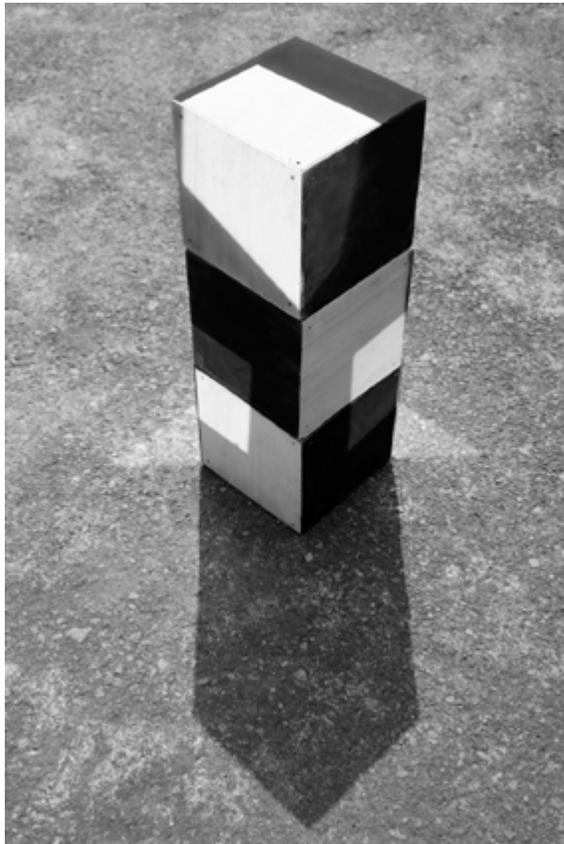
5



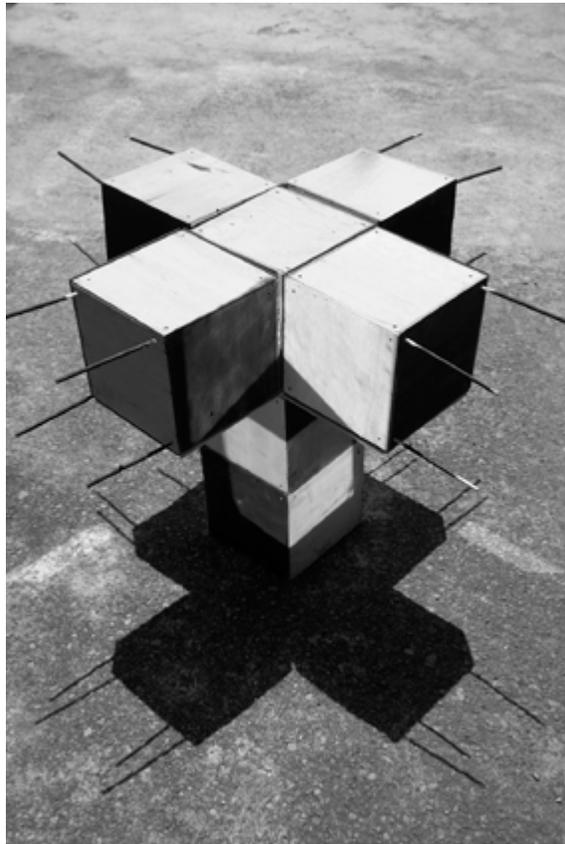
6



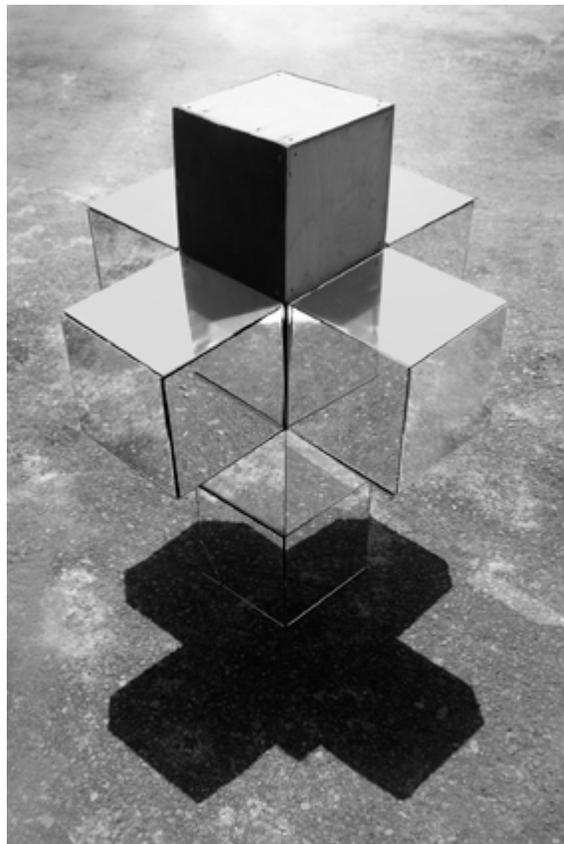
3



4



7



8

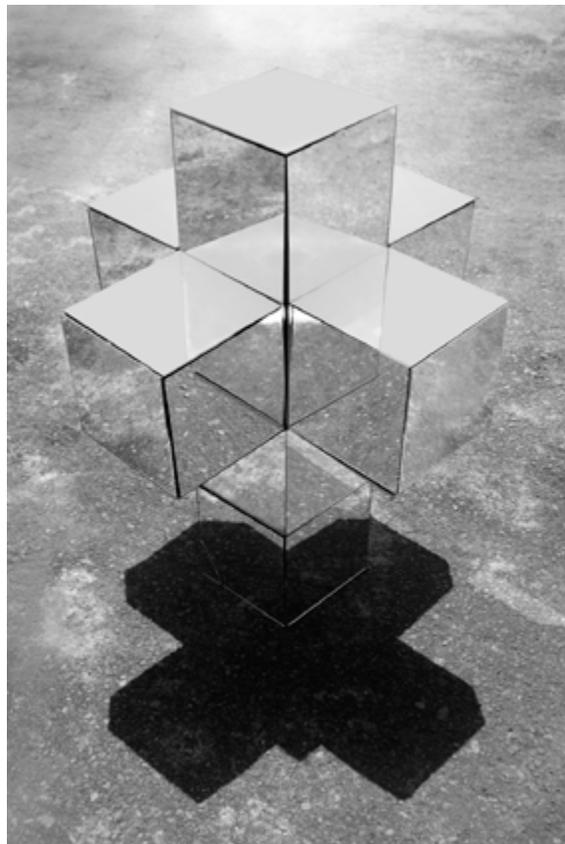


FIGURA 47. Serie *TESERACTO*

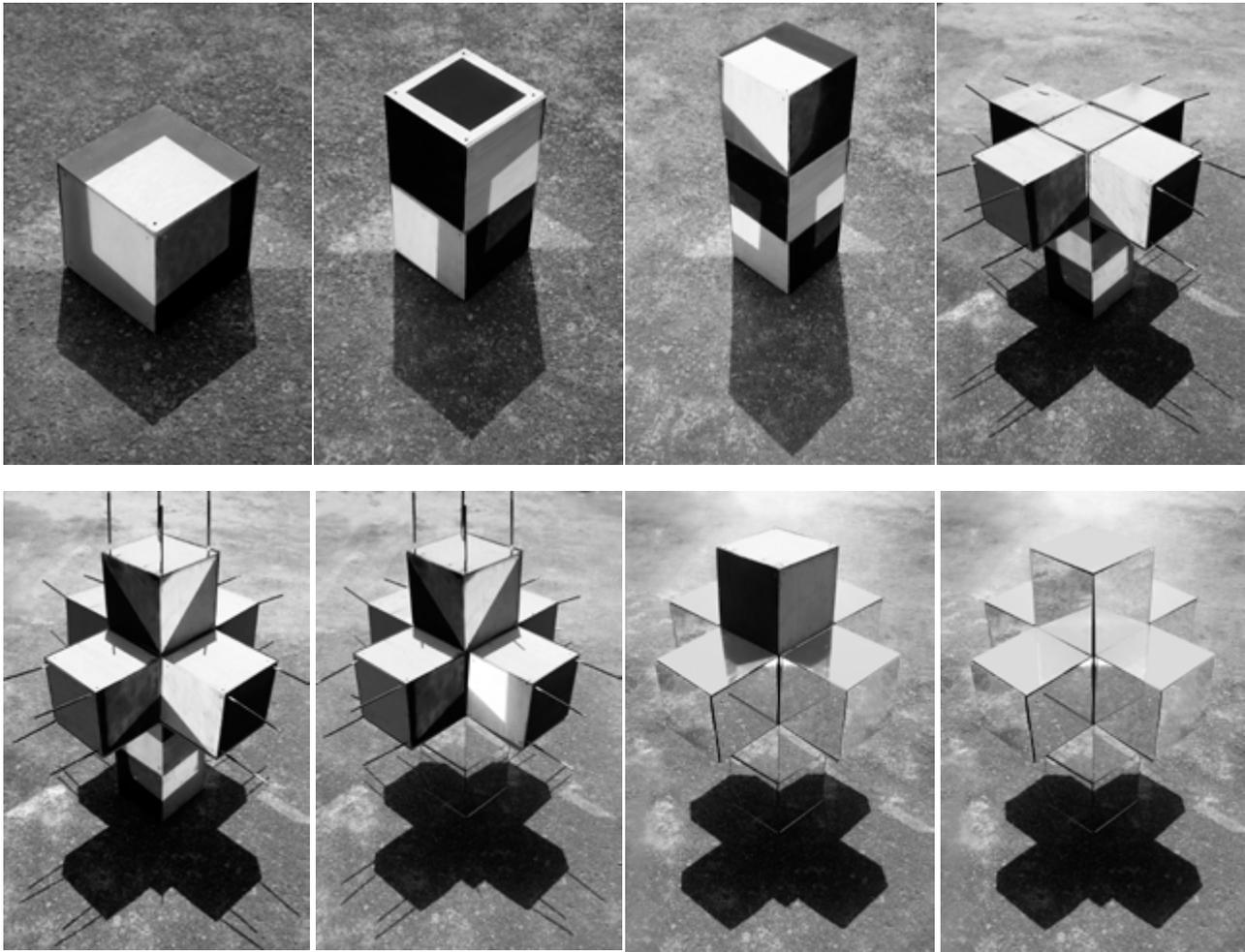


FIGURA 47. Serie *TESERACTO*

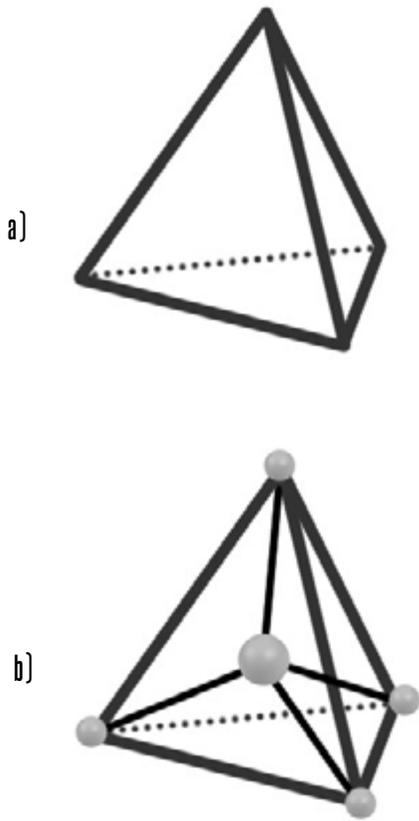


FIGURA 48. a) Tetraedro y su análogo tetradimensional, b) Pentácoron.

# PENTÁCORON

La segunda serie llamada Pentácoron y que consiste de 7 imágenes (Figura 50) muestra una analogía del desenvolvimiento de un Tetraedro hasta un Pentácoron (Figura 48 y 49). En la imagen 1 se puede apreciar un tetraedro que da la ilusión de contener otro tetraedro formado por el reflejo de la luz, consecuentemente en las figuras 2, 3, y 4 se hace una analogía de este desenvolvimiento hasta obtener un Pentácoron que posteriormente va mimetizándose con el espacio (imagen 5 y 6) hasta reducirse a su sombra bidimensional (imagen 7). Dicho proceso transcurre en el lapso de 40 minutos donde la luz del sol incide perpendicularmente sobre la pieza.

