

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
Facultad de Artes y Diseño



# *Lo generativo en el diseño*

Tesis

*Que para obtener el título de:*  
Licenciado en Diseño y Comunicación Visual

*Presenta:*  
Miguel Ángel Hernández Urzúa

*Director de tesis:*  
Dr. Gerardo García Luna Martínez

*Ciudad de México, 2023*



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.





# Lo generativo en el diseño





# Índice

<b>Introducción</b> .....	<b>5</b>
<b>Capítulo 1. Fenomenología visual</b> .....	<b>11</b>
I.Figura-Fondo .....	13
II. Fondo .....	18
II.A Bilateralidad cerebral .....	19
II.B De la oralidad al silencio visual .....	20
II.C La causalidad moderna .....	29
II.D El proyecto del Renacimiento .....	30
II.E Interfacialidad .....	34
II.F La electricidad .....	37
II.F.1 Cualidades de la tecnología eléctrica .....	40
III.Figura .....	44
III.A Sobre la percepción visual .....	44
III.B Comunicación visual. Intersección de sistemas .....	45
III.C Pintura .....	47
III.D Intersección pintura y fotografía .....	52
Contexto .....	52
Medios de comunicación .....	53
Cuestionamiento .....	55
III.V Signo lingüístico y signo icónico .....	56
III.VI La fotografía .....	59
IV.Resumen .....	63
IV.A Paso a la generatividad .....	63
IV.B Tentativas sobre realidad virtual e inteligencia artificial .....	66
<b>Capítulo 2. Sobre lo generativo</b> .....	<b>71</b>
I. Antecedentes en el arte .....	74
I.A Contexto en el s.XX .....	74
I.B El surrealismo, abstracción del yo .....	76
I.C Expresionismo abstracto, Pollock .....	79
I.D Land Art .....	83
I.E Resumen .....	86



II. Lo generativo .....	87
II.A Fundamentos teóricos .....	88
II.A.1 Big data .....	89
II.A.2 Sistemas y complejidad .....	95
II.A.2.a Sistemas computacionales y generatividad .....	105
II.A.3 Proceso y postminimalismo .....	110
II.A.4 Emergencia y autonomía .....	116
III Diseño Generativo .....	127
III.A Antecedentes. <i>Generative Computergraphik</i> .....	127
III.B Taxonomía .....	132
III.C Definiciones .....	135
III.D Estudios de caso y panorama profesional .....	167
III.E Método en el diseño generativo .....	195
<b>Conclusiones</b> .....	<b>199</b>
<b>Referencias</b> .....	<b>209</b>

# Introducción

A tool doesn't 'just' make something easier –it allows for new, previously impossible ways of thinking, of living, of being.

[Una herramienta no 'solo' hace algo más fácil -sino que permite formas nuevas, previamente inconcebibles de pensar, de vivir, de ser]. Doug Engelbart 1962.

La relación del ser humano con sus herramientas es quizá tan antigua como su propia conciencia. Tan así que lo primigenio de la humanidad se busca en dos lugares: sus huesos y sus pedernales afilados. A veces, esta relación es tan naturalizada –sobre todo en nuestros días–, que es difícil saber cuál controla a cuál. El vínculo entre el *homo sapiens sapiens* con sus inventos y descubrimientos, ha definido su cosmogonía a lo largo de la historia, por esta razón, siempre ha sido motivo de investigaciones. Es en esta curiosidad por conocer al hombre que habita el siglo XXI, que esta tesis encuentra cabida.

En lo que respecta a la tecnología, nuestro sentido de condescendencia suele ser algo común. Es decir, adoptamos nuevas herramientas mientras nos sean funcionales, sin muchos reparos en cómo éstas nos modifican a nosotros. Generalmente la premisa contemporánea de lo tecnológico vira hacia un avance común –tan difícil de enunciar, cuestionable; pero palpable en nuestro imaginario colectivo–. El resultado de este no cuestionamiento es lo que posiciona a la tecnología delante de su usuario, mermando la capacidad de análisis crítico. Si uno no entiende a sus herramientas, entonces uno no puede conocer verdaderamente aquello que haga con éstas.

Hoy en día, dos de los inventos claves sobre los que se erige la sociedad contemporánea, son el ordenador y el procesamiento de datos. Como producto de este desarrollo tecnológico, la imagen y el circuito en el que navega han mutado, brindándole una especie de inocuidad jamás antes vivida. Una de las condiciones *sui géneris* de la imagen digital es su convivencia con algoritmos informáticos, los cuales organizan la gran red de datos en la que ésta habita; en la que nosotros habitamos. De tal manera que uno de los paradigmas de la imagen contemporánea, es entender su constitución compleja a través de operaciones matemáticas, desde lo no visual.

La generatividad en el diseño amplía las posibilidades técnicas y creativas, nos lleva a concebir la forma desde nuevos procesos. Se asienta como una interrogante que obliga a un cuestionamiento sobre lo ya conocido, poniendo de manifiesto una realidad cambiante, que apremia por ser visibilizada y entendida. Este tipo de recursos suelen ser poco explorados en el quehacer del diseñador, razón por la cual la misión principal de este trabajo es explorar a través de lo generativo el contexto comunicacional presente.

### **Estructura**

Por lo tanto, es vital abordar este tema desde una perspectiva que proponga un método de análisis focalizado en el estudio de la tecnología. De esta forma, el presente trabajo recupera los postulados de McLuhan sobre la influencia de las herramientas en el ser humano. El modelo que se adoptó sigue la siguiente lógica: todo fenómeno –en este caso, la generatividad–, tiene un contexto con determinados valores que lo connotan; adoptando un esquema de *figura-fondo*.

Esta estructura se sigue de forma metatextual en la organización del contenido del primer capítulo. La primera parte, titulada *fondo*, es una exploración de las principales revoluciones tecnológicas que el ser humano ha vivido en la historia. Se reconocen los valores intrínsecos a través de los cuales cada invento ha condicionado la psique y los sentidos humanos, con el fin de comprender el origen de la episteme contemporánea. Una vez asentadas la cronología y los preceptos mentales de cada revolución, se da paso al desciframiento de la imagen bajo esta lógica. La segunda parte, titulada *figura*, es la definición de la visualidad contemporánea definida por los hitos tecnológicos abordados en el *fondo*. De tal forma que se propone a la tecnología de la electricidad como el último peldaño en la era de las revoluciones de la comunicación, in-

cluso, se plantea el procesamiento de datos informáticos como un escalón más. Escalón en el cual se encuentra lo generativo.

Se podría entender entonces al primer capítulo como un estudio fenomenológico de la visualidad contemporánea. Se reconoce que la forma en la que vemos es una convención no fortuita, sino construida por valores tecnológicos. Se identifican dichos valores y entonces se perfila el terreno para comprender desde el *fondo* al fenómeno de lo generativo. De cierta forma, también podría pensarse al primer capítulo como la definición del *fondo* comunicacional y al segundo como el planteamiento de la *figura*; el diseño generativo como manifestación *eo ipso*<sup>1</sup>.

En el segundo capítulo, se aborda de lleno el tema central del proyecto. Se aprovecha el terreno arado para comprender desde las aristas de lo generativo. Se abordan sus antecedentes en el arte y en el contexto computacional. A continuación se revisan los fundamentos teóricos que permean al tema, aún fuera de la disciplina del diseño y la comunicación. Finalmente, se presenta el último apartado, donde la información se acota bajo la perspectiva de lo generativo en el diseño gráfico; el tema se describe a partir de diferentes definiciones y se sugieren estudios de caso, así como un método propuesto a partir del diseño con algoritmos.

En esta tesitura, la estructura de este trabajo se plantea de inicio a fin en forma de pirámide. Se comienza por una amplia base en donde se estudian los inicios de la comunicación humana desde su forma oral, pre-alfabética; hasta la gran red digital global, donde la imagen es y no es al mismo tiempo. Después, se escala la pirámide, donde se aborda el fenómeno de lo generativo como un elemento particular de la tecnología eléctrica. Se reconoce la complejidad semántica del tema, y en la cima –la conclusión del trabajo– se halla el diseño generativo. Sólo así se garantiza un profundo entendimiento de la generatividad.

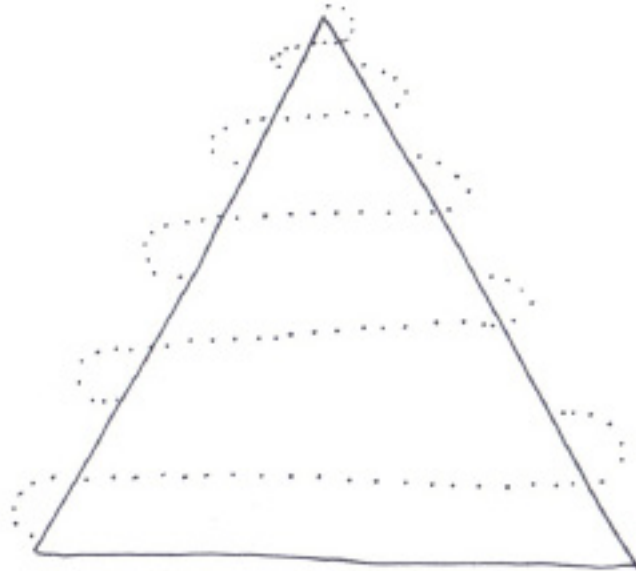
## **Objetivo**

El objetivo primario de este trabajo es sentar un precedente sólido sobre temas tan contemporáneos y relevantes; pero tan poco explorados a profundidad. El nombrar e identificar aquello que pasa por desapercibido es suficiente para voltear los ojos sobre un tema y despertar cuestionamientos. La pregunta es el primer paso para el autoconocimiento. En este sentido, cualquier interrogante que este proyecto despierte, es

---

<sup>1</sup> *Eo ipso*. Expresión latina que quiere decir por sí mismo. Por la naturaleza misma de algo.

un llamado a la exploración de nuevos territorios para el diseñador. Así, esta investigación es un pretexto para explorar más allá de la forma y entender qué se encuentra en el espíritu del creativo.



**Figura 2.** Flujo ascendente de la pirámide (2021). Elaboración propia.





**Figura 3.** Noise Values (noise 2D), (2018). Generative Gestaltung





# Capítulo 1

*Fenomenología  
visual*

# I. Figura-fondo

La misión de este primer capítulo es explorar y esclarecer el panorama sobre el cual se inscribe la generatividad<sup>1</sup> como nueva herramienta para el diseño de la comunicación visual. Con el fin de poder construir una perspectiva cronológica respecto al tema, se revisarán de forma breve y puntual los contextos que han dado a luz las principales manifestaciones comunicacionales, principalmente el caso de Europa occidental, cuya influencia sobre el pensamiento global ha sido definitoria.

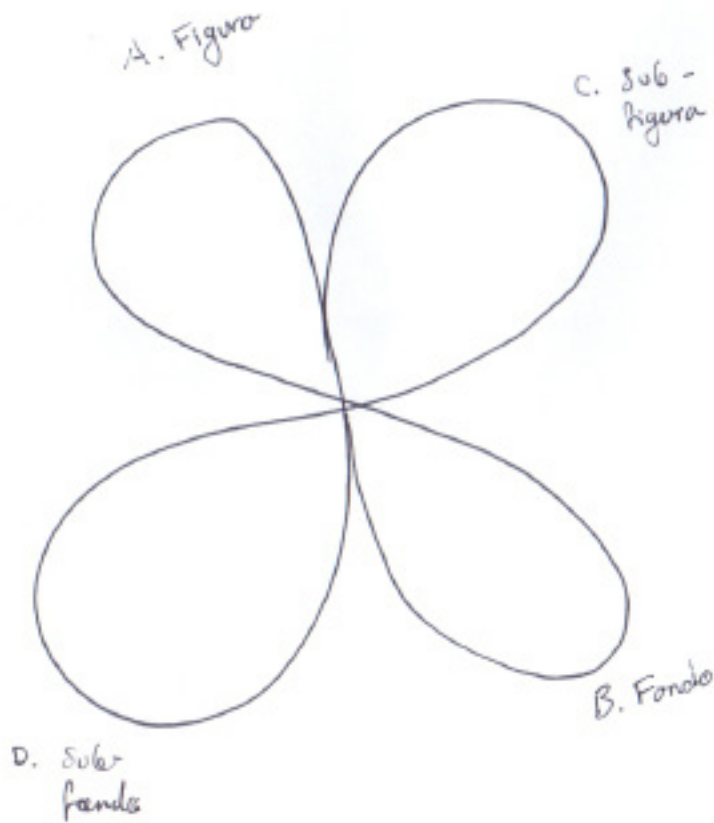
El enfoque de este capítulo está basado en el modelo de análisis causal sugerido por Marshall McLuhan y Bruce Powers en su obra *La aldea global* (1985). Como respuesta a las inquietudes despertadas por la teoría de McLuhan sobre la influencia de la tecnología en el ser humano, los autores proponen que la forma de analizar cualquier fenómeno es enfrentando a éstos con su respectivo contexto, es decir, *figura con fondo*.

De hecho, la estructura planteada por los autores es la siguiente: un

---

1. A pesar de que hay un apartado completo en el capítulo II que aborda las definiciones de generatividad, se proporciona de antemano la siguiente definición. El factor generativo en el diseño implica la creación de un sistema, a través de algoritmos, que involucre cierta autonomía, y por lo tanto, exista un grado de emergencia y contigencia; potencializando las posibilidades de diseño.

tétrade unido secuencialmente, en donde se contrasta el efecto de una *figura* con su *fondo*, seguido de una *figura* complementaria que emerge como consecuencia del *fondo* y por lo tanto, ésta a su vez genera un sub-*fondo*. Este modelo ambivalente pretende ilustrar cómo es que los efectos de un fenómeno operan en cuatro niveles diferentes y de forma simultánea. Por lo que las preguntas que los autores plantean para definir cada campo son las siguientes:



**Figura 4.** Tétrade propuesto por McLuhan y Powers (2021).  
Elaboración propia.

- a) ¿Qué valor incrementa? (*figura*)
- b) ¿Cuál queda desgastado u obsoleto? (*fondo*)
- c) ¿Qué valor trae de vuelta? (*sub-figura*)
- d) ¿Qué genera cuando llega hasta su límite? (*sub-fondo*)

A manera de ejemplo, se retoma este análisis hecho por McLuhan y Powers (1985) sobre el teléfono:

- a) Aumenta el impacto y la velocidad de la voz particular
- b) Desgasta el cuerpo como hardware; crea la conciencia sin cuerpo.
- c) Recupera el sentido de telepatía.
- d) Se convierte en línea colectiva; omnipresencia, como la llamada conferencia o teleconferencia. (p.224)

Lo relevante sobre esta aproximación hacia un análisis de la tecnología en un contexto social, versa en conformar un método que permita, no sólo analizar las propiedades de un medio, sino proporcionar una herramienta que revele los efectos de su contexto, lo cual es muy útil cuando se trata de examinar periodos de transición tecnológica. La única forma de comprender realmente un fenómeno es poniendo en evidencia las estructuras sociales y mentales que lo sustentan. En este caso, no sólo se busca una descripción técnica del tema, sino la explicación del origen de los preceptos mentales de una sociedad –el *fondo*–, que comienza a emplear la generatividad computacional –la *figura*–. De esta forma se puede comprender el tema que ocupa a este trabajo.

Cuando una nueva tecnología irrumpe en la sociedad, emerge un contexto nuevo sobre otro previamente establecido, por ejemplo, cuando la imprenta comenzó a producir libros de forma masiva frente a los manuscritos, la cultura escrita desplazó a la oral. Entonces, la *figura* desplazada –el manuscrito–, se resignifica y **“pasan a formar parte de la tienda cultural como clisés, como figuras de nostalgia arquetípica en relación con el nuevo fondo”** (McLuhan y Powers, 2015, p.44). En ocasiones, justamente estos clisés resurgen como re-interpretaciones bajo nuevos *fondos* de nuevas *figuras*.

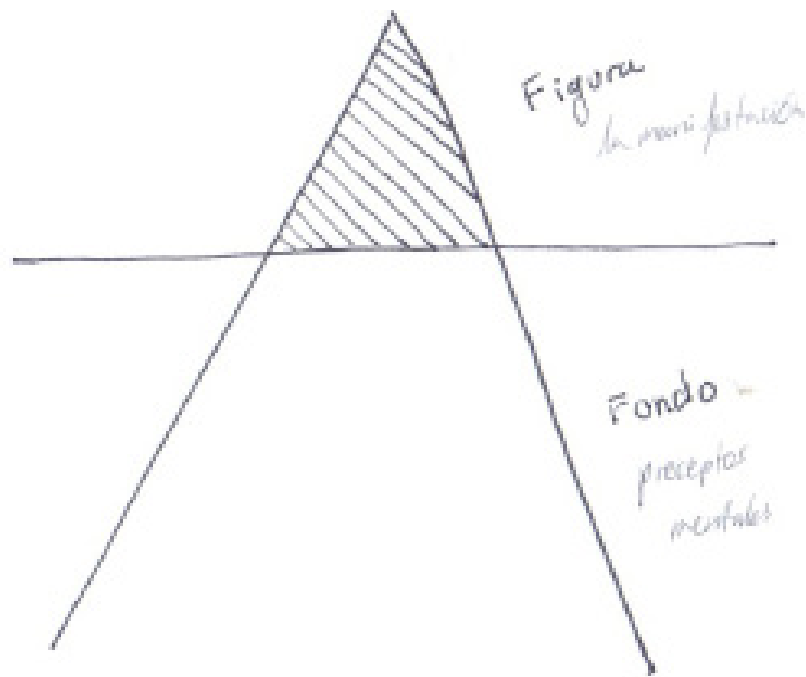
De acuerdo a McLuhan y Powers (2015), es común que cuando cualquier fenómeno salga a la luz de la esfera pública, se le preste atención a éste –*figura*– y el contexto sobre el que se encuentre inscrito pase desapercibido –*fondo*–. Sin embargo, es de hecho el *fondo* lo que proporciona la estructura por medio de la cual se percibirá la *figura*, y por lo tanto, el modo

de empleo y la forma de percibir la misma. *“El fondo de cualquier tecnología es tanto la situación que le da origen como todo el medio de servicios y perjuicios que la tecnología trae con ella”* (McLuhan y Powers, 2015, p. 29). Por ejemplo, los autores puntualizan que mientras la pólvora fue usada en China para la ceremonia, ésta fue empleada en Europa para la guerra. Generalmente, la premisa que ha guiado a la sociedad moderna, originada a partir de la era mecánica de la imprenta, ha sido la efectividad, es decir, si algo funciona o es útil; entonces se inventa. Los efectos sobre las implicaciones que podrían tener determinadas tecnologías es comúnmente un estudio que se realiza después de la invención, en lugar de fungir como un elemento intrínseco en la concepción.

De esta misma forma es como se ha desarrollado la conversación en torno a los algoritmos informáticos. La mayoría de la bibliografía sobre el tema es abordada desde la perspectiva de la eficiencia, es decir, se investiga mucho sobre cómo el diseño asistido por computadora ha mejorado los procesos por medio de los cuales se pueden diseñar edificios, objetos, e incluso diseño de publicidad. Sin embargo, el análisis sobre el *fondo* de esta tecnología es aún escaso y los paradigmas que arroja sobre el campo del diseño y la comunicación visual son todavía poco explorados.

Por esta razón, se ha considerado abordar la estructura de este capítulo de tal forma que, empleando las teorías de McLuhan y Powers, se pueda reconocer primero, de forma clara y bien fundamentada, el contexto sobre el cual pisan tierra estas manifestaciones; posteriormente, poder contrastar a cada fenómeno como causa de su contexto. Por un lado, se habla sobre el *fondo* de las comunicaciones humanas, sobre la epistemología de las estructuras mentales bajo las cuales han nacido las tecnologías que han moldeado la comunicación a lo largo del tiempo. Por otro lado, se hace un análisis crítico sobre la *figura*, en este caso, sobre la construcción de la imagen en el siglo XX y XXI, que es el periodo en donde nace la generatividad computacional.

A continuación, se abre la discusión respecto al tema con miras a entender el fondo, es decir, a discutir sobre el origen de la visualidad contemporánea, su construcción social a través de la tecnología, y los efectos que ésta ha tenido sobre la percepción de la imagen. Una vez enlistadas las estructuras que sostienen al contexto de la comunicación actual –la episteme, como lo plantea Foucault (2002)–, se abordará en la segunda parte del capítulo a la imagen como *forma*, es decir, desde una perspectiva social y semiótica.



**Figura 5.** Pirámide figura-fondo (2021).  
Elaboración propia.

# II. Fondo

## **Introducción**

El cambio de pensamientos y teorías se define por las condiciones del tiempo y espacio que circundan a cada época, uno de los factores que permite que existan estas transformaciones es la tecnología. Como toda civilización que evoluciona y que está en constante movimiento, el entorno físico que caracteriza a cada asentamiento humano cambia conforme sus habitantes incorporan nuevas tecnologías y dejan en desuso otras. Desde que la imprenta facilitó la reproductibilidad en soportes físicos y las ondas electromagnéticas lo hicieron de forma digital, la imagen ha estado cada vez más presente en el imaginario colectivo, determinando nuestras conductas en un nivel inconsciente y dominando el espectro de la comunicación en la vida diaria.

A continuación se expondrá un breve análisis de la mano de McLuhan y su obra *Galaxia Gutenberg* (1993), junto con su último título coescrito con Bruce Powers, *La Aldea Global* (2015); en donde se señalan los sesgos inconscientes que son originados por las tecnologías y cuya influencia ha construido la visualidad del ser humano actual, que consecuentemente ha dado origen a las manifestaciones culturales contemporáneas. Esta teoría es importante para, posteriormente, poder abordar la construcción social, aproximaciones semióticas y contextualizar la producción artística que antecedió a la generatividad.

Las teorías de McLuhan y Powers salieron a la luz a finales de la década de los 80, en una etapa aún temprana y nada parecida a la realidad del ordenador contemporáneo, por lo cual, McLuhan nunca fue capaz de ver con sus propios ojos la importante revolución tecnológica que estaba cerca de explotar. No obstante, sus teorías cobrarían más sentido y se sentirían más vigentes que nunca, años después de su muerte. Una de las más grandes misiones en este trabajo, es el tomar prestadas sus ideas y contrastarlas con el contexto contemporáneo; hacer sentido de sus palabras sobre tecnologías que nunca llegó a conocer. Sorprendentemente –o no–, esto no fue tarea difícil.

## II.A Bilateralidad cerebral

Antes de comenzar a ahondar en las ideas de McLuhan sobre el impacto de las revoluciones tecnológicas en la psique humana, y adelantándonos a su última obra coescrita con Powers (2015), cuya versión original salió a la luz en 1989, es pertinente revisar el principio biológico de la bilateralidad cerebral como lo contextualizan ambos autores.

El cerebro humano está dividido en dos hemisferios, izquierdo y derecho, cuya estructura mediadora se encuentra en medio de ambos y se le denomina como cuerpo calloso. Éstos juegan papeles diferentes en las funciones cognitivas del ser humano. El hemisferio izquierdo alberga una noción de tiempo lineal y secuenciado, se encarga de lo cuantitativo y lo racional, comprende el pensamiento lógico matemático. En cambio, el derecho percibe un tiempo y espacio holísticos, así como el reconocimiento de figuras y el espacio tridimensional (Trotter, p. 219-220 1976, citado por McLuhan y Powers 2015).

De acuerdo a los autores, el hemisferio izquierdo es en el que reside la comprensión del espacio euclidiano, es decir, aquel que es recto y métrico; por lo cual el sentido de la vista se encuentra estrechamente ligado con éste, además de ser el responsable de la producción del lenguaje. Mientras que el derecho, al poseer cualidades afines con lo acústico, se encuentra conectado cercanamente con el oído. Es importante hacer esta precisión porque parte del enfoque bajo el que se abordaran los contenidos a lo largo de este trabajo, gira en torno a ambos sentidos como directrices en el entendimiento y la producción de la comunicación.

La relevancia de esta teoría recae en el análisis de la relación de las tecnologías con cada hemisferio –como con cada sentido– y por conse-



cuenta, en la comprensión de cómo cada hemisferio ha sido estimulado de diferentes formas a lo largo de la historia. A pesar de que ambas partes se encuentran en constante funcionamiento y es imposible operar únicamente con un solo hemisferio, porque tanto el espacio visual como el acústico se encuentran siempre presentes, hay artefactos que sobreestiman cierto hemisferio, y entonces condicionan nuestra forma de ver. Por ejemplo, la perspectiva geométrica como herramienta para la representación gráfica, fue absorbida completamente por el hemisferio izquierdo cerebral y adormeció aquella versión del espacio holístico que el hemisferio derecho podría tener. Sin embargo, sobre estas manifestaciones se explicará más a detalle en las siguientes páginas.

De hecho, el modelo en forma de tétrade propuesto por McLuhan y Powers (2015) surge de la imitación del funcionamiento de ambos hemisferios, es decir, la parte racional que representa a las figuras (a y c) en el tétrade es aquella registrada por el hemisferio izquierdo; mientras que los fondos (b y d) actúan de forma holística, como el registro del hemisferio derecho. El modelo tetrádico funciona como una herramienta de conjunción entre ambos hemisferios, conciliando *figura y fondo*.

## II.B De la oralidad al silencio visual

En *La galaxia Gutenberg* (1993), McLuhan plantea cómo el ser humano interioriza su tecnología, gracias a que ésta actúa como una extensión de sus sentidos y la convierte en parte de sí mismo: en su percepción, en sus acciones y en la forma de interactuar con su entorno. Para entrar en contexto y comprender a grandes rasgos el panorama actual, influenciado en gran medida por la imagen, se explorará brevemente las principales transiciones que él señala: oralidad, alfabeto, imprenta y electricidad.

McLuhan (1993) identifica las distintas revoluciones que han habido a nivel comunicacional en el ser humano, conducido por su tecnología, y señala cómo es que estos cambios influyen profundamente en las estructuras mentales conforme sus inventos son absorbidos inconscientemente por sus usuarios. Toda herramienta del ser humano, desde aquellas inmateriales como el lenguaje, las ideas o las leyes, hasta aquellas físicas como la ropa, la rueda o los ordenadores; son extensiones del cuerpo humano, que potencian sus capacidades biológicas y las aprovecha para moldear su entorno. Cuando estos inventos son adoptados por una sociedad, se resignifica la consciencia de las masas.

El autor remite a los inicios de la comunicación, antes de la invención de los alfabetos, a una etapa dominada por la palabra, a una humanidad basada en la oralidad. Este tipo de interacción aún sigue vigente, aunque no al mismo nivel que hace milenios, en zonas donde existen grupos de personas, que segregados en el avance tecnológico mundial, viven sin conocer la escritura ni mucho menos la lectura, o mantienen una convivencia parcial con estos sistemas. En otras palabras, se encuentran más influenciados por el oído y un entendimiento guiado por el hemisferio derecho de su cerebro. Son sociedades que están íntimamente vinculados unos con otros, ligados también con un ambiente cuyo misterio causal los domina, en donde la magia y el ritual son lugares de resistencia contra una naturaleza desconocida.

Ajena a su forma escrita, la supervivencia de la producción cultural dependía de tradiciones orales, lo cual implicaba una estructuración social en torno a la preservación de la memoria colectiva. De esta forma, la palabra hablada surge desde sus comienzos como un grado de abstracción de la naturaleza, como una idea sintética de la misma ***“que evoca un complejo indefinido o una imagen particular”*** (Innis, p. 62-63 1951, citado por McLuhan y Powers 2015), la cual depende de la relación semántica que cada sociedad instaura en torno a su realidad.

Para entender el cambio que implica en la percepción del hombre el haber migrado de esta comunicación oral a la invención de los alfabetos, McLuhan (1993) explica que el sentido del oído fue el primero en ser usado como medio de conexión con el mundo y el primero por el cual los seres humanos intercambiaban información entre sí mismos. Esto los obligaba a pertenecer a una red mutua auditiva en donde el conocimiento requería invariablemente de otro humano para que éste pudiera trascender, era una existencia gregaria. Sólo se podía concebir la existencia de uno como miembro del grupo.

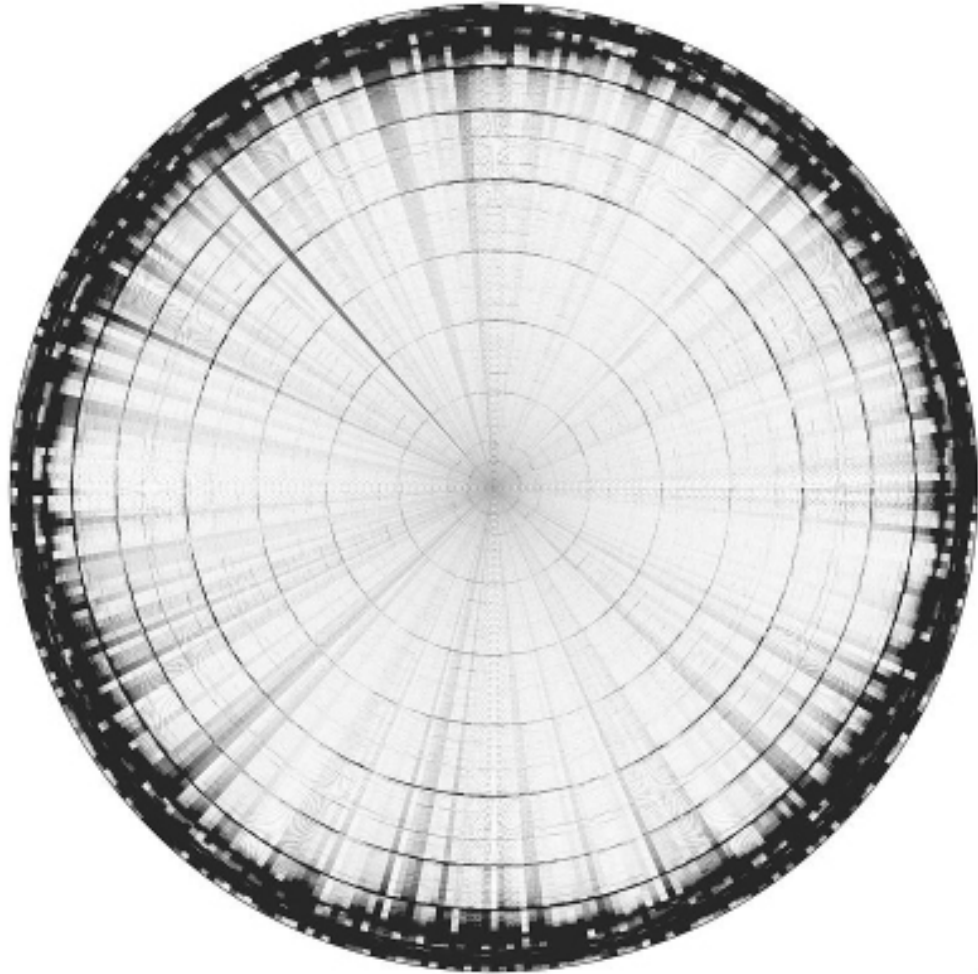
Por eso es que McLuhan asocia el desarrollo de la cultura acústica tribal con el hemisferio derecho, porque el desarrollo cultural que permitía la tecnología del lenguaje hablado fomentaba estructuras sociales físicas, vivenciales; que propiciaban un conocimiento derivado del empirismo, e incluso la fantasía mítica de la naturaleza. A pesar de que el hemisferio izquierdo estaba por su puesto activo y estimulado; al ser el encargado del procesamiento del lenguaje, la tecnología basada en la lógica absoluta aún no sobreestimularía este hemisferio, como lo haría en el Renacimiento.

Junto con estas características, McLuhan y Powers (2015) señalan que las facultades mentales de aquellas poblaciones que aún no han sido dominadas por la tecnología del hemisferio izquierdo, tienden más hacia una comprensión simultánea y táctil del entorno. Mientras que las civilizaciones impulsadas por la concepción abstracta del espacio euclidiano, inventada por el pensamiento europeo occidental, desarrollan un entendimiento racional bidimensional de éste. Aquellas que aún conservan influencias auditivas conviven con una representación del espacio tridimensional. Su relación con el espacio se encuentra ligada con la vivencia y es denotada por los sentidos, no existen abstracciones complejas del entorno.

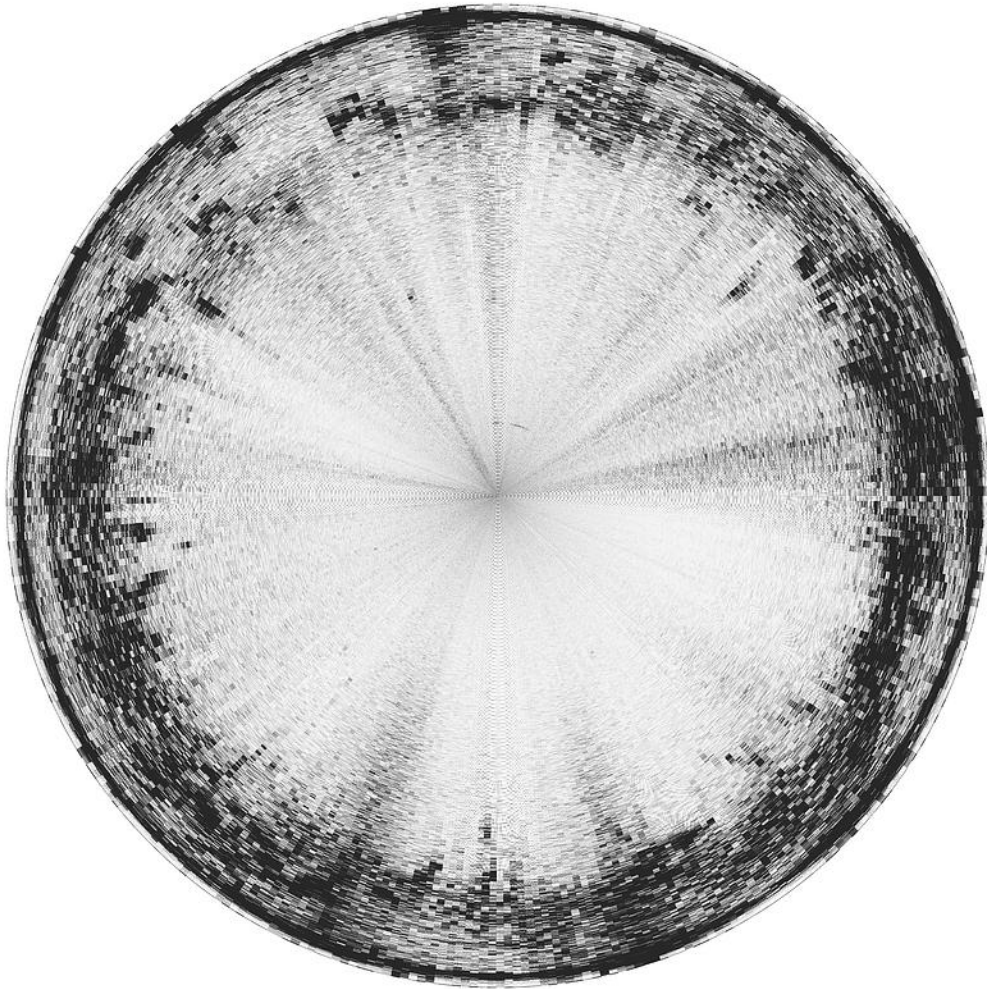
Al respecto, Sigfrid Giedion señala lo siguiente: ***“[Los Inuit] representan en un cuchillo de reno a un caribú en dos posiciones características: una en guardia y la otra pastando. Si se le hace girar 90°, el animal que está pastando aparece derecho y alerta...”*** (Giedion, p. 77 1966, citado por McLuhan y Powers 2015). Aunado a esta nota, se añade el comentario de que al pedirle a los Inuit una representación bidimensional de estos animales, el resultado era amorfo bajo los estándares de la representación literal de la cultura visual del hombre europeo occidental.

De esta forma, queda en evidencia el pensamiento prealfabeta, regido por un entorno auditivo y dominado por la simultaneidad del hemisferio derecho. La noción del tiempo sincrónica, es decir, una aproximación holística en la que todo acontece al mismo tiempo, alejado de la categorización occidental lineal del tiempo, sumerge al ser humano tribal en algo más parecido a una atemporalidad que a la temporalidad del hemisferio izquierdo. Esta noción de la realidad se mantuvo vigente gracias a la comunicación oral, cuyo medio era el oído, sin embargo, la embestida del alfabeto requeriría de una comprensión apoyada en lo visual y de un afinamiento del pensamiento lógico del hemisferio izquierdo.

Junto con el desarrollo de otras formas de comunicación, como los alfabetos; la escritura se convertiría en el siguiente medio que revolucionaría los modos de comunicación, al plasmar los signos del lenguaje sonoro en soportes físicos. Sin embargo, no fue hasta que ésta abandonó su fase de manuscrito por su versión masiva impresa, que alcanzó la distribución necesaria para rebasar al mensaje oral.



**Figura 6.** The sound of the Sun [El sonido del Sol]. (2017).  
David Mrugala



⊕

**Figura 7.** Sound of Earth [Sonido de la Tierra]. (2017).  
David Mrugala

Del mismo modo que cualquier tecnología, la escritura pasó por transiciones a lo largo del tiempo y espacio, es decir; determinadas por las necesidades de cada cultura. De hecho, las primeras manifestaciones de ésta eran ideogramas, o sea, representaciones de objetos o de conceptos simples. Antes de la invención del papiro y el papel, el cincel sobre roca era el soporte por excelencia, de esta forma, los primeros usos de la escritura estaban asociados con la contabilidad y las leyes; con factores que trascendían la temporalidad.