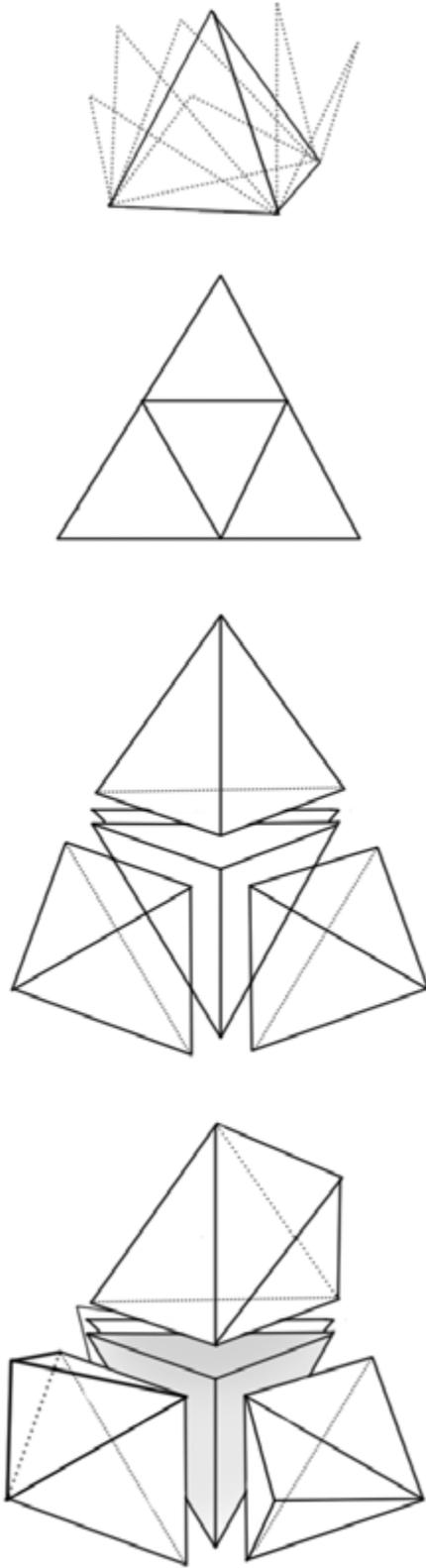


FIGURA 49. *Desenvolvimiento de un Tetraedro hasta un Pentácoron.*

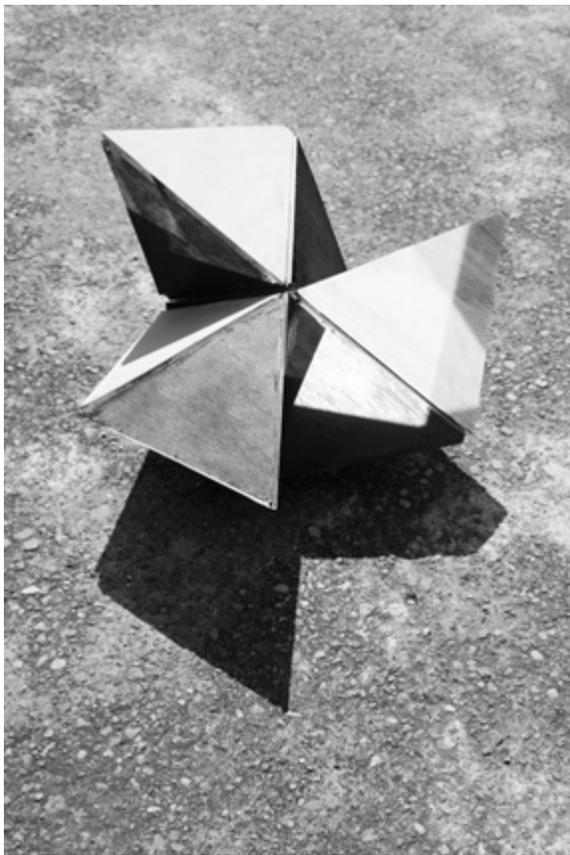
1



2



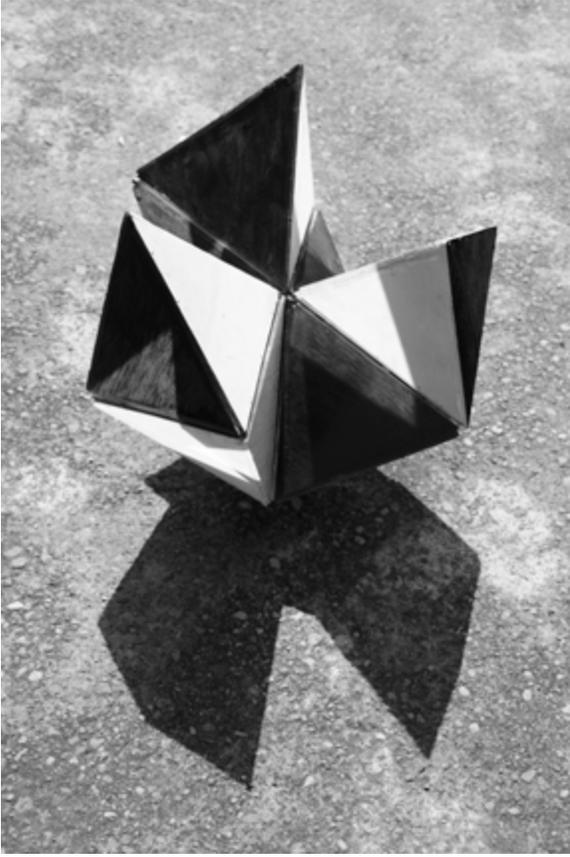
3



---

FIGURA 50. Serie *PENTÁCORON*.

4



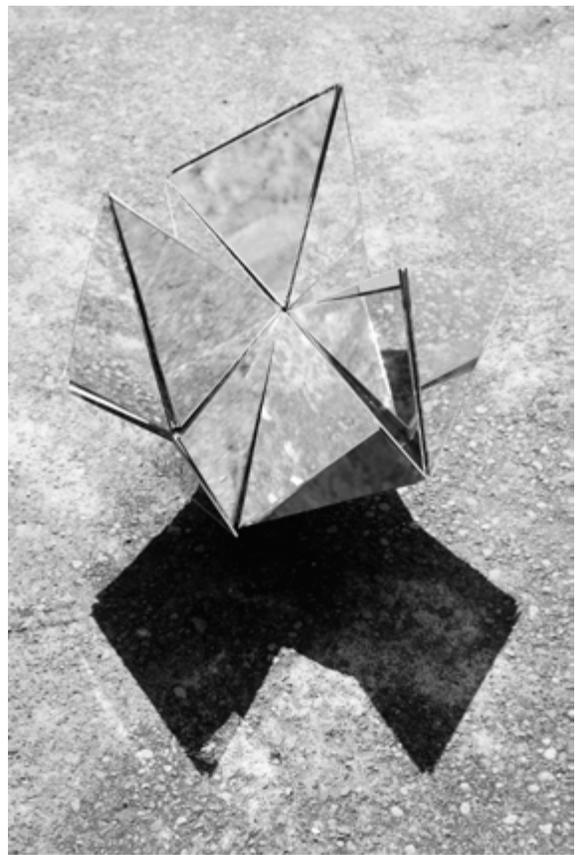
5

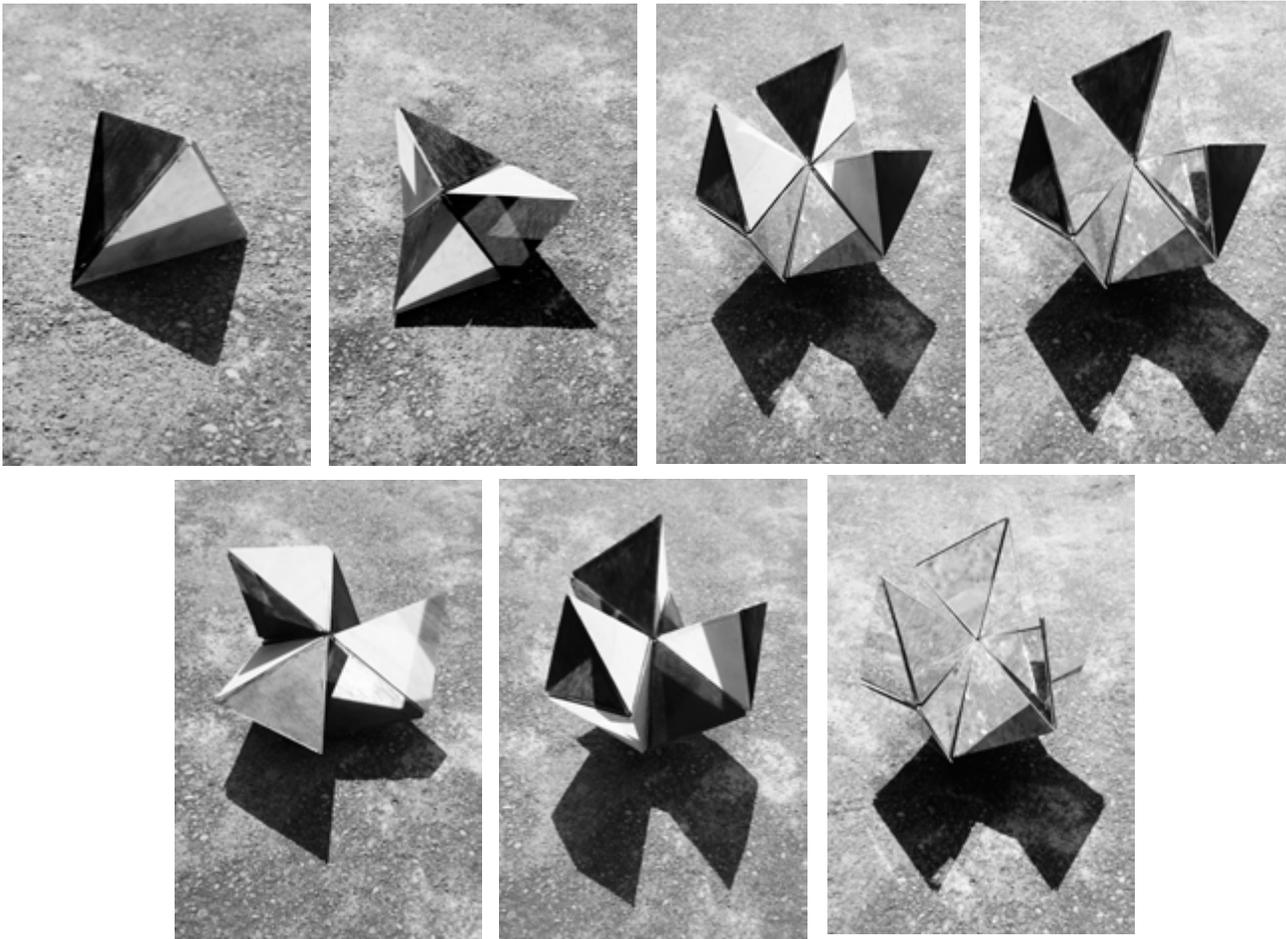


6



7





---

FIGURA 50. Serie *PENTÁCORON*.

# EL ESPACIO EXPERIMENTAL

La cuarta dimensión ha sido explicada por las matemáticas a través de proyecciones geométricas, sus aproximaciones desde el arte tratan, como nosotros lo hemos hecho anteriormente, de trabajar con dichas proyecciones y de cierta forma seguir el proceso racional de la geometría. En esta serie recupero uno de los esquemas utilizados para hacer estudios de hiperpoliedros que han servido tanto en el campo de la geometría como del arte (Figura 51) Pero mi intención no es la construcción racional de hiperpoliedros, pues como hemos dicho anteriormente, el concepto de cuarta dimensión no puede ser comprendido en imágenes, por lo cual mi interés está encaminado a un proceso de experimentación con estos modelos, aplicados en nuestro espacio tridimensional.

Este proceso de experimentación no busca ceñirse a un resultado concreto y formalmente validado sino a la aprehensión del espacio tridimensional, utilizando la geometría tetradimensional fuera de su lógica matemática. Considero de suma importancia esta serie fotográfica ya que en ella trato de desprenderme de una necesidad de comprensión del concepto para inclinarme a un proceso de experimentación no sólo con el espacio sino también con los materiales, el aparato fotográfico, la luz y las imágenes que fundamenta la cuarta dimensión dentro del terreno de las matemáticas.