La cantidad de esfuerzo y tiempo que implicaba escribir sobre estos soportes, sumado a la especialidad del conocimiento, retuvieron a la escritura como una tecnología segregada para los grupos más poderosos, hasta que nuevos medios facilitaron su popularización. Así, el fondo condicionó los primeros usos de la *figura*, la cual cambiaría conforme las técnicas y los materiales evolucionasen y se hiciesen más asequibles, al punto de llegar a democratizar la escritura y la lectura en el Renacimiento.

Los manuscritos existieron desde culturas antiguas como la egipcia, que ya contaba con un sistema jeroglífico de escritura y que a través del papiro, conformó de los primeros antecedentes en la sociedad europea occidental. Sin embargo, fue la etapa de la edad media y los escribas en Europa, entre el siglo V y XV, de cuya producción se tiene más registro, representando una etapa de transición entre la era oral y la escrita en la comunicación antes de la imprenta.

Los monasterios acogieron la herencia del oficio de la escritura, ésta fue practicada por los copistas, quienes se encargaban de las reproducciones y traducciones de libros. Se habla de este periodo como una etapa de transición, porque además de que los procesos de producción aún eran artesanales y el conocimiento se encontraba concentrado en estos asentamientos sociales, el empleo de los manuscritos dependía todavía mucho de la oralidad. Al respecto, Fernando Curiel (1989) dice que ***“En ocasiones, los copistas trabajaban en dictado y la lectura de estos textos estaba fuertemente ligada a una enseñanza gregaria, la voz aún resonaba mucho con los caracteres escritos”*** (p.37). La escritura era una herramienta que aseguraba la correcta pronunciación del latín, la separación y modulación de las frases era vital para el oficio del copista.

Con la invención de la imprenta de Gutenberg en el siglo XIV, cuya difusión sería popular hasta un siglo después, el monopolio del conocimiento dejó atrás los cerrados círculos de los monasterios y se empezó

a divulgar por Europa occidental. Este invento no sólo le abrió las puertas a una nueva industria, sino que también comenzaría con la era de la comunicación en masas y el dominio total de la palabra escrita sobre la hablada en el terreno de la educación y la difusión del mensaje. De esta forma, como McLuhan (1993) lo llamaría, la especialización de la vista comenzaría a tomar importancia sobre los otros sentidos y así comenzaría el dominio de la comunicación visual alienada por la tecnología de la imprenta: racional, lógica y secuencial.

Con el signo sin sentido asociado al sonido sin sentido se ha construido el hombre occidental (McLuhan, 1993, p. 80)

El alfabeto fonético desarrollado por los fenicios y perfeccionado por los romanos, a diferencia de otras formas de escritura como los jeroglíficos o los ideogramas, parte de un signo carente de significado, o en palabras de McLuhan (1993); ***“el alfabeto fonético provoca la ruptura entre significado semántico y código visual”*** (p.50). Es un sonido disociado del signo. Contrastando otros sistemas de escritura, el alfabeto romano es relativamente simple: el empleo de letras representa simples sonidos y no ideas, a diferencia de los 80,000 símbolos de la escritura china.

Con respecto a aquellos cambios que tejerían el fondo e influenciarían en la cognición humana, McLuhan (1993) habla de la elevación del sentido de la vista por sobre los demás sentidos gracias a que los valores de la tecnología de la imprenta encontraron cabida en éste, inclinando la balanza hacia el ojo como sentido brújula de la realidad.

Retomando la bilateralidad cerebral antes mencionada, el hemisferio izquierdo –aquel encargado del pensamiento lógico racional y la producción del lenguaje– estrecharía lazos con la tecnología del alfabeto fonético. Ésta involucra una comunicación basada en códigos visuales, para acceder a éstos, es necesario pasar por una educación que yace en una lógica secuencial y lineal para producir un mensaje: la alfabetización. De esta forma, los procesos necesarios para comunicaciones especializadas apelaban completamente a los procesos propios del hemisferio izquierdo. El oído quedó parcialmente relegado en el flujo comunicacional y la estimulación del hemisferio derecho se adormeció a comparación de su contrario.

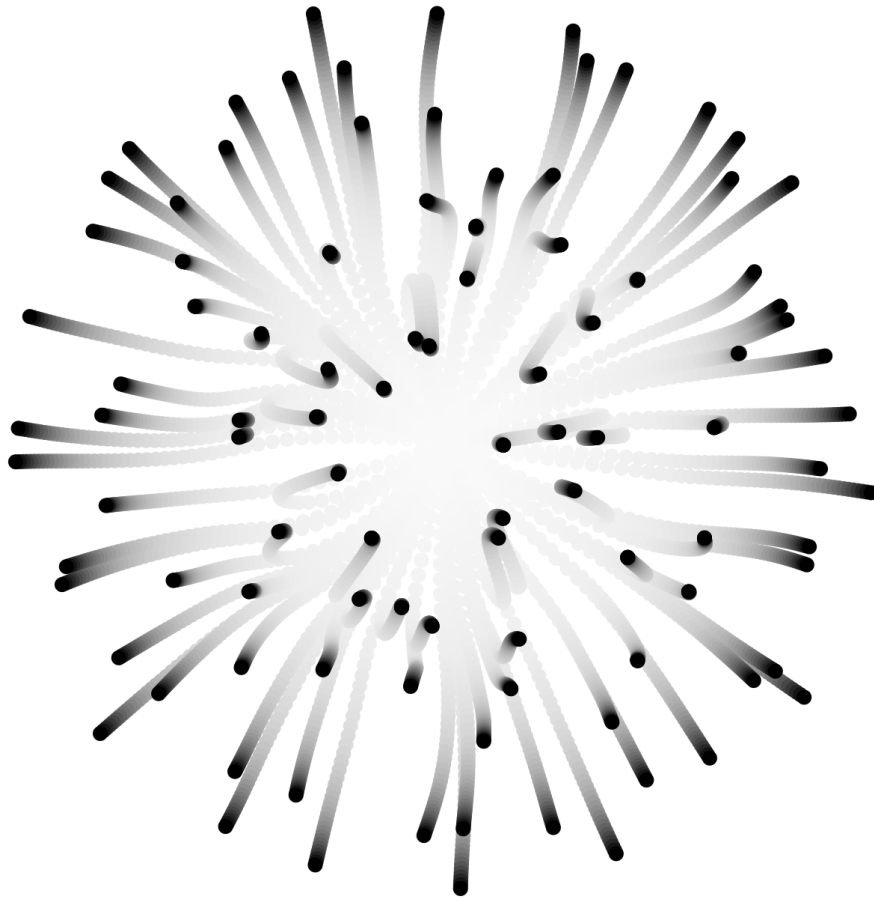
Parte de los efectos que tuvo esta sobre-excitación del hemisferio izquierdo se ven reflejados en la alfabetización. Casi como si fuera un

hechizo, la fusión entre sonido y carácter es casi indisociable, uno no puede pensar en sonidos sin pensar inmediatamente en letras, y aunque los 27 signos del alfabeto español son convenciones fabricadas y heredadas con el paso del tiempo, el hombre occidental enmarca su realidad en torno a éstos. La llave de acceso a este mundo se resguarda en la vista; ***“cuando hablamos o escribimos, las ideas evocan imágenes acústicas y cinéticas combinadas, que son inmediatamente transformadas en imágenes visuales de las palabras”*** (Curiel, 1989, p.51). E incluso, cuando uno es consciente de este proceso, Barthes (1986) menciona lo siguiente ***“Nadie es capaz de separar la palabra de su sentido sin recurrir al metalenguaje de la definición”*** (p.34). Por eso uno de los grandes proyectos en Europa desde la Edad media fue la alfabetización, proyecto que hasta nuestros días se procura dentro de las primeras enseñanzas en un ser humano para poder pertenecer al ideal de civilización.

Este camino, iniciado en Europa occidental, desde la filosofía y tecnología de los griegos, la escolástica preservada de la mano de los manuscritos en los conventos, hasta el desarrollo de las técnicas adecuadas para imprimir el primer libro –que sería una biblia–; toda aquella serie de sucesos, por más azarosos que parezcan, en realidad obedecen a una sucesión de acciones cuyos efectos fueron influenciados por las anteriores. Si la imprenta surgió y triunfó, fue en parte gracias a la naturaleza *simple* del alfabeto fonético, que a diferencia de China, en donde de hecho se inventó primero, la popularización de ésta no fue posible debido a la poca practicidad, y a la diferencia de ideologías y necesidades de esa sociedad; un *fondo* distinto al de Europa occidental.

De esta forma, el contexto social que se vivía en Europa entre el siglo XIV y el XV; el fin de guerras, la exploración de territorios, la conquista religiosa cristiana y el inicio de un nuevo orden político, sembró un panorama social ideal que coordinaba al nuevo invento con la premura por la difusión del conocimiento. Bajo este albor, el libro impreso comenzaría su historia: portable y reproducible en masa, se abriría paso en la época el invento de Gutenberg. Se desarrollarían entonces las formas de producción y los procesos sociales que abrirían paso al pensamiento de la modernidad que hoy en día continúa vigente en todo el mundo.





**Figura 8.** Expansión. (2018). Generative Gestaltung

## II.C La causalidad moderna

Para explicar la perspectiva causal instaurada en la mentalidad de Europa occidental, Bunge (1959) propone revisar el modelo de análisis que Aristóteles dedujo de las ideas de Platón. Éste plantea un modelo de 4 causas diferentes que componen a un mismo fenómeno, en el que incorpora las relaciones de la *figura* con el *fondo* para un análisis íntegro, que pueda ser aplicado para entender causa y efecto de algún fenómeno, como la tecnología:

1. La causa material es la materia en su estado pasivo, pero potencialmente cambiante.
2. La causa formal es la esencia del fenómeno como combinación de la materia y la idea.
3. La causa eficiente es el agente que saca a la materia de su inercia y lo dirige según la causa final.
4. La causa final es el objetivo final (p. 32, citado por McLuhan y Powers 2015).

Esta postura que sugería no sólo el proceso del fenómeno, sino que integraba una perspectiva ontológica de éste, dicen McLuhan y Powers (2015), se vio anulada por el repunte de la individualidad afinada por el espacio visual del observador. Entonces surgió el método científico que posicionaba al observador como un ente separado del fenómeno. Al excluir la visión ontológica de la relación causal, las últimas causas planteadas por Aristóteles: la eficiencia y la finalidad, eran las únicas condiciones necesarias para la aparición de algo.

El enfoque holístico entre esencia de la materia y causa final propuesto por Aristóteles cedió paso a una relación entre causa eficiente y final, en la que la premisa de la funcionalidad era suficiente para que algo existiera. ***“La primera pregunta que pudo hacerse no fue si era posible crear algo sino si era deseable en términos humanos”*** (McLuhan y Powers, 2015, p.115). De esta forma, se invisibiliza el *fondo* y se valida a la *figura* como causa de sí misma. Por esta razón, es más fácil reconocer las manifestaciones comunicacionales antes que comprender los preceptos mentales que las sostienen.

La concepción del hombre moderno que desarrollaría la mentalidad del Renacimiento, aún latente en nuestros días, estimulada por la tecnología del hemisferio izquierdo, depósito la fe causal en la eficiencia y

encerraría a la causa final en el aprovechamiento de la naturaleza. Dice Bunge (1959) que la ponderación de estas dos causas sobre las otras se dio por los siguientes motivos: era aquella causa más clara, cuantificable y medible, sometida a reglas y por lo tanto, era controlable (p. 117, Citado por McLuhan y Powers 2015).

De esta forma, el pensar basado en la eficiencia formó una ciencia lineal, lógica y medible; de acuerdo a este principio, apoyada por una tecnología que funciona bajo los mismos principios, el proyecto de civilización iniciado por la alfabetización sembraría otro pilar basado en el pensamiento lógico. Jerarquizando el conocimiento sobre estos preceptos y sometiendo la validez del resto de las áreas del conocimiento humano a estos parámetros, desde luego, el diseño y la comunicación visual incluida.

## II.D El proyecto del Renacimiento

La identidad del hombre alimentada por la excitación del hemisferio izquierdo se puede develar contrastándola con el ejemplo anterior, en donde se toma como referencia a los Inuit y su forma de relacionarse con su medio. Al respecto, McLuhan y Powers (2015) sugieren que gracias a la ponderación del área racional y cuantitativa del cerebro, parte de los cambios más grandes en la psique tuvieron que ver con una percepción del tiempo diacrónica, es decir, que se construye una imagen lineal de éste; pasado, presente y futuro. Mientras que poblaciones como las Inuit viven en el *ahora atemporal*. De tal forma que la cosmovisión europea occidental basa su entendimiento en relaciones de causas y propósitos funcionales (Lee, p. 136-154 1950, citado por McLuhan y Powers 2015). Bajo estos principios de categorización crece el ser humano del Renacimiento.

El carácter de uniformidad y repetitividad fueron otras dos grandes condicionantes que heredó la invención de los tipos móviles al ser humano en su proceder. McLuhan (1993) apunta que desde la construcción exacta de cada carácter, su alineación en una perfecta línea recta por renglón, la nitidez visual de la tinta sobre el papel y desde luego, la igualdad exacta de un libro con otro; influenciarían en la mente del ser humano, reproduciendo estas variables a manera de rizoma sobre sus procesos mentales, para desarrollar el pensamiento que comenzó formalmente en el Renacimiento: la humanidad dotada de razón.

La perspectiva geométrica como la representación racional del espacio nace en el Renacimiento. Esta representación es lógica únicamente desde un solo punto de vista, desde el que crea, desde el que ve y por lo tanto, desde el que puede emitir un juicio. Justamente este rol de espectador fue el que llevó a la concepción del ser humano disociado de su entorno. Éste se percibe a sí mismo como la figura y a su entorno como un fondo bruto, ávido de la racionalidad humana.

***“La preocupación del hombre europeo occidental por la verosimilitud, (...) que las imágenes sean informativas, manifestaciones exactamente repetibles, gramática lógica de la representación visual. Sobre estos principios crece la sociedad y son esenciales en la tecnología moderna”.*** (Ivins, p. 23-24 1946, citado por McLuhan 1993). Efectivamente, el fundamento sobre el que se construye la episteme del Renacimiento yace en el ser que es humano, que piensa, y que gracias a su esencia racional; ilumina y construye su realidad conforme a ésta.

Hasta este punto, lo relevante con respecto a esta forma de construcción visual recae justamente en la traslación del espacio tridimensional –táctil –, a un espacio bidimensional ilusorio. El terreno de la percepción tridimensional dirigida por el hemisferio derecho, pasó a ser asimilada de manera ficticia por la percepción lineal del hemisferio izquierdo. Irónicamente, esta representación *literal* de la realidad era de hecho, una abstracción construida por el imaginario del hemisferio izquierdo, en donde este espacio era controlable y medible dentro de normas euclidianas, probadas más tarde como irreales por teorías de espacios curvos como las de Einstein. El mayor hechizo que este invento plantó sobre los ojos del ser humano, fue el pensar que las representaciones bidimensionales de lo tridimensional eran ecuánimes a la realidad, y sobre esta ilusión, querer proyectar el entendimiento al mundo exterior, hechizo que sólo podría ser digerido por una sociedad que basa su entendimiento en lo retiniano. Después de todo, McLuhan refiere a la asimilación inconsciente de la tecnología como principal postulado en sus teorías.

La perspectiva geométrica en la pintura significó un arte basado en la relación ojo–cerebro, adaptando la cognición a las formas visuales literales y soslayando la interacción de la imaginación guiada por otros sentidos. En otras palabras, el dominio de la visión alienada por los preceptos de cuantificación y medición del hemisferio izquierdo. La representación de una naturaleza regida por leyes derivadas de una observación casi científica, medible y construida a partir de la visión del



**Figura 9.** Representación tridimensional. (s.f.). Digisnap Design

punto de vista fijo del artista, conformaron un arte al cual sólo se podía acceder a través de la vista racional. Al respecto, McLuhan (1993) dice que esta cosmovisión sólo pudo ser concebida gracias a la tecnología de la imprenta, que potencializó el concepto del hombre como unidad a través de la especialización del ojo; el despertar de una consciencia de un yo como ser pensante. La perspectiva es justamente reconocer la existencia del individualismo.

Además de la unicidad expresada en la perspectiva, también se desarrollaron otras disciplinas durante el Renacimiento que permitieron el avance de la sociedad de acuerdo a la lógica de la que se vio rodeada la visión. Las matemáticas crecieron de la mano de la observación y exploración del cuerpo humano, así como del mundo que rodeaba a los exploradores europeos. ***“La obsesión por la medición exacta comenzó a dominar el Renacimiento”*** (McLuhan, 1993, p.242). Este postulado, tan latente en la sociedad actual, fue uno de los guías en las disciplinas del conocimiento humano y por lo tanto, en su percepción; de hecho John Nef dice que la medida y la cuantificación visual de la vida permitieron que ***“por primera vez Europa vino a ocupar un lugar aparte del Próximo y Lejano Oriente”***. (Nef, p. 10 1958, citado por McLuhan 1993). Es decir, estos preceptos auspiciados por la razón configuraron grandes pilares en la episteme del hombre moderno, de aquel cuyo espíritu aún vive en nuestras mentes.

Para finalizar con el apartado del Renacimiento, McLuhan (1993) apunta que el gran legado de este proyecto, preludiado por la imprenta de Gutenberg, fue la homogenización de hombres y materiales. Esta homogenización razonada está, por lo anterior expuesto, ligada al sentido de la vista y a la sobreestimulación del hemisferio izquierdo del cerebro, que potencializada por la distribución idéntica y en masa de los tipos móviles, el hombre terminaría por aplicar estos principios en la configuración de sus sociedades. Éste lidiaría con ellos por cientos de años, y hasta que desarrollara nuevas tecnologías que le permitieran reestructurar su pensamiento para develar el hechizo que el invento de Gutenberg habría plantado en sus ojos, es que el retorno al mundo acústico sería evocado de nuevo en el siglo XX.

A raíz de la premisa de la homogenización del hombre, Leo Lowenthal menciona:

***“(...) la filosofía de la naturaleza humana, prevaleciente desde el Renacimiento, había estado basada en el principio de conceptuar a***

*cada individuo como un caso de desviación cuya existencia consiste en muy grande parte, en sus esfuerzos por afirmar su personalidad contra las exigencias restrictivas y niveladoras de la sociedad.”* (Lowenthal, p. 41 1957, citado por McLuhan 1993).

De tal forma que Lowenthal señala a valores como lo preciso y lo absoluto como factores que condicionaría al ser humano en una sociedad, cuyo camino se vería comprometido a la instauración de la verdad única ejercida por sistemas, que en forma de instituciones expansionistas, regirían de forma tajante el deber ser de los individuos; individuos que de hecho vieron su unicidad gracias a la misma imprenta.

En un panorama en el que la estandarización de individuos en sus distintos niveles de existencia –social, moral, político y económico – iban en aumento, el ritmo de disrupciones culturales se vería guiado por la unicidad de individuos; por lo personal. Ideas y sentimientos como actos de expresión propia. En este juego de dualidades, donde la personalidad de un sujeto que aspira a sobresalir del sistema en que se encuentra inscrito, es en donde halla su voz el arte de los siglos venideros y donde las expresiones generativas comenzarían a tener cabida.

## II.E Interfacialidad

Para abordar propiamente la siguiente etapa de transición y en general, para hablar sobre transiciones, es fundamental poner sobre la mesa el concepto de lo *interfacial*. Su uso proviene generalmente de ramas como la química, en donde se utiliza para denotar la fuerza de tensión entre dos elementos distintos, que por medio de una interfaz, generan un lugar común de reglas físicas y lógicas comunes; es una zona de contacto e intercambio (Oilfield Glossary, s.f.).

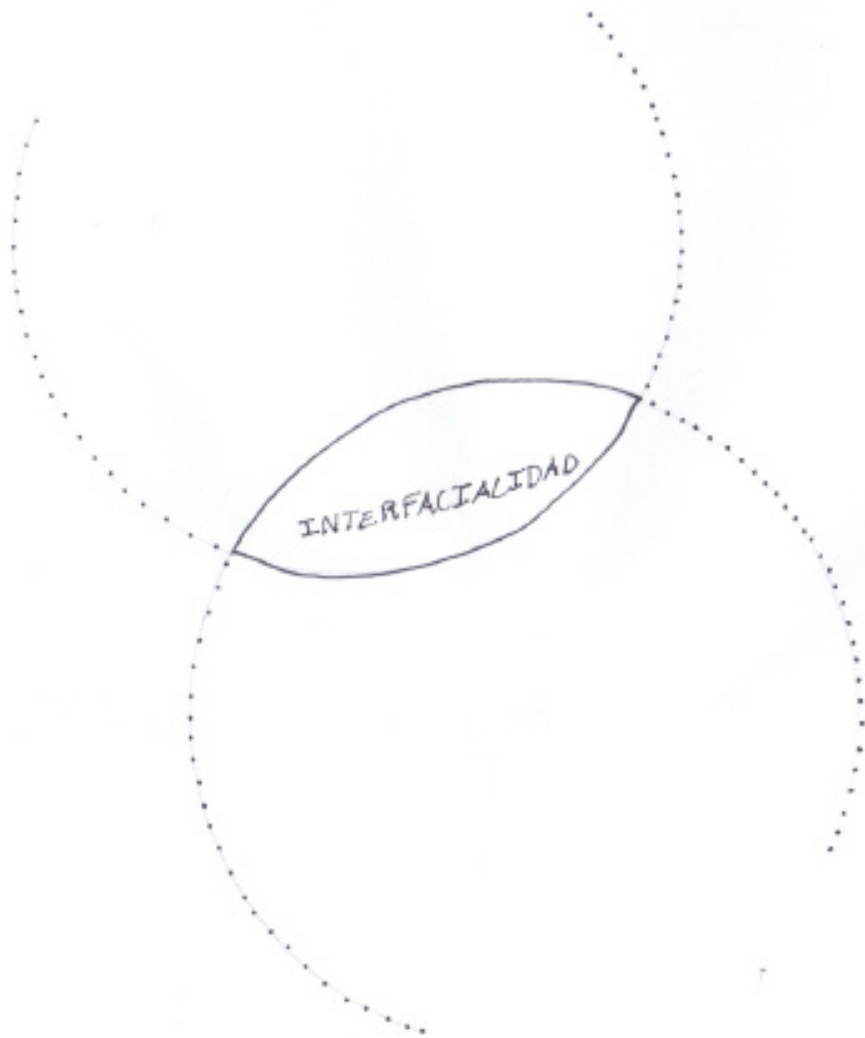
En este contexto, McLuhan (1993) lo emplea para referirse al área en común de dos sistemas culturales diferentes. Por un lado, el choque de tecnologías con la invención de la imprenta, implicó una superficie *interfacial* entre dos mil años de cultura del alfabeto y el manuscrito, contra el nuevo horizonte planteado por la tecnología mecánica del Renacimiento. Hoy en día se podría hablar de una ruptura en la que el choque entre quinientos años de una mecanización análoga hace frente a la tecnología de las ondas electromagnéticas y la electricidad, provocando de nuevo esta tensión *interfacial* en la que conviven disruptivamente dos culturas diferentes.

Parte de la teoría *interfacial* recae en principios psicológicos: uno sólo puede ver y reaccionar al presente valiéndose de los conocimientos aprendidos en el pasado. Por esta razón es que en sus inicios un automóvil era descrito tan sólo como un carro sin caballos. Conforme dos tecnologías se encuentran conviviendo a lo largo del tiempo y una ocupa territorios de la otra; conforme lo nuevo se desarrolla y evoluciona para acaparar, e incluso innovar, funciones ya establecidas, la sociedad avanza y adopta el cambio, poniendo en perspectiva la cultura que alguna vez le dio forma al sistema. Sólo se sale del hechizo de una tecnología entrando en el de otra, gracias a la existencia de *lo nuevo* es que se le puede llamar *antiguo* a aquello en el pasado, de hecho, el latente y apremiante concepto de lo moderno es uno de los efectos heredados por la tecnología eléctrica.

La transición entre dos culturas encabezadas por diferentes tecnologías es un fenómeno cotidiano y paulatino, que tiene sus inicios desde que el ser humano comenzó a tener uso de razón para inventar artefactos y adoptarlos como extensiones de sus sentidos. En pequeña o gran escala, como es el caso de las revoluciones que se plantean en este trabajo, son cambios que pasan por desapercibidos y cuyos efectos operan en niveles inconscientes, siempre quedan reminiscencias de los sistemas anteriores, porque al fin y al cabo, en una realidad construida sobre la continuidad lineal del tiempo; un acontecimiento es efecto del anterior, como una reacción en cadena.

La incongruencia de dos culturas cuando se entrelazan, sobre todo en los periodos de contacto iniciales, es ambivalente. La convivencia entre dos sistemas es natural, sin embargo, en el terreno de *interfacialidad* creado por la intersección, ambos sufren cambios en su configuración. Cada individuo conjuga ambas partes de forma personal. La heterogeneidad en las interpretaciones y reacciones en las formas de interactuar con dos culturas diferentes, es sobre todo característica y abundante en las etapas de transición, antes de que el tiempo instaure como sistema predominante a la nueva tecnología sobre las nuevas generaciones y la presencia del sistema anterior sea tan sólo un espejismo que viva de forma inconsciente.





**Figura 10.** Interfacialidad. (2021). Elaboración propia

## II.F La electricidad

La sociedad evoluciona conforme sus posibilidades tecnológicas se lo permiten, así como en el siglo XV, con la aparición de la imprenta, el mensaje moldeado por tipos móviles se dispuso a una rapidez y cantidad nunca antes vistas, hoy en día el ordenador y el procesamiento de datos están moldeando la comunicación a su imagen y semejanza.

Parte de la herencia que el siglo XX dejó fue la comunicación a través de los medios masivos de expresión y difusión auspiciados por la electricidad. El medio de transporte por excelencia del conocimiento, el libro, comenzó a compartir terreno con la oralidad del radio y los mensajes audio-visuales de la televisión y el cine. Claro está, el tipo de información que transita por cada medio es distinto, mientras que el libro conservó el aura del mensaje *culto tradicional*, perteneciente a la sociedad que lo vio nacer hace 500 años, los nuevos medios se hicieron del lenguaje del entretenimiento y la publicidad, apadrinando un mensaje de carácter *ultra popular* y personificando los pilares de una nueva sociedad de masas.

La velocidad instantánea con la que un mensaje puede trascender fronteras espaciales gracias a las ondas electromagnéticas y a la comunicación satelital; potencian la presencia inmaterial del ser humano y definen a una sociedad con el carácter de lo que McLuhan llamaría; una *aldea global*. Básicamente, a lo que el autor hace referencia con el término de *aldea global* es al retorno de los constructos de las civilizaciones orales. Como se mencionó previamente, éstas formaban redes estrechas e íntimas de comunicación entre sí mismas, el conocimiento sólo podía pasar de un humano a otro a través de la palabra hablada. Este concepto de la difusión de un mensaje de forma gregaria es el que se rescata para denotar el comportamiento de las sociedades contemporáneas.

En la actualidad, gracias a la tecnología eléctrica, uno puede acceder a un mensaje proveniente no sólo de cualquier parte del globo terráqueo, sino que también puede ser personalizado y público. Hoy, más que en cualquier periodo de la humanidad, el mundo se encuentra conectado entre sí sin importar barreras físicas, volviéndolo una aldea global en maxiescala donde la información, como si se tratara de un auditorio mundial, es distribuida de forma masiva a la velocidad de la luz a cada individuo que cuente con dispositivos electrónicos. Tal y como una al-

dea, todo el mundo está enterado de los sucesos de todo el mundo.

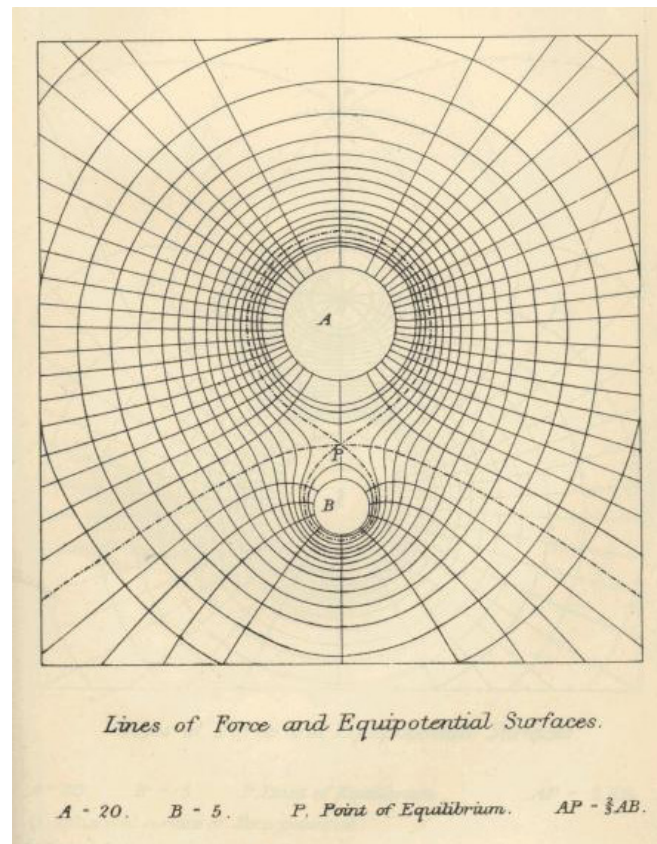
Aunado a las teorías de McLuhan, Curiel (1989) comenta que el valor de un mensaje puede yacer en la innovación de los códigos existentes de comunicación. Es decir, cómo la obra dice aquello que dice, en el cómo está parte del valor del mensaje mismo. ¿De qué forma los nuevos vehículos de transmisión de un mensaje influyen en la percepción del discurso? ¿Cómo es que los medios audiovisuales han llegado a tener una importancia definitoria en la formación del imaginario colectivo?

Abanderada por la tecnología de la electricidad y las ondas electromagnéticas, la cuarta revolución comunicacional comenzó a tomar forma a finales del s. XIX, con inventos como el radio y el teléfono. Continuó en el s. XX con la televisión, los satélites artificiales, y el desarrollo de las computadoras, que hasta la fecha, la continua evolución de esta tecnología crece de forma vertiginosa con inventos potenciales como el internet, el *big data* y el desarrollo de inteligencias artificiales. De tal forma que, sin ser excepción a la teoría de McLuhan sobre los cambios cognitivos que la tecnología arroja sobre la mente humana, el balance entre ambos hemisferios cerebrales se vuelve a ajustar con las transiciones culturales que la electricidad ha impulsado. La percepción de la realidad cobrará nuevas formas conforme la *interficialidad* de culturas resignifique los preceptos que coinciden entre la tecnología de la mecanización y la electricidad, incluso, la de la información (*big data*).

Es necesario acotar a estas alturas que, si algo es seguro en este trayecto sobre el cual se han examinado las manifestaciones de comunicación, sobre todo de Europa occidental; es que en ningún momento alguno de los dos hemisferios cerebrales ha quedado en desuso. El punto de contrastar ambas estructuras es la reflexión sobre cómo ciertas tecnologías han estimulado en menor o mayor medida diferentes partes del cerebro. Hasta ahora, lo que ha pasado con la episteme implantada por la lógica renacentista, versa en tratar de interpretar información correspondiente al hemisferio derecho con el juicio del izquierdo, tal y como se explicó con la falsa espacialidad de la perspectiva renacentista. La influencia de las tecnologías eléctricas ha despertado la oralidad en el mensaje y traído de vuelta valores del mundo tribal, no obstante, sin despegarse del mensaje visual y su relación con la razón. Es un espacio *interfacial* exponencial entre ambos hemisferios.

Sobre este fondo ambivalente se ve reflejada la configuración de la tecno-

logía y la manera en la que significará como forma en la esfera social. Una característica que evidencia la convivencia entre ambos sistemas es la dualidad entre un mensaje oral y simultáneo, con la lógica mecánica secuencial sobre la que están programadas los dispositivos, como las computadoras. *“La abrumadora norma de procedimientos en el mundo occidental sigue siendo lineal, secuencial y conectada en instituciones políticas y legales y también en la educación y el comercio, pero no en el entretenimiento y el arte”* (McLuhan y Powers, 2015, p.103), mientras que la cualidad inequívoca del ordenador ha sido la base de construcción de algunas disciplinas, sobre todo científicas, el factor humano se retoma y se reivindica, tal y como el efecto *figura* y *sub-figura* del esquema tetrádico. De esta forma, el nuevo orden convive con los anteriores, y el espacio para la comunicación y el diseño resulta ambiguo pero fértil para nuevas modalidades comunicacionales.



**Figura 11.** Treatise on Electricity and Magnetism [tratado de electricidad y magnetismo]. (1873). James Clark Maxwell

## II.F.1 Cualidades de la tecnología eléctrica

¿Otro mundo? En realidad, no. El mismo mundo  
pero visto desde otro ángulo.

(Lusseyran, p. 143-144 1963, citado por McLuhan y Powers 2015)

McLuhan y Powers (2015) describen a la electricidad como potencialmente simultánea, es decir, debido a su gran velocidad y a su naturaleza inmaterial, ésta puede ser bien descrita como omnipresente y omnisciente. Por lo tanto, es capaz de trascender barreras de tiempo y espacios humanos, estableciendo relaciones simultáneas a la velocidad de la luz y recuperando la noción de tiempo sincrónica.

La tecnología de la electricidad proporciona la oportunidad de revivir la oralidad en el mensaje, traer desde el fondo, a la figura de lo auditivo. Re-significar al oído conforme los preceptos intrínsecos de esta tecnología. El sentido holístico del entorno, permeado por interconexiones simultáneas, apela al *modus operandi* del hemisferio derecho del cerebro, configurando estructuras mentales descentralizadas, no homogéneas.

De esta manera, no sólo permitió el consumo de imágenes de forma virtual, sino que connotó a algunas manifestaciones visuales de forma indisoluble con la sonoridad, como la televisión y el cine. El mensaje oral compartió el alcance masivo del cual tanto tiempo había gozado en exclusiva la visualidad, gracias a la imprenta y sus antecesores. La formación de un espacio "*neo acústico*" (McLuhan y Powers, 2015, p. 41) comenzó a moldearse gracias a tecnologías como el teléfono, el radio y la televisión. Por primera vez desde el invento de Gutenberg, la palabra escrita ya no era el único generador, a gran escala, del imaginario colectivo.

La inmediatez del mensaje eléctrico posiciona al usuario en varios lugares al mismo tiempo, extrae de éste su cualidad material y lo catapulta a un espacio virtual simultáneo. Esto es parte de la descentralización, no sólo social; sino material, de la que McLuhan y Powers hablan. Todos están relacionados entre sí mismos, la mentalidad grupal predomina y nos hace sensibles con los otros miembros de esta red, entonces las jerarquías céntricas se dilucidan. Tanta es la apropiación de estos medios, que los mensajes se vuelven personalizados, los consumidores se vuelven además productores de esta red interconectada, que a su vez predice las necesidades de su usuario para facilitar su navegación por ésta.

Esta especialización en el espacio virtual ha fomentado la construcción de una individualidad con caracteres distintos a aquella formada por la mecanización. Dentro del mar de información que se encuentra en esta red, ésta es la que se ha hecho a la medida de su usuario, pero al mismo tiempo, es alcanzable y retroalimentada por otros usuarios. Se ha construido una individualidad sobre una red colectiva.

Sin embargo, McLuhan y Powers (2015) también apuntan algunos de los efectos que desafiarán los preceptos de la era mecánica de la imprenta. La inmaterialidad de la tecnología eléctrica permite que el ser humano se encuentre en un lugar delimitado por el espacio-tiempo material, y al mismo tiempo, es ésta lo que lo expone al vacío simultáneo virtual, en cuyo espacio se encuentra alojada su identidad. Por ejemplo, en bases de datos que trascienden el carácter del tiempo diacrónico y la materialidad espacial. En este sentido, es como una *aldea* atemporal donde la identidad de uno se encuentra flotando en este espacio impersonal, de forma pública y lista para ser evocada cuando sea necesaria. Este es el verdadero sistema que preserva a una *aldea* moderna en donde la información es accesible y transita a tal velocidad que la dimensión del mundo ha quedado comprimida en la comodidad de nuestros dispositivos.

La percepción del tiempo sincrónica, que fue concebida en la antigua Grecia con la invención de la historia como disciplina, se balancea ahora con la perspectiva diacrónica del hemisferio derecho, evocada por la simultaneidad eléctrica. El espacio virtual atemporal sobre el cual se encuentran inmersos seres humanos materiales, permite que la conciencia de éstos pueda encontrarse en múltiples partes del globo terráqueo al mismo tiempo. Mientras su cuerpo físico permanece contextualizado en una realidad espacio-tiempo lineal, su mente puede conciliar múltiples temporalidades en un mismo momento. Es una conciencia sincrónica que habita en un cuerpo diacrónico.