A partir de lo anterior utilizo el esquema de estructuración de hiperpoliedros que consiste en una proyección cartesiana de cuatro ejes que sirven como base para crear estructuras tridimensionales al azar que interactúen con la luz. Tres de esos ejes equivalen a materiales cuya opacidad alude a la escala de grises, es decir son negros, blancos y grises y el cuarto eje será la sombra que estos materiales

proyectan sobre el suelo gracias a la acción de la luz solar. De esta intervención en el esquema geométrico se construyen piezas que son puestas bajo la acción de la luz solar de medio día y de las cuales se hace un registro en video e imagen. El resultado, una serie de 6 esquemas (Figura 52) y seis estructuras e imágenes fotográficas (Figura 53) que muestran las piezas materiales fusionadas con la sombra, una especie de estructura cambiante que sólo existen bajo la luz del sol.

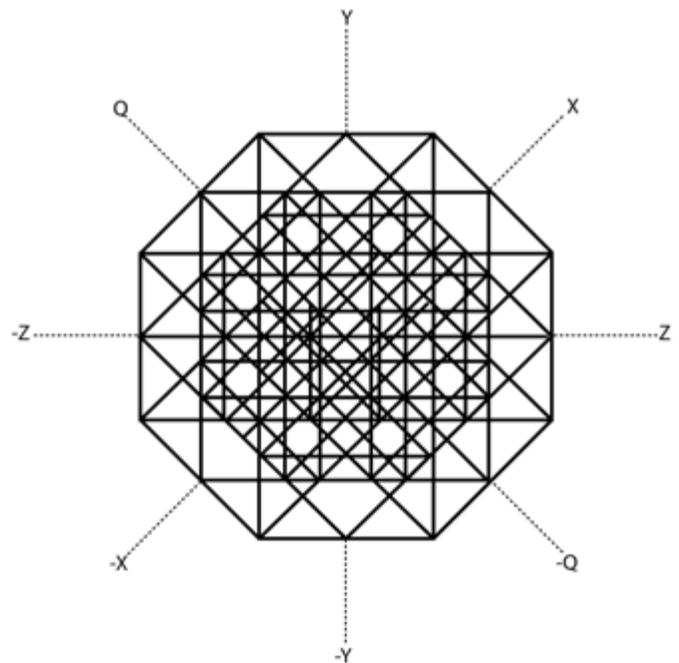
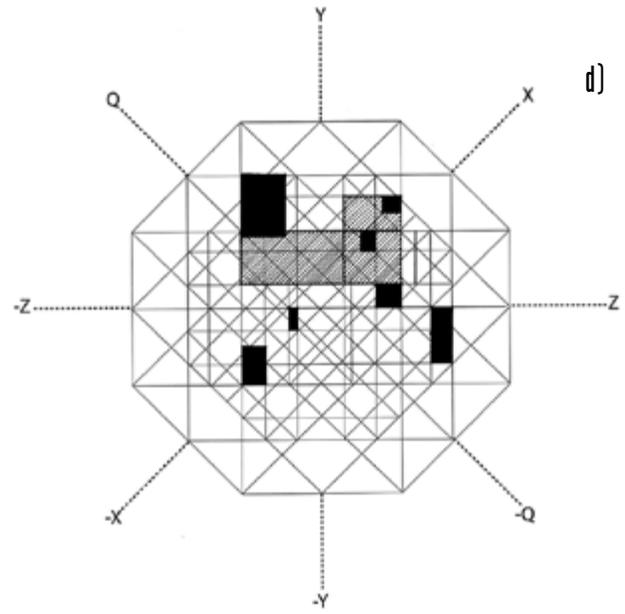
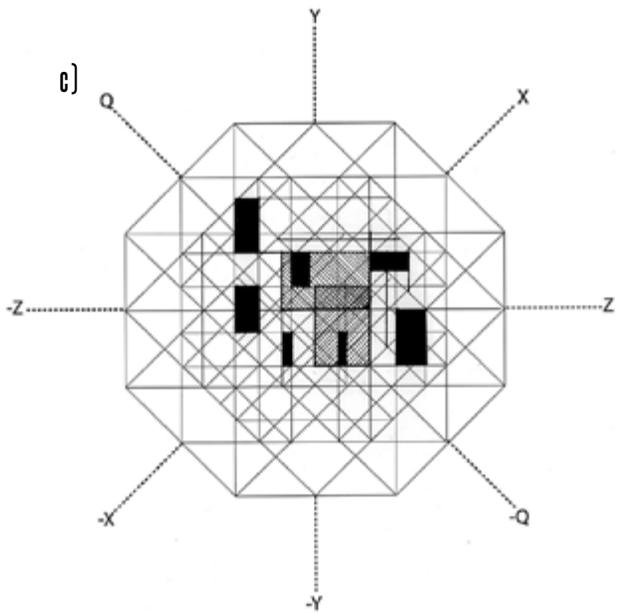
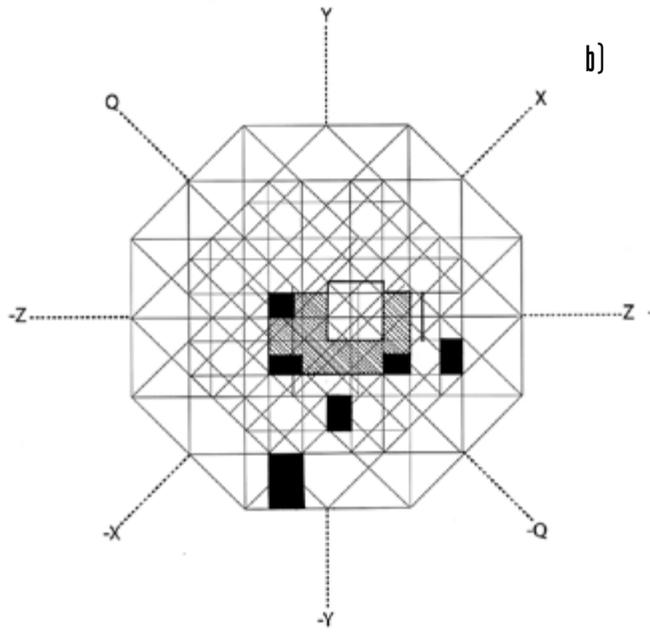
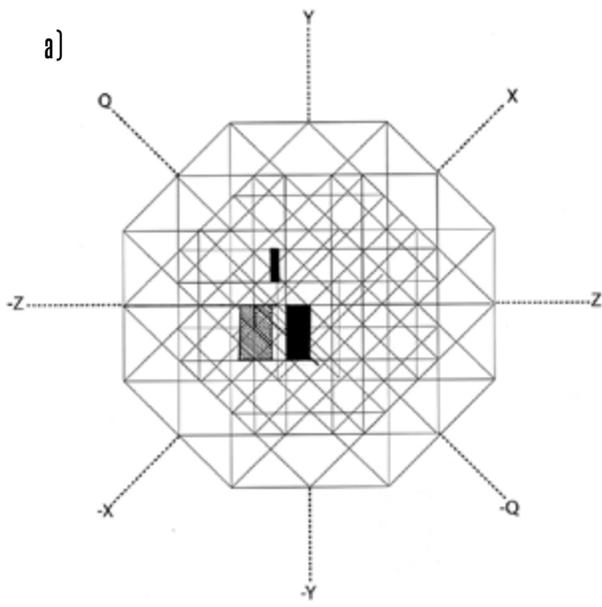


FIGURA 51. Estudio de hiperpoliedros en geometría plana.



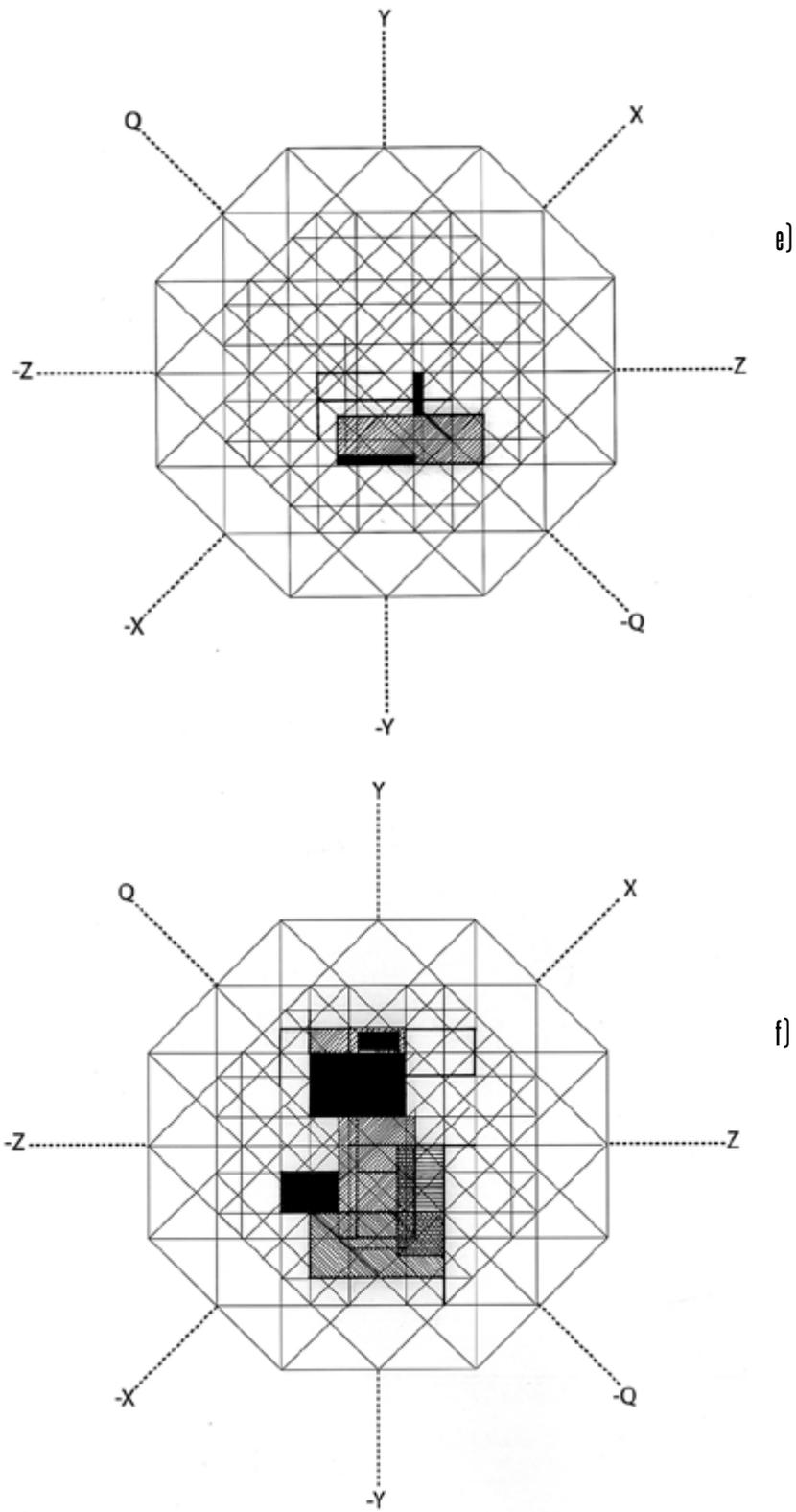
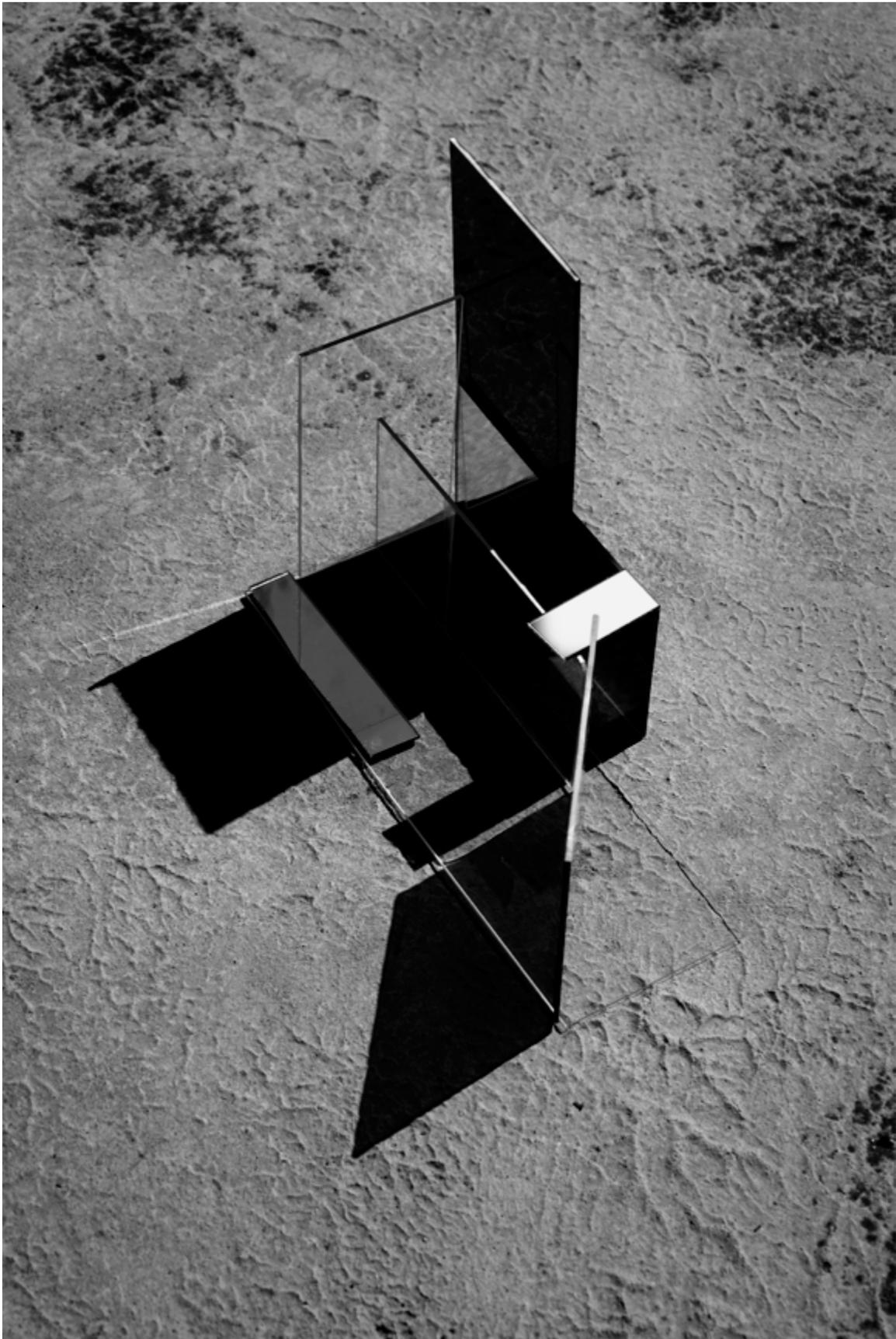
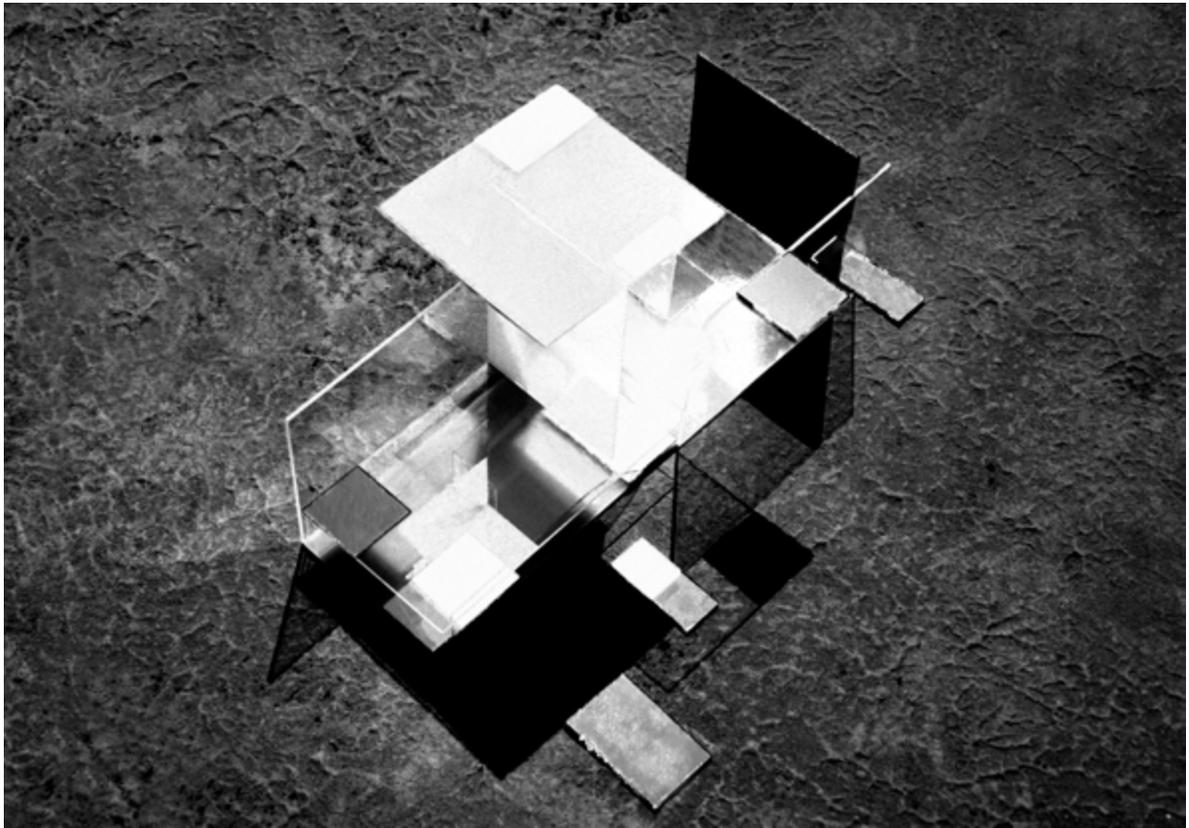


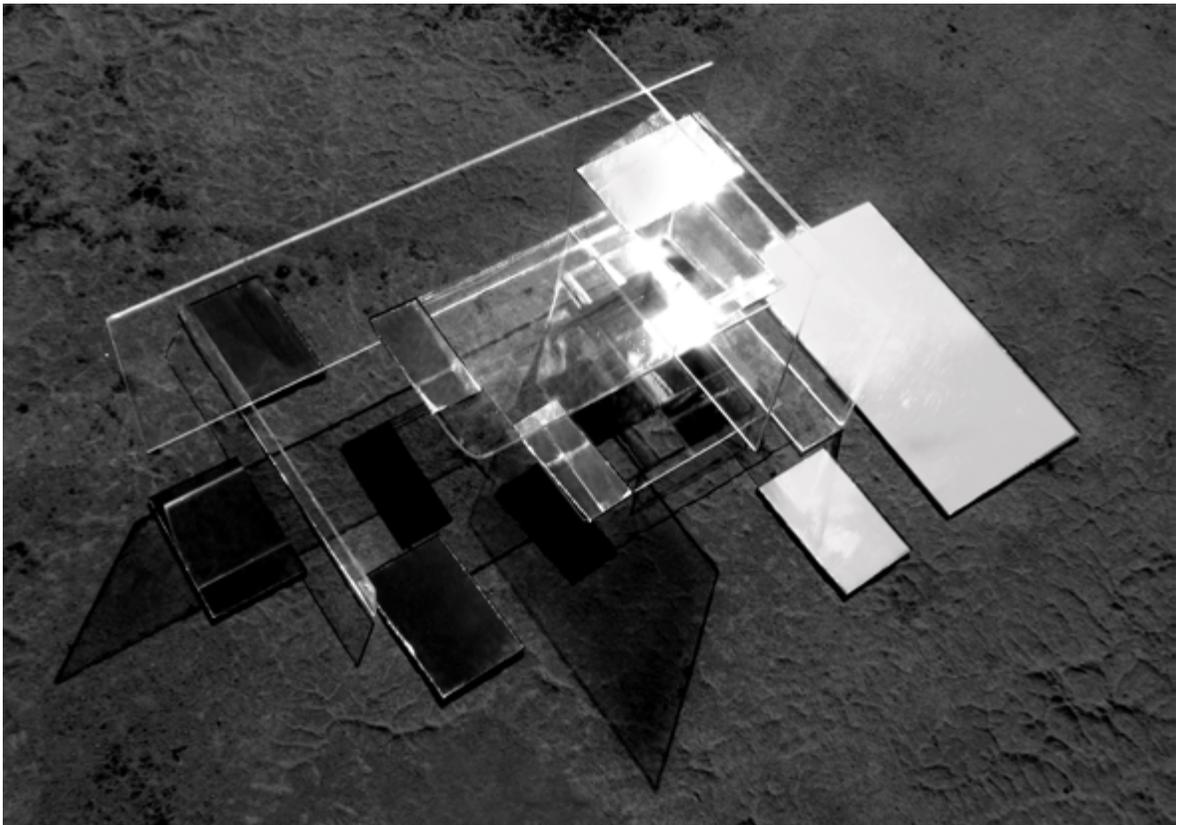
FIGURA 52. *Intervención en los esquemas de estudio de hiperpoliedros*

a)