Parte de las ideas finales para concluir este último apartado, que representa una realidad volátil y en constante desarrollo, es la puesta en tela de juicio sobre si el ser humano puede vivir a la velocidad de la luz; o al menos sobre los efectos que el maremágnum de información pueda tener sobre éste. Esta velocidad influye al mismo tiempo sobre la constante estimulación a la que están expuestos ambos hemisferios, y en general, a la que está expuesto el ser humano. Si la información se mueve a velocidades rápidas, entonces los procesos mentales se cen-

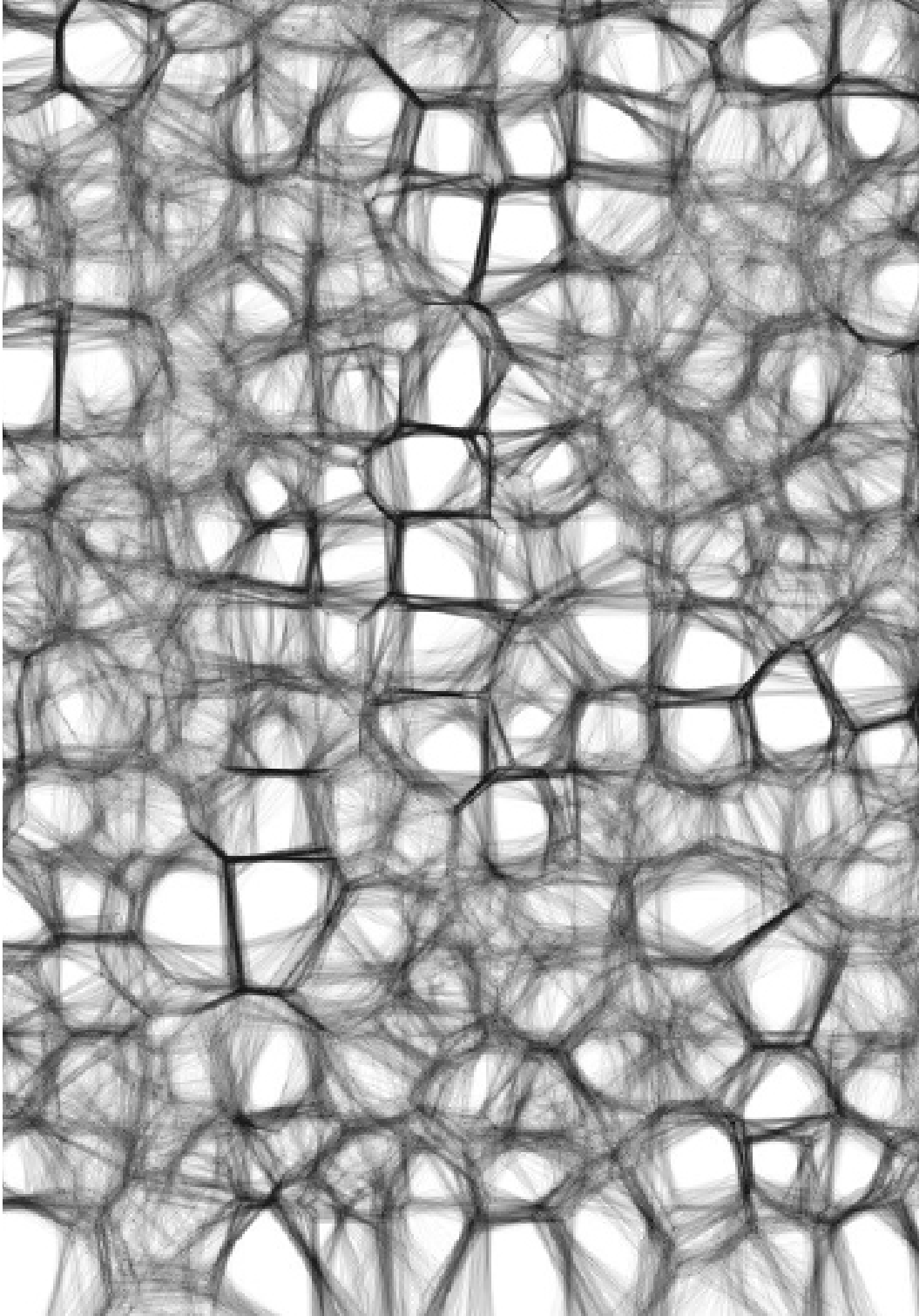
trarán cada vez más en un enfoque menos analítico y más holístico. La capacidad de análisis humana se ve rebasada por la cantidad de datos que son producidos e interactúan entre sí a cada segundo. Como prueba de ello, los especialistas dedicados al manejo de información diseñan sistemas que puedan gestionar la enorme cantidad de datos, datos que son almacenados en servidores. Esta es la era gestante del *big data*, que será abordada con más detalle en el capítulo dos, junto con su relación con la generatividad.

Como evidencia del efecto *osmótico*<sup>1</sup> que ha tenido la velocidad de la luz sobre el desarrollo del ser humano, el transcurso entre la aparición de nuevas tecnologías es cada vez menor. A tan sólo poco más de un siglo de la aparición de la electricidad, la tecnología computacional – cuya historia comienza en la década de los 60–, está abriendo paso a la era del *big data*. Conforme lo hablado anteriormente sobre la relación *figura-fondo*, el vertiginoso avance tecnológico “*es un proceso para el exceso*” (McLuhan y Powers, 2015, p. 37) que acelera en dirección contraria el efecto opuesto del valor que promueve la forma, es decir, hay un continuo cambio en los contextos sobre los cuales una tecnología obra pero que al mismo tiempo, ésta actúa como agente que detona tal vorágine. Esta actualización constante de las relaciones *figura-fondo* origina sociedades heterogéneas que conviven constantemente en espacios *interfaciales*, factor que propicia aún más los efectos inconscientes de la tecnología sobre la psique humana.

La gran cantidad de información, requiere del diseño de sistemas que funcionen junto con este flujo, no sólo de aquella informática, que es la que constituye el espacio virtual tecnológico, sino de aquella relacionada con la comunicación visual.

---

<sup>1</sup> Fenómeno químico a través del cual las moléculas de una sustancia atraviesan una membrana sin la necesidad de una fuerza externa. En este caso, se utiliza como metáfora para describir la facilidad por medio de la cual las características de un fenómeno impregnan la realidad.



**Figura 12.** Mesh experiments [experimentos de malla]. (s.f.). Lee Byron



# III. Figura

## III.A Sobre la percepción visual

Cuando se trata de la información percibida por los sentidos, generalmente se naturaliza la relación entre estímulo y significado. Si quisiéramos describir qué es la vista, en un entendimiento algo elaborado, quizá diríamos lo siguiente: se origina gracias a una reacción física, cuando la luz incide sobre un cuerpo y el rebote de ésta es información captada por los bastones y conos en la retina, que en forma de impulsos eléctricos, es procesada por el cerebro. Por más que esta definición sea correcta, si sólo se toma en cuenta este postulado, se pierde de vista –se invisibiliza– la esencia de la comunicación: la arbitrariedad del signo.

“Ver es comprender”

(Arnheim, p. 34 1957, citado por Curiel 1989).

Se ponen las cartas sobre la mesa con esta frase del filósofo alemán. ¿Se puede hablar del ojo humano como un simple órgano que capta estímulos? En esta sociedad, basada en la visualidad, la vista es generalmente el sentido validador de nuestra realidad, todo aquello que se ve es real y por lo tanto, obedece a la lógica de nuestra existencia. *Hasta no ver no creer* recita un dicho popular, pero qué tanto ve el ojo por sí

mismo. La codificación de cualquier estímulo captado por los sentidos pasa por el cerebro, éste procesa la información exterior con la programación interna y entonces la interpretación es tan propia de cada uno como propios son sus ojos. Así, entramos en la encrucijada que Arnheim nos plantea: si la información es en origen objetiva; natural, pero ésta pasa invariablemente por un filtro vivencial; subjetivo, que le da un juicio de valor a cada estímulo, entonces cuál es la naturaleza de nuestra vista.

Si hablar de anatomía es la superficie del asunto, entonces hay que empezar a indagar en lo profundo. Greimas habla sobre esta subjetividad en la percepción y la denomina **“como una rejilla cuya significación depende de la relatividad de la cultura en la que cada individuo se desarrolla”** (Greimas, p., citado por Curiel 1989). Este filtro cultural e histórico es inherente a cada ser, que insertado en una sociedad, conforma un juicio propio; personal, pero siempre inscrito en un contexto compartido.

Ahora que se ha esclarecido el *fondo* de las diferentes revoluciones comunicacionales y que se sabe que la relación *fondo-figura* es activada por la inserción de nuevas tecnologías, es pertinente analizar concretamente la *figura*, es decir, analizar al fenómeno de la imagen como tal. En esta parte del capítulo, se explicará cómo los valores de las tecnologías influyen en los sistemas de comunicación y cómo éstos se traducen sobre la epistemología de la comunicación visual.

Parte de la misión de estas líneas es explorar el recorrido que la comunicación visual ha tenido a lo largo de la historia, para entender cómo es que la tecnología y las estructuras de las que se habló previamente, condicionan la construcción y el entendimiento de la imagen, cómo es que éstas han mutado en el último siglo y -con fortuna- esbozar el entramado epistemológico, en constante desarrollo, de la imagen en la actualidad. De esta forma, se intentará revelar el camino que ha dado pie a manifestaciones como la generatividad.

## III.B Comunicación visual. Intersección de sistemas

Retomando la premisa de los párrafos anteriores, la incidencia de la

oralidad y la estimulación del hemisferio derecho, gracias a la tecnología eléctrica, es parte del margen de configuración de la mentalidad de las sociedades contemporáneas. Como consecuencia de la descentralización de los emisores de la comunicación, la instantaneidad y el vacío –porque nunca se llena, pero de vacío no tiene nada– virtual; la imagen se encuentra presente más que nunca en nuestro entorno, la mayor parte de la información está dispuesta de forma visual. Este es un fuerte principio potencializado por la tecnología actual.

A partir de este punto, habrá que separarse parcialmente del invento de Gutenberg para entrar de lleno a los territorios de la imagen. A pesar de que de acuerdo con las ideas expuestas anteriormente, la comunicación con imágenes tiene una gran deuda con la visualidad de la tipografía, es también necesario reconocer que la comunicación lingüística parte de un origen distinto al de la icónica y que esta intersección es justamente el tema a desarrollar en esta parte del capítulo. Por eso, de ahora en adelante, se referirá como comunicación visual a toda aquella manifestación compuesta por imágenes, tanto fijas como cinéticas, fotográficas o representacionales; independientes del signo lingüístico.

La tecnología de un periodo determina la configuración del *fondo* y resignifica las *figuras* ya existentes, así como las venideras. En otras palabras, la imagen de la era mecánica iniciada en el Renacimiento europeo por la imprenta, mutó su esencia hacia la tecnología de la electricidad, que trajo consigo otros modos y usos en la producción de imágenes. Es más, como se advirtió anteriormente, entrando en la era del big data, derivada de las computadoras y la electricidad, hay aún valores en constante cambio que rebasan los preceptos iniciales de la tecnología de la electricidad, valores a los que responde la generatividad.

Así, el *telos* de la imagen cambió conforme nuevas tecnologías dictaban nuevas funciones para ésta. Por eso, se abordará escalonadamente algunos de los hitos que marcaron a la comunicación visual desde su emergencia en el Renacimiento y cómo es que la generatividad encuentra su propósito en el entramado social actual.

Al hacer un énfasis particular en las tecnologías como factor de cambio social, se categorizará a la imagen de acuerdo a éstas. La intención de diferenciar la producción de imágenes por medios manuales –como la pintura– frente a aquellos mecánicos –como la fotografía–, parte del reconocimiento de diferentes sistemas culturales que dieron vida a cada manifestación.

Por lo tanto, diferentes construcciones sociales y diferentes necesidades.

En este orden de ideas, la colisión de estos sistemas traerá consigo diferentes *figuras, figuras* que conviven al mismo tiempo en el espacio sígnico contemporáneo. Por ejemplo, manifestaciones como la pintura y el grabado, en su tiempo únicas portadoras de los códigos icónicos, hoy en día siguen vivas pero no con la misma carga de significado que cuando éstas existían previamente a la invención de la electricidad. La comunicación engendrada por la tecnología de la electricidad, privilegió a la fotografía y al video como principales medios de comunicación. Relegando a aquellas representaciones manuales a un plano secundario frente a un proyecto de sociedad de masas, diferente al de su origen. Es fundamental tener presente conceptos como el espacio *interfacial* y el *fondo-figura* de un fenómeno. Esto permitirá tener una visión más amplia y fomentará el análisis de éstos de forma íntegra y contextualizada, en lugar de plantearlos como fenómenos aislados. Es necesario desenredar esta maraña de signos para poder comprender cómo se fundamenta cada producto visual, que a manera de espejo, contiene dentro de sí los códigos del sistema que los amoldó.

Una vez más, es pertinente acotar que el concepto de imagen que se estudia, es aquel originado en Europa occidental durante el Renacimiento. Este modelo epistemológico se exportaría de forma global con la tecnología de la electricidad y es sobre el cual se sientan las bases del entendimiento de la comunicación visual contemporánea.

Antes de comenzar con esta exploración, no está de más recordar que McLuhan explicó la fenomenología de la comunicación desde diferentes eras, marcadas por su tecnología. En primer lugar, la era de la comunicación oral, la cual tiene poca relevancia en las próximas líneas debido a la lejanía epistemológica con la construcción de la imagen contemporánea. De esta forma, se considerará el inicio de la comunicación visual desde la era mecánica iniciada en el Renacimiento, pasando por la fotografía y atisbando el comienzo de la era de la información; dando pie al paradigma generativo, producto de una era apenas en gestación, que acaso podría bautizarse como el *big data*. En este orden se hará el análisis a continuación.



**Figura 13.** La escuela de atenas. (1509-1511). Rafael Sanzio

### III.C Pintura

Como se mencionó al inicio del capítulo, gran parte de la configuración epistemológica de esta sociedad globalizada, proviene de la tecnología eléctrica y el proyecto de sociedad del Renacimiento. La misión de este apartado, lejos de profundizar en obras y autores, es la de explorar la trascendencia de valores provenientes de sistemas culturales previos – en este caso, la era mecánica de la pintura–. Analizar cómo es que éstos han sobrevivido, mutado y configurado de forma activa los valores de sistemas contemporáneos.

Podría parecer innecesario y hasta absurdo comenzar a explicar la imagen de la era digital 500 años atrás. ¿Qué relación tendría la concepción de la imagen hecha a partir de pintura comparada con aquella cuyo

origen son datos binarios inmateriales? Si bien, los contextos y la tecnología que dieron lugar a cada manifestación son abismalmente diferentes, aún existen remanencias de las producciones de viejos sistemas y valores que las unen con la actualidad.

Estas manifestaciones, que podrían ser consideradas las *figuras* del sistema, mutan en contenido, pero el fantasma de su origen genera proyecciones de viejos valores sobre nuevos. Esta es la ambigüedad del espacio *interfacial*. Por ejemplo, los pintores del Renacimiento producían obra para las élites de su tiempo, conforme hoy en día, su uso y consumo se han emancipado, aún se preserva a ésta dentro de un contexto *culto* frente al origen de aquellos mensajes, por ejemplo, publicitarios, de contextos más *prosaicos*.

Quizá sea pertinente comenzar definiendo al artista en el Renacimiento. La percepción de éste representó un hito para la imagen porque su concepción se resignificaba de un oficio a un hacer intelectual. Entonces, surge la pintura como una disciplina apegada al ideal del hombre pensante; ésta se especializa y se concentra en los círculos de los talleres de artistas. Estos círculos comisionados eran muy selectos, aún más lo eran, las élites que fungían como mecenas.

Lo importante sobre esta reflexión es identificar cuáles eran los valores que sostenían a la producción de imágenes. La visión del artista como un ser iluminado se volvió el aura que rodeaba a la imagen. Éstas eran hechas *ex profeso* para los intereses de sus mecenas. La producción y el consumo eran elitistas, sumadas al factor de ser creadas por seres *intelectuales*, percibidos como portadores de un don divino, como la voz encarnada de los mismos dioses a los que representaban. El lugar de la imagen era por lo tanto, aquellos círculos sociales que eran frecuentados por los privilegiados, es decir, la figura de la imagen del Renacimiento se concentró en la cúspide de la escala social, de producción especializada y bajo un aura casi sagrada.

Hasta antes del Renacimiento, la imagen era parte de un pensamiento hegemónico homogéneo, el artista era anónimo y éste era el medio para entregar un mensaje, después del Renacimiento, la imagen se volvió sujeto de sí misma, al igual que el artista. Se escribieron tratados de pintura, la construcción de un arte basado en la lógica visual sentó bases con elementos como la perspectiva espacial, el estudio anatómico del ser humano y teorías del color. Sí, ésta seguía obedeciendo a los

deseos de las élites, aún el tema era lo sacro, pero como todo cambio, es un proceso paulatino. El arte seguía adecuándose a los fines que ya conocía, pero los códigos eran diferentes; la heterogeneidad y el individualismo representaron factores decisivos. De ahí en adelante, poco a poco se iría alejando de su cometido inicial hasta llegar a manifestaciones como el arte contemporáneo o el diseño gráfico.

Como se mencionó anteriormente, valores como lo medible y cuantificable se trasminaron al *telos* de la imagen. Habiendo ésta nacido en el seno de una sociedad basada en una lógica visual; la pintura surge como el portavoz de la comunicación icónica. Su misión era retratar, replicar, el mundo exterior y condensarlo en los modos de una época. A la imagen se le confiere el voto de confianza de lo real. Si ésta descendió del pedestal y de la exclusiva representación de dios para representar al humano y sus necesidades, entonces éste debía acogerla y asimilarla como el símil más cercano de lo exterior. A partir de ese momento, el humano sería a la imagen como ésta a la realidad del mismo. Se depositó en la imagen la misión de traer lo incomprensible al plano material. Así surge la comunicación visual del presente.

La imagen se convertiría en un medio importante de configuración del imaginario colectivo. Si ésta estaba subyugada a una función teológica, vinculada al culto y a lo sagrado, el Renacimiento sería el punto de partida para hablar de lo humano. Ésta comenzaría a despegarse más allá del éxtasis religioso, para poco a poco mutar en la voz de las ideas y los sentires personales de individuos.

Al final, la pintura se convertiría en el medio por excelencia para representar la realidad. El punto de partida para su construcción fue la mimesis con lo real, con la realidad retiniana; correctas proporciones humanas y arquitectónicas, reglas de composición, colores locales. Los propósitos de este arte comenzaron así, siendo homónimos a los de su creador, entonces, la misión de éste sería retratar los ideales de una sociedad vista desde perspectivas individuales, no sumisas a un sistema totalitario (el individualismo acarreado por los valores de la imprenta). El arte dejaría de ser consecuencia pasiva de un sistema para ser agente de cambio. De esta manera, la pintura encontraría su misión, misión que aún conserva dentro del espectro social. La imagen sería entonces un fuerte medio de comunicación y de configuración social.



**Figura 14.** David. (1501-1504). Miguel Ángel



## III.D Intersección pintura y fotografía

### **Contexto.**

A partir de este punto, se comprende la importancia de la pintura como medio de comunicación en su realidad, una realidad que crecía con los valores de la precisión y la cuantificación, cuyo portavoz ideal sería la visualidad. La incorporación de la imagen, con los valores mencionados anteriormente, fueron claves para el desarrollo posterior de otras manifestaciones como la fotografía, o en último término, la imagen generativa.

Hasta ahora, se habló sobre cómo y por qué la pintura profundizó más que en cualquier civilización anterior como una herramienta potente en el imaginario social. Sin embargo, los valores que ésta acarrió; reproductibilidad, cuantificación y precisión, heredados por el fondo tecnológico del Renacimiento, quizá no se vieron tan exaltados hasta la colisión con otra tecnología que permitiera una imagen objetiva: la fotografía. Justamente es en esta yuxtaposición de tecnologías, en este acercamiento de un cambio violento de fondos, donde surge un punto que divide a lo antiguo de lo moderno; es ahí donde el sistema muda de piel y aquellos valores primigenios de una ideología –la renacentista–, se alojarían en las nuevas tecnologías para dirigir y continuar de forma exponencial el proyecto de sociedad heredado. Es una evolución del sistema. Lo lógico-visual como un gran componente en la cosmovisión de la civilización renacentista fue el campo que conectó a ambos sistemas.

Conforme la fotografía evolucionó, al igual que la sociedad que la dio a luz, las bases para la comunicación masiva y global, a través de la imagen, sentaron cabeza. Esto trajo consigo paradigmas significantes en la comunicación; la pintura y otras manifestaciones representaron remanencias de un sistema cuyo medio ya no era suficiente para el proyecto de una sociedad globalizada, y que cada vez iba más rápido. La instantaneidad y precisión de la fotografía era un símil del modelo de pensamiento que proyectaban las tecnologías de inicios del s. XX. Con ironía, al verse desprendida la pintura de la responsabilidad de guardar relación con la realidad física, ésta plantearía nuevos caminos, que de hecho serían los que perfilarían los inicios de la creación a través de la generatividad, de forma análoga.

No obstante, sobre las influencias del arte en lo generativo se tratará en el capítulo segundo. Por ahora, se explicará cómo es que la tecnología

de la fotografía llevó a la comunicación a un crecimiento exponencial de los valores del pensamiento renacentista y en última instancia, cómo es que éstos definieron la episteme de la comunicación visual del s. XX, valores que hoy en día se encuentran en una sigilosa, pero activa transformación, dentro de la cual, se ha visto partícipe, por supuesto, el diseño.

### **Medios de comunicación.**

Parte de la condición que implantó la fotografía en la comunicación visual, ajena a la era mecánica de la pintura renacentista, fue la omnipresencia de ésta. Al respecto, el filósofo alemán Benjamín Walter (2003) habla sobre la emancipación de la producción artística, y por lo tanto, de la cultura a través de la tecnología de la reproductibilidad. Sobre esta intersección de ambos sistemas, él identifica a la producción artística del Renacimiento como objetos de *culto*, apegados a un *aura* que se basaba en lo irreplicable.

Por otro lado, la tecnología reproducible de la fotografía desprendería a los objetos de su "*aquí y ahora*" (Benjamin, 2003, p.42). Es decir, un objeto podía encontrarse –aunque fuera en forma de una copia–, en más de un lugar al mismo tiempo. Lo anterior permitiría desvincular a la comunicación visual –gracias a la fotografía– de un aura sacra, y la insertaría en el proyecto voraz de comunicación masiva del siglo XX, guiada de la mano de la tecnología eléctrica.

Con el advenimiento de los medios masivos de comunicación y la publicidad, junto con el desarrollo de técnicas que facilitaron su reproducción en diferentes formatos; la imagen abandonaría su aura artística para servir a un sistema de consumo cotidiano. Su identidad se desprendería del objeto único amasado por el artista para conformar el producto de tecnologías masivas que responderían a funciones de entretenimiento y consumo.

De esta forma, la imagen del s. XX surgió como evangelizadora de un sistema que promovía la expansión a través del comercio y la publicidad. Así, ésta pasó a ocupar funciones dentro de la comunicación que le eran ajenas anteriormente, amoldando nuevos códigos pero también conviviendo con manifestaciones del sistema anterior, de las cuales se había mantenido desligada. Por ejemplo, la escritura –el libro– era el principal medio de enseñanza formal en escuelas y universidades; hoy, la imagen se ha inmiscuido dentro de las técnicas de enseñanza y se le ha conferido un valor didáctico. Así como en la educación, se podrían

mencionar otras áreas como la comunicación de mensajes, el comercio y hasta el entretenimiento.

Como este ejemplo, el fenómeno de la invasión de la imagen en la comunicación ha provocado que ésta conviva con sistemas como el escrito o el oral, de formas en las que el producto final sea un híbrido en el que los signos de cada sistema se trastoquen y las líneas entre éstos, que antes eran muy claras, ahora se desvanezcan. El mensaje se vale de dos o hasta de los tres sistemas para conformar un producto heterogéneo. Por ejemplo, un *spot* publicitario se vale de la imagen para denotar al producto, la connotación suele venir del diálogo y el nombre de los productos es representado por el texto. Ninguno de estos tres sistemas por separado tendría sentido por su propia cuenta en este tipo de productos culturales.

Esta hipercodificación en el mensaje contemporáneo ha sido foco de análisis sobre la comunicación del s. XX y XXI. En la era de la tecnología eléctrica, donde los diferentes sistemas de comunicación conviven y comparten códigos de forma vertiginosa, pero al mismo tiempo, existen sus correspondientes de forma independiente, como lo es el caso del teatro, la literatura y la pintura –remanencias de sistemas anteriores –, los debates sobre sus límites son fervientes. Sobre todo en el caso de la imagen, que frente a los tres sistemas, representa el más nuevo y quizá polémico por su constante cambio.

La imagen como hoy en día se produce y consume es relativamente nueva. Los medios de comunicación masivos que la dotaron de inmediatez y omnipresencia desmaterializada, es decir, la televisión y el internet, surgieron apenas un siglo atrás, o en el caso del internet, una década atrás si se toma en cuenta su uso como se conoce en el presente. Esto sesga de cierta forma un estudio claro sobre la imagen si se considera la historia de siglos sobre la que se basa el alfabeto y de milenios, si se habla de la palabra oral. En otras palabras, la imagen se ha querido explicar desde los parámetros de los sistemas anteriores, como la lingüística, cuando su origen, al menos el de la fotografía, proviene de raíces distintas, de una iconicidad; a diferencia del artificio del signo lingüístico. Sobre esto se discutirá a continuación.

Antes de pasar a este debate, no está de más recordar que la intención de este análisis es entender cómo es que la fenomenología de la imagen se ha construido socialmente, descubrir qué valores ha acarreado

consigo y heredado al *telos* de la comunicación visual. El diseño generativo se presenta como un elemento de un sistema aún en gestación, el del *big data*. Sin embargo, para entender este fenómeno con ojos abiertos, es necesario abordar la fenomenología de estos sistemas.

### **Cuestionamiento**

Si bien, la pintura era el medio por excelencia para representar la realidad visual, ésta era obviamente una representación visual antrópica, no existía una confusión con lo real, sin embargo, este debate no tenía mucha lógica en ese momento. La aparición de la fotografía representa un hito porque por primera vez en la historia, existe un referente totalmente objetivo e idéntico a lo real, mecánico y aparentemente no intervenido por el ser humano; ahora sí tenía sentido hablar sobre lo que es real y lo que no.

Si la pintura aró el terreno para la inclusión de la imagen como fuerte catalizador del imaginario colectivo, la fotografía se apalancó de forma exponencial sobre este principio. La mimesis ente imagen y realidad no era más un pacto, como con la pintura, sino que era un hecho irrefutable. La comunicación sería un relevo que pasaría de la pintura a la fotografía, pero los códigos de esta última serían muy diferentes.

El filósofo francés Roland Barthes sostiene en su obra *Lo obvio y lo obtuso*, que una representación, como el dibujo y la pintura, lleva implícita un doble mensaje; el denotativo y el connotativo. Por más fiel que ésta sea a su referente, le es inherente un estilo en su construcción, un estilo que contiene un subtexto y remite a determinada cultura a través de significados estéticos e ideológicos (Barthes, 1986, p. 13).

Por otro lado, la esencia de una fotografía yace en una máquina. Ésta nace de un proceso físico ajeno a las capacidades del ser humano; el congelamiento del tiempo-espacio a través de una imagen en un soporte físico. Por lo tanto, no contiene, *per se*, ninguna interferencia cultural. ***“Claro que la imagen no es real, pero, al menos es el análogo perfecto de la realidad, así se define delante del sentido común.”*** (Barthes, 1986, p. 13).

La paradoja en este fenómeno comienza con, irónicamente, la condición artificial del lenguaje hablado/escrito. Según Barthes, (1986), el lenguaje es un artificio creado, desde luego, por el ser humano; para sintetizar la naturaleza y desarrollar ideas abstractas. Mientras que las imágenes, sobre todo las fotográficas, parten de un origen menos artificial, más referencial.

### III.E Signo lingüístico y signo icónico

Hasta este punto, podría parecer extraño hablar del signo lingüístico en el análisis de dos manifestaciones icónicas –pintura y fotografía-. Parte de la respuesta a este planteamiento tiene que ver con la inédita cercanía con la que la fotografía interactuó con el sistema de comunicación lingüístico. Además, desmenuzar los elementos de cada sistema de comunicación representa la primera parada para comprender la condición fotográfica.

El signo lingüístico se caracteriza por ser arbitrario y no poseer relación directa con su referente. Éste proviene de la lengua y por lo tanto, su forma varía de acuerdo a cada lenguaje, por eso es arbitrario. El signo icónico es aquel que sí guarda una relación con su referente, a esta relación se le puede llamar denotación. Sin embargo, una imagen no escapa de la connotación, por lo que su lectura también posee una parte que es arbitraria.

Por lo tanto, ambas manifestaciones se valen de signos para existir. Como Umberto Eco mencionó con respecto al signo: *“Hay un signo cada vez que un grupo humano decide usar y reconocer algo como vehículo de algo más”* (Eco, p.17 1976, citado por Seiter 1987). En este caso, ambos medios se valen de una estructura –convención– para comunicar. La única particularidad con respecto a la fotografía es que, al su origen no ser del todo artificial, sino que sí guarda cierta relación –a veces discutida– con su referente; la relación entre lo denotado y lo connotado puede ser algo difusa.

Para la tecnología de la electricidad, cuya comunicación buscaba inmediatez y tendía a la expansión global; la comercialización y publicidad eran grandes medios. La fotografía representaba un medio novedoso, pero que tenía que ser aprendido por las masas. La mimesis que ésta guardaba con el referente la convertía en una estructura primaria y ambigua para una comunicación que se apoyaría en connotaciones muy específicas (publicitarias). La construcción de mensajes abstractos y complejos era llevada, históricamente, a través del signo lingüístico, por lo que resultó necesario mezclar la denotación ambigua de la fotografía con la connotación precisa del texto para articular un mensaje homogéneo y veraz.

Cuando la fotografía como medio de comunicación en el s. XX comenzó a ganar terreno, el mensaje icónico y el lingüístico convergieron cada vez más. Ambos sistemas pasaron de ocupar terrenos separados a convivir el uno con el otro, si bien, éstos se encontraban juntos en espacios como la prensa; era únicamente a través de representaciones como la pintura y el grabado. La fotografía se introdujo entonces como el medio último de la objetividad para una sociedad que basa su cosmovisión en la relación lógico-visual. Esto afectó a la comunicación en el siglo XX, lo cual abrió debates sobre qué tanto y qué tipo de valor existe en cada sistema de signos.

El enfrentamiento de posturas es producto de un espacio *interfacial*, creado por una comunicación con orígenes literarios contrapuesta con un sistema icónico y sonoro. Frente a esta disyuntiva, el tópico de estos debates era deshacer el mensaje, en apariencia homogéneo, y analizar en qué medida uno incide en el otro. Las posturas que a continuación se mencionarán, se presentan de forma antagónica, pero justamente es esta oposición la que ilumina la ambigüedad sobre la que se posa la comunicación visual del siglo XX, gracias al repunte de ésta a través de la fotografía.

Por un lado, como diría Barthes (1986), el texto le es a la imagen una muleta que trata de explicar en un lenguaje artificial, connotativo, lo que por origen es denotativo. Por otro lado, como piensa Curiel (1989), la significación de la imagen depende de los códigos lingüísticos para cobrar significado y por lo tanto; hablar de comunicación visual es sesgado, al grado de mejor referirse a ésta como literatura icónica.

En parte, ambas versiones son veraces, simplemente describen lados diferentes de la moneda. Al fin y al cabo, la imagen como medio de comunicación exponencial apenas comenzó el siglo anterior, con el desarrollo de la publicidad y el comercio global. Mientras que la comunicación basada en signos lingüísticos se instauró en Europa hace 3,000 años con el alfabeto griego. Entonces, es natural que ante un cambio tan radical en las tecnologías, los sistemas de comunicación presenten transfiguraciones entre sí y se traten de explicar desde la lógica del otro: de eso se trata la *interfacialidad*.

Es cierto que el origen de las imágenes es diferente al de los signos lingüísticos, sobre todo si se trata de imágenes fotográficas, las cuales presentan una esencia denotativa exclusiva y ajena a cualquier otra

manifestación comunicacional, y por consiguiente, se requiere hablar de ésta en sus propios términos. Más aún, si es la forma del medio de comunicación más potente y presente de la actualidad, claro, en ocasiones conjugada con el mensaje sonoro, pero al fin y al cabo, distinta en origen del sistema de signos lingüísticos. Sin embargo, no se puede pasar por alto el hecho de que parte de este choque de sistemas ha llevado a concebirla desde una aproximación lingüística, ya que las formas de comunicación instauradas en la época del alfabeto aún son grandes pilares en el entramado cognitivo social.

Sobre la imagen fotográfica, Barthes (1986) dice lo siguiente, *“La descripción de la fotografía es imposible pues al utilizar una lengua, es añadir al mensaje códigos connotados sobre un mensaje plenamente denotado. Esto significa cambiar de estructura y las estructuras son culturales”* (p.14). No obstante, Barthes también reconoce que una imagen no sólo se percibe, también se lee. Donde hay un signo hay un código, es ahí donde se origina la connotación y junto con ella, la interrogante sobre si esta significación proviene de orígenes lingüísticos o icónicos, a pesar de seguir hablando de la fotografía.

Es decir, la imagen ha tenido que ser pensada y explicada desde los signos lingüísticos, en parte por su convivencia con éstos y en parte porque la misión de ésta en el siglo XX rebasa sus orígenes denotativos y la sitúa en una dinámica de comunicación en la que la única forma de que su denotación tenga sentido, es a través de sentidos simbólicos, irónicamente, sentido que le es dado por el texto. Como diría Curiel (1989), por inercia al obedecimiento de un sistema antecesor, el carro fue entendido en un inicio como una carroza sin caballos.

En resumen, hasta antes de la fotografía, la pintura era una forma de representar el mundo real de forma simbólica, sin embargo, era ilógico hablar de denotación porque al final éstas eran dibujos de lo real, no había duda de ello. El hito que representó la fotografía en la imagen fue materializar la realidad objetiva-visible a un soporte físico reproducible. La paradoja que ésta representó, consiste en que siendo un análogo visual perfecto de la realidad, la naturaleza *impoluta* –denotación– de la fotografía era muy primitiva para un complejo sistema simbólico –connotación– de comunicación. Entonces la única forma de domar la ambigüedad que la fotografía podía representar en un mensaje era a través de la artificialidad del signo lingüístico. A continuación se hablará sobre cómo las características de este sistema –lógica, precisión y cuan-

tificación- se trasladaron a la fotografía, al grado de determinar su *telos*, y las implicaciones que esto ha tenido sobre la comunicación.

### III.F La fotografía

Sobre la fotografía, se hará hincapié en la forma en que sus valores alteraron el *telos* de la comunicación visual en el siglo XX, para introducir el papel de la generatividad en el siglo XXI. Al igual que con la pintura, lejos de hablar sobre técnicas y artistas, los esfuerzos de las siguientes líneas se concentrarán en el análisis de su denotación *pura*, y cómo este factor guió el rumbo de la comunicación icónica. Factor que explica Barthes en su obra *Lo obvio y lo obtuso* (1986) y que representa la gran aportación de la fotografía a la configuración de la comunicación visual.

La fotografía en sus inicios comenzó como una serie de experimentos para registrar la luz de forma mecánica en un soporte físico, que gracias a su perfeccionamiento técnico, logró posicionarse como una valiosa herramienta para documentar su entorno. Conforme fue posible explorar y experimentar en su construcción, ésta se derivó en nuevos usos que se alejaban de un registro objetivo como fin. Sin embargo, el factor denotativo que le era inherente fue el principal elemento que definiría la episteme del sistema de comunicación icónico.

A primera vista, la invención de la cámara fotográfica lucía como un invento inocente, ya que lejos de ser pensado con miras artísticas o de comunicación, éste era producto simplemente de previos descubrimientos en el campo de la química y la óptica. A pesar de que estos fenómenos se habían observado, e incluso empleado previamente –como el uso de la cámara oscura por artistas –, el registro del entorno físico de forma mecánica, fue un invento sin precedentes que no tardaría en ser absorbido por el sistema de comunicación de masas del siglo XX.

El *maremágnum* sígnico del que fue partícipe –e incluso, protagonista– la fotografía en la comunicación del siglo XX –ni hablar de la del siglo XXI–, se caracteriza por pertenecer a un sistema de comunicación complejo, simbólico e hipercodificado; aprovechado por la publicidad y la mercadotecnia. Es decir, ésta es medio de mensajes altamente connotados, cuyos significados rebasan y retuercen lo denotado en ella. Se parte de esta premisa, más no es intención de este trabajo profundizar sobre la connotación, que siempre ha existido en los medios visuales; sino sobre la denotación, clave del hito fotográfico.



Por ello, se hablará sobre la virtud más inherente a ésta: su objetividad y exactitud, sobre la fotografía referencial, cuya connotación pretende ser lo más apegada a su denotación. La fotografía documental según Barthes (1986), ***“(...) jamás constituye una fotografía artística. (...) Su primer mensaje colma plenamente su sustancia, y no hay lugar para el desarrollo de un segundo mensaje”*** (p.14). ¿Por qué la importancia de la fotografía documental? Porque este ha sido el contexto que más ha aprovechado la característica denotativa de la fotografía para construir un mensaje *objetivo*, es decir, libre de connotaciones –idea que incluso es cuestionable–.

Aunado a lo anterior, ésta es presentada comúnmente junto con el artificio del signo lingüístico, quien de forma inocente, no hace más que *describir* la imagen –a pesar de esto ser una contradicción en sí misma, por las razones expuestas líneas arriba–. Sin embargo, lo trascendental sobre este constructo es la concepción de la fotografía, bajo ciertos contextos –aunque a veces no son muy claros–, como la verdad última de lo que puede ser real. Prueba de ello, es que todo noticiero, todo periódico o medio de comunicación que quiera probar la veracidad de un hecho; emplea imágenes como prueba fehaciente. El requisito es que esta imagen sea expuesta prácticamente como fue registrada, sin trucajes. ¿Por qué? Por el irrefutable poder que se le ha conferido a ésta para crear realidades.