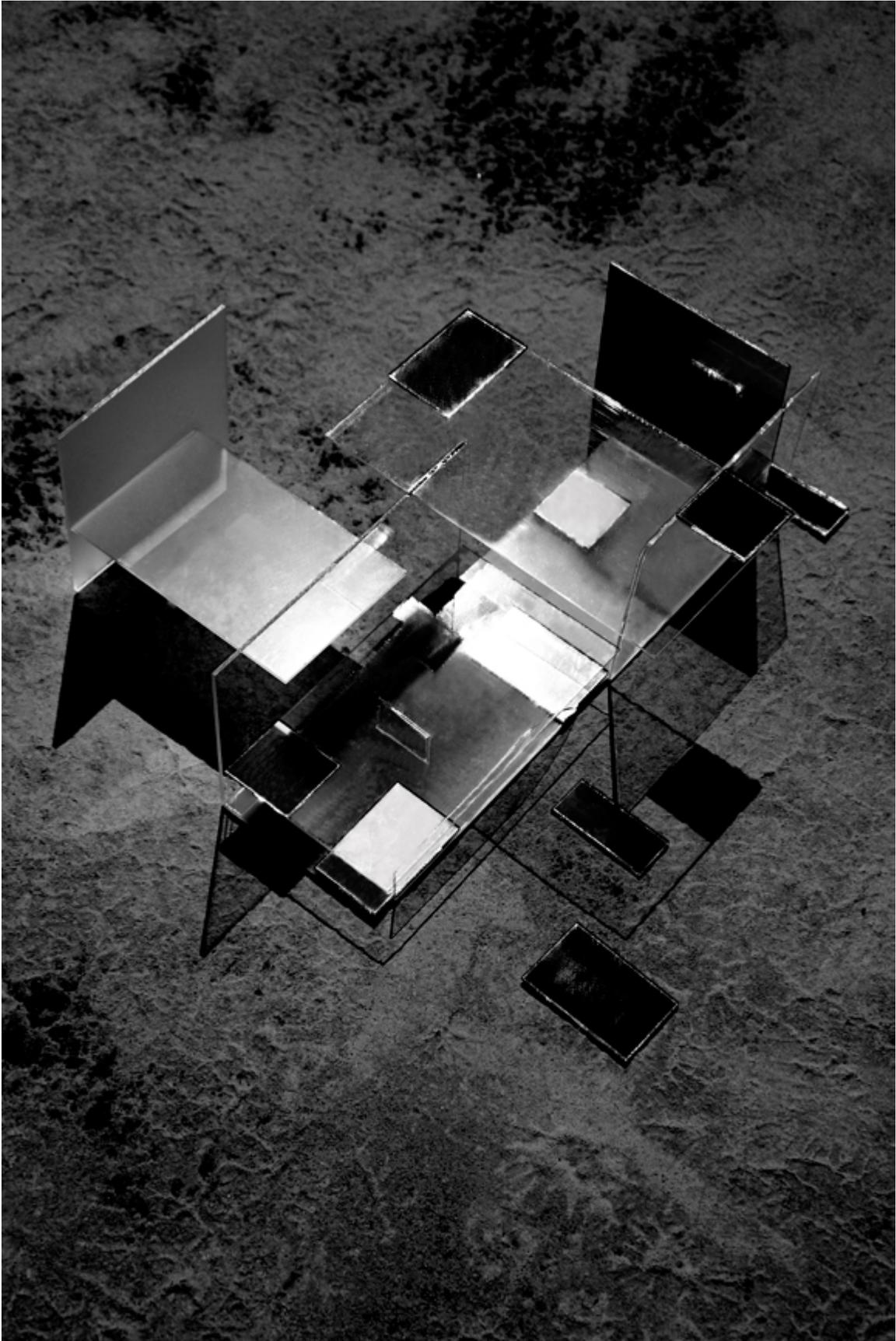


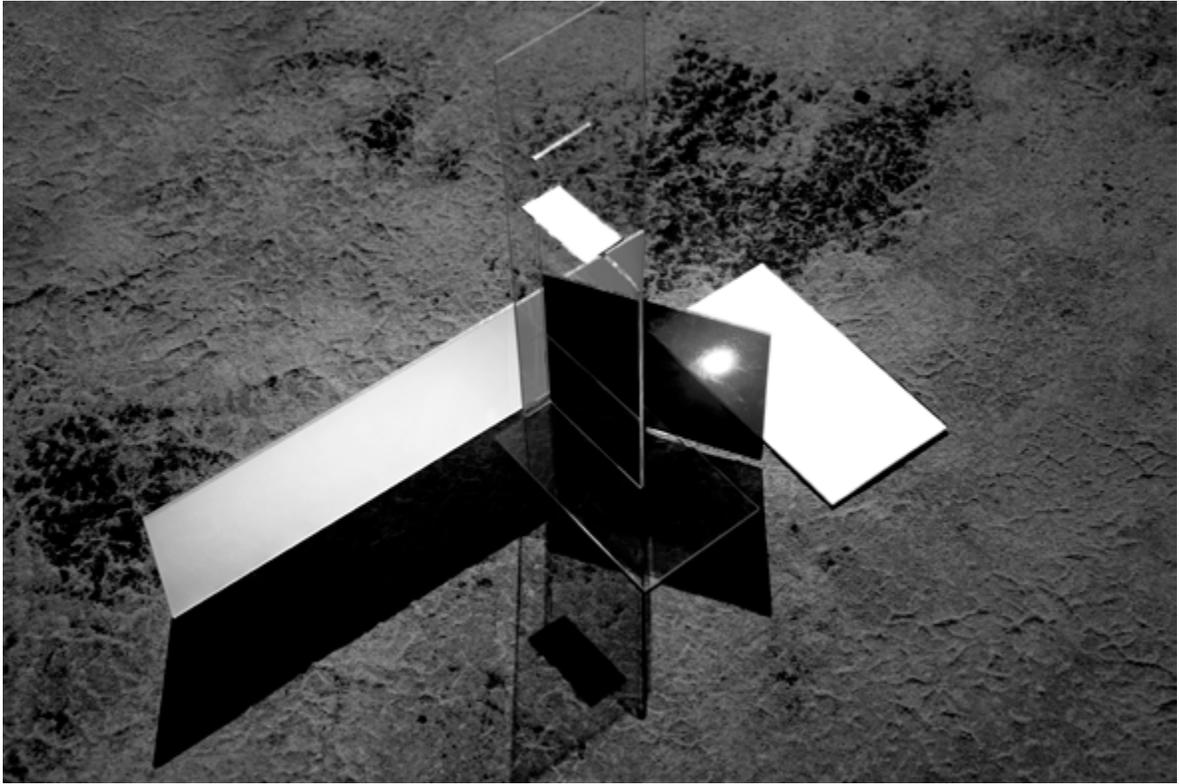
b)



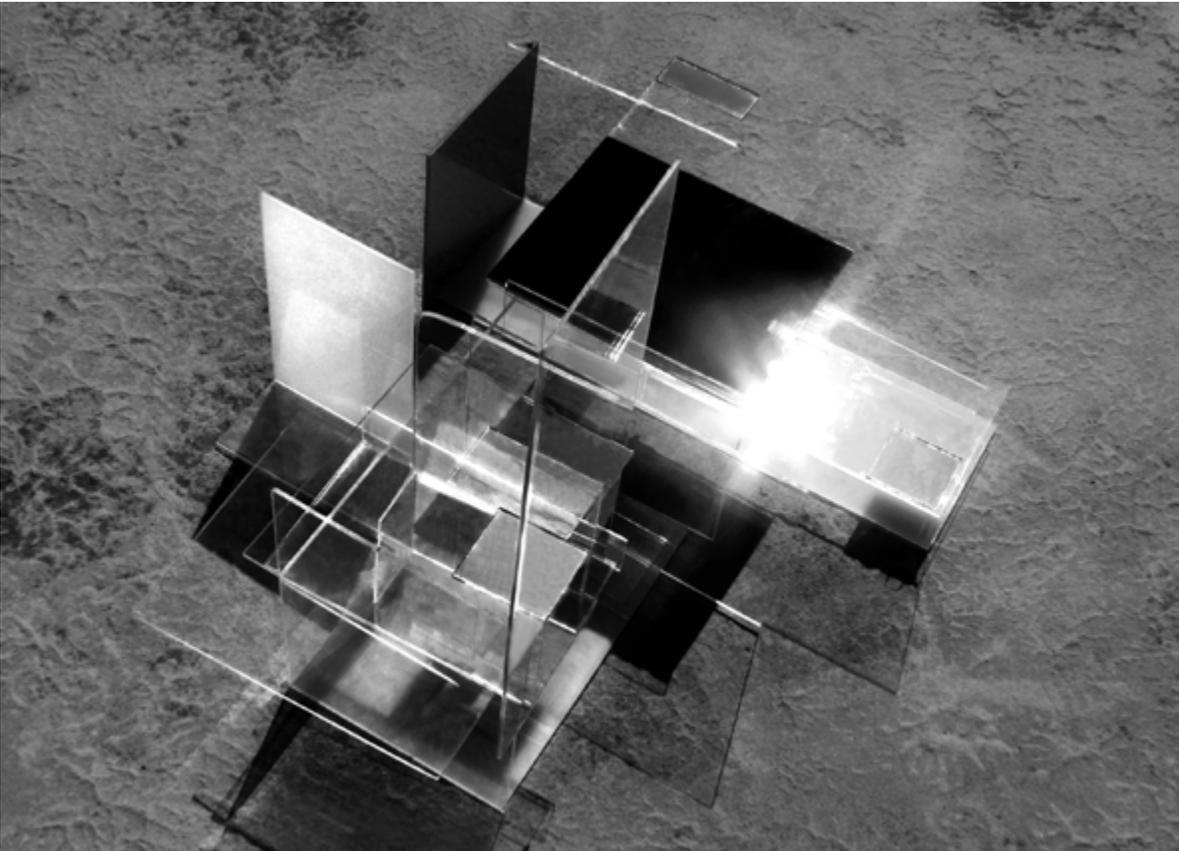
c)

d)





e)



f)

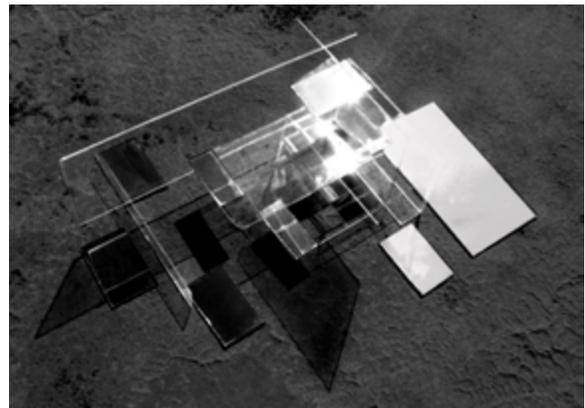
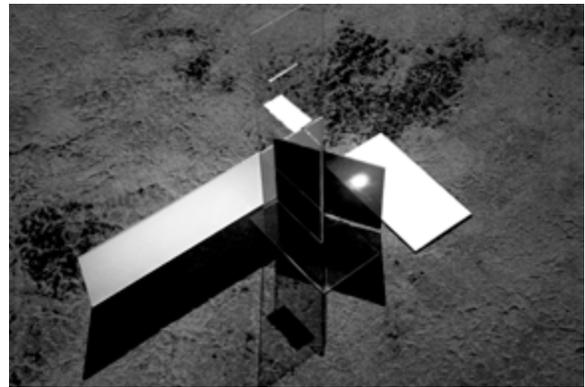
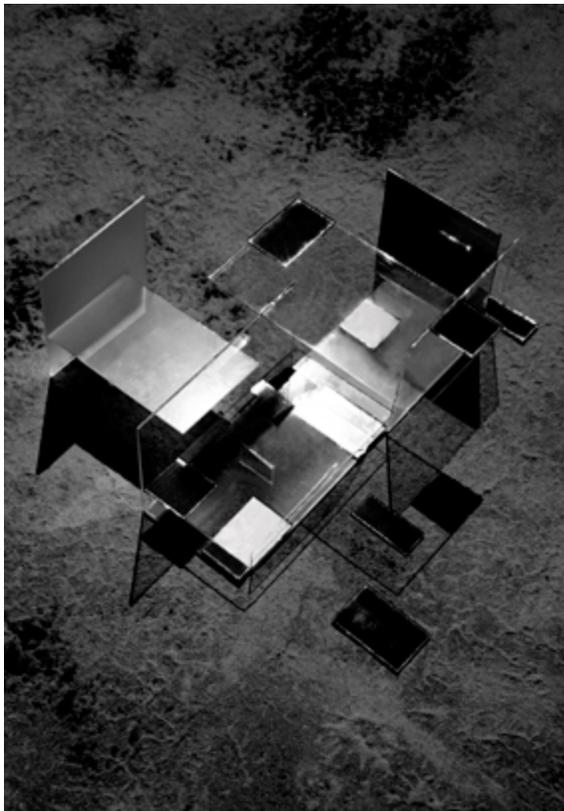
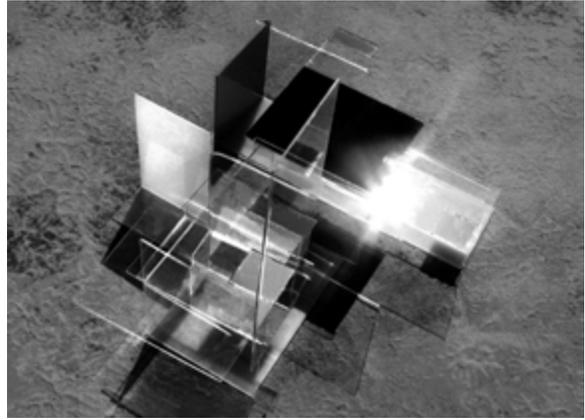
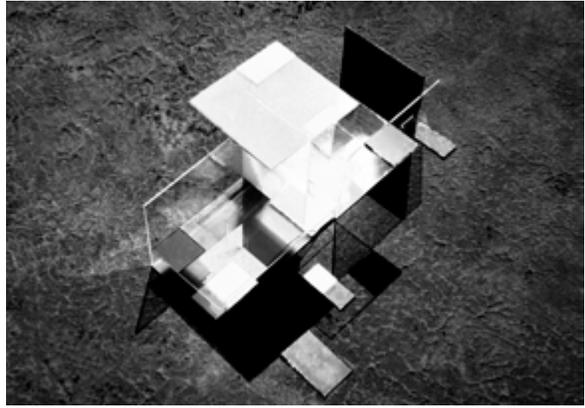
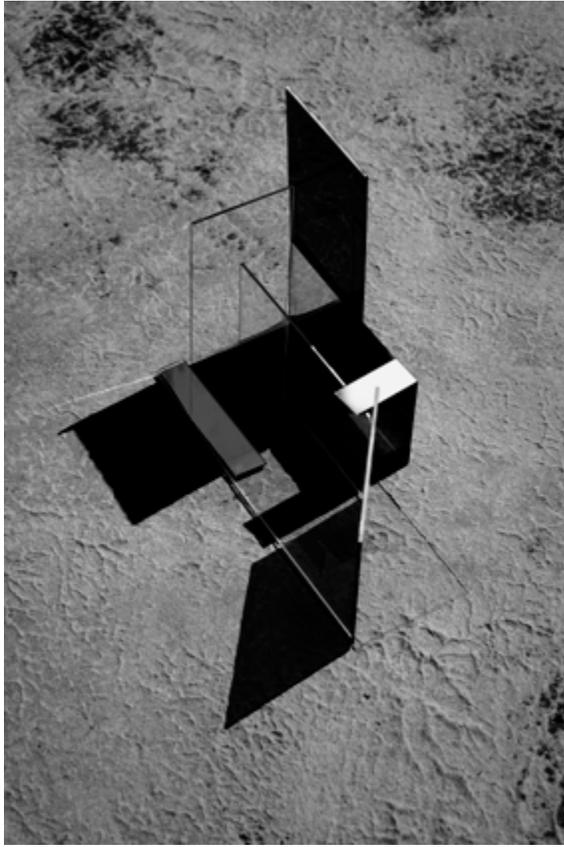


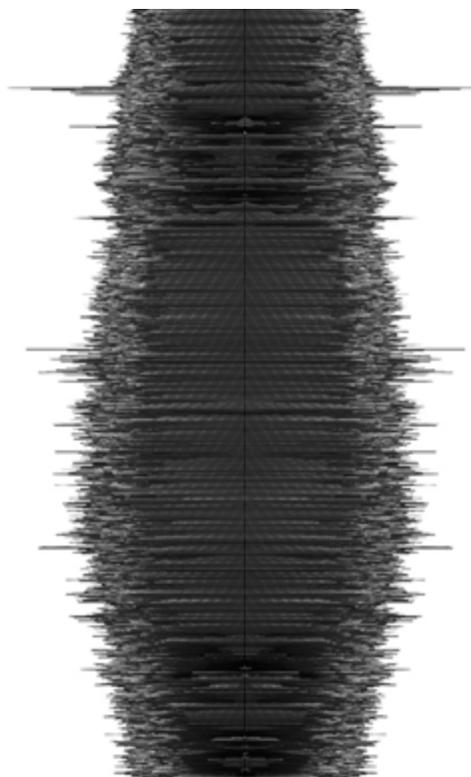
FIGURA 53. Serie *EL ESPACIO EXPERIMENTAL*.

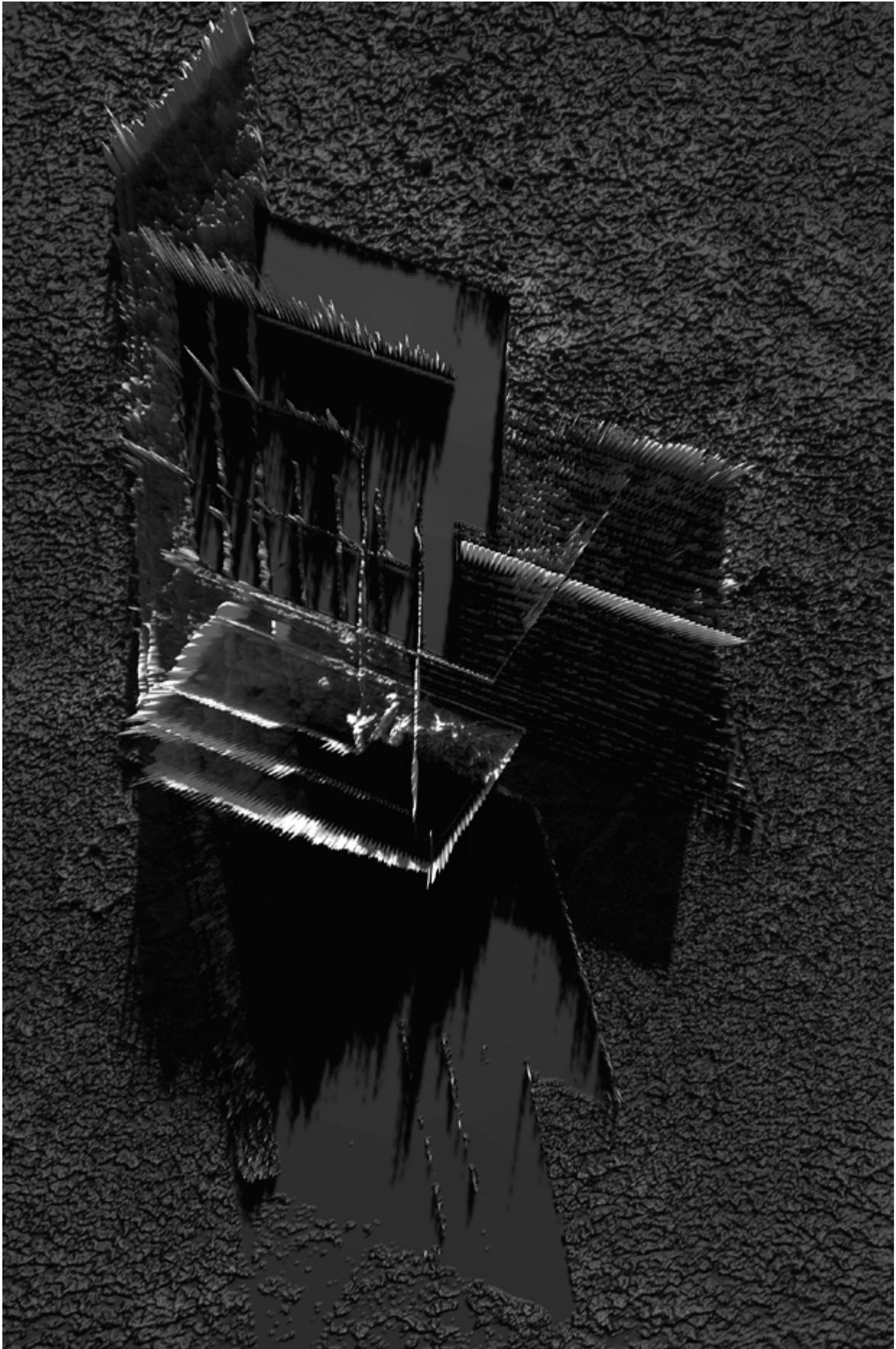
# EL ESPACIO ADIMENSIONAL DE LOS DATOS

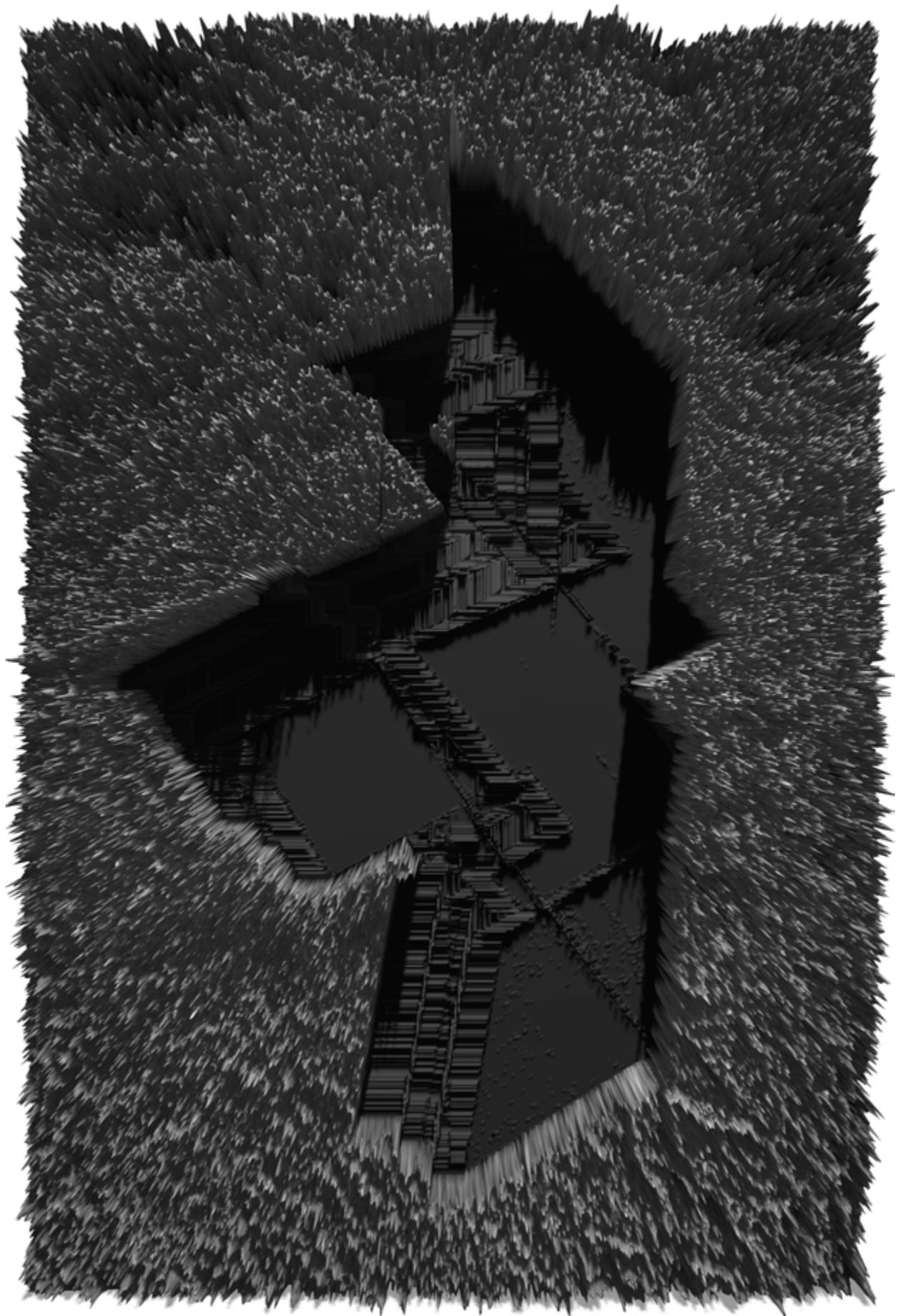
Esta última serie (Figura 54) gira en torno al planteamiento hecho alrededor de la cuarta dimensión como un concepto latente de ser proyectado desde la adimensionalidad de los datos. Si bien la computadora, como lo dijimos anteriormente puede ofrecer la posibilidad de simular una cuarta dimensión estructurada a partir de la programación de relaciones secuenciales, la fotografía se asume como un medio cuyo fin es la imagen bidimensional. Los programas de edición fotográfica computacional siguen esa lógica bidimensional y recientemente han sumado la posibilidad de simulación de entornos tridimensionales. En este sentido, esta serie se enfoca en la posibilidad de sumar una dimensión a los entornos tridimensionales a partir de la intervención en estos programas de edición fotográfica computacional. Para llevar a cabo esto recurrí a un programador especializado en entornos digitales así, se utilizan 4 de las imágenes bidimensionales finales de la serie “El espacio experimental”, de ellas se procede a seleccionar y llevar a cabo un proceso de extrusión tridimensional, posteriormente se le ordena al programa aplicar un eje extra  $f$ , una cuarta dimensión del que se obtiene una nueva extrusión.

El resultado: una compensación en el programa que origina una extrusión en tres dimensiones y que se puede visualizar bidimensionalmente como imagen, esta última extrusión se origina a partir de un proceso de discriminación por luminosidad, el programa al no poder identificar un vector extra  $f$ , admite la orden como una nueva extrusión que es posible gracias a la información más obvia que tiene de la figura tridimensional, esto es, las variaciones de luminosidad de la superficie de la figura.

Por tanto esta serie no muestra formas tetradimensionales virtuales sino ajustes de programación que son causa de forzar al aparato a realizar procedimientos para los que no está programado, en cierta forma no hemos llevado a cabo un proceso de transgresión de la lógica del aparato sino un proceso de desprogramación una “distorsión de sus funciones simbólicas”.