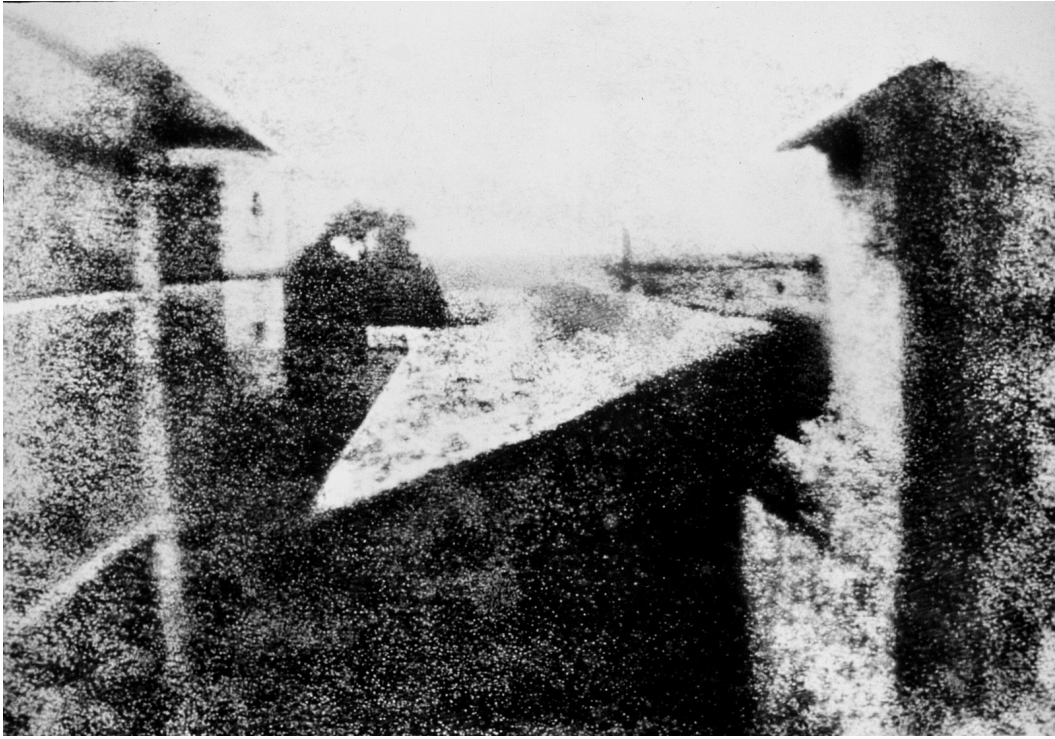
Recapitulando un poco sobre lo mencionado hasta ahora, para entender enteramente el hito que representa la fotografía sobre la cosmovisión de esta sociedad, McLuhan habla sobre que las eras en la comunicación son definida gracias a su tecnología. Él sitúa el inicio de una sociedad lógico-visual en el Renacimiento, cuyos valores yacían sobre la cuantificación y exactitud ligadas al entendimiento de una objetividad basada en lo visual, potenciada por la tecnología de la tipografía. Este afán por lo objetivo, lo medible y cuantificable; se extendió en forma de rizoma sobre la cognición del ser humano, permeando el desarrollo de otras disciplinas. Este modelo de pensamiento, que más tarde se exportaría de Europa a nivel global, sería el mismo que acuñaría a la imagen fotográfica.

La fotografía nace en la cumbre de una sociedad que preponderó su entendimiento en el sentido de la vista, en la objetividad retiniana; y qué mejor herramienta para una sociedad visual que un registro idéntico de la realidad percibida por el ojo, un registro sin imperfecciones huma-

nas, controlable, casi instantáneo y reproducible al infinito. Por eso la fotografía se posiciona como un medio poderoso para transformar una realidad que le es inherente, la de la vista. Más aún, si ésta se insertaba en un medio que le otorgara el papel de portavoz de la realidad, como la prensa, potenciada incluso para transmitir en tiempo real, el *telos* máximo de la fotografía se traduciría en ser el epítome de la razón, de la objetividad; de la realidad.

Ésta sería usada junto con el signo lingüístico, claro está, como herramienta irrefutable de acción dentro de la construcción social. Siendo ésta la misión cumbre de la invención fotográfica, la comunicación visual encontraría su hito en portar un mensaje objetivo, cuantificable, medible, sin errores en su entendimiento. De hecho, sobre estas bases se desarrollan los principios del diseño gráfico, es decir; establecer sintaxis dentro de los elementos compositivos de una imagen, estudiar las relaciones entre significantes y significados para comprender un contexto común, medir el impacto del producto dentro del consumidor. Todos estos valores pasarían a ser parte de la construcción de la comunicación visual gracias a la denotación que la fotografía –lienzo en blanco– podía ofrecer.

Hasta ese momento, este tipo de valores le eran atribuidos al mensaje lingüístico, debido a su naturaleza artificial y su grande capacidad de convencionalismo. Sin embargo, las posibilidades de mimesis con la realidad –y en último grado, de convencimiento– eran tan escasas comparadas con las del mensaje fotográfico; que entonces esta misión recayó sobre el signo icónico, por su puesto, con sus limitantes de ambigüedad. Pero por eso, ésta es contextualizada comúnmente por el signo lingüístico y es valorada bajo los parámetros del mismo. Porque al fin y al cabo, la necesidad de lo simbólico en la comunicación seguía siendo la misma desde la invención de la fotografía, sólo se requería adaptar el medio al mensaje.



**Figura 15.** Point de vue du Gras [Punto de vista de Gras]. (1827).  
Joseph Nicéphore Niépce

# IV. Resumen

## IV.A Paso a la generatividad

A continuación, se recopilarán las premisas principales que sustentan la configuración de la comunicación visual del siglo XXI, junto con algunas consideraciones finales, para abrir paso a la idea de la generatividad computacional.

1. El proyecto de sociedad del Renacimiento, acuñado en Europa occidental, se erigió sobre la tecnología de la tipografía y el libro, con valores como la medición, la cuantificación y la reproductibilidad; el uso del sentido de la vista se posicionó como principal conector con la realidad del ser humano. A pesar de que estos preceptos estén cambiando, como lo advierte McLuhan, gracias a la tecnología de la electricidad.

2. Estos valores configuraron al sentido de la vista como un instrumento lógico-visual, volviéndolos pilares en la cosmovisión del pensamiento occidental y trasladándolos en forma de rizoma sobre todas las disciplinas del conocimiento, incluida el arte. El *telos* de los medios visuales de comunicación, desde la pintura, el

grabado o la escultura, hasta la fotografía; partirían desde estos principios. Al menos, en el caso de los primeros, hasta el siglo XX, que fue justamente la refutación de estos valores lo que motivó la producción artística.

3. Si al arte del siglo XX europeo le fue posible buscar esta deconstrucción lógico-visual, fue gracias a que estos valores fueron depositados en medios como la fotografía. Es justamente esta exactitud y reproducción de lo visual, en una sociedad lógico-visual, lo que le daría sentido a la fotografía como máxima herramienta en la construcción de cultura y sociedades (imaginario colectivo).

4. En la cúspide de una sociedad obsesionada con la precisión, el tener acceso a una reproducción exacta e instantánea de lo visual, establece un orden. Es decir, lo que se posiciona en la balanza como lo correcto –el camino a seguir– por esta mimesis con la realidad; es aquella reproducción exacta, *objetiva* de la misma; aquello que diste de lo objetivo es entonces menos útil.

5. Finalmente, con la invención de la fotografía –y su potencialización motriz y sonora, a través de la cinematografía analógica, previo al video electrónico–, se le adjudicó a la imagen la misión de la comunicación, una comunicación objetiva, desde luego. Esta manifestación ha sido el medio más fácil para que una sociedad acceda a la construcción de una realidad altamente simbólica, pero cuya denotación facilita, e incluso, naturaliza estas convenciones. En este sentido, sistemas como el del signo lingüístico y el oral han funcionado bajo la misma órbita para construir un mensaje objetivo –aunque arbitrario–, porque la objetividad es la meta final.

Así, podemos concluir que la fotografía ha arrojado una dirección del *deber ser* de la comunicación visual, como una comunicación objetiva, que no deje espacio a la ambigüedad. Bajo un concepto de valor y utilidad, ésta cobra sentido supeditada a la premisa de lo racional. El deber ser de la comunicación visual, apadrinado bajo los preceptos de estas tecnologías, es la exactitud en su mensaje. Una construcción de la imagen objetiva, bajo reglas y convenciones. El control absoluto de la imagen.

Es por esto que gran parte de la validez de las imágenes se ha basado en qué tan claras son, qué tan apegadas al mensaje lingüístico; porque

al final, es la base de la cosmovisión del siglo XX, heredada por Europa occidental del Renacimiento. Sin embargo, ¿qué tanto la imagen puede crear un mensaje por sí misma sin restringirse a la exactitud del signo lingüístico?

Es este el campo al que se enfrenta la creación a partir de la generatividad computacional. Ésta puede ser abordada de diferentes maneras; puede ser una herramienta muy controlada, en la que su diseño se asemeje mucho al tradicional, pero al mismo tiempo, su gran cualidad es el azar y la cantidad infinita de posibilidades que ofrece al tratarse del diseño de un sistema en lugar del de un producto. Ésta puede implicar procesos que escapan al control totalitario del creador sobre su forma. Sin embargo, sobre esto se profundizará en el siguiente capítulo.



**Figura 16.** Tecnología, pensamiento, realidad. (2021).  
Elaboración propia

## IV.B Tentativas sobre realidad virtual e inteligencia artificial

Antes de abordar el tema de la generatividad, y para no dejar en el tintero estas ideas, puede ser significativo para esta tesis reflexionar someramente sobre este par de temas. ¿Por qué? Porque estas dos manifestaciones representan ejemplos de creación en la era computacional, porque son figuras que comparten el mismo *fondo* que ha permitido el desarrollo de la generatividad, y que ocasionalmente pueden amalgamarse para generar productos homogéneos. La tecnología de la computadora y los datos masivos *-big data-* están conformando los pilares del fondo tecnológico del siglo XXI. Por lo tanto, y amén de su complejidad teórica y condición *sui generis*, las siguientes líneas fungirán como meros esbozos que ayuden a ilustrar el complejo, cambiante y desafiante –pero emocionante– escenario de la comunicación visual contemporánea.

El primer paso que hay que comprender –y con algo de adelanto sobre el siguiente capítulo–, es la forma en la que ha evolucionado el invento que ha definido, sin duda, al s. XXI; la computadora. Las existen en forma de servidores, de ordenadores, en teléfonos, videojuegos, cajeros, etc., es irrefutable que en la actualidad éstas son imprescindibles para la mayoría de las actividades del diario.

Al igual que la cámara fotográfica, la computadora ha sufrido mejoras técnicas que le han permitido adaptarse a una mayor usabilidad. Como dice Singh (2019) en su obra *Realidad Virtual*, la computadora pasó de poseer una interfaz de teclado-monitor, a una más táctil, como el *mouse*, que más tarde se vería suplantado por el dedo, en el caso de las pantallas táctiles. El sentido de la vista –y más tarde, el del oído– serían los puentes por medio de los cuales se configurarían estos dispositivos, sin embargo, el empleo de *hardware* como el *mouse* o el teclado, comenzarían a invocar cierta motricidad –aunque a un nivel muy mecánico–.

La innovación con respecto a la realidad virtual yace en recrear un sentido háptico en el uso de la tecnología. Es decir, generar proyecciones a partir de la vista y el oído, en las que se recreen de forma virtual, gestos u objetos físicos que incluyan el empleo del sentido táctil y motriz. Al respecto, Singh (2019) define que la realidad virtual y/o aumentada es ***“alterar la visión del mundo físico mediante el uso de procedimientos sensoriales e imágenes generadas a partir de computadora. Es la combinación entre realidad y realidad virtual, y actúa como una extensión tecnológica de nuestra propia visión”*** (prefacio).

De acuerdo a la visión de McLuhan, que es la misma empleada en este trabajo, la realidad virtual conformaría un resultado más de la tecnología lógico-visual, algo similar a la ilusión de espacialidad dada con el invento de la perspectiva geométrica en el Renacimiento. Sin embargo, y que es muy interesante destacar, por primera vez estarían incluidos dentro de la ilusión visual sentidos como el táctil y la motricidad; fuertemente ligados a la percepción de objetos físicos. La inmersión – en menor o mayor medida– guiada por representaciones hápticas de lo físico es una creciente directriz de la tecnología contemporánea.

Con respecto a la importancia de la inteligencia artificial, las palabras clave que podrían utilizarse para introducir el tema serían aprendizaje y desarrollo autónomo, palabras hasta ahora reservadas para los creadores de la tecnología, más no para ésta misma. A pesar de que este campo aún se encuentra en contante desarrollo y su empleo aún depende mucho de *prueba y error*, las intenciones son claras. Implantar cierta *inteligencia humana* (procesos algorítmicos y redes neuronales que simulen los procesos cognitivos del ser humano), de forma autónoma con el fin, principalmente, de resolver una tarea en específico.

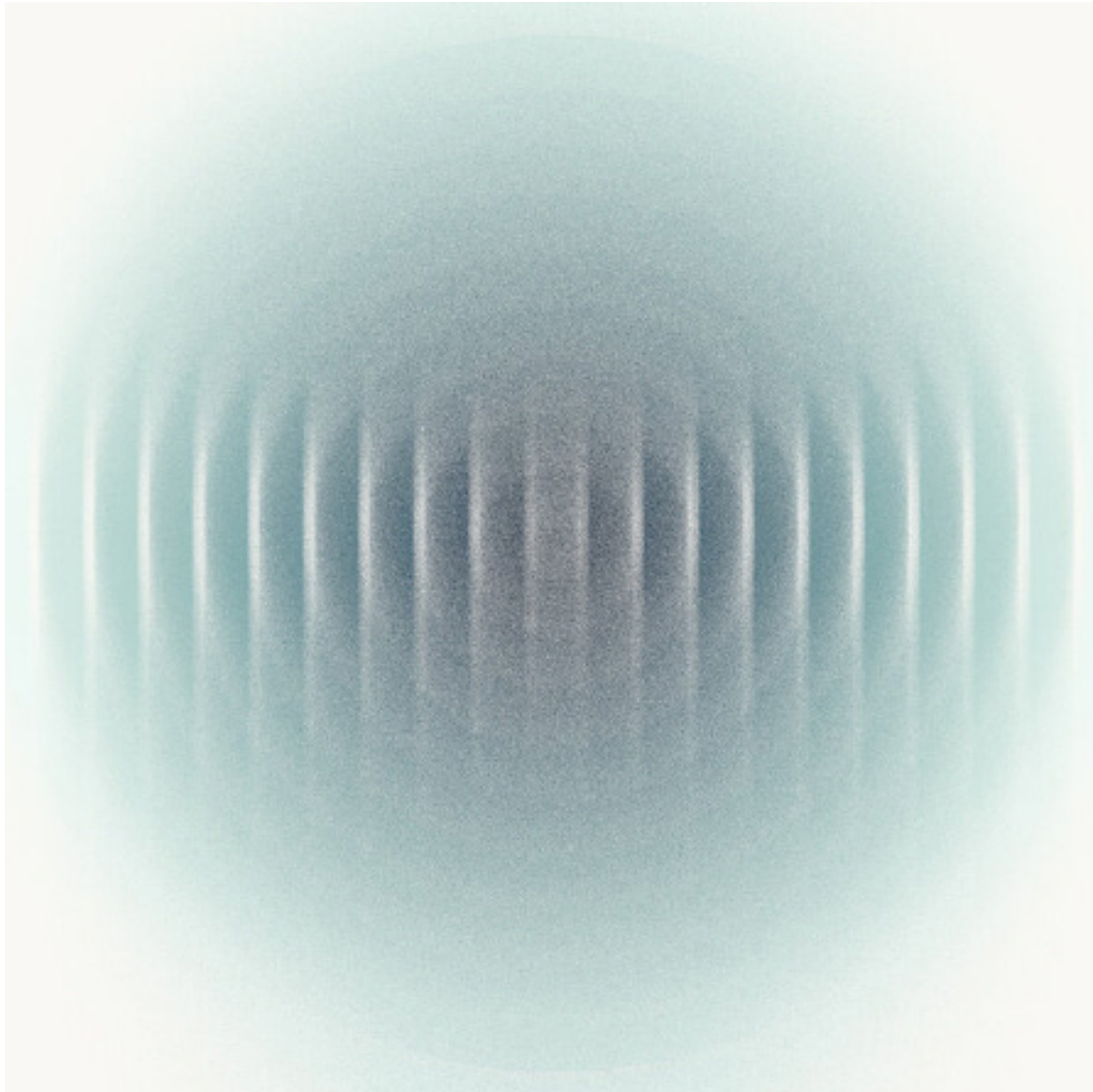
Esto es relevante porque el ser humano del s. XXI se encuentra dotando de cualidades inherentes a él –como el aprendizaje y la toma de decisiones autónoma– a su tecnología. Buscar lo humano en lo no humano y, en última instancia, hallar un igual en la cualidad que lo distingue por sobre el resto de seres vivos; su inteligencia.

Quizá la tecnología nunca alcance a desarrollar con entera autonomía las funciones de un ser humano, sin embargo, lo resaltable al respecto de este tema yace en el empleo de la computadora más allá de un uso mecánico; su concepción como una herramienta que puede aportar un elemento de valor. Punto en común con el diseño generativo.

La intención de hablar llanamente sobre este par de temas, es la de contextualizar el cambio en las tecnologías de comunicación que se encuentra en proceso. Así como éstas, la generatividad computacional aborda elementos que no habían sido explorados por completo hasta que la computadora lo hizo posible, por lo tanto, son manifestaciones relativamente nuevas, que evolucionan tan rápido como se actualizan sus lenguajes de programación, libres de ser modificados por cualquiera. Es entonces predecible que utilicen valores nuevos, que desafíen y se mezclen con aquellos de sistemas anteriores, tema ya tratado en este primer capítulo. Por lo que se espera ya haber dejado el terreno

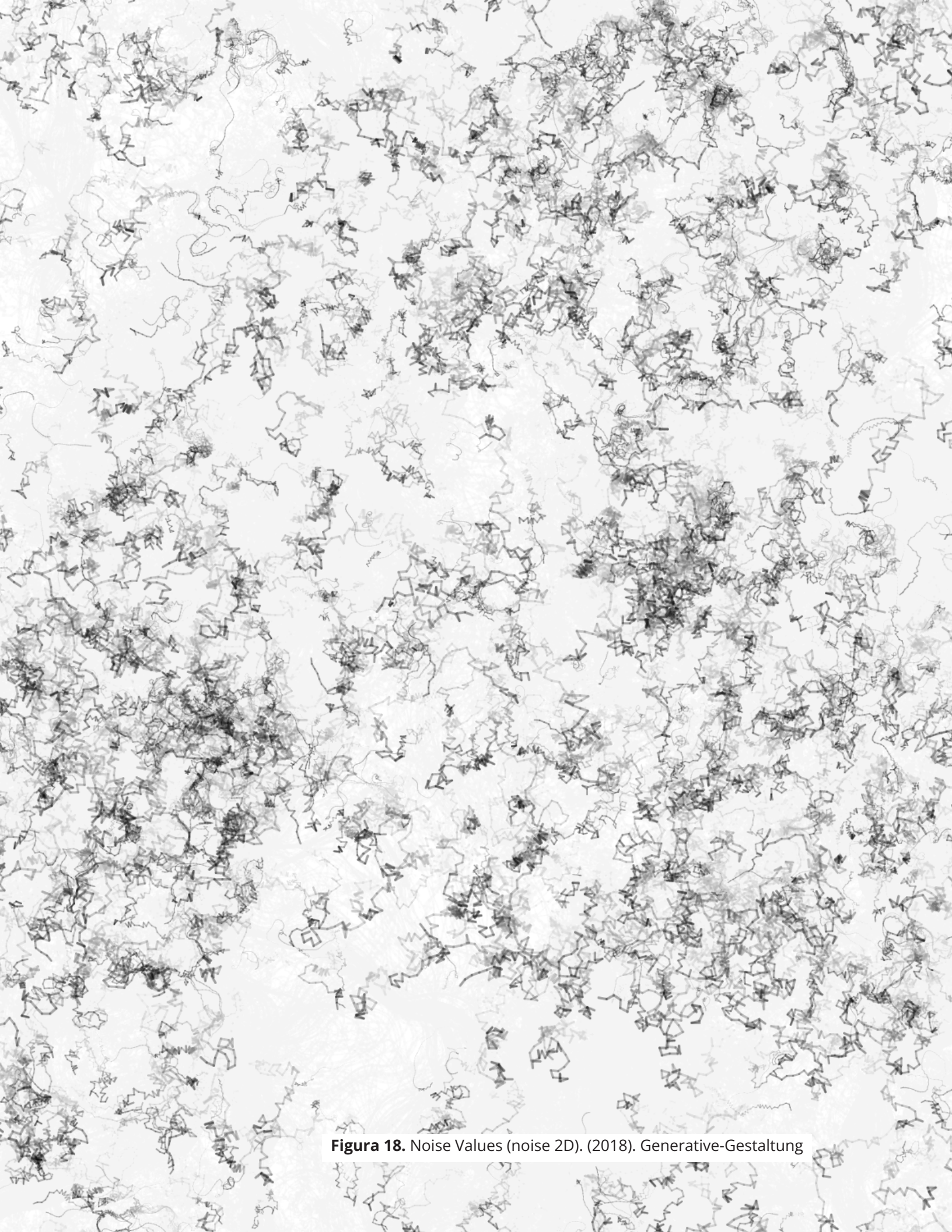


preparado para poder comenzar de lleno con el tema central de esta tesis: lo generativo.



**Figura 17.** Sin título. (s.f.). Anders Hoff





**Figura 18.** Noise Values (noise 2D). (2018). Generative-Gestaltung



# Capítulo 2

## *Sobre lo generativo*

## **Introducción**

Una vez ya analizado el contexto de la comunicación que dio origen a la sociedad contemporánea, el terreno para comenzar a plantear el tema de lo generativo está listo. El propósito de este capítulo es analizar el fenómeno desde su propia condición, es decir; desde sus antecedentes análogos en el arte, su propia historia –remontada a la década de los 60–, aspectos técnicos que lo diferencian de otras manifestaciones, su papel en la producción visual actual, estudios de caso y algunas consideraciones sobre su implementación en el campo profesional.

No está por demás precisar que al ser éste un tema en constante crecimiento, aún abordado por la minoría dentro de los diseñadores y artistas; las posturas son diversas y nada contundentes. Como parte del espacio *interfacial* que comparte con los sistemas de producción de imágenes previos, las direcciones y usos que se le son atribuidos conforman resultados heterogéneos. Desde su uso para la generación de obras de arte, el desarrollo de productos publicitarios, el diseño de prototipos industriales, de estructuras arquitectónicas, etc., esta es una herramienta cuya condición se define de múltiples formas, de acuerdo a la disciplina y al cometido para el cual sea empleada.

Naturalmente, se focalizará este trabajo sobre aquellas manifestaciones relacionadas con el campo del diseño y la comunicación visual, no obstante, su versatilidad y potencial dentro de otras disciplinas creativas es un factor que también es de interés y utilidad para desarrollar el tema.

Para comenzar a hablar sobre lo generativo, una buena primera parada sería revisar sus antecedentes análogos. Es decir, aquellos intentos propuestos por parte del arte de incorporar principios generativos antes de la época de la producción visual con ordenadores, analizar el porqué de su surgimiento para entender el *fondo* a través del contexto tecnológico, abordado en el primer capítulo.

# I. Antecedentes en el arte

## I.A Contexto en el s. XX

Como ya se ha advertido con anterioridad, la consciencia transicional que el ser humano posee con respecto a nuevas tecnologías cuando son recién adoptadas, es relativamente débil. Es a través del contraste entre dos sistemas tecnológicos –culturales– que se cuestiona un sistema *viejo* con ojos *nuevos*. La verdad absoluta llevada de la mano de la vista y la razón comenzó a cuestionarse justamente en el s. XX, como McLuhan (1993) concluye en *Galaxia Gutenberg*; la gran herencia de este siglo fue la puesta del juicio en suspensión. Por eso se revisará la producción artística en concreto de estos años, porque serán aquellos que enfrentarán al ideal del ser humano envejecido de razón –concebido en el Renacimiento–, contra la búsqueda de la subjetividad y una razón descentralizada de la vista, originada por la vuelta de la oralidad.

Porque hasta ese momento, todo el arte europeo occidental se había regido por el pensamiento de que aquello que se alejara de las representaciones lógico-visuales, era considerado como abstracto; incomprendible –sin razón de ser–. Fue en este siglo que tuvo lugar el auge del cuestionamiento sobre el dominio de la vista y la razón en la creación de la imagen, en donde por fin se tomaba consciencia –gracias al espacio *interfacial*– del hechizo heredado por Gutenberg y la búsqueda de otras formas de creación.

*“Hasta el advenimiento de los cubistas y expresionistas, el arte en occidente era esclavo de la perspectiva renacentista y de la pintura de retratos individual, y requería una observación imparcial.”* (McLuhan y Powers, 2015, p. 110).

El salto que hubo desde el arte del Renacimiento, con Giotto, hasta las expresiones contemporáneas del siglo XX, se ve claramente expresado en las palabras de McLuhan (1993) *“El pintor sólo puede cumplir su cometido dando valor táctil a las impresiones retinianas”* (p. 123). Premisa para el desarrollo de la tradición artística plástica de Europa occidental. Los ejemplos que se mencionan a continuación se desprenden de ésta y buscan, tanto resignificar el *telos* de la pintura, como replantear la autoría controlada del creativo.

Al mismo tiempo, cabe aclarar que si bien, estas manifestaciones no respondían como tal a los mismos preceptos que lo generativo, e incluso, ni si quiera acuñaban este término dentro de su vocabulario; sí abrieron paso en el contexto del siglo XX para que lo generativo cobrara sentido. Es decir, factores como el azar, la parcial autoría de una obra, o la no razón sobre lo representado; fueron elementos que las manifestaciones que a continuación se enlistarán, propusieron como tema central, lejos de la generatividad, pero que araron el terreno para ésta.

El surgimiento de las vanguardias a inicios de siglo, y en el marco del arte contemporáneo, corrientes como el expresionismo abstracto y el *land art*, propondrían cambios de ideas en las formas de relación entre el autor, la obra y el público. Factores como el azar y la auto-gestión fueron temas explorados en estas corrientes, temas que serían las bases para constituir el aparato teórico-práctico de la generatividad computacional.

Antes de comenzar, no está por demás especificar que las corrientes y artistas tratados a continuación se analizan de tal forma que se destaquen los puntos en común con la generatividad. Si bien, éstas podrían constituir –y lo han hecho– el tema central de numerosas tesis, se abordarán de forma breve y focalizada sobre el aparato crítico que se ha construido hasta ahora. No es la misión de este trabajo ahondar en ellas, quizá se omitan algunos detalles biográficos, pero se intentará trabajarlas desde su esencia, sin trastocarlas, para amalgamar un contexto en común con la generatividad computacional.



## I.B El surrealismo, abstracción del yo

El surrealismo fue un movimiento perteneciente a los *ismos* de inicios del siglo XX, su manifiesto, escrito por André Breton, salió a la luz en el año de 1924. El surrealismo también es concebido como una herramienta política, que nace en el clima del final de la primera guerra mundial y el calor de disputas comunistas. Breton la define como una corriente reaccionaria, que va más allá del arte para formar un frente contra el desarrollo de la sociedad moderna europea.

Ya se conoce que el concepto del *inconsciente* y las teorías de Freud fueron pilar para el surrealismo. Sostiene una crítica a la razón y busca liberarse de ésta en las dimensiones de lo suprarreal y el inconsciente. Se busca un automatismo psíquico, inducido por estados alterados de la razón. En palabras de Breton (Breton, 2001), se lee en su manifiesto:

***Surrealismo: s.m. Automatismo psíquico puro por cuyo medio se intenta expresar verbalmente como por escrito o de cualquier otro modo el funcionamiento real del pensamiento. Dictado del pensamiento, con exclusión de todo control ejercido por la razón y al margen de cualquier preocupación estética o moral (p.44).***

Bretón también identifica en su manifiesto el uso de la razón imperante y menciona lo siguiente: ***“El racionalismo absoluto, que todavía está de moda, solo permite tomar en cuenta los hechos que dependen directamente de nuestra experiencia”*** (Breton, 2001, p.26). Este reinado lógico es el mismo del que se ha estado hablando desde el capítulo I, con los valores de la tecnología de la imprenta y el proyecto de sociedad del Renacimiento.

Fue en parte gracias a los descubrimientos de Freud, que Bretón resuelve como la solución al aprisionamiento de esta episteme súper-racional, el empleo de la imaginación y lo onírico. Se sustenta en la concepción de la razón como una consecuencia de procesos invisibles, inconscientes. Éste la desbanca como el único medio de creación y propone al artista como un medio.

Así, comenzó la búsqueda de métodos para llegar a un *estado puro* de inconsciencia. André Masson habla de estados de trance que desprendieran al autor de su obra, en donde el interlocutor fuese el subconsciente mismo, sin embargo, da cuenta de lo complicado que era para el artista crear una obra plenamente arbitraria y sin una intervención

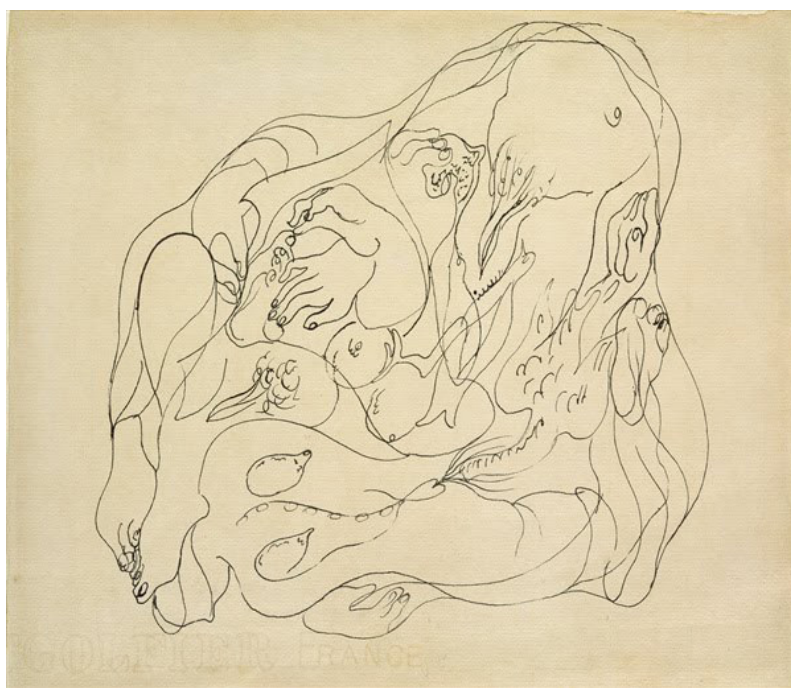
consciente por parte del autor (Juanes, 2010, p.206-207). Sobre todo en la pintura, cuyos bocetos podrían realizarse bajo esta regla pero en lo que se refería a la aplicación del color, representaba un desafío y descomponía las posibilidades del automatismo.

Más tarde, el camino de este movimiento evolucionaría en un enfoque de la descontextualización de los objetos, que llevaría al cuestionamiento racional de los mismos. La falta de un método que garantizara el automatismo, llevó al surrealismo a evolucionar de la búsqueda de la no-objetividad y los procesos de expresión automáticos –apreciados en las obras de Masson– a la transfiguración no lógica de los objetos –como lo refleja el trabajo de Dalí– en donde la descomposición de la relación entre la realidad objetiva y su representación conformaban el vínculo con el inconsciente.

Lo relevante con respecto a esta corriente es que se reconoce a la razón como un medio limitado, se desmiente la figura del artista iluminado por la razón Renacentista y se propone a éste como un medio que funja más como un puente –en este caso, entre el subconsciente y el lienzo–, que como un ente que todo lo controla. En relación con lo generativo, si bien esta herramienta no busca per se lo onírico, sí reivindica al creativo como un tercero dentro del proceso y valora al producto final desde un lugar que no es puramente racional, cuyos detalles no corresponden enteramente al control del autor.



**Figura 19.** Automatic Drawing [Dibujo automático].  
(1986). André Masson



**Figura 20.** Automatic Drawing [Dibujo automático]. (s.f.).  
André Masson

## I.C Expresionismo abstracto, Pollock

El Expresionismo abstracto fue una corriente artística que se consolidó en la segunda mitad del siglo XX. Es considerado como uno de los primeros movimientos originarios de Estados Unidos. Parte de sus influencias provienen del surrealismo, al retomar la propuesta de desprenderse del control técnico del artista sobre su obra. También coincide en la representación no figurativa de la realidad y la búsqueda de formas alternas a las lógico-visuales.

Dentro de este contexto, existieron un par de corrientes estilísticas que predominaron; la del llamado *action painting*, con exponentes como Pollock y Kooning, y aquella conocida como *color field painting*, donde Rothko destacó (Hess, 2016, p.72). Sin embargo, es el trabajo de Pollock el que interesa en esta tesis por las características que a continuación se enumeran.

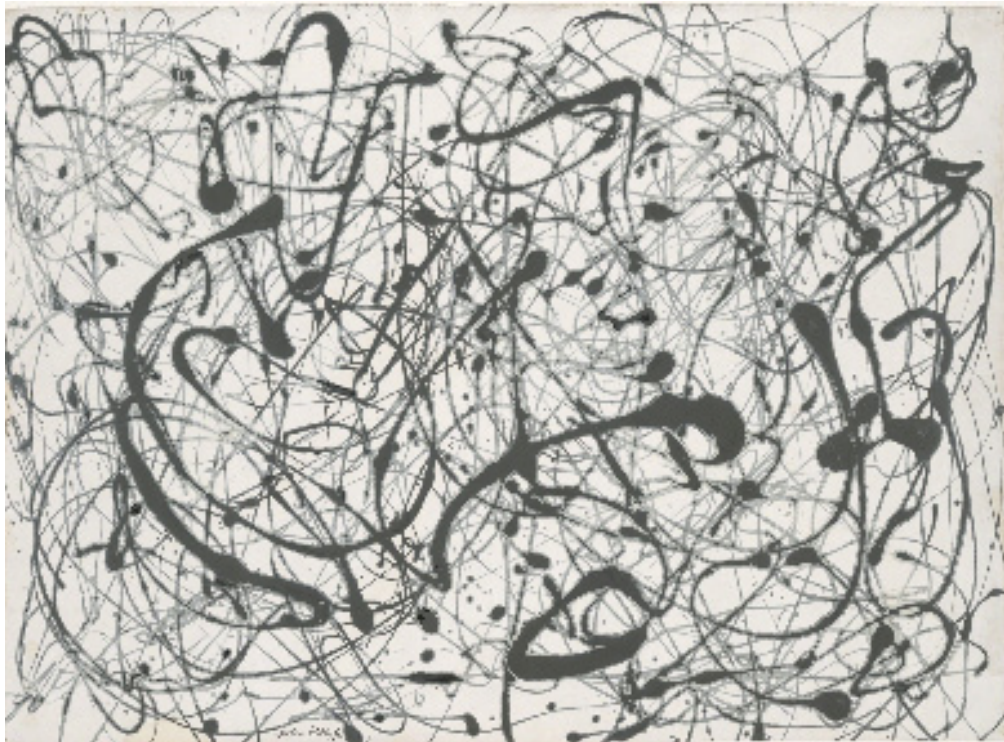
La obra de Pollock ha sido tradicionalmente enmarcada dentro de la corriente del expresionismo abstracto, sin embargo, un término también acuñado para referirse a su trabajo ha sido el de pintura gestual o *action painting*. Quizá este último término sea el más noble para describir su obra. Él empleaba una técnica llamada *dripping* o goteo –en español–; consistía en dejar caer la pintura a través de una especie de gotero, chorreando o salpicando el lienzo, el cual fue desplazado de su –hasta entonces– verticalidad para ser trabajado de forma horizontal, sobre el suelo. De esta manera, el desprendimiento del control a través de un azar guiado por fuerzas físicas, conformó el pilar de su técnica.

Cabe resaltar que una de las influencias del artista para desarrollar esta técnica fue la pintura de arena de los indios Navajos, la cual consistía en espolvorear arenas coloreadas para dibujar sobre la tierra. Este desprendimiento del soporte vertical de caballete y las ideas del *automatismo psíquico*, heredadas por los surrealistas; llevaron a Pollock a crear una pintura automática, que huye de la construcción racional y busca la expresión del gesto (Juanes, 2010, p. 218, 221).

El mérito de Pollock, entre muchos otros –siendo realmente penosa la brevedad con la que se le ha tratado–, fue la culminación de una auténtica pintura no objetiva y espontánea –tan buscada por los surrealistas–, fue el proponer una forma de creación indirecta, es decir; la ideación de un método que se concentrara en el proceso, en donde éste mismo fue el protagonista y el resultado fuese una mera consecuencia natural

del proceder. El artista se concentra en la forma de hacer, cuidando las variables, susurrando el camino, pero delegando la expresión del gesto a las fuerzas intrínsecas del sistema.

En el diseño generativo, también se propone la ideación de sistemas que sean automáticos, cuyos resultados sean fruto de variables controladas a través de algoritmos. Se busca que la automatización que las tecnologías actuales pueden brindar, juegue a favor de la optimización de posibles resultados. Además de que al igual que el universo que Pollock descubrió, lo generativo representa un conjunto de procesos que llevan al diseñador a explorarse más allá del individuo.



**Figura 21.** Número 14: Gris. (1948). Jackson Pollock



**Figura 22.** Número 1 (1949). Jackson Pollock



## I.D Land Art

*Land Art*, o arte de la tierra, fue una corriente de arte contemporáneo que surgió a finales de los 60, con la exposición *Earthworks*, Nueva York, 1968. Dentro de sus principales exponentes se encuentran Robert Smithson, Nancy Holt y Michael Heizer. Los artistas de esta corriente concebían una pérdida en el arraigo hacia lo que los griegos conocían como la *Physis* y proponían el acercamiento del hombre a la tierra, establecer un arte que se asiente en la naturaleza y romper con la creciente mercantilización que la modernidad había instaurado en el arte. (Juanes, 2010, p.248).

El *Land Art* hacía hincapié en el proceso de la obra, retomaba los sucesos de la naturaleza, como la sucesión de estaciones o los movimientos de los astros. El entorno natural abandonaba su papel representativo y estéril para convertirse en tema, medio y materia prima, así como el mismo lugar en donde yace la obra final. A menudo son intervenciones espaciales de carácter monumental, que conviven con su entorno y son moldeadas por éste. Son obras que no pueden ser poseídas, le pertenecen a la naturaleza, abandonan la inmortalidad de los museos, y por lo tanto, son efímeras.

Es una obra viva, que transcurre en el tiempo y muta; es sugerida por su creador pero es definida por su entorno. El artista crea el inicio de la obra, define el lugar, los materiales y la forma inicial, pero las condiciones ambientales, tan simples, como la erosión del viento, la fuerza de la marea o el mismo crecimiento de la flora; son los agentes que moldean y deciden sobre la misma. El artista planta la semilla y la naturaleza la potencia, la autoría es mutua.

Sí, parte de las propuestas más formidables con respecto a esta corriente incluyen el cuestionamiento del arte como objeto de posesión, critica el espacio museístico y la yuxtaposición del espacio contra el no espacio. Sobre la revalorización de una experiencia artística menos artificial y más natural –*physis*–. Sin embargo, el rasgo que es relevante para este trabajo –uno del que no se habla mucho–, es el entendimiento del artista como un ser perfectible. Es decir, la razón y el control sobre cada elemento del producto limitan sus posibilidades, ésta es abandonada como directriz para ceder el resultado a agentes externos: el entorno.



Al igual que el surrealismo y el trabajo hecho por Pollock, el arte de la tierra busca desprender al artista del total control de la obra. Explora nuevos métodos de creación que involucran fuerzas ajenas al autor y que le permitan ver y actuar más allá de sus posibilidades.

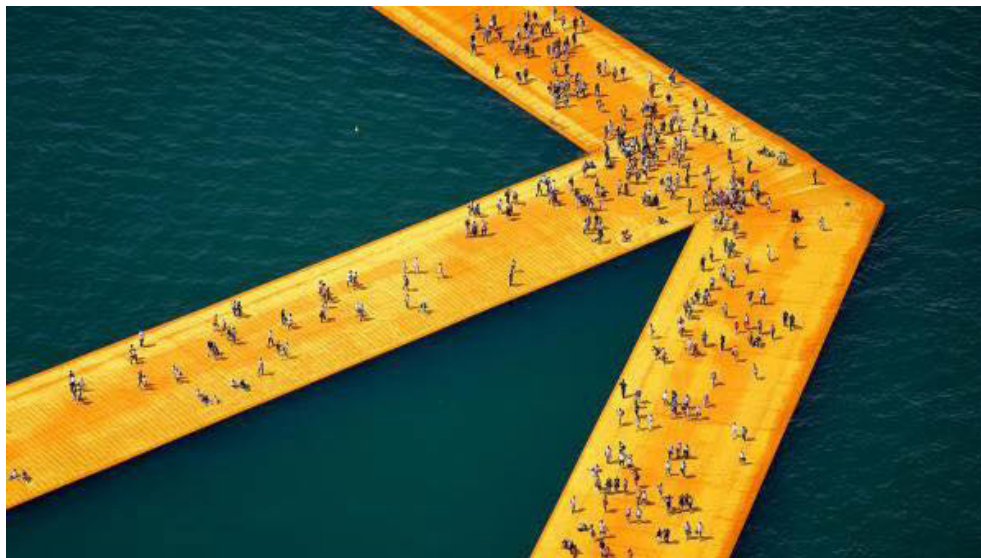
Lo generativo aplicado al diseño también retoma dentro de sus principios la posibilidad de incorporar en sus métodos información que sea tomada de un entorno *-input-*, influyendo en el resultado final. Por ejemplo, éstas pueden ser recabadas a través de lecturas de movimiento que sean leídas por medio de sensores y puedan ser visualizadas en forma de gráficos.



**Figura 23.** Spiral Jetty (1970). Robert Smithson



**Figura 24.** Wheatfield [Campo de trigo]. (1982). Agnes Denes



**Figura 25.** Muelles flotantes. (2016). Christo y Jeanne-Claude

## I.E Resumen

Estas corrientes artísticas del siglo XX, destacaron por buscar nuevas formas de potenciar la capacidad de creación del autor, en algunos casos se intentó con el uso del inconsciente sobre la razón, en otros, la fuerza del azar guiada por las leyes físicas, y en otros, la obra era definida por las condiciones naturales. Hoy en día, lo generativo retoma estos principios, pero al basar su tecnología en la computadora, el dinamismo y la posibilidad de incorporar variables reales potencializan las capacidades creativas del diseñador y le abre las puertas a nuevas manifestaciones.

Estas expresiones surgieron como un síntoma de una sociedad cambiante. Fueron justamente producto del espacio *interfacial* de sistemas culturales y tecnológicos. Gracias a la mutación de las producciones derivadas de la tecnología mecánica, a aquellas creadas por la electricidad y la sonoridad; lo postizo de la realidad lógico-visual quedó al descubierto y la búsqueda de puntos de partida alternos para la construcción visual comenzó a manifestarse en el arte.

Los paradigmas que retaban las tradiciones de producción pre-eléctricas comenzaron a ebullicar. Sin embargo, no fue justamente hasta la evolución tecnológica de la computadora, que estas propuestas podrían hallar cabida dentro de las exigencias del sistema de comunicación –objetivo– masivo al que se ve sometido el diseño. Este es un campo lleno de ambigüedades, en constante desarrollo y fértil en propuestas, pero aún difícil de acceder en cuestiones técnicas si uno no está familiarizado con lenguajes de programación. Sin embargo, es un tema que tras una exhaustiva contextualización, por fin podrá ser abordado desde su propia visión y con un juicio claro, que permita una escucha atenta.

## II. Lo generativo

La intención de haber explorado, no sólo los modos de comunicación del ser humano a lo largo de la historia, sino su construcción epistemológica; proviene del plantear un terreno justo para la exploración de lo generativo. Comprender un círculo desde su circunferencia y no desde los ángulos del cuadrado. El análisis de la *figura-fondo* a través del modelo tétrádico de McLuhan y Powers, planteó una causalidad fidedigna para explorar los fenómenos comunicacionales.

Es bajo estos lentes sobre los que se plantea abordar el tema de lo generativo en el área de la comunicación visual. Poniendo en perspectiva el fondo mecánico instaurado en el Renacimiento, se pretende conocer las características de esta tecnología sobre el contexto, no sólo de la electricidad, sino como algunos lo denominarían, sobre el contexto de la información y los datos –el *big data*–.

Una de las mayores críticas que se han sujeto al tema es la falta de objetividad y la descontextualización de algunos de sus resultados, gracias al azar y a procesos que escapan del control del diseñador. Como se advirtió en el primer capítulo, el fondo racional auspiciado por la tecnología mecánica orilló al pensamiento hacia una obsesión por lo medible y cuantificable, sin embargo, la instantaneidad de la electricidad –vincu-

lada a la tecnología computacional-, pugna por otros modos de comunicación, por ende, nuevas formas de creación. Sobre esta premisa se escribirán las siguientes líneas.

La naturaleza de estos temas es compleja, como se mencionará posteriormente, temas como la generatividad no nacieron *per se* en la cuna de las artes y el diseño, y hasta la fecha no son endémicos de estas dos disciplinas. Éstos fueron acuñados por científicos e ingenieros en el área de la informática. Gracias a la evolución de la tecnología contemporánea, estos fenómenos han podido ser adoptados por el diseño, es por eso que trabajos como éste pueden ver la luz ahora desde una perspectiva propia. Sin embargo, para abordar el tema correctamente, con un espectro amplio de criterio, es necesario revisar, sólo de forma somera, algunas de las intersecciones que sus orígenes guardan con disciplinas como la informática, la teoría de sistemas –perteneciente a la ciencia– o principios biológicos.

Si bien, es importante ofrecer tales comparaciones, también es necesario resaltar que al estar retomando constantemente teorías científicas, y trasladarlas al ámbito creativo; por supuesto que habrán muchas variantes. Mientras las áreas del conocimiento científicas mantienen rigurosos métodos para conformar conocimiento, en el campo de las artes y el diseño el saber es más subjetivo. Es importante reconocer los territorios de acción de cada disciplina y comprender que las rígidas categorizaciones de las ciencias naturales no son en ningún momento el objeto de estudio, ni del diseño como disciplina, ni pretenden ser propuestas como parámetros en esta tesis. Hecha esta aclaración, el motivo por el cual se retoma esta literatura para justificar el cuerpo teórico de este trabajo recae en la intersección entre el contexto técnico/científico del que proviene el ordenador y los fenómenos que éste ha posibilitado –la generatividad incluida–. Por esta razón, el compromiso de este trabajo es traducir siempre estas teorías al contexto del diseño y las artes.

## II.B Fundamentos teóricos

A continuación se mencionarán cuatro teorías que circundan la generatividad, que se pueden extrapolar a pesar de su naturaleza multidis-

ciplinar. Se presentan sin ningún orden en particular, todas conforman cimientos sobre los cuales la generatividad ha crecido y puede ser entendida, pero que al mismo tiempo ésta ha tomado interpretaciones propias. Como se advirtió anteriormente, la estructura de cada apartado consta de la descripción de estas teorías, sí desde su naturaleza sui géneris de cada tema, ya sea científica o artística, pero al mismo tiempo siempre comparándola y aterrizándola por medio de ejemplos y estudios de caso a la realidad del diseño generativo.

La dinámica de lectura que a continuación se propone, es por supuesto, leer los apartados siguientes, aún sin tener definiciones claras ni contextos establecidos sobre la generatividad aplicada en el diseño, con el fin de aproximar el tema de forma holística y general. Si bien, se hará mención de este tema, se referenciará y vinculará con las posturas sugeridas; esto no debe de agobiar al lector por entender inmediatamente el tema. Todas las definiciones se especificarán en la siguiente parte del capítulo, sin embargo, esta es una forma de comenzar a describir el tema desde los elementos que la componen, abordando primero el contexto, para finalmente poder entender a la generatividad desde su compleja naturaleza.

## II.A.1 Big data

A lo largo del trabajo, se ha hecho mención de este término para referirse a un cambio en la tecnología de la comunicación. Éste apareció por primera vez en la década de los 90, sin embargo, cobró verdadero sentido a partir del siglo XXI, que fue cuando las computadoras evolucionaron en capacidad y potencia de almacenamiento. Javier Salazar (2016) menciona al respecto que el *Big data*, o datos masivos –en español–, hace alusión al crecimiento exponencial de datos informáticos cuyo volumen rebasa las capacidades de almacenamiento de los ordenadores y la de análisis –humano– tradicional (p.4).

Como resultado de esto, el hablar de *big data* es hablar de sistemas que manipulan grandes cantidades de datos. Estos datos pueden venir de la navegación web, las redes sociales, archivos compartidos, etc., es decir, de cualquier dispositivo que pueda emitir algún tipo de dato. En una era en la que todo se digitaliza de manera vertiginosa, la capacidad de producción de datos supera la capacidad de análisis de sus usuarios. Aquí se retoma parte del cuestionamiento que planteaba McLuhan so-

bre los valores de la tecnología eléctrica –velocidad y omnipresencia– al respecto de la construcción de la episteme del siglo XXI.

El *big data* hace referencia a la cantidad de datos arrojados por el internet de las cosas, éstos pueden variar en origen y en tipo. Generalmente los datos se evalúan de acuerdo a su volumen, velocidad, variedad, veracidad y valor. De esta forma pueden ser procesados por sistemas especializados en análisis de datos, que por medio de algoritmos; generan predicciones, sugerencias, o estadísticas sobre un tema en particular. Lo valioso sobre esta tecnología es la capacidad de analizar datos al ritmo que se producen, sin la intervención humana. Es la creación de una red autónoma que extrae datos de sus usuarios al mismo tiempo que los interpreta y se auto nutre.

Al respecto, Mayer-Schönberger y Cukier (2013) dan cuenta del cambio en la interacción humana que estos sistemas representan y mencionan que ***“(...) la sociedad tendrá que desprenderse de parte de su obsesión por la causalidad a cambio de meras correlaciones: ya no sabremos por qué, sino sólo qué”*** (p.14). Es decir, el diseño de sistemas autónomos que analicen la información a través de ordenadores y no de humanos, priva de una causalidad humana y le confiere una algorítmica.

Sin embargo, es de reconocer el potencial de esta tecnología en aplicaciones de todo tipo, desde lo científico, lo social, lo recreativo y hasta lo económico. Por ejemplo, los autores mencionan que el análisis de grandes cantidades de información permitió analizar 140 terabytes de información obtenida en 10 años por el telescopio Sloan Digital Sky Survey, secuenciar tres mil millones de pares de bases en 2003 para descifrar el genoma humano, generar modelos de predicción dentro de las miles de acciones diarias que se llevan a cabo en las bolsas de valores, así como le hace posible a Google procesar 24 petabytes de datos diarios (Mayer-Schönberger y Cukier, 2013, p.10).

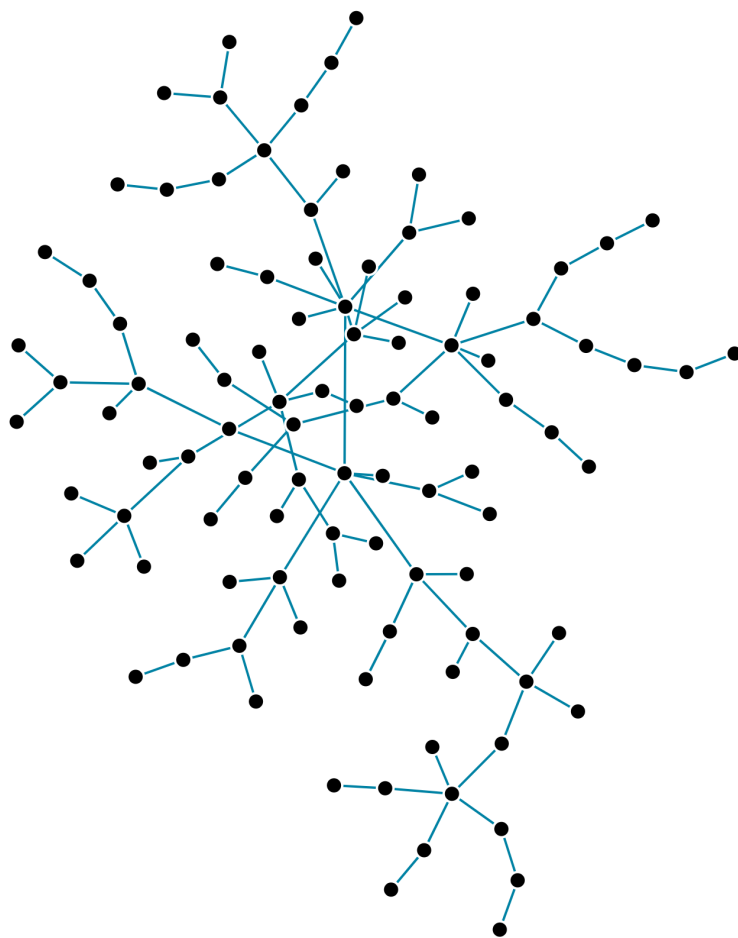
Quizá sería algo inocente, e incluso irresponsable, calificar a esta tecnología como emergente o en desarrollo; ya que se encuentra hoy en día operando y tomando decisiones sobre todos los campos que requieren del procesamiento de información. No obstante, tampoco dista mucho de ser un producto tecnológico relativamente nuevo si se toma en cuenta que ***“Todavía en el año 2000, tan solo una cuarta parte de la información almacenada en el mundo era digital [mientras que] en 2007 sólo en torno al 7 por 100 de los datos eran analógicos; el resto ya eran***

*digitales*” (Mayer-Schönberger y Cukier, 2013, p.10). Es decir, el ritmo tan veloz y expansivo de los que hablaba McLuhan son postulados más que vigentes en la actualidad, es realmente impresionante el impacto y el poder de cambio que ha tenido la tecnología de datos sobre la forma de las sociedades contemporáneas en un tiempo tan corto.

Sobre estas afirmaciones son sobre las cuales se le ha referido al *big data* como una era que sucede a la tecnología de la electricidad, y que se encuentra amoldando –revolucionando– el siglo XXI. En la comunicación visual estos cambios no han pasado desapercibidos, sobre todo en manifestaciones como lo generativo, que también se vale de algoritmos para ejecutar funciones, que busca cierto grado de autonomía donde el diseñador desarrolle sistemas en lugar de objetos, donde la imagen pueda ser cada vez más responsiva con la vicisitud de su entorno y menos un producto estático.

¿Cómo este tipo de tecnología ha influenciado en nuevas formas de creación de imágenes y de comunicación? El diseño y el arte generativo son justamente un producto derivado de esta era, de una faceta de la comunicación cuyos elementos cada vez se mueven con más velocidad, interactúan entre sí y cambian tan pronto como sus usuarios retroalimentan este circuito. Donde las posibilidades que la tecnología computacional ha abierto, representan un campo fértil y en crecimiento, que dista de las formas tradicionales de abordar el diseño y la comunicación visual; pero que plantean paradigmas sobre la profesión. Es por esta razón que con gran emoción se ha decidido abordar a lo generativo como parte del parteaguas que la revolución tecnológica del siglo XXI ha puesto sobre las disciplinas creativas.



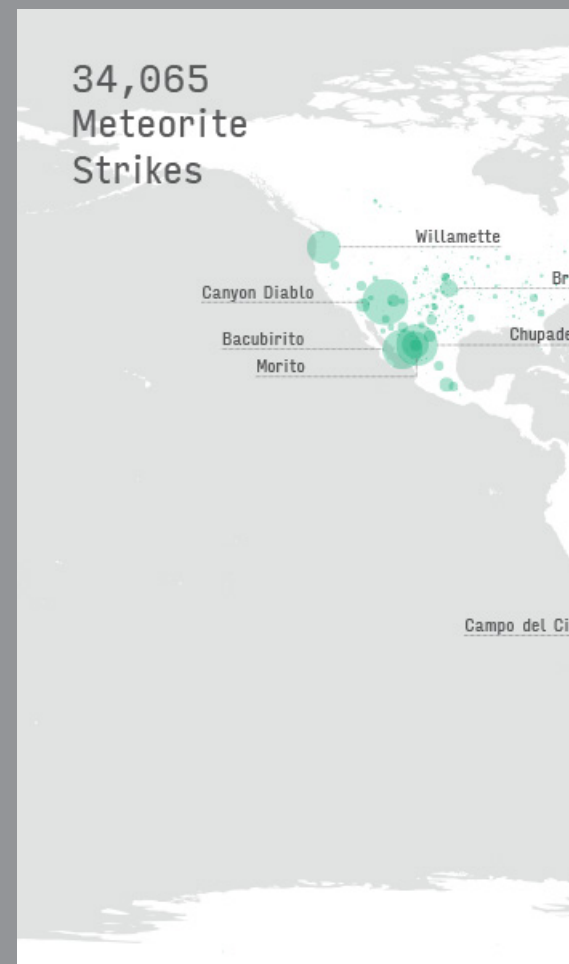


**Figura 26.** Nodes and springs [Nodos y conexiones] (2018).  
Generative-Gestaltung

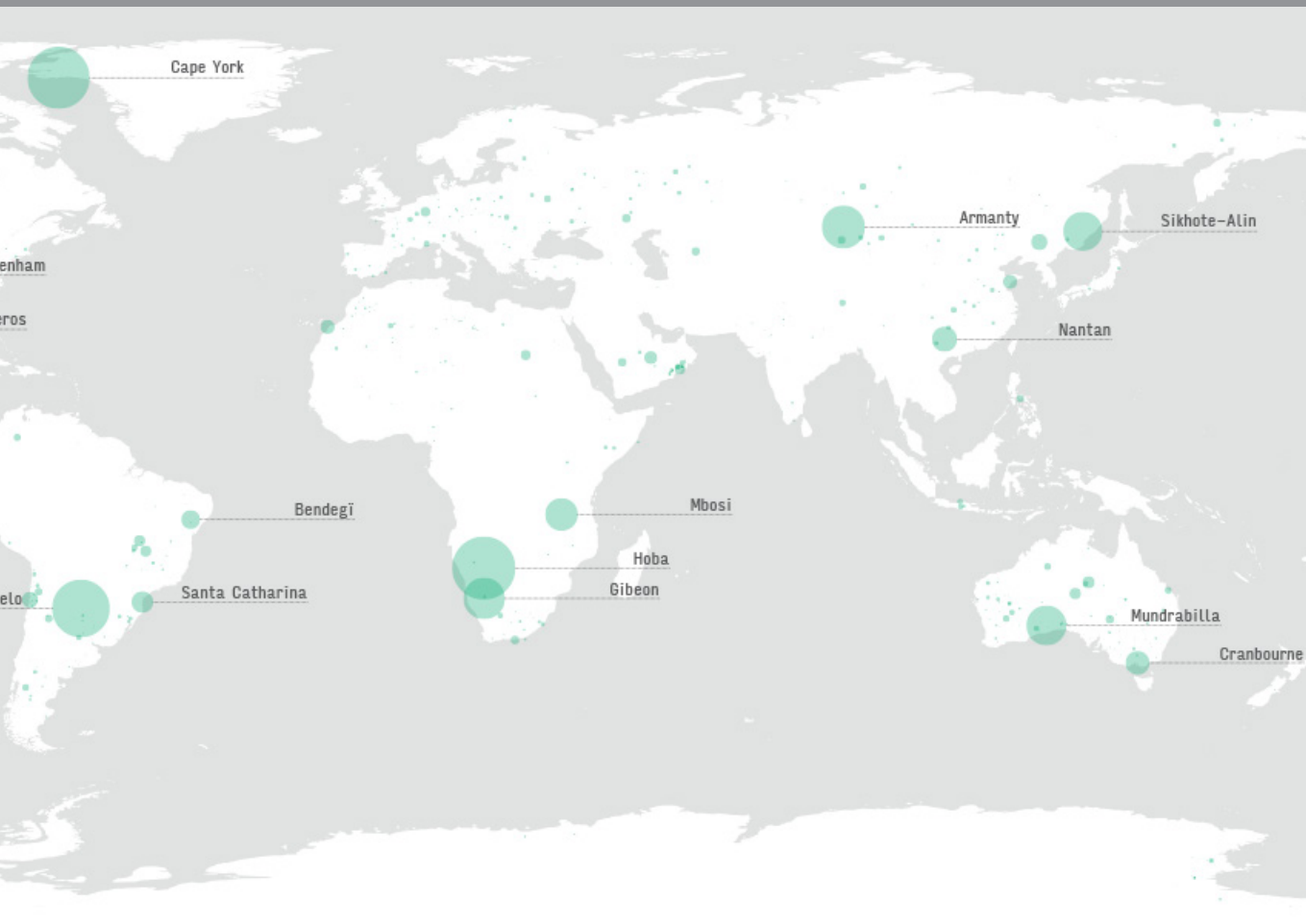
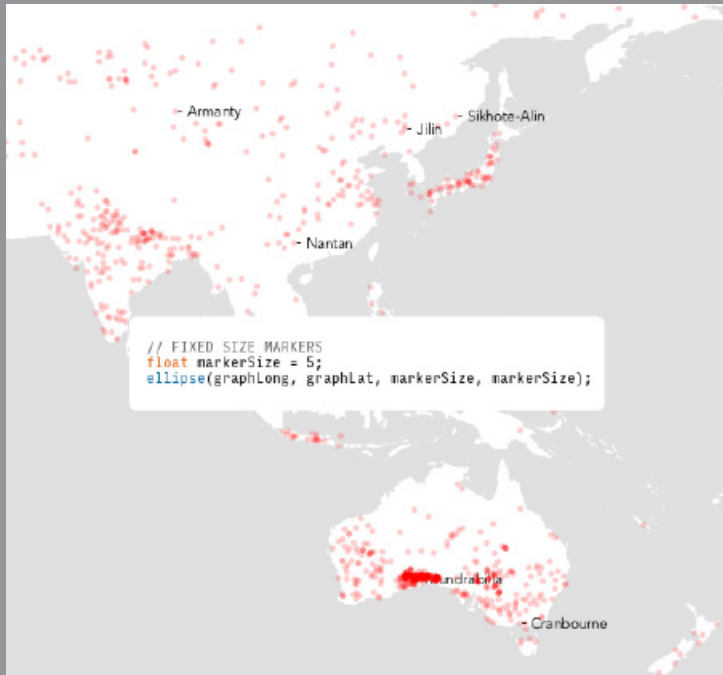
## Estudio de caso

En este mapa diseñado por Nicholas Felton, se muestran todos los impactos de meteoritos que se tienen registrados hasta la fecha, catalogándolos por localización y peso. La cifra total de impactos asciende a más de 34,000 registros. La visualización de grandes cantidades de información es precisamente una de las aplicaciones del diseño a través de algoritmos. Manualmente hubiera sido casi imposible diseñar con tal nivel de precisión un mapa que contuviera dichas estadísticas, sin embargo, al diseñar un programa que pueda procesar, para más tarde representar, gráficos de manera automática, es justamente el rol del diseño en el *big data*.

Este proyecto fue diseñado a través del software *Processing*. Partiendo de una base de datos, se procesaron estos datos y se diseñó un algoritmo que permitiera visualizar esta información.



**Figura 27 y 28.** Meteorite strikes  
[Impactos de meteoritos] (s.f.).  
Nicholas Felton



## II.A.2 Sistemas y complejidad

Paul Cilliers fue un filósofo que enfocó su investigación en el campo de los sistemas complejos, en su obra *Complejidad y Posmodernismo* (2002) conjuga el enfoque científico y el filosófico para explicar la complejidad a través de la tecnología informática. Cilliers es retomado por Galanter (2003) para llevar al campo de la generatividad computacional –aplicada al diseño–, la teoría de sistemas. Por lo que primero se abordarán los postulados más importantes de la obra de Cilliers para después entender con un mayor contexto la teoría de Galanter sobre la creación de sistemas generativos en el arte y el diseño.

Para Cilliers (2002), la importancia de definir la complejidad viene de la creciente relevancia de la tecnología –postulado que se ha desarrollado a lo largo de esta tesis–. ***“Nuestra tecnología se ha vuelto más poderosa que nuestras teorías, somos capaces de hacer cosas que no entendemos”*** (Cilliers, 2002, p.1). Con esta frase, el autor evidencia un paradigma siempre latente en la tecnología: uno puede ignorar completamente el funcionamiento interno de un objeto y aun así saber utilizarlo. Si bien, esta es una constante no exclusiva de la era moderna, Cilliers manifiesta que sí es un carácter que se ha maximizado como nunca antes. Por ejemplo, automóviles, teléfonos celulares, ordenadores, dispositivos inteligentes, etc., son objetos tan cotidianos, y cuyo uso es finalmente, mecánico; pero al mismo tiempo nadie alcanza a comprender los procesos internos, el procesamiento de información y, en último término, la velocidad de unos y ceros a la que las computadoras corren para realizar operaciones (Cilliers, 2002).

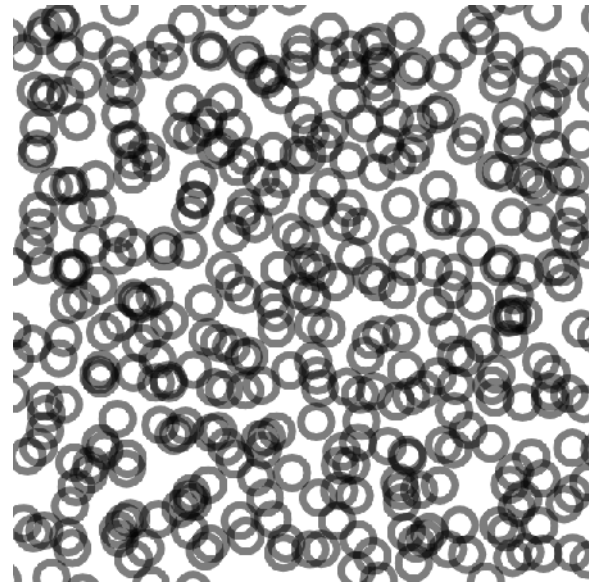
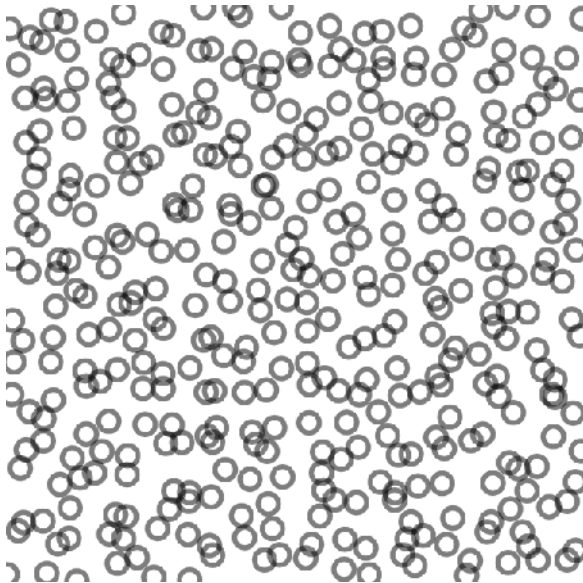
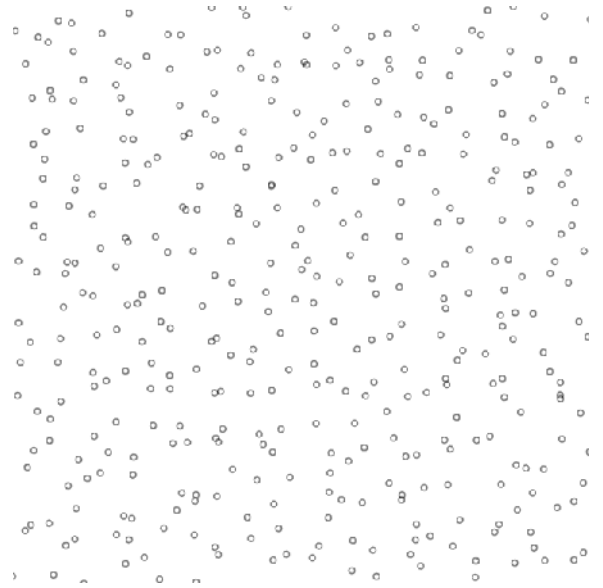
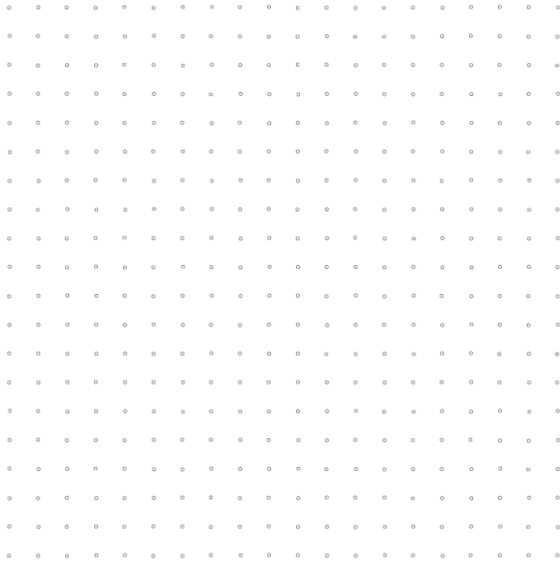
Antes de continuar, es necesario puntualizar sobre una distinción que bajo la óptica de Cilliers es fundamental; lo complicado y lo complejo. Es una diferencia que a veces es difícil de distinguir pero que puede servir para definir qué es un sistema –vislumbrando la teoría de la generatividad–. Según Cilliers (2002), lo complicado abarca un largo número de componentes y ejecuta tareas sofisticadas pero factibles de analizar, como un reproductor de discos o la maquinaria de un *jet*. Mientras que la complejidad se ve expresada como conjuntos de relaciones no lineales, donde existe comunicación entre sus elementos (retroalimentación) y sólo algunas partes del sistema pueden ser analizadas, porque al existir una constante evolución del sistema, el análisis nunca sería fijo. Ejemplos de sistemas complejos son el funcionamiento del cerebro humano, mundos microscópicos como el de las bacterias o sistemas artificiales provenientes de lo social como el lenguaje y la bolsa de valores (p.3).

Dadas estas condiciones, la siguiente pregunta sería ¿es la computadora un sistema complejo? Bajo la lógica de Cilliers, una primer respuesta sería que por sí sola conformaría un sistema complicado, ya que no presenta *per se* una evolución en su funcionamiento y éste es bastante factible de analizar. Sin embargo, campos que la tecnología computacional ha abierto como lecturas de datos *-big data-*, el internet de las cosas, grandes transacciones; todos estos son sistemas complejos, dinámicos y cuyos elementos se encuentran en constante cambio.

Otro concepto que puede ayudar a diferenciar a lo complicado de lo complejo es que el primero es identificado por el autor como un sistema cerrado, sin comunicación con su entorno. Mientras que lo complejo son sistemas abiertos que son reactivos a los estímulos de su entorno. Como ejemplo de un sistema complicado natural, Cilliers señala que un copo de nieve es el resultado de la interacción de partículas de agua que forma una estructura determinada por la comunicación local de éstas, más no existe una retroalimentación de su entorno ni una evolución en la forma, por lo que eventualmente la pierde. Por otro lado, el cerebro humano representa un sistema abierto, complejo, que evoluciona de acuerdo a su entorno y de formas variables (Cilliers, 2002, p.3).

Para concluir con las bases teóricas sobre la complejidad y poder trasladarlas al territorio de la creatividad, el autor brinda una lista de diez apartados, enumerando las características principales de un sistema complejo. Sin embargo, para los intereses prácticos de esta tesis, sólo se retomarán 6 de éstos, que son los que conforman bases que de hecho pueden ser aplicadas en el diseño generativo.

- Los elementos del sistema tienen que interactuar entre ellos mismos, esta interacción debe de ser dinámica y varía con el tiempo. Las interacciones no necesitan ser físicas sino que pueden ser transferencias de información.
- La interacción es activa. Cualquier elemento puede influenciar y ser influenciado.
- La información suele provenir de elementos vecinos, es decir, la interacción suele ser de corto rango. La ruta que la información sigue suele ser cubierta en pocos pasos, lo cual permite que ésta sea modificada por cada elemento *-siguiendo la lógica del postulado anterior-*, es por eso que existe un alto nivel de variación en el resultado.
- Los sistemas complejos suelen ser sistemas abiertos, es decir,



**Figura 29-32.** Changing size and position of circles in a grid [Cambiando tamaño y posición de círculos en una cuadrícula] (2018). Generative-Gestaltung

que interactúan con su entorno.

- Existe una evolución en el sistema, el factor tiempo se vuelve vital para comprender a éste.
- Cada elemento, a pesar de ser un agente en el sistema, ignora la lógica del sistema entero, opera únicamente a partir de la información local. (Cilliers, 2002, p.4-5).

Así, finalmente Cilliers (2002) arroja una conclusión sobre lo que él define como complejidad y que bien podría ser un indicio sobre lo que el diseño a partir de sistemas busca en cierto grado.

***“Complexity is the result of a rich interaction of simple elements that only respond to the limited information each of them are represented with. When we look at the behavior of a complex system as a whole, our focus shifts from the individual element in the system to the complex structure of the system. The complexity emerges as a result of the patterns of interaction between the elements.”***

[La complejidad es el resultado de una rica interacción entre elementos simples que sólo responden a la limitada información con la que cuentan. Cuando se mira hacia la conducta de un sistema complejo como entidad, el enfoque cambia de elementos del sistema a la estructura compleja del sistema. La complejidad emerge como resultado de los patrones de interacción entre elementos] (p.5).

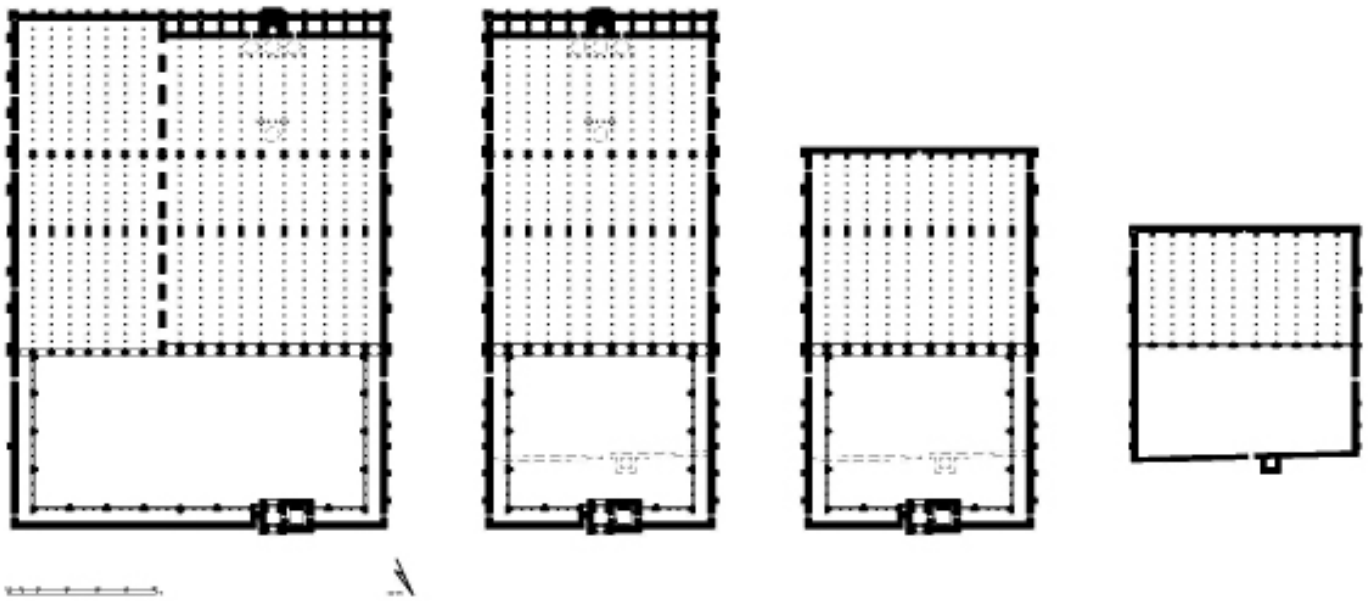
Hasta ahora debe de ser mencionado que estas posturas son extraídas de un campo perteneciente a contextos científicos y sociales. Es un buen punto de referencia para entender los orígenes de términos que permean a lo generativo, sin embargo, estas ideas no son trasladadas literalmente sobre el diseño. No es necesario crear sistemas tan complejos que emulen el comportamiento natural. Simplemente ayudan a describir parte de la episteme que se gesta a partir de la tecnología computacional y describir la lógica bajo la cual se han originado algunos principios de lo generativo fuera del campo de las artes y el diseño. La noción de lo generativo en el diseño a menudo incluye tanto sistemas complejos, como complicados y simples.