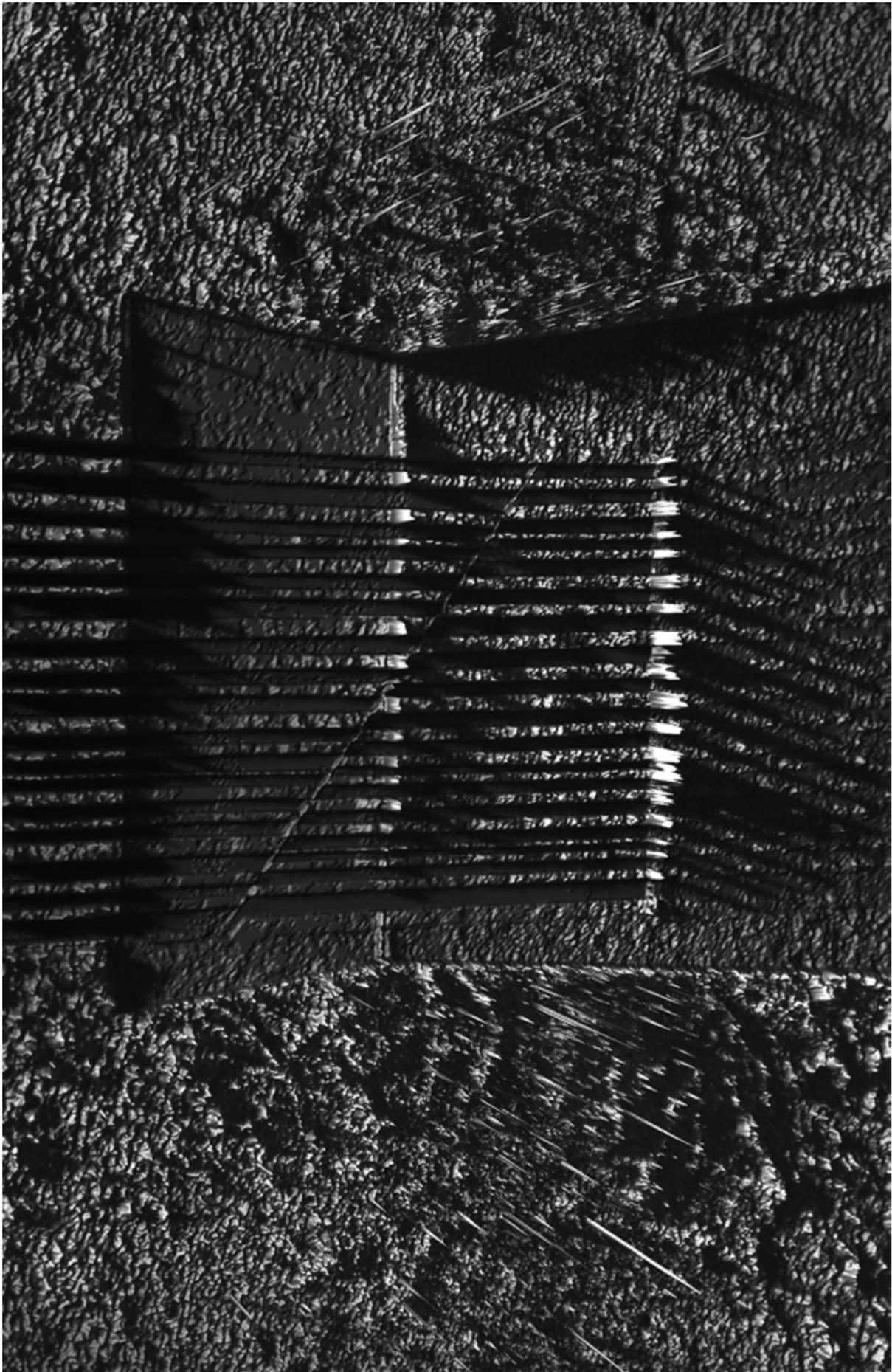












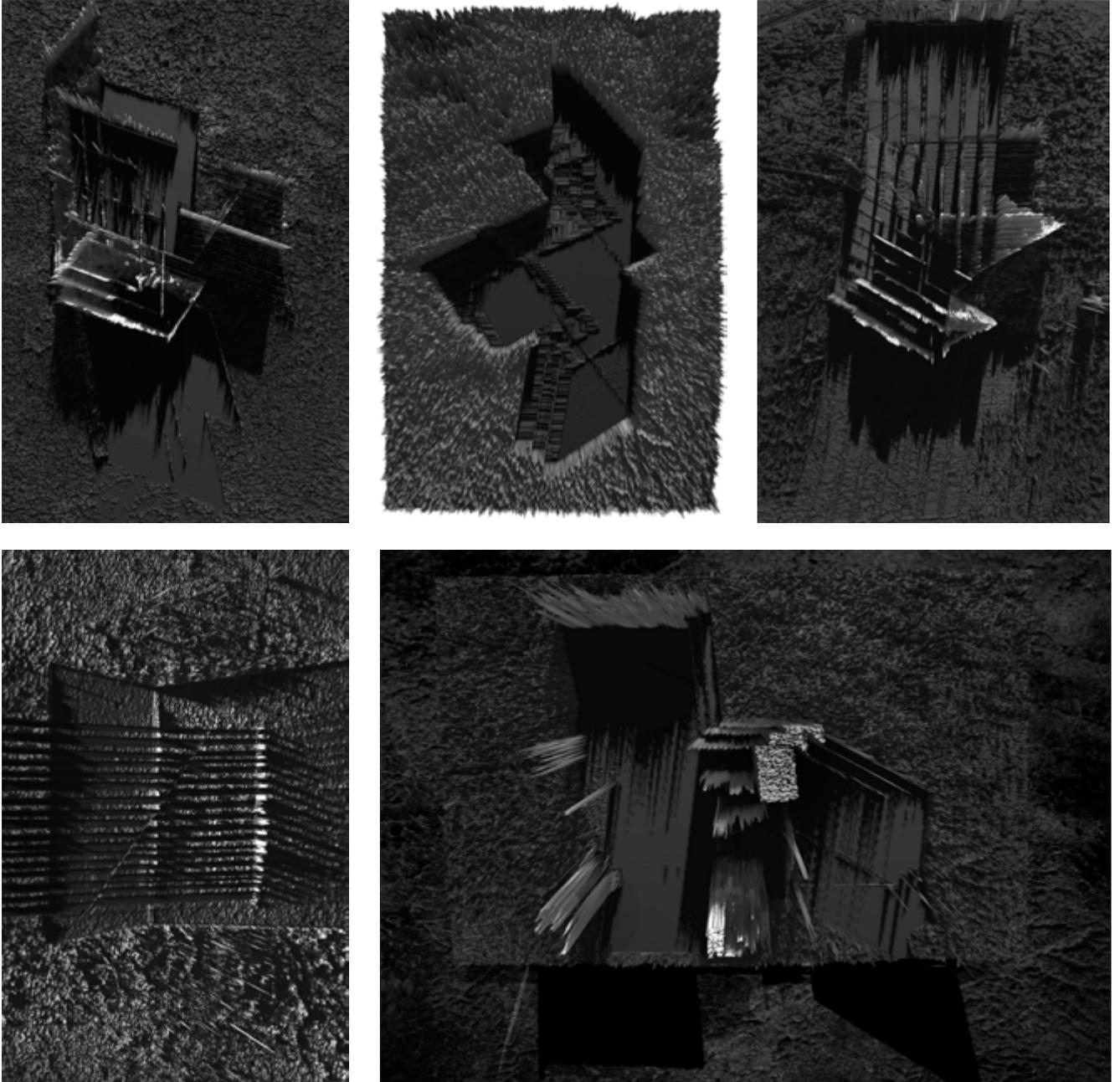


FIGURA 54. Serie *EL ESPACIO ADIMENSIONAL DE LOS DATOS*.



## Conclusiones

Desde un inicio en esta tesis se planteó como objetivo investigar sobre el espacio, principalmente aquel caracterizado por cuatro dimensiones y cómo este espacio tetradimensional podría ser explorado desde el arte en especial desde la imagen fotográfica. Así se propuso la hipótesis de que, se puede conformar una imagen de la cuarta dimensión y proyectarla como modelo a través de la fotografía. Esto suponía trazar diferentes rutas que nos permitieran establecer una relación entre dicho espacio tetradimensional y la fotografía. Por tanto, la hipótesis requería un reflexión alrededor de aspectos específicos ligados entre sí, estos son: la cuarta dimensión, la conformación de imágenes técnicas y por último la proyección de modelos.

Así, el primer paso fue conocer los antecedentes de este espacio tetradimensional, enfocándonos a conectarlos mediante el desarrollo de sistemas como la geometría o instrumentos como la perspectiva. Conforme se avanzó en esta etapa, se hizo más evidente el papel de la intuición para hacer del espacio un fenómeno que ayuda en la aprehensión de la realidad por parte del hombre, y también del papel de la razón como la vía para poder estudiar estos fenómenos. Se hizo evidente que enfrentarnos a un espacio que no puede experimentarse implica reconfigurar todo lo que hasta ese momento podíamos entender del espacio, es decir, que todo lo que hay alrededor del espacio tetradimensional se hacía menos asequible llegando al punto de pensar que conformar una imagen de dicho concepto podría volverse un objetivo no compatible con el medio que habíamos elegido para eso, la fotografía.

Sin embargo, estas mismas limitaciones alrededor de un concepto científico nos permitieron continuar hacia la segunda parte de la hipótesis la Conformación, este término fue sugerido al principio para explorar la supuesta condición representativa de la fotografía que se debilitaba al confrontarla con conceptos abstractos de la ciencia, y que después se convirtió en un eje conceptual que permitió proponer un desmantelamiento la lógica del aparato fotográfico, una forma de reflexión mucho más profunda de lo que la fotografía puede llegar a ser más allá de su carácter de imagen.

A partir de lo anterior, se consideró que dicha relación podría trazarse tomando en cuenta las condiciones en que la fotografía y la cuarta dimensión fueron generadas, buscamos en la genealogía de los aparatos, en especial de la cámara fotográfica, y también en el respaldo geométrico del espacio tetradimensional, pese a los antecedentes de los dos, no había ninguna evidencia que permitiera considerar que tuvieran un precedente científico parecido, es decir, que ambos son basados en textos científicos diferentes y anacrónicos. Llegando al enunciado teórico de que los aparatos trabajan con datos adimensionales y que es ahí donde se lleva la conformación, a partir de estos datos, es donde cobró importancia el argumento de diferenciar representación de conformación, porque si bien la primera establecía una referencia del signo con el objeto representado para ser interpretado, la segunda, la conformación establecía una interpretación de los datos numéricos para la proyección de símbolos, iba en sentido contrario a la representación, la conformación proyectaba símbolos desde la adimensionalidad de los datos. Esto fue muy relevante porque ahí es donde nos aventuramos a proponer que si bien la cuarta dimensión no estaba en los algoritmos que sustentan la fotografía, si podría ser conformada a partir de un ejercicio artístico enfocado a superar ciertos obstáculos como: los límites espaciales de la fotografía, el desconocimiento del lenguaje científico y nuestra percepción sensible relegada a las tres dimensiones.

A la par de esto en la creación de obra nos apegamos al concepto de reducción dimensional, trabajando con piezas que sólo existían y funcionaban en su totalidad bajo la acción del sol de mediodía, la creación de obra

cobró relevancia durante toda nuestra estancia en la maestría y continuamente intentamos, con la obra, dialogar con la discusión teórica que estábamos llevando a cabo. Este proceso de reflexión y creación artística permitía separarme de la racionalidad científica que continuamente invadía mi discusión teórica. La forma en que ambos procesos, el de creación de obra y la reflexión teórica, evolucionaron de forma paralela tiene puntos de encuentro en conceptos como la conformación que dejan de lado la representación de un espacio que simplemente no puede ser representado. Hasta aquí habíamos podido afirmar que las dos primeras partes de la hipótesis planteada eran posibles.

El tercer aspecto de la hipótesis a desarrollar es que esta imagen conformada pueda ser proyectada como modelo. Para avanzar en esta parte, se hizo una diferenciación entre los modelos que la misma ciencia utiliza a través de sistemas como la geometría, y los que pueden ser conformados por un aparato en forma de imágenes. Al respecto fue necesario aproximarnos a textos que investigaban cómo los modelos de las matemáticas funcionan en forma de diagramas descriptivos para hacer una diferenciación con los modelos proyectados por aparatos que funcionaban con un carácter imperativo. Si bien, abordar el problema a través de la confrontación, modelos científicos y modelos a través de aparatos, la diferencia a partir de la cual podríamos argumentar que estas imágenes fotográficas funcionan como modelos resultó clara al encontrar que, los modelos matemáticos están internamente estructurados de manera lógica pero que son lejanos a nuestra experiencia sensible y que los modelos que proyectan los aparatos como imágenes, son asequibles sensiblemente pero confusos con respecto a los conceptos que pretenden simbolizar, pues estas imágenes como modelos son una forma de orientación en fenómenos descritos numéricamente. Hasta aquí podríamos verificar nuestra hipótesis, asumiendo que la imagen que intentábamos conformar se comportaba como un campo de simulación del concepto de cuarta dimensión.