Cilliers aborda esta teoría a finales del s. XX, como una forma de explicar una episteme diferente dentro del campo de las ciencias y lo social. Sin embargo, es interesante contrastar este punto de vista con el de Stan Allen, arquitecto y teórico que en su artículo *From Object to Field Con-*

*ditions in Architecture and Urbanism* [Del Objeto al Campo: Condiciones del Campo en Arquitectura y Urbanismo] (2009), originalmente escrito en 1997, también habla sobre complejidad en el espacio arquitectónico.

Antes de retomar a Galanter (2003) para aterrizar las teorías de Cilliers (2002) en el diseño generativo, sería enriquecedor para este trabajo incluir la postura de Allen sobre cómo entender un sistema, así como su relevancia, desde el punto de vista de disciplinas creativas como la arquitectura. De esta forma se puede explicar un mismo fenómeno desde enfoques diferentes y contar con un mayor aparato crítico sobre la generatividad. Descentralizar parcialmente el tema de la mirada científica y abordarlo más desde las disciplinas humanísticas.

***“Field conditions move from the one toward the many, from individuals to collectives, from objects to fields.”*** [Las condiciones del campo se mueven del uno a los muchos, de individuos a colectivos, de objetos a campos] (Allen, 2009, p.119). Primero que nada, es interesante analizar el término que el autor emplea para referirse al espacio. Field es la palabra que utiliza para denominar el espacio con el que el arquitecto trabaja, en español se traduce como campo, como campo de trabajo. De



**Figura 33.** Mezquita de Córdoba (s.f.). Archnet





**Figura 34.** Interior de Mezquita de Córdoba (s.f.). Archnet

hecho, emplea intencionalmente la ambigüedad de esta palabra para connotar de vitalidad al espacio, reconocer que existe un trabajo de planeación en estudio y otro –el real– *in situ*. Su teoría parte de comprender que existe complejidad en el espacio.

Allen también arroja una serie de características sobre lo que él considera que son las condiciones del campo, y que paralelamente pueden aludir a la definición de lo que es un sistema desde un punto de vista ajeno a la ciencia. Allen (2009) plantea que ***“a field condition would be any formal or spatial matrix capable of unifying diverse elements while respecting the identity of each”*** [una condición de campo [espacio] sería cualquier matriz formal o espacial capaz de unificar diversos elementos respetando la identidad de cada uno] (p.120). Es interesante analizar cómo el concepto de una estructura rectora, en perspectiva del autor; una matriz, prevalece como constante para referirse a un sistema. Al mismo tiempo, también refiere a la agencia que cada elemento de la matriz posee, tal como Cilliers hacía referencia a la conjunción entre elementos y un sistema complejo.

Algo enriquecedor y único de la teoría de Allen sobre estructura/elementos, o como él lo refiere, *campo/objetos*, es que retoma la relación

de éstos como punto clave en el proceso creativo, a diferencia del enfoque meramente científico/social de Cilliers. Se retoma a la complejidad desde el punto de vista del creativo. Es importante versar sobre esta teoría ya que paralelamente ayudará a sustentar el porqué de algunas corrientes –síntomas– antes expuestos como el *land art* o manifestaciones –condiciones– como el *big data*; por supuesto, también proveerá un marco teórico sobre las mismas bases de la generatividad. Además de aportar elementos que clarifiquen un tema constante en este trabajo: los elementos *sui generis* que conforman a la tecnología computacional y la forma en la que este sistema modifica, cuando menos, la comunicación actual. Cómo el diseño evoluciona y es partícipe de este cambio.

El primer postulado que el autor plantea con respecto a la interacción entre elementos –resultado de la configuración de la estructura–, alude a la forma. ***“Overall shape and extent are highly fluid and less important than the internal relationships of parts, which determine the behaviors of the fields.”*** [La forma y extensión general actúan con mayor fluidez y son menos importantes que la relación interna de las partes, que es lo que determina el comportamiento del campo.] (Allen, 2009, p.120). Más en detalle, Allen (2009) plantea que factores como la jerarquía y la simetría son irrelevantes en el campo, éste no se compone a través de valores compositivos externos sino de elementos similares que conforman estructuras. ***“Field conditions are relational, and not figural.”*** [Las condiciones del campo son relacionales, no figurativas] (Allen, 2009, p. 120). Es decir, la configuración del sistema se basa en las reglas locales de los elementos en lugar de determinar esquemas que puedan estar basados en geometrías y jerarquías preconcebidas fuera del campo.

Seguramente pensar en arquitectura sin planos ni planes previos suena ilógico y alejado de cualquier práctica viable. El autor mismo, de hecho, no se refiere a su trabajo como un método o una teoría, sino como estrategias que conjuguen la práctica y la teoría. Teniendo en cuenta esto, Allen (2009) ofrece un ejemplo en el cual se evidencia la relación entre elementos/estructura como factor guía en el proceso de diseño.

La Mezquita de Córdoba fue una construcción que sufrió expansiones en cuatro diferentes etapas, sin embargo, la forma en la que se procedió para realizar estos cambios siguió la estructura original a través de las relaciones que cada elemento guardaba con el otro. Esto gracias a una sintaxis matemática que integra los elementos en un todo a través de la geometría y el álgebra inherentes a su construcción. De manera

que cada etapa conservó y replicó el modelo anterior con el anexo de partes que respetaran la estructura ya trazada. ***"(...) is not an overall form to be preserved, or a set of geometric relationships, but rather the tight interlock of part to part, and the architectural precision of the elements themselves: column, arch, skylight, and the interval that structures their relationships."*** [no es preservar una forma general ni un juego de relaciones geométricas, sino la estrecha interrelación de una parte con la otra y la precisión de elementos arquitectónicos como columnas, arcos, claraboyas, y el intervalo que estructura sus relaciones] (Allen, 2009, p.124).

De hecho, algunos autores que exploran los antecedentes de lo generativo se remontan a la arquitectura islámica, que se valía de la geometría y la repetición de elementos como base para el trazado de sus construcciones religiosas. Amén de la discrepancia de este planteamiento, es importante resaltar la importancia de la relación –como un agente mismo– entre elementos. Es a través de la construcción de esta relación que el creativo partirá para entender un todo bajo una estructura común, que parta de los mismos elementos que la conforman y no de estructuras externas.

Este enfoque se puede apreciar claramente en el trabajo del ingeniero Eladio Dieste, de origen uruguayo. Sus obras más emblemáticas fueron ideadas a partir de un sistema de construcción que aprovechaba la forma y cualidades de los ladrillos para diseñar la estructura general. Dieste trabajó a partir de la lógica inherente al ladrillo para extender este funcionamiento de forma exponencial en toda la construcción y así dejar que la forma cobre sentido como resultado de la relación entre elementos. Además de que a nivel funcional esto permitía la reducción de materiales al éstos mismos ser aprovechados en su máximo potencial. ***"Dieste knew exactly how far he could displace one brick from the next in the construction of a Wall and still maintain the integrity of the construction."*** [Dieste sabía exactamente qué tanto un ladrillo podía separarse de otro en la construcción de una pared manteniendo la integridad de la construcción] (Allen, 2009, p.130).

***"Field conditions in this sense becomes a way to rethinking questions of identity and difference: part to whole, local difference and overall stability."*** [Las condiciones de campo en este sentido se convierten en una forma de repensar cuestiones de identidad y diferencia: una parte con su todo, diferencias locales y estabilidad general.] (Allen, 2009, p.130). Es

decir, la dinámica entre elementos, y el resultado reproducido por cada uno de ellos dentro de una estructura global, es lo que le da identidad a un sistema complejo. La complejidad se vuelve entonces un factor que reconoce un ecosistema vivo, en donde cada componente es un agente que moldea a la estructura. El resultado; aquello que suele preconcebirse desde el inicio y al cual se traza un camino recto, estratégico, se convierte en una consecuencia del proceso.

Las posturas de Cilliers y Allen con respecto a la complejidad, la agencia de los elementos que la conforman, y la forma en la que ésta puede ser abordada; contextualizan bien este fenómeno.

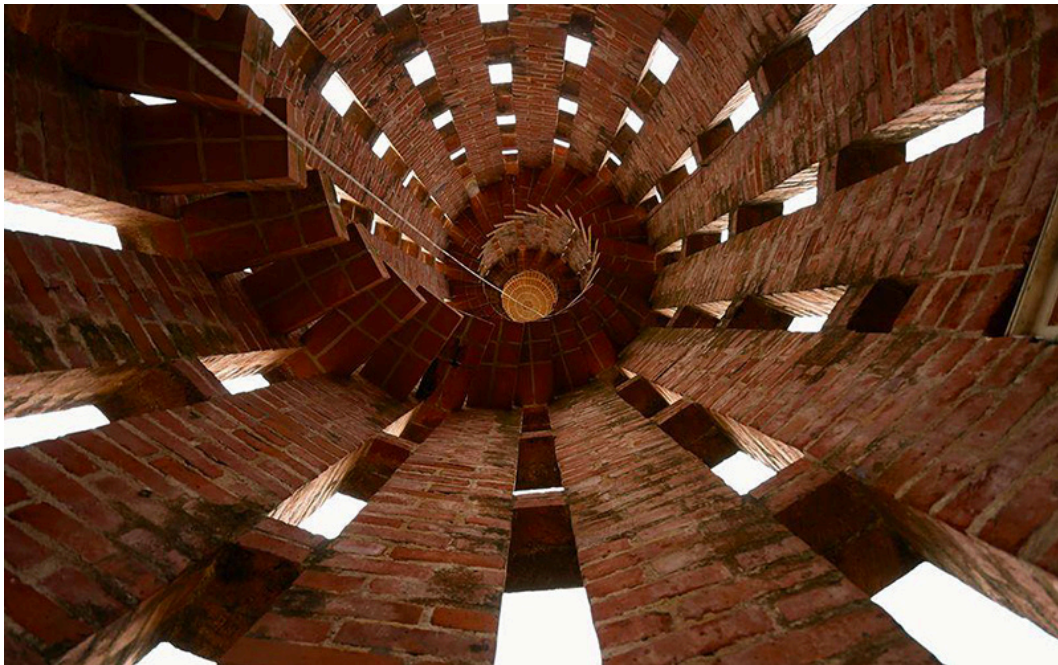
Para concluir con este apartado, Galanter explica cómo es que la complejidad se ve manifestada en la generatividad a través de algoritmos, y cómo la concepción de un sistema se integra a la teoría de lo generativo como pieza clave.



**Figura 35.** Detalle de la Iglesia del Cristo Obrero. (2017). ArchDaily



**Figura 36.** Iglesia del Cristo Obrero. (s.f.). BeFront magazine



**Figura 37.** Iglesia del Cristo Obrero. (s.f.). SAU

## II.A.2.a Sistemas computacionales y generatividad

Si bien, las ideas expuestas líneas arriba sobre complejidad y sistemas sirven como pivote para hablar sobre la generatividad computacional, hay ciertas condiciones que suelen ser *sui géneris* de esta tecnología, y aún más, de la creación a partir de ella. En este apartado se explicarán algunos elementos más a tener en cuenta para delimitar enteramente el tema de los sistemas, habiendo comenzado de forma general en contextos como el de las ciencias y la arquitectura –con las posturas de Cilliers y Allen–, para finalmente acotarlo al diseño generativo –presentados a continuación por Galanter–.

Philip Galanter es uno de los académicos pioneros en teorizar sobre arte y diseño generativo, junto con otros temas relacionado a este campo. Para comenzar a ahondar sus posturas, éste explica que dentro de los sistemas complejos, la concepción de caos y azar son constantes que suelen ser empleadas como sinónimos, cuando no es así. Siendo el azar un factor ampliamente utilizado en los procesos generativos, es importante precisar sobre esta diferencia.

Una de las características que Cilliers (2002) mencionó con respecto a los sistemas complejos es la relación de sus partes no lineales, es decir, que su interacción es activa y abierta –reactiva a los cambios de su entorno–, en esta línea de entendimiento se define al caos. Este tipo de interacción potencializa las pequeñas variaciones y por lo tanto es difícil de predecir, aun cuando el sistema sea determinado por una computadora. A pesar de su volatilidad, el caos posee una estructura, mientras que un sistema puramente azaroso, no. Como punto de comparación, Galanter (2003) ofrece como ejemplo el comportamiento del clima como sistema complejo, variable, donde el caos se ve reflejado en la difícil predicción del mismo a largo plazo, pero que éste existe dentro de límites en los que, por ejemplo, se sabe que al siguiente día no habrá una temperatura de 200° (p.6). Es decir, existe un patrón consistente a largo plazo dentro del cual opera el caos, dentro del cual se mantiene impredecible.

*"I find life to be more like a complex chaotic system and less like a simple random one. There is uncertainty, but there is still a sense that cause and effect are at play. I may not be able to make a specific prediction for a specific time, but I can know how things*

*tend to go. And I can often consider some things as impossibilities. There are surprises, but not at every single turn because there are also correspondences.*" [Encuentro a la vida más como un sistema complejo caótico y menos como uno azaroso. Hay incertidumbre, pero existe un sentido de causa y efecto en juego. No seré capaz de hacer una predicción específica para un tiempo específico, pero puedo saber la dirección que las cosas suelen llevar. Puedo saber qué cosas son imposibles. Hay sorpresas, pero no en todos los aspectos porque también hay correspondencias.] (Galanter, 2003, p.7).

Los sistemas simples y complicados son factibles de medir y proyectar, mientras que los complejos, dentro de ciertos parámetros son impredecibles. En este sentido, diferenciar el caos del azar puede ser una tarea difícil, en donde las líneas sean borrosas. Por esto, Galanter (2003) ofrece revisar la concepción de orden y caos como puntos de partida para entender un sistema.

El autor sitúa dentro de dos polos opuestos la noción del orden y de lo aleatorio, estando en medio del espectro la complejidad. Para que algo tenga sentido, se requiere de ambos factores; de un orden –redundancia– que lleve a la predictibilidad, pero también de variabilidad –sorpre-

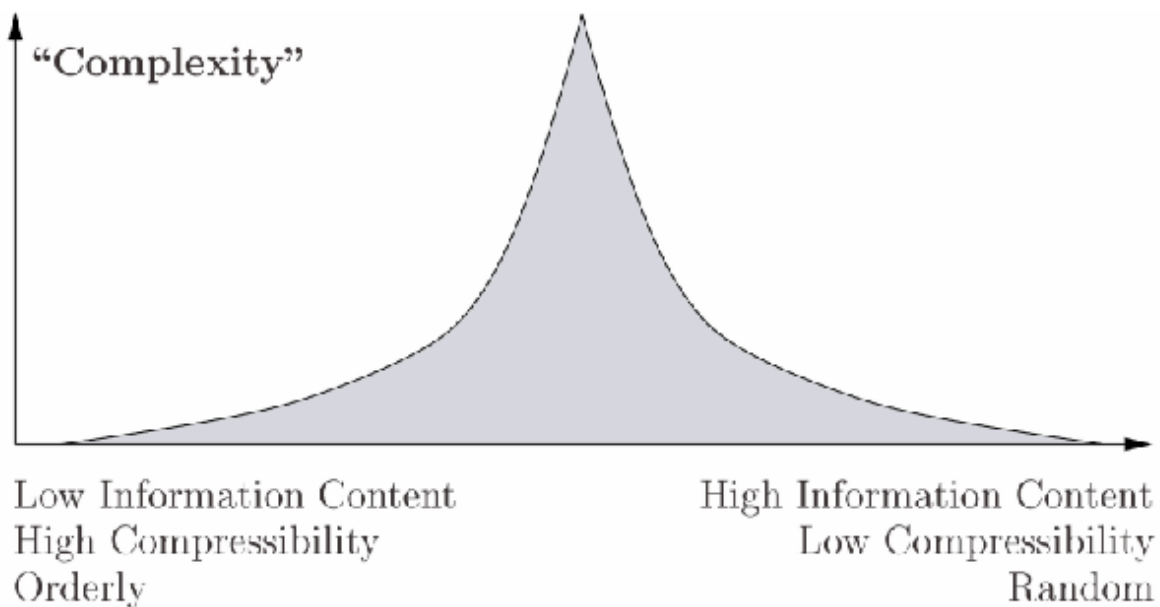


Figure from *The Computational Beauty of Nature: Computer Explorations of Fractals, Chaos, Complex Systems, and Adaptation*. Copyright © 1998–2000 by Gary William Flake. All rights reserved. Permission granted for educational, scholarly, and personal use provided that this notice remains intact and unaltered. No part of this work may be reproduced for commercial purposes without prior written permission from the MIT Press.

**Figura 38.** Niveles de Complejidad. (1993). Gary William Flake

sa- para que la información pueda interactuar entre sí misma. De esta forma, un sistema que sea extremadamente ordenado sería demasiado iterativo y nada adaptativo, mientras que uno que parta de lo puramente aleatorio carecería de una estructura (Galanter, 2003, p.8). Es justamente una combinación de ambos factores en donde se establecería la noción de un sistema complejo; que a través de un sistema cuyos elementos mantuvieran un orden coherente, con la suficiente redundancia para deducir un patrón, pero que al mismo tiempo, las relaciones de sus elementos poseyeran un grado de variabilidad que resulte impredecible, sorprendente.

Galanter plantea el siguiente ejemplo para ilustrar las ideas anteriores:

**A B C D E F G H**. Si esta fuera la información que tuviera un programa simple y ordenado, éste sólo podría devolver la información tal cual está: **ABCDEFGH**. Si uno deseara, por ejemplo, revertir el mensaje, habría que escribirlo manualmente para recibir **HGFEDCBA**. Este es un ejemplo de un programa ordenado, cerrado, donde no hay cabida a variabilidad más allá de lo que se encuentre programado.

Por otro lado, si se tuviera la misma información **A B C D E F G H** dentro de un sistema donde se establecieran algoritmos aleatorios sin estructuras ni orden, los resultados que podrían ser recibidos serían tan variados como **ADB** hasta **FHABDEACCFDGABHDFABE**. Éste sería de la misma forma un sistema cerrado, pero al contrario del primer ejemplo, su variabilidad no tiene límites ni sigue patrones que permitan su comprensión. Todo es redundante y nada variable.

De esta forma, el primer ejemplo de diseño de sistema, su extensión es limitada y su comprensión es factible debido a que ésta suele ser equivalente al nivel de información que el sistema contiene. Por otro lado, un sistema como el segundo, cuya información es finita pero la variación de las relaciones es exponencial, su extensión sería al menos del tamaño de su información y por lo tanto, difícil de comprimir. No existe redundancia, sólo variabilidad.

En esta tesitura, ninguno de los dos ejemplos anteriores sería complejo. Un sistema complejo sería aquel que con la información **A B C D E F G H** pudiera devolver información como **CADA, CAFÉ, CEDE, FEA, FÉ**. Es decir, bajo esta lógica, existe la estructura de un idioma, con reglas y orden, pero al mismo tiempo el hecho de que el programa pueda partir de la información base y crear unidades a partir de ésta sin la necesidad de

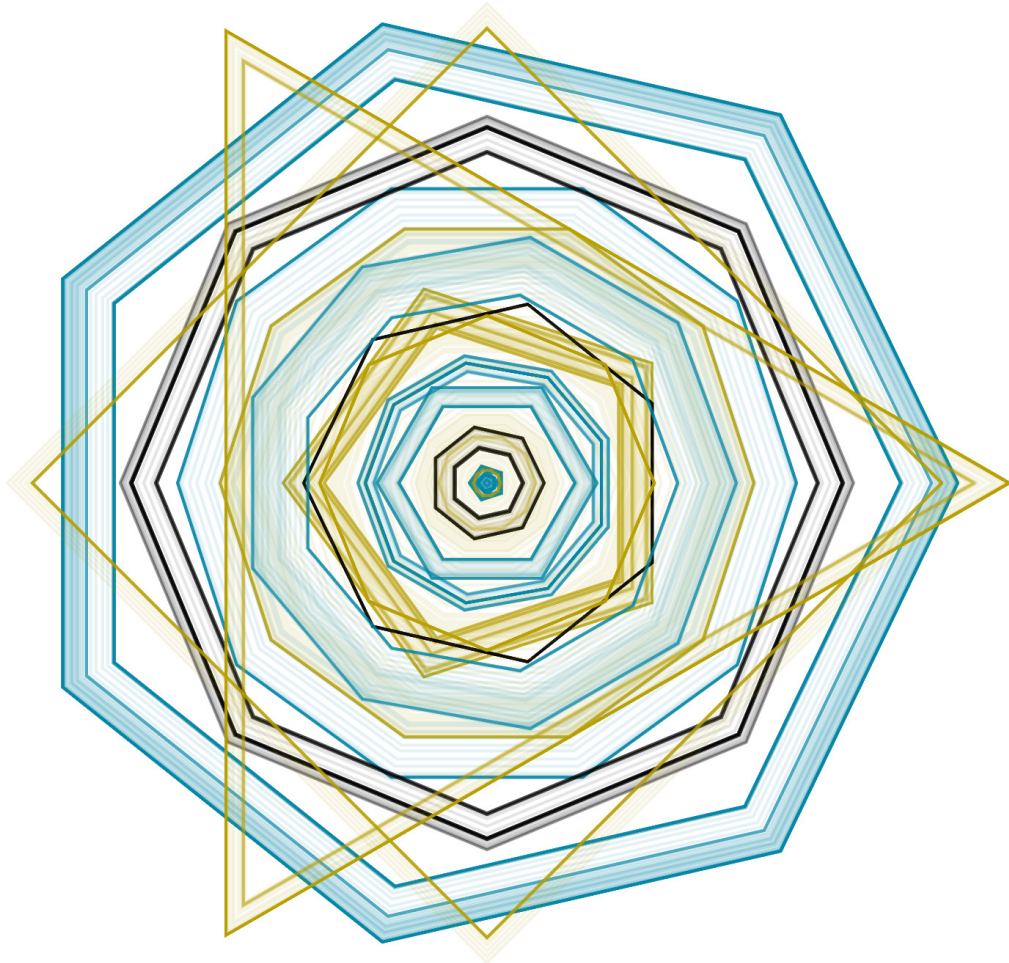


haber sido escritas literalmente, refiere al grado de variabilidad propio del segundo ejemplo. Esta es la definición de un sistema complejo de acuerdo a Galanter.

Por lo tanto, la complejidad de un sistema no es necesariamente proporcional a la cantidad de información que éste posea. Para lo cual, el físico estadounidense Murray Gell-Mann propone la complejidad efectiva (CE) como término para medir a la misma (Galanter, 2003, p.10). Así, aquellos sistemas complejos estarán basados en una mezcla del orden y de la variabilidad, como se muestra en el gráfico.

Lo que se aprecia en la gráfica propuesta por Galanter es una clasificación variada, en donde se toma como parámetro la complejidad para clasificar varios tipos de manifestaciones generativas. Como se mencionó desde inicios del capítulo, la generatividad conforma una herramienta más que un movimiento o corriente, por este motivo, es complicado englobar todo aquello que se genera a partir de ésta y categorizarla de acuerdo a un solo criterio. Si bien, sistemas complejos como el desarrollo de vida artificial son definitivamente un terreno fértil para la experimentación, y seguramente es la punta de la lanza que guía gran parte de la investigación realizada en la actualidad, no es necesariamente el enfoque que toda producción generativa busca.

La intención de revisar esta categorización es añadir un elemento más al espectro de factores que conforman la generatividad. Se ofrece un parámetro bajo el cual entender un sistema, dentro y fuera del contexto de lo creativo, ya que este es un elemento recurrente dentro de las definiciones de lo generativo y cuyo estudio conforma un punto de partida importante para teorizar en la disciplina. Sin embargo, qué tan complejo –o no– se diseñe un sistema, dependerá del propósito de cada proyecto, sin mencionar además el nivel de conocimientos técnicos y por ende, la colaboración con otras disciplinas aumenta conforme más sofisticado se diseñe un sistema. Dentro de este trabajo se ofrecerán ejemplos y se hará la revisión de estudios de caso que engloben múltiples factores, entre éstos, la complejidad. A continuación, se presentarán otros rasgos que suelen ser recurrentes en el tema de lo generativo.



**Figura 39.** Superposición de figuras. (2018). Generative-Gestaltung

## II.A.3 Proceso y postminimalismo

El replanteamiento de los procesos tradicionales en el arte fue una constante en el siglo XX, y del cual ya se han abordado previamente algunos ejemplos a fines a este trabajo. Desde los experimentos de la puesta en suspensión del juicio de Bretón, hasta el azar controlado de Pollock; su ruptura se debe en gran medida al cuestionamiento entre la relación sujeto y objeto. La exploración de *“las consecuencias perceptuales de una intervención particular en un lugar dado”* (Foster, 2001, p.44), fue la aportación de las corrientes hasta ahora mencionadas, para guiar a los artistas en un entender profundo de su obra y poder cuestionar más allá de la *figura*, para transformarla desde el *fondo*.

Sin embargo, el proceso como discurso fue un tema retomado por algunos artistas de la década de los sesenta y setenta. Artistas que transitaron entre corrientes como el *land art*, el postminimalismo, o el arte procesual; centraron su quehacer de forma diacrónica, confiriendo especial atención a la forma de hacer y asumiendo al resultado como una consecuencia del mismo proceso.

Dos de los exponentes más grandes del minimalismo, Donald Judd y Robert Morris, entendieron que las reglas de composición tradicionales europeas –heredadas por el Renacimiento– perdían vigencia, por lo que



**Figura 40.** Hills and Clouds [Colinas y nubes]. (2014). Lynda Benglis

fueron en búsqueda de un cambio que trascendiera la formalidad y la variación de composiciones. De esta forma, plantearon que el valor de una obra no se encontraba *per se* en el significado del objeto, sino en la relación que la obra mantenía con el espectador. ***“A fluid zone of perceptual interference, populated by moving bodies.”*** [Una zona fluida de interferencia perceptual, ocupada por cuerpos en movimiento.] (Allen, 2009, p.125). Este fue un primer paso que permitiría descentrar el foco del objeto y explorar, en palabras de Allen, *el campo*. Es decir, el espacio *-in situ-* y la relación que éste tiene con la materia.

Apoyándose en esta premisa, pero alejándose del rigor en el uso de los materiales; artistas postminimalistas como Barry Le Va, Eva Hesse o Lynda Benglis emplearon materiales –desde látex derretido, hasta harina– que permitían contingencia dentro de la obra de arte, contingencia que proviniera del entorno, del proceso. Allen (2009) lo describe de la siguiente manera: ***“They shift even more radically the perception of the work, from discrete object to a record of the process of its making, in the field.”*** [Su radicalidad proviene del cambio en la percepción de su trabajo, de un objeto discreto al registro de un proceso de su elaboración, en el campo] (p.128).

Dentro de estos nombres, la obra de Le Va es un buen ejemplo para enlazar las ideas sobre sistemas y procesos hasta ahora mencionadas con los territorios de la generatividad computacional. Entrenado como arquitecto, ejerciendo como escultor e instalador, Le Va comenzó su trabajo con materiales poco convencionales en escultura como cartón y fieltro, para más tarde experimentar con materiales como polvo de acero, harina, vidrio roto, etc. (Maizels, 2015, p.5). Lejos de la rigidez de la roca y el metal, e influenciado por las ideas de minimalistas como Morris, Le Va arrojaría nuevos conceptos sobre las posibilidades creativas entre al artista y los materiales.

La diferenciación entre espacio y escultura, fuertemente arraigada en la tradición artística europea, fue puesta en duda por el autor y se desvanecería conforme sus obras se alejaban de ser entes inamovibles, sólidos y contemplativos. Una de sus primeras exhibiciones en 1969 consistió en conformar líneas de harina sopladas por una compresora de aire a lo largo del suelo, el visitante caminaba a través de ellas, llevándose paulatinamente consigo la harina y deshaciendo la instalación. Así, la percepción de una escultura como una entidad delimitada y ajena al espacio, caduca frente a la visión de ésta como un ente que per-



**Figura 41.** Six Blown Lines [Seis líneas sopladas]1969. Barry Le Va

mita contingencia, que no sea un objeto terminado, sino un registro del proceso en el que el tiempo y espacio son agentes activos (Allen, 2009, p.128). De hecho, el artista mismo se refería a su propia obra como un trabajo abierto, que pueda volver a ser configurado.

Es precisamente el enfoque en un producto mutable, no estático, abierto a la contingencia, en donde la obra de Le Va y las reflexiones de Allen coinciden con la generatividad. No sólo eso, además el empleo de materiales que el artista ocupaba en sus instalaciones se caracterizaban por ser volubles y abiertos al cambio. Retomando el ejemplo de su obra *Six Blown Lines*, la harina distribuida a lo largo del suelo cobró forma como resultado de la fuerza en la que la compresora de aire soplabla y la dirección en la que Le Va la dirigía; el resultado es una coautoría entre una serie de procesos que no son controlados enteramente por el autor. Este es un postulado valioso porque gran parte de la literatura que aborda la generatividad computacional sugiere una coautoría entre ordenador y diseñador.

El proceso, entonces, así como es asumido por Le Va, como dentro de la generatividad, hace referencia a un espacio abierto a su entorno, por lo tanto, con cierto nivel de modificación en su forma. El tiempo y el espacio suelen ser factores que definen a este proceso. La forma final no se supedita a una pre-configuración total e inamovible del diseñador, éste establece las condiciones sobre las cuales el material –en el caso de Le Va– o un sistema –en el de la generatividad– opera; dirige el flujo, pero la forma final –si es que la hay–, es abierta y es consecuencia del proceso.

Este sistema puede ser tan complejo como el desarrollo de una inteligencia artificial, completamente autónoma y con múltiples *inputs* que participen en el proceso de creación; o puede ser un conjunto de algoritmos sencillos, fáciles de predecir, y de una lógica sencilla. Este paradigma trae a la mesa la agencia de múltiples factores que participan en el proceso de diseño, y que con la tecnología de la computación, pueden ser factibles de registrar e incorporar de manera visible.

Al mismo tiempo, el revalorizar al proceso dentro del proceso de diseño –valga la redundancia–, no podría ser más relevante en la actualidad porque reconoce el panorama actual de la información compleja. Descentralizar el enfoque del diseñador por los objetos y voltear a ver la relación que éstos guardan consigo mismos para diseñar estructuras –sistemas–, da fe del contexto de la comunicación compleja contemporánea.

Con respecto a cómo lucen estos nuevos procesos en el diseño, Bohnacker, GroB y Laub dan su versión en su libro *Generative Design* (2012) ***“The relevant question is no longer ‘How do I draw?’ but rather ‘How do I abstract?’*** [La pregunta relevante no es más ‘¿Cómo lo dibujo?’, sino ‘¿cómo lo abstraigo?’] (p.460). Esto quiere decir que el enfoque de diseño cambia desde la base: no se trata de pensar más en un único resultado, en un camino recto y directo al resultado; se trata de diseñar un conjunto de reglas que la computadora interpretará. El resultado final, la imagen, será sólo posible si ésta es descrita en su completitud a través de este conjunto de reglas.

Esto plantea dos desafíos de acuerdo a Bohnacker *et al* (2012): la abstracción de la idea y el cómo traducirla al lenguaje computacional. El primer contraste entre un enfoque tradicional de diseño y estos nuevos procesos es que no hay reglas estandarizadas para cómo abstraer

una idea, el procedimiento generalmente comienza por descomponer el problema de diseño en unidades (p.460).

Por ejemplo, si la consigna es la siguiente: dibujar en la pantalla una serie de círculos aleatorios, con diámetros diferentes y que convivan en el espacio sin que se superpongan, ¿cuáles serían los dos enfoques de diseño que se podrían abordar? En primer lugar, del lado tradicional, bien podría comenzarse con un círculo, se copia y pega el mismo, variando cada tamaño de círculo y arreglando manualmente cada forma para que no se superpongan, haciendo variaciones intermitentes. El segundo escenario, si se aborda el problema desde un enfoque generativo, que utiliza algoritmos computacionales; el primer paso sería programar un círculo, luego sería plantear una condicional que indicaría el crecimiento de cada círculo mientras no interfiera con otro, si este es el caso, entonces se dibuja otro círculo. (Bohnacker et al, 2012, p.460).

Es decir, sí se diseña pensando desde luego en el resultado final, esa es la meta; pero el proceso no se aborda de *uno más uno* hasta llegar al resultado. Se piensa en las reglas que darán orden a cada elemento. En este caso, se diseñó un algoritmo que dibujara círculos bajo la regla de no superar los diámetros de los mismos. Esto no sólo reivindica el modo de concebir un problema y ejecutar una solución, sino que pone sobre la mesa a la automatización como factor clave en el proceso, automatización que se traduce en ahorro de tiempo y en posibilidad de emergencia.

A continuación, un extracto del algoritmo programado en *Processing*, que da origen a la imagen mencionada en el ejemplo anterior.

```

for(int i=0; i<currentCount; i++){
float d= dist(newX,newY, x[i], y[i]);
if (d<newR + r[i]){
intersection= true;
break;
}
}

```

*Relación entre un círculo nuevo con uno ya existente*

```

if (interesection== false){
float newRadius= width;
for(int i=0; i<currentCount; i++){
float d= dist(newX,newY, x[i], y[i]);
if (newRadius> d-r[i]){
newRadius=d-r[i];
closestIndex[currentCount]=i;
}
}
}

```

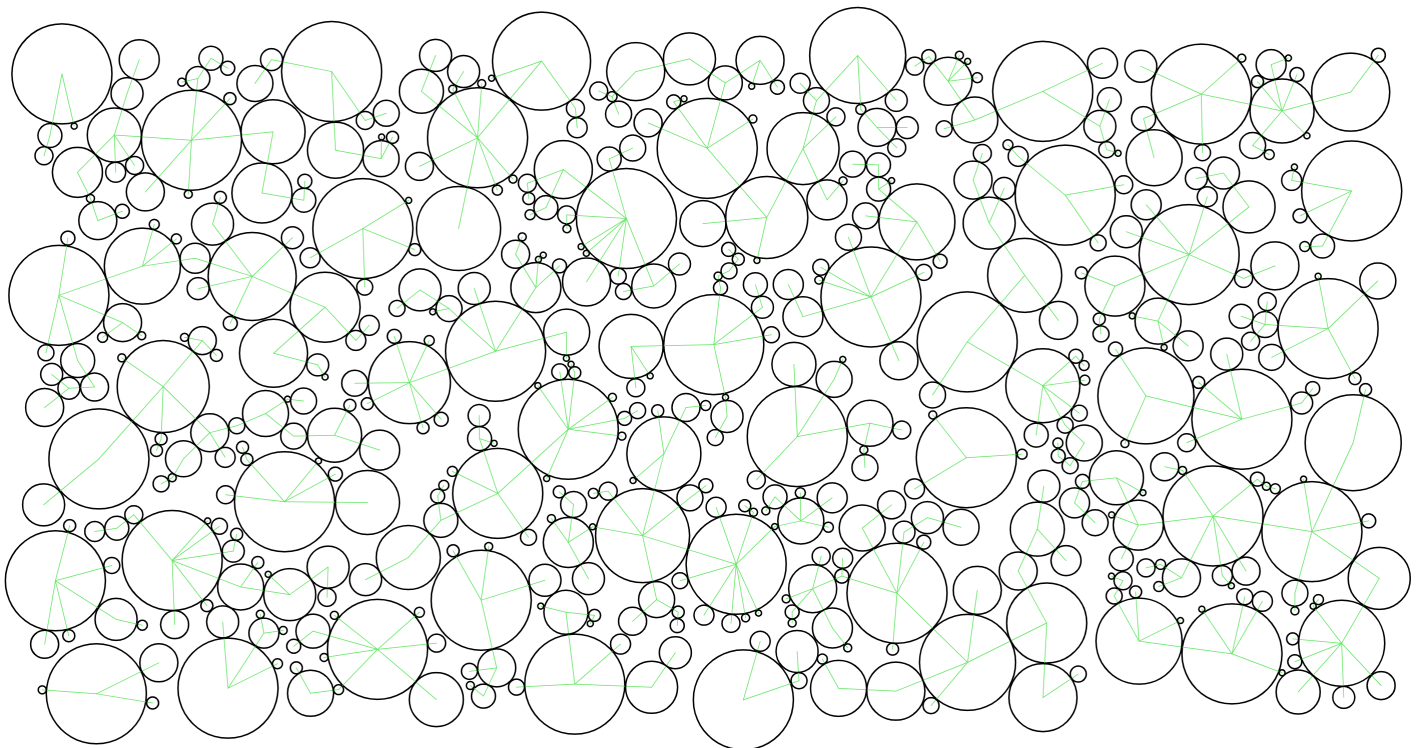
*Suma del radio de círculos*

```

if (newRadius> maxRadius) newRadius=
maxRadius;
x[currentCount]=newX;
y[currentCount]=newY;
r[curentCount]=newRadius;
currentCount++;
}

```

*El radio del círculo es tan grande como sea posible mientras no interfiera con otros círculos*





## II.A.4 Emergencia y autonomía

Así como se han retomado conceptos del ámbito científico para sustentar las ideas de esta tesis, la emergencia y la autonomía son también conceptos que fueron concebidos dentro de la filosofía en el contexto del estudio fenomenológico de los sistemas naturales. Si bien, estas teorías comenzaron a inicios del siglo XX, según el filósofo surcoreano Jaegwon Kim (1999), la emergencia como teoría no cobró mucha relevancia debido a las corrientes positivistas y empíricas que permeaban el campo de las ciencias. (p.4).

De acuerdo a Kim (1999), lo emergente comenzó a cobrar vigencia gracias al auge de la complejidad, donde se reconocen los sistemas complejos por su cualidad no reduccionista. Es decir, un sistema no puede ser reducido al estudio de sus partes individuales, el todo no puede ser reducido a la suma de sus partes (p.4-5). En este sentido, la explicación de Kim se complementa con los postulados de Cilliers donde los elementos de un sistema no poseen una relación lineal dentro de un sistema auto-organizado. ***“The language that suffices for describing an individual bird does not have the appropriate categories for discussing the behavior of the flock.”*** [El lenguaje necesario para describir la conducta individual de un ave no es suficiente para discutir el comportamiento de la bandada]. (Monro, 2007, p. 19).

Si bien, la profundidad del tema es bastante amplia y compleja, ya que aborda el estudio de fenómenos naturales desde una óptica física, el empleo de esta noción dentro del diseño generativo se articula perfectamente con el marco teórico que hasta ahorita se ha construido. Se han sugerido términos como la complejidad y los sistemas, no solo como respuestas a la configuración del fondo que las nuevas tecnologías moldean, sino también cómo se aplican estas teorías sobre las disciplinas creativas. Es exactamente el desarrollo de inteligencias artificiales y las recreaciones por ordenadores lo que han hecho que las teorías emergentes vuelvan a tener cabida.

La forma en la que esta aproximación científica se traduce sobre la tecnología computacional está relacionada con la autonomía que un sistema pueda tener programada a través de algoritmos –esto se revisará con más detalle posteriormente–. Aunque la creación de inteligencias artificiales y simuladores de vida son trabajos muy especializados, la base para diseñar sistemas tanto complejos como simples yace en la programación de reglas que permitan cierta autonomía en el sistema. Por lo tanto, sumar estos dos aspectos al aparato crítico hasta ahora propuesto es bastante necesario.

Del lado de la generatividad, Monro (2007) aborda la emergencia de la siguiente forma: **"(...) a system exhibits emergent behavior if something "extra" occurs; in some sense more comes out of it than was put in."** [un sistema posee una conducta emergente si algo extra ocurre; en cierto sentido sale más de lo que es introducido" (p. iii). Es decir, la emergencia surge como resultado de la interacción de los elementos de un sistema, no como propiedad de éstos; sino como característica general del sistema.

Es común encontrar expresiones como *sorpresa* o *algo extra*, cuando se trata de describir la emergencia en lo generativo. Para profundizar en el tema, se retomará la clasificación que Monro propone (2007), no sin antes explorar la paradoja que plantea Cariani (1991) con respecto a la existencia de la emergencia. Para introducir la problemática, este último formula la siguiente pregunta **"If we randomly come across a computer simulation and we have no clue as to its purpose, can we tell if its computation are emergent?"** [Si por azar nos cruzamos con una simulación de computadora cuyo propósito desconocemos, ¿podríamos decir que su programación es emergente?] (p.776). Este cuestionamiento descentraliza el foco del creador del sistema y subjetiva el fenómeno de la emergencia, es decir, ¿qué tanto el desconocimiento del resultado –ese *factor extra*– proviene de la ignorancia del funcionamiento de un sistema y qué tanto proviene de un verdadero azar?

Según Cariani (1991), la emergencia computacional podría ser definida como la falta de capacidad de predicción por parte del espectador en el entendimiento de un sistema (p.778). En este sentido, la emergencia computacional surge únicamente a partir del desperfecto en los modelos de diseño de un sistema, o el desconocimiento de estos modelos. Un sistema creado a partir de un aparato finito, con funcionamientos conocidos y con resultados perfectamente medibles; no podría arrojar resultados extraordinarios, imposibles de ser alcanzados por el autor del sistema. Por el contrario, la emergencia no sería más que el desperfecto de un modelo, para cuyo problema, se requiere reformular dicho modelo.

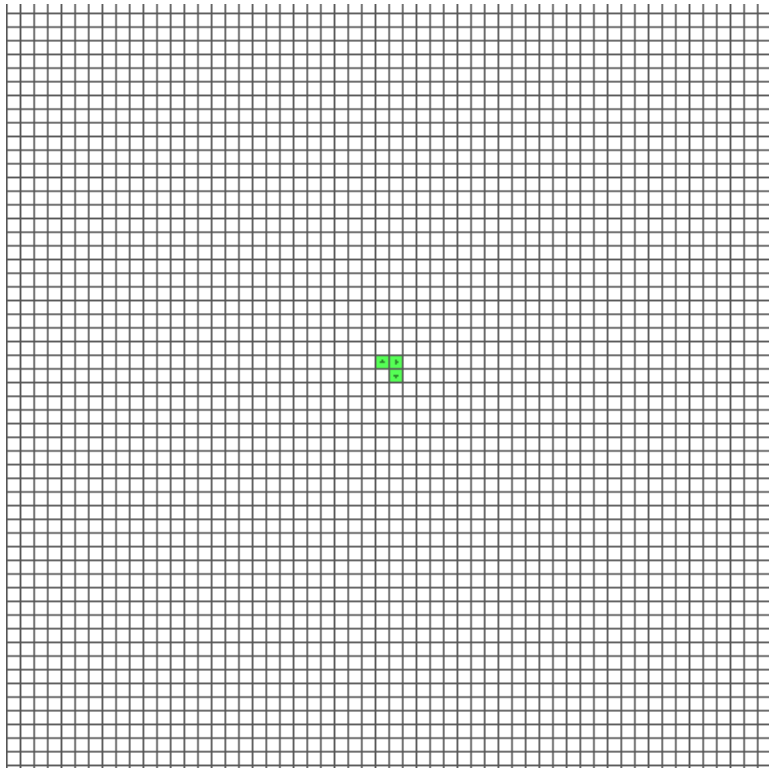
Por lo que para el autor, la verdadera emergencia proviene de la capacidad de un sistema complejo de generar nuevos órganos independientes, epistemológicamente autónomos y, por lo tanto, capaces de arrojar resultados efectivamente novedosos (p. 778). Cariani se refiere, por supuesto, a la creación de la vida misma. Por lo tanto, tomando en cuenta el punto de vista del autor, la emergencia computacional no se basa más que en la habilidad de los ordenadores de realizar operaciones de forma más veloz, ya que al ser ésta una máquina con procesos y resultados perfectamente medibles, no existe ningún resultado que el diseñador del sistema no pudiera conocer *eo ipso*, incluso obtener.

Para lo cual, Monro (2007) opina que si bien, visto desde una epistemología científica, esto puede ser cierto, para fines prácticos en los campos de la disciplinas creativas, esto es irrelevante (p. 26,27). De hecho, parte de esta disyuntiva ya se había resuelto líneas arriba; si bien el ordenador se podría entender como un sistema complicado, algunas tecnologías que se han desarrollado a raíz de éste han dado pie a procesos complejos. Retomando el ejemplo del *big data*, bajo la óptica de Cariani, todo dato proviene de un estímulo perfectamente medible y conocido; una persona o un dispositivo electrónico, cada dato que es emitido podría ser, por supuesto, en teoría, calculado. Paradójicamente, la complejidad de estos sistemas yace en la nula capacidad de calcular dato por dato, es posible teóricamente, pero no es asequible; entonces la información crece a pasos agigantados y rebasa las capacidades humanas de sus creadores.

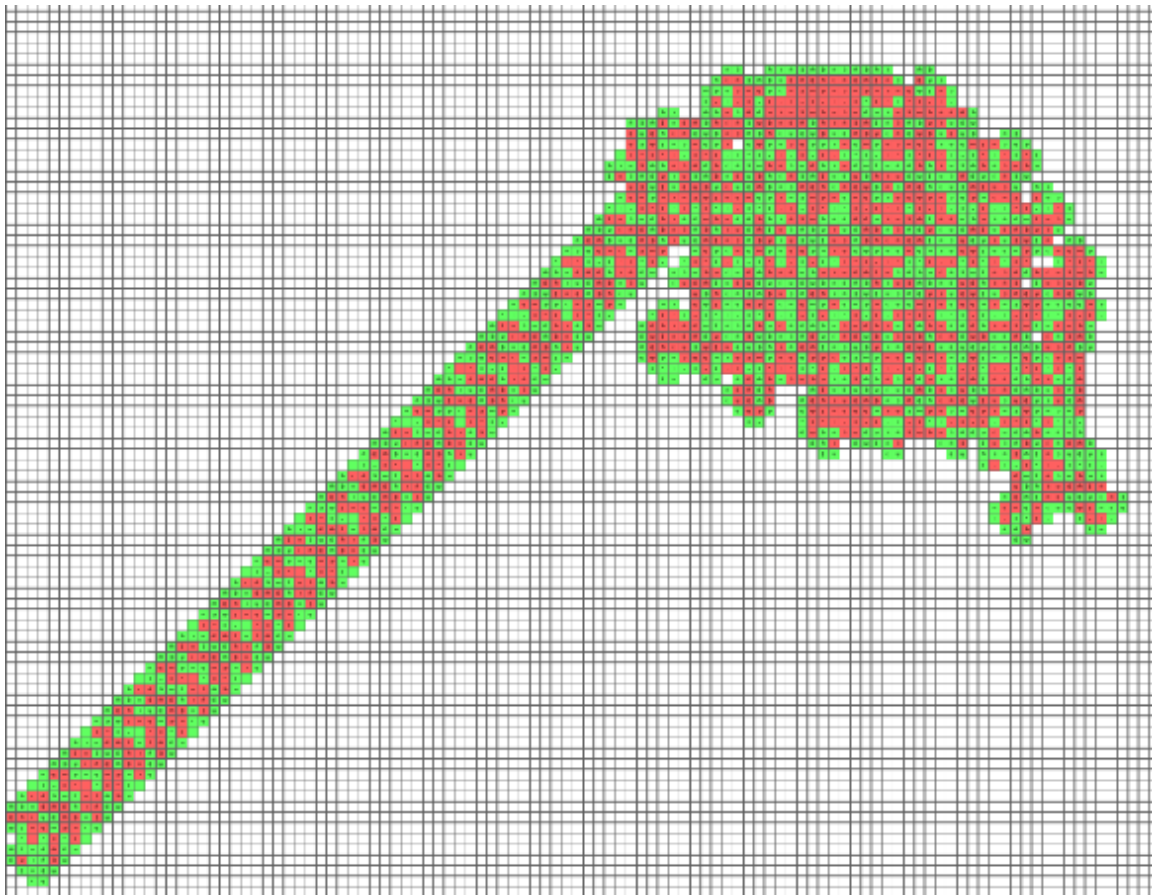
De acuerdo a Cariani (1991), sí, el desarrollo de modelos es totalmente posible y si algo llega a desviarse del mismo, entonces se requieren modificaciones al modelo, sin embargo, en este caso, la falta de predicción del sistema se debería a un error en el observador, no a un verdadero fenómeno emergente. Desde la perspectiva de Monro (2007), apoyada por este trabajo, esta diferenciación es intrascendente en los procesos creativos porque al final de cuentas, “(...) *there is no way in general of finding out in reasonable time what a computer program will do.*” [no hay una forma en general de saber en un tiempo razonable lo que una computadora va a hacer.] (p.27). Es decir, en la práctica, este desfase cognitivo que podría enfrentar el diseñador en la predicción del sistema, es por el momento poco relevante, aunque desde una dimensión ontológica es verdaderamente enriquecedor.

Aquel hueco que Cariani observa en la genuinidad de la emergencia computacional es sobre el que se construye este trabajo, perdiendo un poco de vista esta visión y avocándose sobre teorías más *sui generis* al espectro del diseño generativo, Monro (2007) ofrece ciertos postulados sobre este fenómeno en aras de ilustrar el tema con algunos ejemplos.

- “Reglas simples dan pie a conductas complejas” (p.20). De hecho, gran parte de la autonomía que un sistema simple computacional puede tener, está diseñada a partir de algoritmos sencillos. Si **A** hace esto, entonces **B** hace esto y **C** lo siguiente. La Hormiga de Langton, es uno de los ejemplos más sencillos y tempranos en cuanto a autómatas celulares se refiere. El programa es sencillo,



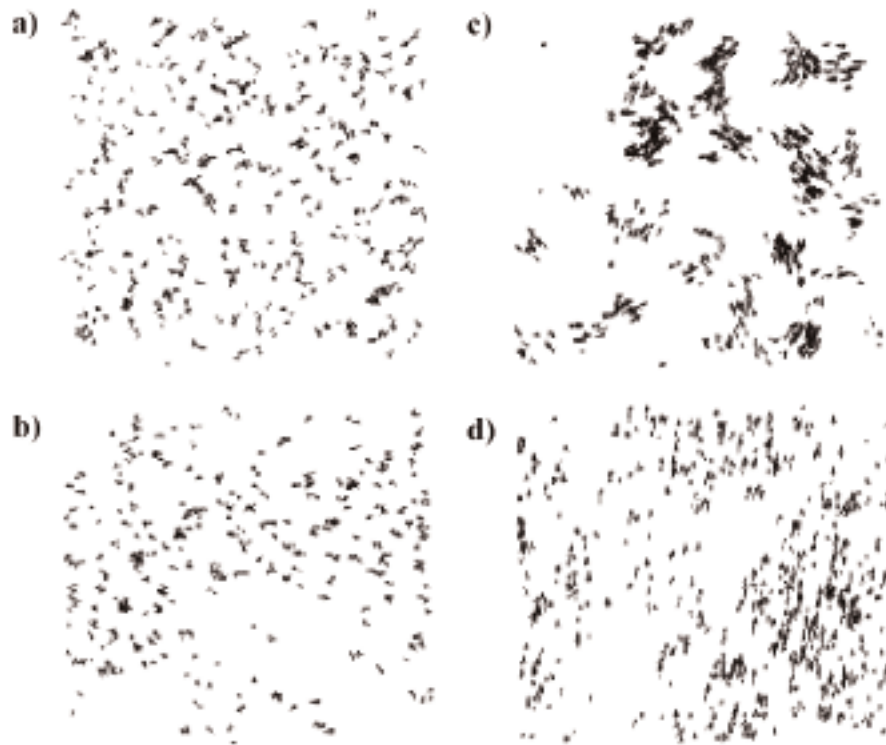
**Figura 43.** Hormiga de Langton, 3 pasos. (2021). Langton Ant



**Figura 44.** Hormiga de Langton, 13,000 pasos. (2021). Langton Ant

en una rejilla cuadrada en blanco, una hormiga parte de un cuadrado y su dirección es definida por el siguiente par de algoritmos: si la hormiga está en una casilla blanca, gira  $90^\circ$  a la izquierda, avanza una casilla y cambia el color de ésta a negro. Si la casilla es negra, giro la misma cantidad de grados, simplemente lo hace a la derecha, avanza y vuelve a cambiar de color al blanco. Esto no solo le confiere un movimiento infinito, sino que las conductas que desarrolla conforme el programa avanza, han sido sujeto de estudio debido a la complejidad en los patrones que ésta deja después de haber rebasado los diez mil pasos.

• “Emergencia de múltiples agentes” (p.21). A diferencia del caso anterior, la emergencia surge como producto derivado de las acciones que múltiples elementos ejercen en conjunto. **“A global behaviour of a system of individual entities.”** [Una actitud global producto de un sistema de entidades individuales] (Monro, 2007, p.21). En la naturaleza, se puede apreciar este ejemplo en el comportamiento de los rebaños, donde existe una noción de auto-organización. Si se relaciona esta concepción con aquellas definicio-



**Figura 45.** Boids, flocking behaviour [conducta de rebaño]. (1987).  
Craig Reynolds

nes dadas por Cilliers sobre un sistema, se aprecia que también coincidirá el factor de reacción ante el entorno como un detonador de la complejidad. En este sentido, el programa desarrollado por Craig Reynolds, Boids (1986), emula el actuar de una parvada cuyo comportamiento es definido por tres elementos; la separación entre cada individuo, la dirección promedio de los individuos que se encuentran cercanos y la cohesión de un movimiento uniforme. El desarrollo de este simulador puede incluir la interacción de objetos externos al grupo, como obstáculos. Retomando de nuevo a Cilliers, lo que caracteriza a cada agente de un sistema es su capacidad de reacción conforme a las reglas locales de sus vecinos, más no posee dentro de sí mismo el comportamiento entero de una manada, por ejemplo. Boids, en este sentido, da cabida a una emergencia compleja debido a que, a diferencia del uni-agente de la hormiga de Langton, éste incorpora en un mismo sistema a elementos que son agentes, aún si las reglas de interacción son simples.

Estos dos puntos propuestos por Monro (2007) arrojan aún más precisión con respecto a la emergencia y están estrechamente ligados con los fundamentos teóricos que hasta ahora se han propuesto. Sin embargo, el autor aún enlista más clasificaciones, que de cierta forma ya se han revisado líneas arriba y que a continuación se tomarán en cuenta como consideraciones finales para poder concluir con el tema.

Monro (2007) hace referencia al *factor sorpresa* que la emergencia en un sistema generativo puede producir. Parte del razonamiento que se encuentra detrás de ésta, se basa en distinguir al espectador del diseñador de un sistema. Es decir, se reconoce que esta conducta inesperada es relativa al espectador, aunque estos dos sujetos puedan ser los mismos. Los postulados son los siguientes:

1. Diseño: El sistema fue construido de acuerdo a ciertas propiedades y reglas que lo conforman. Este lenguaje sería llamado *L1*.
2. Observación: Parte correspondiente al observador, quien después de analizar las conductas del sistema dentro de cierto intervalo de tiempo, éste llega a comprender el funcionamiento del mismo. La descripción que el observador brinda sería llamado *L2*.
3. Sorpresa: Finalmente, si se contrasta el lenguaje del diseño (*L1*) con el del espectador (*L2*) y ambos varían, se podría hablar de *sorpresa*; de emergencia. Una *sorpresa* que se debe a las conexiones poco obvias entre la descripción de los pasos y el resultado que

la consecuencia de éstos arrojan. Se habla entonces de una disonancia cognitiva entre la preconcepción mental del observador y la imagen final. (Ronald, Sipper y Capcarrère, p.228 1999, citado por Monro 2007). En este orden de ideas, el diseñador podría ser el mismo observador. Lo cual regresa al argumento de Cariani sobre la emergencia no siendo algo más que una falla en el modelo de predicción y la diferencia de velocidad en los cálculos del humano frente al ordenador.

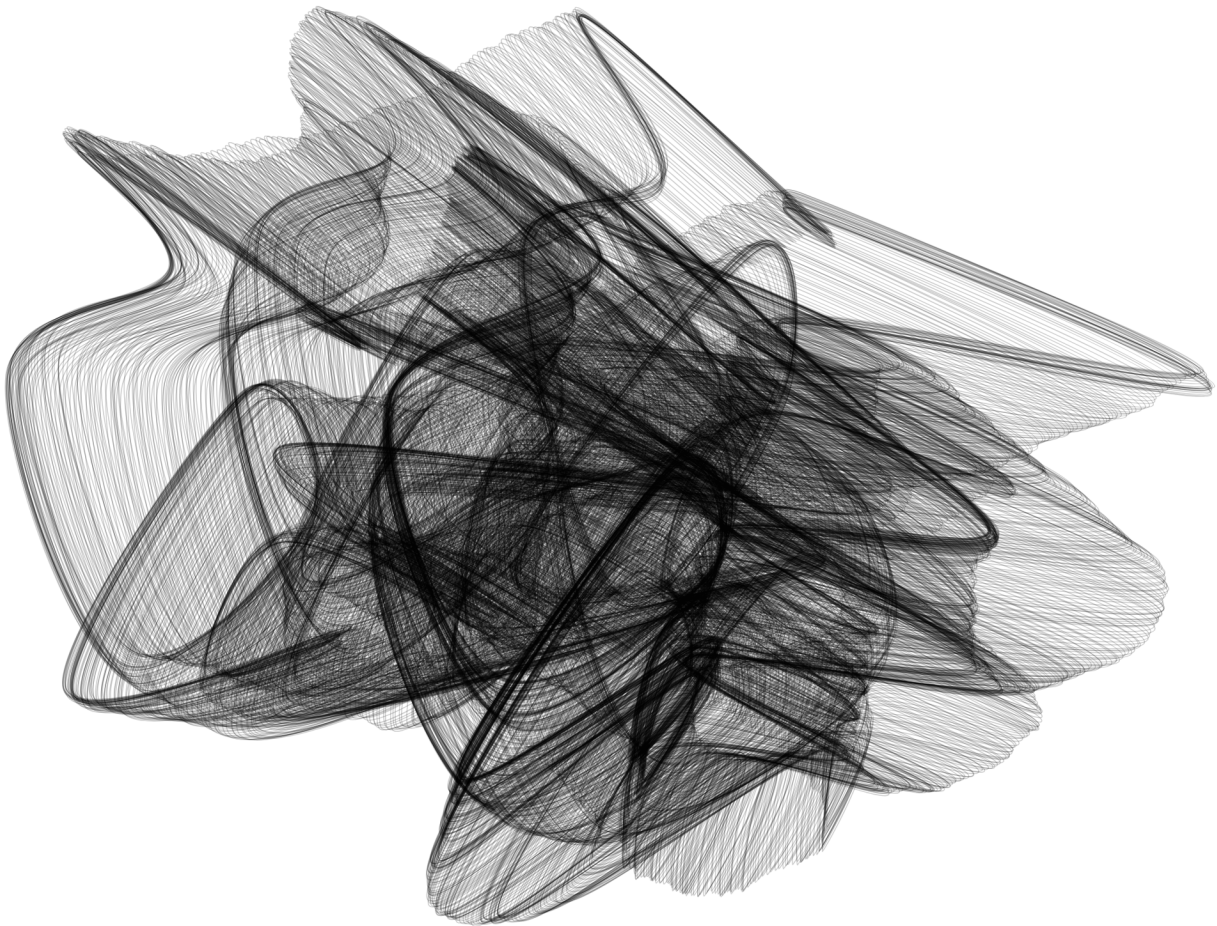
Si bien, es cierto que desde ciertas posturas –sobre todo aquellas derivadas de epistemologías científicas–, la emergencia computacional, en un sentido estricto, es sintética e incapaz de arrojar realmente algo novedoso y que no sea alcanzable por su diseñador; la velocidad y la autonomía con la que ésta cuenta se vuelven factores que significan nuevas posibilidades de experimentación en lo que respecta al campo del arte y el diseño. Después de todo, uno de los cambios clave en la sociedad: la transición del manuscrito a la imprenta, fue justamente posible gracias a la simple capacidad de automatizar procesos, lo que aceleró el ritmo de producción.

De esta forma, un elemento que va muy a la par de la emergencia es la autonomía. La autonomía –total o parcial– sería el elemento que posibilitaría la propiedad emergente de un sistema. Ésta es consolidada por las reglas de interacción de cada elemento en el sistema –simples o complejas–. Como se ha mencionado anteriormente, una de las características vitales para el desarrollo de un sistema generativo es la posibilidad de cierto grado de autoorganización. En este sentido, la autonomía finalmente puede ser tomada en cuenta como un factor controlable y decisivo en el proceso creativo con ordenador.

Desde el siglo XX, la autonomía era un factor que algunas corrientes y autores buscaban evocar como agente en su obra. Así, se retoma la noción del no control directo sobre el producto final que proponían de forma análoga corrientes como el surrealismo de Breton, las pinturas de Jackson Pollock, las instalaciones del *Land art* y *Le Va*; en todas estas propuestas siempre se persiguió trascender los límites del proceder lógico-retiniano renacentista a través de métodos que expandieran las posibilidades creativas más allá de la razón individual y el control voluntario. Sin embargo, estos métodos eran demasiado aleatorios o se veían delimitados por las leyes físicas.

En el caso de la generatividad computacional, la autonomía es un factor que se moldea a partir de algoritmos. Las posibilidades creativas que la tecnología de la computación ofrece hoy en día son amplias; desde el desarrollo de programas internos, hasta la incorporación de *hardware* que permitan la obtención de información externa al ordenador, y la capacidad de exportar estos datos de nuevo, la autonomía y la emergencia se vuelven factores mucho más versátiles y funcionales.

Por ejemplo, en el campo del diseño industrial, uno puede delimitar los parámetros de una silla: fuerza, puntos de tensión, dimensiones, etc., y esperar que la computadora genere diversas formas basadas en estas condiciones. El ordenador arrojará una vasta serie de posibilidades en cuanto a la forma y apariencia, pero siempre basado en las condicionales de funcionalidad programadas.



**Figura 46.** Recorrido aleatorio de una figura. (2018). Generative-Gestaltung



## Estudio de caso

En 2019, el diseñador francés Philippe Starck creó de la mano de la compañía de software Autodesk, una silla cuyo punto de partida para su realización fue la generatividad. Si bien, Autodesk ya había hecho experimentos previamente con lo generativo, como el diseño de partes de automóviles o el desarrollo de una sonda espacial, este es el primer producto en masa que sale al mercado de esta naturaleza.

El nombre que la silla recibió gracias a la tecnología empleada para su diseño fue 'A.I.' (abreviación para inteligencia artificial en inglés). Para su elaboración, Starck mencionó que se plantearon la siguiente pregunta "¿cómo puedes soportar nuestro cuerpo con la menor cantidad de material posible? (Fast Company, 2019). Esto se traduciría a variables como el peso, la fuerza y requerimientos técnicos como el menor uso de material posible.

El diseñador menciona que es el primer producto de este tipo que sale a la venta y que no fue diseñada por un humano, sino por una inteligencia artificial. "Es la primer silla diseñada fuera de nuestro cerebro, fuera de nuestros hábitos de pensamiento. De algún otro lado, un mundo nuevo se abre ante nosotros" (Academia, 2019). Es una colaboración verdadera entre un ser humano y un ordenador.

Si acaso existe cabida para una comparación, este tipo de afirmaciones se ven bastante relacionadas con algunas de las ideas que se plantearon previamente con autores como Breton y el surrealismo. El deseo de poder navegar más allá de la razón humana fue el impulso que conllevó a estos artistas a buscar métodos que permitieran obtener resultados *no controlados* por el autor, encontrar algo que superara la mente del mismo. En el caso del diseño generativo, esa búsqueda es bastante similar, sin embargo, en este contexto está respaldada por la tecnología de la computación. El diseño de sistemas que permitan el procesamiento de datos, y que posean la autonomía suficiente como para proponer resultados a partir de estas condicionales; se siente casi como si finalmente la tecnología pudiera darle respuesta a los sueños de aquellos surrealistas en búsqueda de nuevos procesos –aunque en este caso en lugar del inconsciente, son los algoritmos–. Este tipo de posibilidades es precisamente los horizontes que abre el diseño generativo.

Al mismo tiempo, cabe destacar que este tipo de *software*, aún se encuentra en etapas tempranas en su desarrollo. En ocasiones el probable trabajo automatizado puede ser incluso insignificante con respecto al enorme esfuerzo por desarrollar estos sistemas. Con respecto a la silla diseñada por Starck, el director de proyectos de Autodesk mencionó que el proceso de diseño aún involucró mucho apoyo humano; no es tan sencillo como pedirle al ordenador que haga una silla, sino que es a través del *input* de datos, su lectura y su relación con el software, que se realizan este tipo de trabajos.

Esto es justamente la emergencia entendida como potencial creativo dentro de un sistema que permite cierto grado de autonomía; la obtención de posibilidades que *per se* no podrían haber sido ideadas por el autor –a reserva de las objeciones que Cariani tendría al respecto del tema–, que responden no sólo a factores estéticos sino también a funcionalidad. Este es un ejemplo que en la escala de Galanter implicaría precisamente un sistema complejo; no es un azar descontrolado, como tampoco se trata de un código cerrado y ordenado, sino que la posibilidad de que el *software* sea capaz de devolver resultados que obedecen a las variables establecidas, representan un claro ejemplo de un sistema complejo, cuyos resultados se deben a la interacción de múltiples factores.



Figura 47-50. A.I. para Kartell por Starck, impulsado por Autodesk. (2019). Starck Network

# III. Diseño generativo

## III.A Antecedentes. Generative Computergraphik

En este breve apartado, se abordarán los primeros antecedentes del arte y el diseño generativo, creados a partir de gráficos computacionales. Si bien, se ha mencionado anteriormente que existen autores que remontan los inicios de la generatividad al mismo origen del arte; es importante señalar un momento cronológico en donde la computadora comenzó a formar parte de los procesos generativos, ya que de ahí es de donde nace el principal objeto de estudio de esta tesis. Al mismo tiempo, al enmarcarse este tema dentro de las disciplinas creativas, también se limitará este apartado al estudio del ordenador desde su intersección con éstas, ya que como invento, tiene una historia más extensa y anterior a aquella que se le conferirá en las siguientes líneas.

Fue en el año de 1965, en Alemania, donde la primera exhibición llamada *Generative Computergraphik* tomó lugar de la mano de la dirección de Georg Nees. Esta fue la primera exhibición en el mundo donde se exhibiría arte hecho con una computadora. Consistía en dibujos diseñados a partir de un algoritmo e impresos por un *plotter*. Serían cinco años más tarde que el autor publicaría su tesis doctoral que llevaría el mismo

nombre y representaría uno de los primeros escritos abordando el arte computacional (Boden y Edmonds, 2009, p.3).

George Nees fue un matemático y filósofo alemán pionero en el arte computacional. Fue influenciado y asesorado por Max Bense, quien teorizaba sobre estética, ciencias naturales y arte. Bense ayudó a Nees a escribir *Rot 19* (1965), una de las primeras publicaciones que trataba sobre arte diseñado a partir de ordenadores y que se publicaría como motivo de la inauguración de la exposición de Nees en el mismo año. Junto con Nees, Michael Noll, de formación ingenieril y Frieder Nake, matemático; conforman las tres figuras pioneras dentro de la generatividad computacional, habiendo Noll colaborado en una segunda exposición del mismo tema con Nees y Nake, exhibiendo su trabajo en medio de ambas.

Para esta exhibición, Nees empleó un *plotter* plano o de mesa –los primeros en aparecer–, para poder trazar sus bocetos. Se valió al mismo tiempo de un lenguaje de programación llamado ALGOL, el cual fue bastante popular en la década de los sesenta y permitía la descripción de algoritmos. Esta misma tecnología fue la que ocupó Nake, mientras que Noll emplearía el lenguaje Fortran para elaborar su obra.

El trabajo que Nees, Nake y Noll conformaron en Alemania, se volvería un primer antecedente clave para el desarrollo de la generatividad concebida desde la tecnología de ordenadores. Posterior al mismo, en 1970, Sonia Sheridan fundaría un programa en el Instituto de Arte de Chicago que llevaría por nombre Sistemas Generativos: Arte, Ciencia y Tecnología. En éste se abordarían las posibilidades creativas que posibilitaban la unión del arte y la tecnología.

El tema habría comenzado a ser abordado de forma más regular en las universidades, hasta que en 1998, se llevaría a cabo el primer congreso sobre diseño y arte generativo en Italia, *Generative Art Conference*, de la mano de Celestino Soddu y Enrica Colabella, congreso que hasta la fecha continúa vigente. (Generative Art, s.f.).

Algo que es necesario analizar hasta este punto es que la accesibilidad, tanto a este conocimiento como a la tecnología necesaria para su ejecución, no estaba tan democratizada como lo está en la actualidad. Si se analiza el perfil de las tres figuras pioneras que se mencionaron anteriormente, el antecedente en común es el campo científico orientado

al desarrollo computacional. Debido a la especialización de este conocimiento, la generatividad en sus primeros años fue un campo endémico de las universidades, en particular de departamentos relacionados con ciencias de la computación.

En contraste con el contexto contemporáneo; la evolución de lenguajes de programación –como de hardware– y la cotidianeidad del ordenador en los procesos creativos, ha permitido simplificar procesos y facilitar el acercamiento a estas disciplinas desde perspectivas como las del arte y el diseño sin la necesidad de estudiar complejos procesos computacionales.

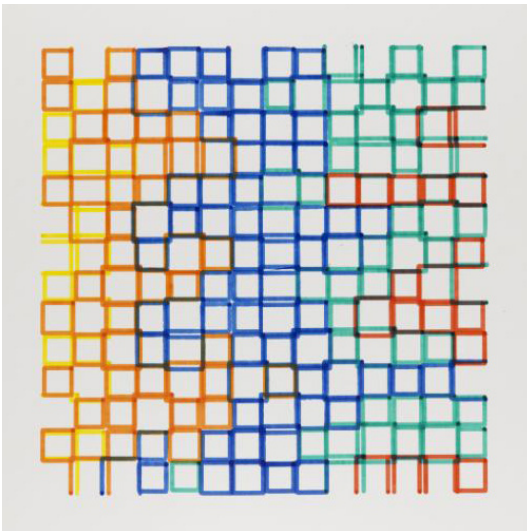
Uno de los teóricos más destacables en el área de la ciencia y la tecnología es John Maeda, quien dirigió entre 1996 y 2003, en el *MIT Media Lab*, un grupo transdisciplinar de programadores y diseñadores llamado *Aesthetics + Computation* (estética y computación). Casey Reas y Ben Fry, discípulos de Maeda, comenzaron a desarrollar un software en 2001 llamado *Processing –software* con el que están diseñados varios de los gráficos presentados en este trabajo –. Éste es un lenguaje de programación basado en *JavaScript*, el cual cuenta con una interfaz gráfica adaptada al contexto de un diseñador gráfico o un artista visual, sin la necesidad de aprender complejos procesos propios de un programador. De hecho, la mayoría de los ejemplos, tanto ilustrativos, como los estudios de caso que se presentan, están desarrollados, totalmente o en conjunción, con este *software*.

Esto quiere decir que, hasta antes del desarrollo de *Processing*, se requería emplear lenguajes computacionales que no tenían un enfoque visual *eo ipso*. Lo cual complicaba, en primer lugar, el acercamiento siquiera de los diseñadores a estas herramientas, y en segundo, el aprendizaje de estos lenguajes, como su aplicación a soportes gráficos. Por lo tanto, el desarrollo de *softwares* diseñados *ex profeso* para la comunicación visual, sería el primer hito en estas disciplinas que permitiría la asimilación de estos temas desde una perspectiva creativa.

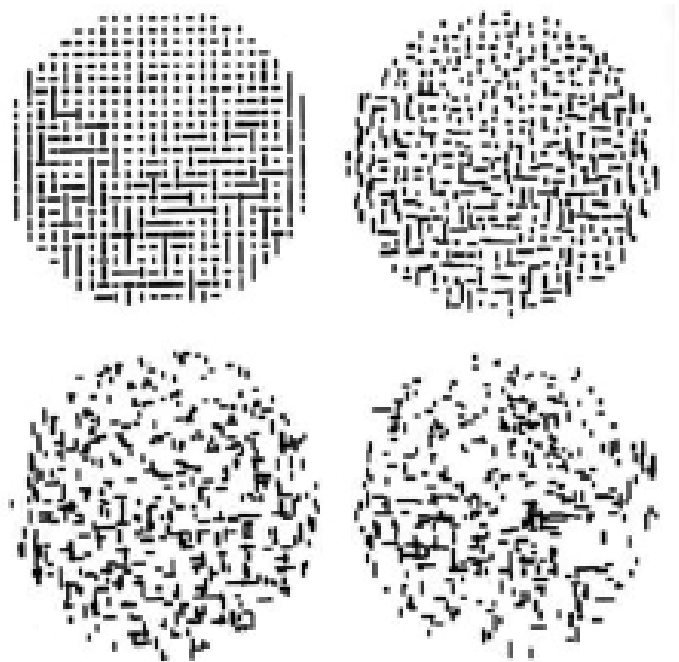
En resumen, la mayoría de la producción gráfica generativa hasta antes de la década de los 2000, habría sido abordada por científicos computacionales que apreciaban un valor creativo en los lenguajes computacionales y algoritmos –aún en constante desarrollo–. Gracias a que Reas y Fry desarrollaron *Processing* en 2001, se daría paso al inicio de una praxis *sui géneris* de las artes y el diseño en lo generativo; abriéndole

las puertas a personas fuera del campo de la ingeniería, e incluso, de las universidades.