Como parte de la última etapa de producción de obra, decidimos que era necesario dar el paso del espacio perceptible que se puede experimentar al espacio digital que se conforma a partir de algoritmos, abandonando la producción de imágenes y entrando en el campo de la programación. La reflexión más importante derivada de esta etapa fue que, las imágenes obtenidas a partir de la intervención en las variables del espacio programado en todo caso son el camino más inmediato a la cuarta dimensión, pues son una conformación directa de un plano cartesiano con cuatro ejes, la adimensionalidad de los datos es lo más cercano al espacio tetradimensional de la matemática.

Parte el capítulo III se enfocó en discutir sobre como la ciencia recurría a discriminaciones estéticas como apoyo epistemológico y como el arte podría funcionar como experiencia cognoscitiva, este último punto, al fin y al cabo fue la posición que nosotros establecimos en el ejercicio de creación de obra, acercarnos a una experiencia cognoscitiva del espacio desde el arte. Esta última parte de la investigación ayudó en cierta forma a declarar que éramos conscientes que este trabajo de investigación discurría constantemente entre el arte y la ciencia y por tanto se buscó profundizar en el papel que tiene la imagen, principalmente la fotográfica, para la creación de puentes entre estas dos disciplinas, a la par de procesos de experimentación extendida y desarrollo tecnológico.

A partir de lo anterior la repercusión de una investigación como ésta en el campo del arte tiene que ver primero, desde una perspectiva amplia con el cambio de una representación del mundo a una praxis experimental donde los conceptos constituyen el orden de lo visible, donde el uso de aparatos producto de la tecnología encara un orden estético que no sólo es visible en el objeto final sino en los procesos creativos y donde la estructura y funcionamiento del aparato supone el principal camino de reflexión y la

imagen producto de ellos un campo de simulación de naturaleza numérica. Y desde un enfoque particular este trabajo también repercute en la fotografía y su relación con el artista que utiliza aparatos con fines instrumentales sin la noción de que sus objetivos podrían exceder este carácter instrumental, en nuestro caso, de cómo el objetivo de una aproximación a un espacio tetradimensional podría rebasar el aparato que hemos elegido para tal aproximación. Frente y mediante los aparatos el artista tiene que sortear diferentes estratos de lo simbólico, aquel símbolo producto de la interpretación de caracteres abstractos imperceptibles y lo simbólico producto de la interpretación a escala humana de signos perceptibles.

Considero que quedan pendientes ciertas ideas que pueden extenderse hacia futuras investigaciones, una de ellas deriva precisamente de la relación arte-ciencia a través de la llamada estética computacional, que plantea la forma en que las artes visuales y el desarrollo computacional mantienen una estrecha relación a partir de la generación de formas mediadas por inteligencia artificial, en donde lo visual se posiciona como el principal medio para propiciar respuestas emocionales mediante el uso de interfaces. Queda pendiente la relación de la fotografía generativa y su estética de la información como antecedente en el arte mediado por computadoras. Así también esta tesis deja inconcluso sobre todo el papel de la interacción con los aparatos como detonadores de la experiencia artística, la desmaterialización de la obra de arte y la meta-autoría propiciada por la tecnología.

Finalmente queda abierta para mí la posibilidad de que la fotografía sea un camino real de toma de conciencia de nuestra experiencia en el mundo y sus fenómenos, así como de toma de conciencia de los instrumentos y aparatos que utilizamos para hacernos una idea de lo que nos rodea, en este caso para hacernos una idea del espacio a través de la fotografía.





## Bibliografía

- Acevedo, Fernando. *Escher y el arte imposible*. Autores científicos, técnicos y académicos. [https://www.acta.es/medios/articulos/biografias\\_y\\_personajes/045061.pdf](https://www.acta.es/medios/articulos/biografias_y_personajes/045061.pdf)
- Aguilera, Antonio y Perez, Ricardo. *Un método para la obtención del tesseracto a partir del desenvolvimiento de un hipercono (4D)*. Puebla: Universidad de las Américas, en línea: [https://www.researchgate.net/publication/268420268\\_Un\\_metodo\\_para\\_la\\_obtencion\\_del\\_tesseracto\\_a\\_partir\\_del\\_desenvolvimiento\\_1\\_de\\_un\\_hipercono\\_4D](https://www.researchgate.net/publication/268420268_Un_metodo_para_la_obtencion_del_tesseracto_a_partir_del_desenvolvimiento_1_de_un_hipercono_4D)
- Bachelard, Gaston. *Poética del espacio*. México: Fondo de cultura económica, 2000.
- Benjamin, Walter. *La obra de arte en la época de su reproductibilidad técnica*. México: Editorial ITACA, 2003.
- Casalderré, Francisco. *La burla de los sentidos. El arte visto con ojos matemáticos*. Barcelona: RBA libros, 2010.
- Crary, Jonathan. *Modernización de la visión en "Poéticas del espacio"*. Barcelona: Gustavo Gili, 2002.
- Dalrymple, Linda. *Fourth Dimension and No euclidean geometry*. USA: Massachusetts Institute of Technology, 2013.
- De Barañano, Kosme. *El concepto del espacio en la filosofía y la plástica del siglo XX*. Diputación foral de Vizcaya: KOBIE (Serie Bellas artes), 1983.
- Deotte, Jean. *La época de los aparatos*. Buenos Aires: Adriana Hidalgo Editora, 2013.
- Eco, Umberto. *Arte y belleza en la estética medieval*. Barcelona: Ed. Lumen, 1999.
- Ferrater, José. *Diccionario de Filosofía*. Buenos Aires: Sudamericana.
- Fishwick, Paul. *Aesthetic Computing*. Massachusetts: MIT Press, 2006.
- Flusser, Vilém. *Hacia el Universo de las Imágenes Técnicas*, tr. Fernando Zamora. México: ENAP, 2010.
- Flusser, Vilém. *Una filosofía de la fotografía*. Madrid: Ed. Síntesis, 2001.
- Flusser, Vilém. *La sociedad alfanumérica*, tr. Breno Onetto. Revista Austral de Ciencias Sociales #9, 2005.
- Giannetti, Claudia. *Reflexiones acerca de la crisis de la imagen técnica; la interfaz humano-máquina, la acción y el juego*, en "El medio es el diseño audiovisual". Buenos Aires: Universidad de Caldas, 2007.
- González, María. *El sentido de la experimentación en ámbitos extra científicos*. México: UNAM, 2014.
- Hacyan, Shahan. "Espacio, tiempo y realidad. De la física cuántica a la metafísica kantiana". *Ciencias* 63, (2001). <http://www.revistaciencias.unam.mx/pt/91-revistas/revista-ciencias-63/794-espacio-tiempo-y-realidad.html>
- Heidegger, Martin. "Construir, habitar, pensar". Geoacademia, <http://www.geoacademia.cl/docente/mats/construir-habitar-pensar.pdf>
- Hofstadter, Douglas. Gödel, Escher, Bach: *Una eterna trenza dorada*. México: Consejo Nacional de la Ciencia y la Tecnología, 1982.

- Jay, Martin. *Campos de fuerza. Entre la historia intelectual y la crítica cultural*. Buenos Aires: Paidós Comunicación, 2003.
- Jiménez, Juan. *Topos como metaconstrucción para el diseño del espacio en la arquitectura, del espacio análogo al espacio virtual*. México: UAEM. 2015.
- John Edmarck. <http://www.johndemark.com/> consultado el 14 de mayo del 2018.
- Kant, Imanuel. *Crítica de la razón pura*. Barcelona: Taurus, 2013.
- Koppen, Elke. *Imágenes en la ciencia. Ciencia en las imágenes*. México: UNAM CEIICH, 2009.
- Lomba, Joaquín. La naturaleza y el espacio en la estética medieval. *Revista Española de Filosofía Medieval* 6, 1999.
- Machado, Arlindo. *La fotografía como expresión del concepto* en “El medio es el diseño audiovisual”. Buenos Aires: Universidad de Caldas, 2007.
- Machado Arlindo. *Repensando a Flusser y las imágenes técnicas* en “El medio es el diseño audiovisual”. Colombia: Universidad de Caldas, 2007.
- Maderuelo, Javier. “La construcción del espacio en las vanguardias”. Universidad de Alcalá, *Revista QUINTANA* No. 2. [https://minerva.usc.es/xmlui/bitstream/handle/10347/6312/pg\\_097-110\\_quintana2.pdf?sequence=1](https://minerva.usc.es/xmlui/bitstream/handle/10347/6312/pg_097-110_quintana2.pdf?sequence=1).
- Manning, Henry. *The Fourth Dimension Simply Explained*. New York: Dover Publication, 2005.
- Manovich, Lev. *El lenguaje de los nuevos medios de comunicación*. Buenos Aires: Paidós Comunicación, 2001.
- Martínez, María. “Luz y no-luz: Preámbulo a los proyectos del laboratorio”. (2010). <http://laboluz.webs.upv.es/luz-y-no-luz-preambulo-a-los-proyectos-del-laboratorio>
- McLuhan, Marshall. *Comprender los medios de comunicación*. México: Paidós, 1996.
- Mirzoeff, Nicholas. *Una introducción a la cultura visual*. Barcelona: Paidós, 2003.
- Moholy-Nagy, Lazlo. *El arte de la luz*. Madrid: La Fábrica editorial, 2005.
- Molina, Juan. “La historia a contrapelo, Modelos visuales y teóricos para el análisis de la fotografía contemporánea en América Latina” *Situaciones artísticas Latinoamericanas*. TEORÉTICA/The Getty Foundation, (2005).
- Moya, Douglas. *Problemas filosóficos de la mecánica cuántica*. Ecuador: Universidad Central de Ecuador, 2000.
- Panofsky, Erwin. *La perspectiva como forma simbólica*. Barcelona: Tussquets Editores, 2002.
- Paz, Pablo. *Einstein contra la mecánica cuántica*. Buenos Aires: UBA, 2005.
- Penny, Simon. *Experiencia y abstracción, las artes y la lógica de la máquina*. Buenos Aires: ESPACIO Fundación Telefónica, 2010.
- Perriault, Jaques. *Las máquinas de comunicar*. Barcelona: Gedisa, 1991.
- Read, Herbert. *Imagen e Idea*. México: Fondo de Cultura Económica, 1980.
- Renaud, Alain. *Comprender la imagen hoy. Nuevas Imágenes, nuevo régimen de lo Visible, Nuevo Imaginario*,

en “Videoculturas de fin de siglo”. España: Cátedra Ediciones, 1990.

- Sánchez, Noé. *Arte y Ciencia* en “Arte y diseño. Experiencia, creación y método”. México: ENAP, UNAM, 2008.
- Sanders, Pierce. *La ciencia de la semiótica*. Buenos Aires: Ed. Nueva Visión.
- Santana, Gerardo. *Las matemáticas en el pensamiento de Vilem Flusser*. Flusser Studies, (2010). [<http://www.flusserstudies.net/sites/www.flusserstudies.net/files/media/attachments/santana-las-matematicas.pdf>]
- Sazanov, A. A. *El Universo Tetradimensional de Mikowsky*. URSS: MIREdiciones, 1995.
- Sirato, Charles. “Dimensionist Manifesto”. <http://artpool.hu/TamkoSirato/manifest.html>
- Tomás Saraceno, *Our interplanetary bodies*. <http://tomassaraceno.com/projects/our-interplanetary-bodies/> [consultado el 14 de mayo del 2018].
- Weshler, Judith. *Estética de la ciencia*. México: Fondo de Cultura Económica, 1982.
- Wolfe, Harold. *Introduction To Non-Euclidean Geometry*. Nueva York: The Dryden Press, 1945.
- Yates, Steve. *Poéticas del espacio*. Barcelona: Gustavo Gili, 2002.
- Zamora, Fernando. *Filosofía de la imagen*. México: UNAM, 2010.
- Zielinsky, Siegfried et al., eds., *Flusseriana. An Intellectual Toolbox*. Minneapolis: Univocal, 2015.