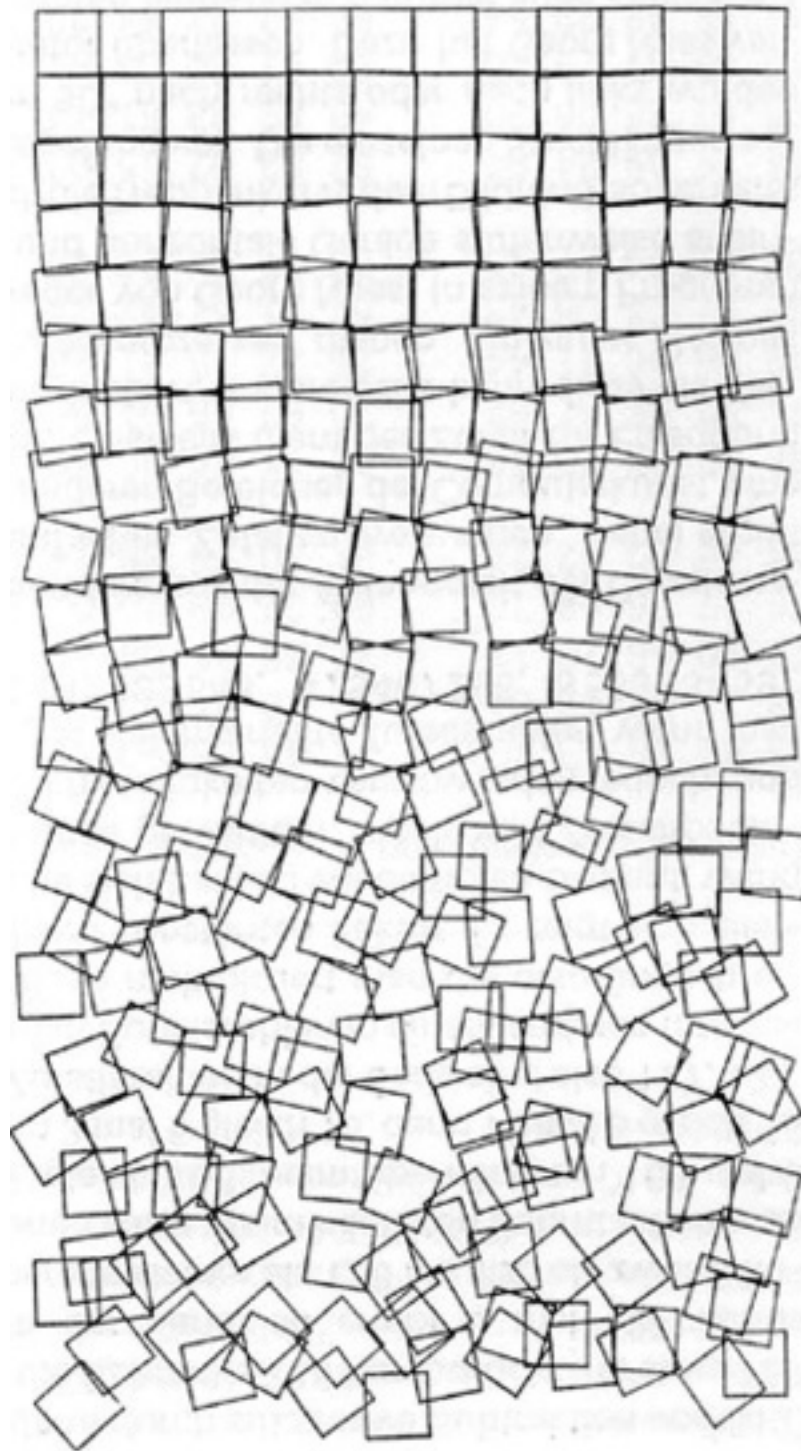
De esta forma, conforme los ordenadores han mejorado sus capacidades de almacenaje y procesamiento, influenciados por la era de los datos, hoy en día la generatividad –y otras tecnologías-, se encuentran al alcance de diseñadores y artistas de formas más asequibles. Si se toma en cuenta que hasta hace tan sólo dos décadas, los diseñadores apenas comenzaban a explorar el uso de algoritmos para la creación, y no perdiendo de vista el abismal desarrollo que los ordenadores han experimentado, incluso de una década hasta la fecha en que se escribe esta investigación; no es descabellado afirmar que la generatividad es una herramienta aún joven, fértil y poco explorada por los diseñadores. Bajo estas premisas, es que se inserta el presente trabajo, reconociendo que gracias a la evolución en la tecnología informática, esta tesis es posible.



**Figura 51.** Sin título (1967). Frieder Nake



**Figura 52.** Patterns by 7090 (1962).  
Michael Noll



**Figura 53.** Schooter. (1965). George Nees



## III. II Taxonomía

Boden y Edmonds en su ensayo *What is generative art?* (2009) proponen una taxonomía con respecto a las diferentes variaciones de creación por ordenador. Éstos consideran que debido al creciente incremento de manifestaciones de esta índole, es necesario acotar terminologías para comprender más a detalle el mundo de la tecnología computacional. Lo anterior no implica jerarquías estrictas ni definiciones cerradas, existen intersecciones y excepciones que siguen sirviendo de ejemplo para la constitución de cada una de los campos que a continuación se mencionan:

- **Arte electrónico.** De acuerdo a Boden y Edmonds (2009), este concepto hace referencia a “any artwork whose production involves electrical engineering and/or electronic technology.” [cualquier trabajo cuya producción requiera de un trabajo de ingeniería eléctrica y/o tecnología eléctrica.] (p.8) Los primeros ejemplos de lo anterior pueden remontarse a las esculturas robóticas pioneras de la década de los 60, donde Edward Ihnatowicz presentaba el primer robot interactivo y Gordon Pask construía una máquina que cambiaba de luz conforme el ritmo de la música; poniendo sobre la mesa el potencial creativo de la creación a partir de la tecnología eléctrica. Como este término acuña no sólo lo robótico, sino también todo aquello hecho a partir de ordenadores; es un término demasiado general para los nichos que se han desarrollado a partir de estas manifestaciones, pero es un buen punto de partida para comenzar a acotar la creación a partir de la tecnología eléctrica.

- **Arte computacional.** “art in whose productive process computers are involved.” [[Aquel] arte en cuyo proceso de producción se incluyan las computadoras] (Boden y Edmonds, 2009, p.9). A pesar de parecer una definición obvia, dentro de ésta los autores rescatan el concepto del uso tanto de computadoras análogas como digitales. De hecho, los primeros dibujos creados por un ordenador análogo, el osciloscopio, fueron hechos por Ben F. Laposky en la década de los 50 (Boden y Edmonds, 2009, p.9). Sin embargo, hoy en día el rango de posibilidades que ofrecen las computadoras digitales –dentro de las cuales se encuentra la generatividad– es mayor y prácticamente se hace referencia a ellas cuando se habla de creación con tecnología computacional.

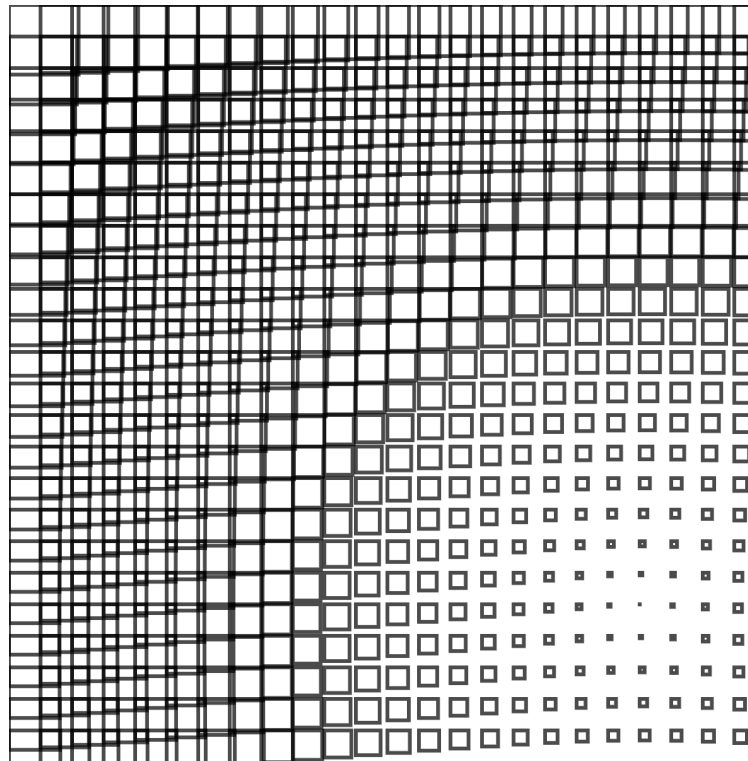
• **Arte digital.** Sobre la línea de la creación con ordenadores digitales, separada de los análogos; los autores hacen referencia a este término como un producto de la creación con computadoras digitales en donde el uso principalmente de *softwares* es una característica endémica de este tipo de manifestaciones. Es decir, desde el empleo de programas vectoriales y manipulación de píxeles que emulan sus procesos análogos antecesores, hasta el desarrollo de inteligencia artificial como la obra de Richard Brown, donde crea modelos que emulan reacciones naturales a través de una interfaz táctil (Brown, 2001).

• **Arte generativo computacional.** Si bien, los autores reconocen que existen formas análogas de diseñar a través de procesos autónomos sin la necesidad de una computadora, como es el caso de artistas como Haacke, con el desarrollo de piezas basadas en reacciones físicas de las cuales depende su autonomía; el apartado relevante para este trabajo yace en aquellos métodos cuyo origen es la tecnología computacional. Además, cuando se haga referencia, como se ha hecho, al término generativo en este trabajo, se estará hablando del enfoque computacional. De tal forma, que ya acotado el tema sobre esta línea, los autores nos ofrecen la siguiente definición: *“the artwork results from some computer program being left to run by itself, with zero interference from the human artist.”* [El producto final es resultado de un programa computacional que es ejecutado de forma autónoma, sin ninguna interferencia de un artista humano.] (Boden y Edmonds, 2009, p.12). Si bien, es una definición bastante corta y estricta, sobre la cual se puede argumentar mucho; algo relevante que los autores añaden sobre ésta, es que el artista es un colaborador en el proceso de creación, es quien escribe el código, no obstante, éste no interactúa con él mientras se está ejecutando.

En la taxonomía de Boden y Edmons, antes de esta última categoría, ellos incluyeron al arte asistido por computadora como la diferencia entre utilizar al ordenador como una mera herramienta sometida a la total dirección del diseñador; contra la concepción de ésta como un agente que de hecho juega un papel creativo dentro del proceso. Sin embargo, la comprensión de este punto es tan fundamental para esta tesis, que su tratamiento, en ocasiones latente, ha sido desarrollado a lo largo de estas líneas y será discutido formalmente dentro de las conclusiones de este trabajo.

También cabe aclarar que los autores hacen mención a más términos en su taxonomía como al arte evolutivo, la realidad virtual, la inteligencia artificial; no obstante, los términos hasta ahora abordados son suficientes para comenzar a revisar diversas definiciones sobre lo generativo.

A continuación, se enlistarán puntos de vista encontrados, donde se exploren problemáticas con respecto a qué tan autónomo debe de ser un sistema para ser considerado generativo, o cuáles aspectos son los que el diseñador sede hacia dicho sistema. Aquel es justamente el punto de partida para complejizar qué significa diseñar a partir de un sistema, y entender cómo afecta no sólo en el producto final, sino el proceso de diseño. Para así estar un paso más cerca de entender la generatividad.



**Figura 54.** Rejilla interactiva. (2018). Generative-Gestaltung

### III.C Definiciones

Contando ya con el basto contexto que se ha proporcionado en este trabajo, será más fácil abordar algunas definiciones comunes de ver en la literatura relacionada con el tema. La ventaja de haber expuesto varias teorías que cimientan la generatividad, previo a entrar de lleno en sus definiciones, yace no sólo en poder entenderlas más fácilmente; sino en debatirlas para ofrecer una postura abierta, que considere la complejidad del tema, y que una todos los cabos que hasta ahora habían quedado sueltos.

Este apartado teórico tiene la función de concretar todas las ideas antes expuestas, a través de definiciones de diferentes autores, pertenecientes a diferentes disciplinas, y extraídas desde artículos, hasta conferencias. Así como la revisión de algunos ejemplos y nombres que se encuentran produciendo sobre esta línea de trabajo.

Al mismo tiempo, es necesario especificar que gran parte de los proyectos propuestos a continuación fueron desarrollados por terceros; por esta razón es complicado categorizarlos con plena certeza, ya que desde el punto de vista de un espectador, es inasequible conocer el diseño interno de los mismos, más allá de la percepción externa de su funcionamiento y/o las pistas que el autor proporcione sobre éstos. Por lo tanto, los ejemplos seleccionados podrán haber sido elegidos por alguna característica perceptible en particular o quizá de forma íntegra, bajo la absoluta posibilidad de distar de su verdadero funcionamiento (del cual sólo es consciente el mismo diseñador), pero siempre se remitirá al aparato crítico que hasta ahora se ha planteado para sustentar el porqué de su elección; buscando enriquecer este trabajo al agrandar el abanico de posibilidades que la tecnología de la computación ha permitido. Al fin y al cabo, es remitirse a la paradoja mencionada en el apartado de emergencia que Ronald *et al* (1998) donde plantean que parte de la generatividad yace en el desconocimiento causado por el contraste del lenguaje con el que un autor diseña un sistema, frente a las expectativas del espectador, que como tal, le es poco probable conocer en su entereza el funcionamiento del mismo; pero esto no invalida ese *factor sorpresa*.

Del lado de las definiciones, cabe destacar que desde el simple hecho de intentar poner una definición que albergue todas las manifestaciones del tema: resulta un asunto controversial. Ésta varía de acuerdo

a la disciplina que lo aborde, con el fin que se le cometa y el enfoque que estos factores le confieran. Sin embargo, sí que hay elementos en común que puedan fungir como punto de partida para explicar el tema y diseccionar sus elementos. Dejando de lado la definición de términos como el arte y el diseño –temas bastantes amplios como para ser sujeto de otro escrito–, se procederá a analizar sobre conceptos como los sistemas como método de creación, la autonomía como resultado de un conjunto de algoritmos, y las condiciones *sui generis* que la tecnología computacional implica en la generatividad.

“Generative art refers to any art practice where the artist uses a system, such as a set of natural language rules, a computer program, a machine, or other procedural invention, which is set into motion with some degree of autonomy contributing to or resulting in a completed work of art.”

[El arte generativo hace referencia a cualquier práctica artística donde el artista utilice un sistema, ya sea un conjunto de reglas análogas, un programa de computadora, una máquina, o cualquier otro proceso que sea ejecutado con cierto nivel de autonomía, contribuyendo o resultando en un trabajo artístico integro.] (Galanter,2003,p.4).

Esta es una de las definiciones más abordadas y referenciadas en la literatura de la generatividad. Como se advertirá, es importante considerar las ideas de Galanter porque éste es uno de los teóricos exponentes del tema y, por supuesto, su trabajo se ha retomado para fundamentar esta tesis.

Galanter ofrece una definición bastante amplia en su artículo *What it Generative Art?* (2003), ésta es muy general y quizá sin un contexto sobre el tema, podría simplemente no significar algo. De hecho, incluso aún con las bases previamente expuestas, su generalidad es amplia, pero es precisamente esta generalidad lo que la hace una definición bastante factible de mimetizarse con la mayoría –sino es que con todas– las manifestaciones de esta disciplina. Al mismo tiempo, es bastante rica en términos, por lo cual servirá como un ejemplo perfecto para comenzar a discernir al respecto.

Si bien, Galanter habla sobre una práctica artística, para fines de este

trabajo, se añadirá sobre esta definición la dimensión del diseño y otras disciplinas como el diseño industrial o la arquitectura. Lo destacable sobre este apartado es puntualizar que por práctica artística, el autor delimita el terreno de la generatividad bajo un marco creativo, ya que la naturaleza multidisciplinar del tema se puede expandir a diversos enfoques con aproximaciones más científicas. Por ejemplo, el empleo de algoritmos para diseñar una sonda espacial, tal como el proyecto en conjunto de Autodesk y la NASA en 2018.

A continuación, el autor hace mención del diseño de un sistema con reglas que le permitan cierto grado de autonomía. Hasta este punto, ya se tiene una buena noción de lo que implica un sistema, recapitulando; pueden existir sistemas complejos, simples o complicados. Siendo los simples un conjunto de reglas lineales y los complicados la intrincación de múltiples reglas, pero ambos permaneciendo como sistemas cerrados, es decir; sin ningún grado de variabilidad ni reacción a su entorno. Los sistemas complejos son aquellos cuyas reglas le proveen un grado de autonomía parcial o íntegra, es un sistema abierto y que es capaz de reaccionar a cierto factor que le permita modificarse sin la necesidad de la intervención directa del creativo.

## Estudio de caso

Por ejemplo, en 2020 salió a la luz de manera gratuita un software de IA (Inteligencia Artificial) llamado AI Gahaku, que podía generar retratos a partir de una fotografía digital, pero recreándola bajo el estilo de diferentes pintores o corrientes, de tal forma que en realidad el retrato pareciera haber sido pintado hace siglos. De forma breve, el software tiene dentro de su programación información sobre los distintos estilos de pintura, es capaz de reconocer un rostro, y traducir esta información sobre los píxeles de un nuevo archivo –una fotografía–.

Bajo la perspectiva de la complejidad planteada por Cilliers, AI Gahaku es un sistema autónomo en medida que no se requiere la intervención directa de un humano para configurar cada retrato, éste posee dentro de su programación los datos necesarios para representar autónomamente un estilo pictórico sobre cualquier nuevo input que le sea cargado. Retomando una de los postulados de Cilliers (2002), cada elemento es reconocido e influye en la composición total, es decir, este software es capaz de analizar todos los elementos de una fotografía y poder adecuarlos conforme su configuración para determinar cuáles son tomados en cuenta para la composición final.

A su vez, conforme el programa recibe nuevos datos, éste es capaz de mejorar sus resultados. Con lo que también satisface de forma parcial una de las cláusulas planteadas por Cilliers, en la que especifica que la evolución a través del tiempo y la reacción a su entorno son factores para considerar un sistema como complejo. Se habla de parcialidad en su retroalimentación, porque la parte del aprendizaje es llevada a cabo por su programador, no de forma automática por la misma IA.

Sin embargo, el que posea la autonomía para crear productos nuevos, donde la condición particular de cada *input* sea interpretada y a partir de éstas, el software pueda generar outputs diferentes uno del otro sin la necesidad de una intervención humana; habla de un sistema ni lo suficientemente simple como para siempre arrojar el mismo resultado sin importar las diferencias locales de cada input, ni un sistema aleatorio en donde el resultado sea tan distante del original como para no reconocerlo. Por lo tanto, de acuerdo a Galanter (2003), es un sistema que combina ambos factores y que yace en lo complejo.

Por otro lado, quizá es justamente en este tipo de ejemplos donde mejor se puede explicar la dimensión de *sorpres*a a la que Monro (2007) aludía. Dentro de la página web donde se encuentra albergada la IA, es posible observar los diferentes estilos de pintura que ésta es capaz de recrear, es decir, de cierta forma el resultado es esperado porque éste no debería de distar mucho de los modelos que se encuentran sugeridos, sin embargo; el resultado nunca será idéntico al preconcebido por el usuario. Quizá –de manera muy controversial–, al grado de llegar a igualar la misma experiencia que cuando un artista realiza una pintura. Nos enfrentamos de nuevo a la paradoja planteada por Ronald *et al* (1998): la sorpresa del resultado proviene de desconocer el lenguaje interno del sistema, en cuyas ocasiones, incluso el resultado mismo es desconocido en su totalidad por el mismo diseñador.

Si bien, como se mencionó en el apartado de sistemas, aquellos que son complejos, son generalmente más difíciles de diseñar debido a los conocimientos técnicos necesarios, la generatividad no es exclusiva de éstos. ¿Qué podría hacer que un sistema simple o complicado pudiera ser generativo? La respuesta está en la posibilidad de emergencia que presente. Como se mencionó en su respectivo apartado, la emergencia computacional podría ser considerada como la capacidad del ordenador de realizar operaciones físicamente imposibles de ser ejecutadas en términos humanos. El hecho de que un sistema pueda optimizar el tiempo de una acción, al nivel de ser automatizada, optimiza las posibilidades creativas, aunque se trate de un sistema cerrado; sin alguna





Figura 55. Fotografía original. (2018). Autoría propia.





**Figura 56-58.** Gráficos realizados por la inteligencia artificial A.I. Gahaku. (2021).  
A.I. Gahaku

evolución o reacción a un estímulo.

En contraste con la IA mencionada en el ejemplo anterior, este programa no se trata de una inteligencia artificial, es un caso más simple donde se retoma una imagen muestra y a través de una textura prediseñada de una brocha, el ordenador mapea los colores de una imagen para recrear una fotografía simulando el estilo de una pintura. Diseñado en *Processing*.

La programación es más aleatoria; la posición de los brochazos es completamente azarosa, de cierta forma, aquello que permite apreciar una similitud con el *input* original es la conservación de los colores, la forma se da gracias a estos mismos. Desde luego, no existe dentro de este programa un sistema que reconozca formas específicas, como el rostro; consecuentemente, no hay probabilidades de procesar elementos selectivamente y ofrecer la posibilidad de adoptar estilos. Además, cada vez que se desee cambiar de imagen, hay que hacerlo de forma manual y realizar algunos ajustes en el código para que el programa se adecue al tamaño del nuevo *input*.

Sin embargo, existen rasgos interesantes sobre este programa que pueden ser retomados para su análisis y aportar luz sobre el tema. Bajo la perspectiva de Monro, se podría entender que el factor emergente no es endémico de los sistemas complejos; basta con que un programa sea capaz de operar de forma autónoma –total o parcial– y presente ese factor extra, para que los resultados puedan aventajar, ya sea en tiempo o en forma, las capacidades del diseñador de llegar al mismo resultado de forma análoga.

En este caso, a diferencia del ejemplo anterior donde uno fungía como espectador, en éste se tiene conocimiento del código y por lo tanto, del funcionamiento esperado aún incluso antes de correr el programa. Como se mencionó líneas arriba, la base de este programa fue incorporar la textura de una brocha para simular el acabo de una pintura, se configura el tamaño de la brocha, la posición aleatoria de la misma, y que la imagen se procese a partir de los colores originales, además de por supuesto, determinar de forma manual qué imagen será tomada en cuenta.

Estos son todos los parámetros de los cuales uno tiene conocimiento antes de correr el programa y descubrir qué forma adquiere esta combinación de instrucciones. Desde éstas, se tiene cierto conocimiento del

acabado final de la imagen debido a que se conoce la forma de la brocha base, más es difícil de predecir en su totalidad cómo lucirá este mismo patrón repetido miles de veces dentro de una imagen. Se intuyen los colores finales de la composición porque éstos han sido mapeados de la imagen original, más el grado de aleatoriedad programado impide una vez más que se sepa certeramente cuáles serán los que constituyan el resultado.

Es en estos casos cuando se comienza a entender la diferencia sustancial del diseño generativo, aquella verdadera colaboración entre ordenador y humano a la cual hacía referencia Starck cuando diseñó una silla en conjunto con una IA. Si bien, el diseñador es consciente hasta cierto grado del funcionamiento individual de cada algoritmo, y en menor o mayor medida, lo es también del resultado de la conjunción de los mismos; existe cierto factor de incertidumbre –cierta falla cognitiva, como lo explicaría Carianni– a partir de la cual la capacidad naturalmente veloz del ordenador aventaja la del humano, y entonces se habla de un potencial coautorial que amplía los límites de la creación de imágenes hasta ahora antecendidos por esta tecnología.

Si bien, este programa es algo más limitado y no entra dentro de las definiciones de Cilliers sobre sistemas complejos, la simpleza de su programación no deja de ser un buen ejemplo que constituye el abanico de posibilidades de la generatividad. No está por demás recordar las palabras de Galanter en donde precisamente especifica que el campo de lo generativo no está reservado exclusivamente para los sistemas complejos como las inteligencias artificiales, también puede estar conformado por sistemas simples; incluso fuera del espectro de lo computacional. De la misma forma, este es un caso que no deja de sumar a los



**Figura 59.** Gráfico realizado en Processing. (2021). Autoría propia.

Para contextualizar el pensamiento de Galanter (2003), éste precisa que la generatividad es una técnica, antes que una corriente artística. Es decir, ésta no parte de un discurso propio, sí hay autores notables, pero éstos no encabezan el *deber ser*, no está supeditada a una cronología basada en una estética y discurso, ya que desde su posibilidad computacional –e incluso, análoga–, ésta ha adquirido diferentes formas y usos. En palabras del autor, **“Generative art is ideologically neutral.”** [El arte generativo es ideológicamente neutral]. (Galanter, 2003, p.19). Lejos de ser una corriente artística como las que se enumeraron anteriormente; surrealismo, expresionismo abstracto o el land art, ésta es una herramienta –un lienzo en blanco- sobre la cual se vierten ideas, así como la misma pintura, la fotografía o la realidad virtual.

Quizá suena algo ingenuo, e incluso contradictorio de acuerdo a las líneas de este trabajo, hablar sobre una tecnología como territorio neutro. Si hasta ahora se ha adoptado una postura inamovible, es justamente la del condicionamiento tecnológico inconsciente de la psique y sentidos de sus usuarios sobre la configuración de su realidad. Por lo que es poco factible ser partícipes de esta postura, de hecho, parte de las aspiraciones de esta tesis es atisbar las diferencias sustanciales de la creación a través de la generatividad computacional, en contraste con las tecnologías de sistemas anteriores. Sin embargo, partir de la premisa de un territorio neutro como causa de la heterogeneidad de usos y productos es un buen punto para profundizar en el tema.

De esta forma, Galanter (2003) reconoce que la generatividad ha permeado múltiples ramas de las disciplinas creativas, y que en medida que éstas se diversifican en su uso, será en medida que sus definiciones varíen. Algunos de los principales campos que el autor propone son los siguientes:

- **Creación de música electrónica:** Desde la modificación parcial hasta la completa creación de composiciones musicales.
- **Creación de gráficos por computadora:** Generalmente creación de animaciones que utilicen modelos de creación como el Ruido de Perlín, sistemas de Lindenmayer o algún uso de un sistema que imite un comportamiento del mundo real sin necesidad de animar cada detalle.
- **Diseño Industrial:** Mejora de prototipos y modelos a través de

algoritmos diseñados para optimizar su funcionamiento.

• **Escena VJ.** Es decir, la creación de gráficos para conciertos o algún fin recreativo lejos de laboratorios y estudios (p.2-3).

Es por eso que el definir lo generativo, se debe comenzar por reconocer la flexibilidad de sus posibilidades. Si bien, la neutralidad ideológica de la que habla Galanter podría ser ampliamente cuestionada, la neutralidad técnica es un hecho; la generatividad computacional ofrece características que pueden ser explotables dentro de muchas disciplinas.

Como se habrá podido observar, la forma de tratar el tema es algo dialéctica –entender lo que es a partir de lo que no se es–. Se aclara un punto, pero al mismo tiempo se contrasta con otro para ir esbozando aproximaciones a lo generativo, sin que se ofrezcan definiciones cerradas. Esto debido a que al ser un tema complejo, emergente, y en constante cambio; se busca entender el fenómeno a través del panorama –fondo–, en lugar de enfocarse plenamente sobre de éste –figura–. El brindar múltiples conexiones de forma intertextual, hasta ahora ha sido la estrategia de este trabajo para entender un fenómeno no aislado, sino conectado. Por eso es que a continuación se retoma esta otra definición, la cual atañe diferentes puntos a los de Galanter.

“Generative design is not about designing the building, it’s about designing the system that builds a building.”

[El diseño generativo no trata sobre diseñar el edificio, se trata de diseñar un sistema que construya el edificio.]

Lars Hesselgren (Martin S., 2011, p1)

Esta es una de las definiciones clásicas dentro del mundo del diseño generativo. Es de hecho, una metáfora que logra ejemplificar a la perfección la diferencia entre lo que se entendería por diseño tradicional, contrastado con un enfoque generativo en el diseño.

La palabra clave –por si aún no quedaba claro– es sistema. Ya se ha mencionado que existen diferentes tipos de sistemas bajo la óptica científica, estas aproximaciones son en cierto grado transferibles al entendimiento de sistemas computacionales. Sin embargo, Santiago Martín (2011) retoma la perspectiva de Hesselgren y ofrece una definición mucho más particular de lo generativo: “(...) es un método para generar formas automáticamente a partir de la modificación de variables algorítmicas” (p.1). Esto es en gran medida lo que se debe de entender por sistema en el contexto del diseño generativo.

Se reconoce entonces que tiene que existir cierto grado de autonomía en el sistema, ya sea limitado o amplio el grado que se pueda alcanzar, es el inicio para que un ordenador pueda aventajar en velocidad a su diseñador y entonces pueda superar lo que éste podría realizar con métodos análogos. ¿Cómo funciona? Las bases para entender estos sistemas parten de los algoritmos informáticos, de los cuales ya se ha hecho mención anteriormente, y que a continuación se explicará de forma breve.

“Informally, an algorithm is any well-defined computational procedure that takes some value, or set of values, as input and produces some value, or set of values, as output. An algorithm is thus a sequence of computational steps that transforms the input into the output”. [De manera informal, un algoritmo es cualquier proceso computacional bien definido que toma un valor, o un conjunto de valores, como entrada y produce un valor, o un conjunto de valores, como salida. Un algoritmo es entonces una secuencia de pasos computacionales que transforma un valor de entrada en uno de salida.] (Cormen, Leiserson, Rivest y Stein, 2009, p.5)

Es decir, un algoritmo en términos computacionales, es una instrucción que va a recibir ciertos datos (*input*), los va a procesar de acuerdo a los parámetros establecidos, y los va a transformar, arrojando un valor de salida (*output*) diferente al de entrada. La resolución de problemas es comúnmente una palabra que acompaña a las definiciones tradicionales. Estos problemas pueden ser tan sencillos como ordenar una serie de números de menor a mayor, o tan complejos como procesar tres mil millones de secuencias de DNA para identificar los 100,000 genes en el DNA humano (Cormen, Leiserson, Rivest y Stein, 2009, p.5-6). Entendiéndose, por supuesto, que conforme las tareas se vuelven más complejas, los algoritmos funcionarán no sólo de forma separada, sino en conjuntos de unidades.

De tal forma que un grupo de algoritmos trabajando al mismo tiempo, y en conjunción con un mismo fin, se traduce como un sistema conformado por diferentes niveles, cuyas reglas internas conforman una conducta general; relacionándose así con la teoría de sistemas que hasta ahora se ha planteado en este trabajo. Paradójicamente, estos sistemas son, naturalmente, artificiales, sin embargo, esta misma complejidad artificial es la que ha permitido entender procesos complejos naturales



como el caso del DNA humano. Al final, tanto en la teoría como en la práctica, existen muchos puntos en común que pueden ser equiparados entre los sistemas naturales y los artificiales.

Es importante recordar que la naturaleza de la generatividad es multidisciplinar –a veces, transdisciplinar–, por lo que a pesar de que estos temas sean bastante amplios y pertenezcan a áreas de conocimiento como las matemáticas y la computación, es necesario abordarlas, ya que son las bases de la generatividad informática. Retomando las ideas de McLuhan, la tecnología de la electricidad al fin y al cabo puja por horizontes más holísticos, ésta rompe con la unicidad y heterogeneidad del pensamiento renacentista y ofrece enfoques complejos, como el contexto de la comunicación contemporánea. Sin embargo, el tema se seguirá acotando, como hasta ahora, al dominio de la comunicación visual.

Si se lee entre líneas, lo que un algoritmo realiza es la automatización de una tarea. Esta automatización trae consigo la optimización del tiempo, que retomando el ejemplo del mapa elaborado a base de miles de datos registrados sobre los impactos de meteoritos, la cantidad de tiempo optimizada puede ser lo suficientemente significativa como para ejecutar una tarea de meses en tan solo unos minutos. Si se conjugan varios algoritmos, éstos pueden derivar en tareas de verdad poco asequibles –sino es que nulas– para una persona. Es justamente a partir de la eficacia de un algoritmo y las relaciones intrínsecas que forme en conjunto con otros algoritmos dentro de un sistema, a partir de lo cual se puede hablar del factor emergente en lo generativo.

De manera breve, se dará un pequeño ejemplo a continuación sobre la lógica básica detrás de un algoritmo simple para llevar a cabo una animación sencilla y cómo este proceso dista de los procesos tradicionales de diseño. El ejemplo que se dará a continuación está escrito en el lenguaje nativo del *software Processing*.

Antes de comenzar, es pertinente especificar que se explicará de forma muy somera algunos procesos de programación. La intención no es que el lector entienda completamente el funcionamiento de cada línea de código, ya que la comprensión de estos lenguajes implica bastante más práctica que teoría. Sin embargo, el propósito de no sólo mostrar el resultado visual, sino también el código y desglosar algunas partes de éste, es presentar el cómo luce *detrás de bambalinas* diseñar con estos

métodos, ilustrar de cierta forma cuál es la diferencia sustancial entre un proceso tradicional *–diseñar un edificio–* y un proceso generativo *–diseñar un sistema que diseñe el edificio–*.

Este código está compuesto por múltiples elementos: funciones, variables y condicionales; sin embargo, la parte sobre la que se detallará será la condicional *if*. Lo que este código realiza es crear un círculo cuyo movimiento sea constante, pero que en cuanto rebase un borde del *sketch*, éste rebote en dirección contraria.

Lo que permite que el círculo rebote de forma automática es precisamente el algoritmo *if*. Esta condicional le permite al programa tomar una decisión basada en el *input* especificado en el código, si las condiciones se cumplen, entonces el programa lo leerá como verdadero y procederá a ejecutar la instrucción para dar un *output*. **if(x>width | x<0) {velocidadx=velocidadx\*-1;}** Las instrucciones *–el input–* que se está escribiendo en esta línea es: si **x** es mayor al ancho de la pantalla (**x>wi-**

```
float x,y,velocidadx= 6,velocidady= 5;
void setup(){size(300,300);}
void draw(){
  background(50);
  x=x+velocidadx;
  y=y+velocidady;
  if(x>width | x<0){velocidadx=velocidadx*-1;}
  if(y>width | y<0){velocidady=velocidady*-1;}
  ellipse(x,y,30,30);
}
```

Condicionales if

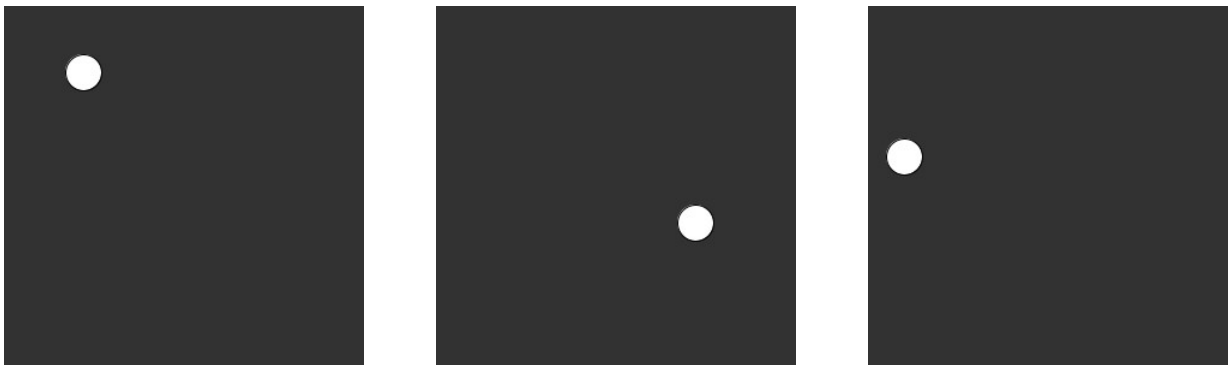


Figura 60--62. Movimiento de una esfera. (2021). Elaboración propia.

**dth**) o menor a 0, en cuyo caso representa el inicio del *sketch* ( $x < 0$ ), entonces vuelve la velocidad de  $x$  negativa –el *output*– (**velocidadx=-velocidadx\*-1**), haciendo que genere el rebote del círculo en dirección opuesta.

De esta forma, el algoritmo se plantea como una instrucción binaria, falsa o verdadera. Se indican las condiciones que establecen cada escenario y la respuesta que el ordenador debe de ejecutar en cualquiera de los dos. Es precisamente en esta capacidad del ordenador de ejecutar –o no– una orden, sobre lo que yace el concepto de autonomía. Básicamente así funciona un algoritmo, en este caso, es bastante sencillo, y quizá comparado con métodos tradicionales, es mucho menos intuitivo que crear un círculo y trazar de forma análoga su ruta en algún programa que permita la animación de objetos. Sin embargo, es cuando los algoritmos se vuelven más complejos y operan en conjunto, donde las diferencias sustanciales se vuelven más claras.

A continuación un ejemplo algo más complejo.

Una vez más, se aclara que estas líneas de código pueden ser bastante abstractas abordadas desde la teoría, es en el contraste con la práctica que llegan a tener más sentido. Sin embargo, la intención de explicar más a detalle el funcionamiento del programa, es introducir la lógica de un algoritmo y cómo es que éstos operan en conjunto; a diferencia del ejemplo anterior donde sólo operaba uno. Para que al final, se llegue a comprender de forma más tangible cómo es que un sistema computacional adquiere autonomía y emergencia; factores que se habían abordado únicamente de forma teórica. Es precisamente con estos ejemplos, que se intentará demostrar las bases en la práctica de su puesta en escena y el potencial de estos elementos en el proceso generativo. El resultado de este programa es un tanto similar en apariencia al anterior, se trata de la repetición del mismo movimiento aleatorio de la esfera, pero reproducido en varias unidades. Sin embargo, para realizar este programa, se requirieron de estructuras diferentes que develaran la diferencia sustancial entre la creación con algoritmos y procesos análogos.

En primera instancia, se utiliza una estructura llamada *array*, que es, básicamente, una lista de datos. **Ball[] balls=new Ball[10]**; Esta estructura procesa cada figura como una cifra, lo cual permitiría variar la cantidad de esferas en el *sketch* de 1, a 10, a cien, o a mil; al simplemente especificar un número dentro de los corchetes. Lo que esta estructura revela es

que si bien, el resultado se traduce en forma de imágenes, el empleo de algoritmos implica entender los píxeles como relaciones de datos numéricos. De esta forma, se comprende que una de las diferenciaciones primarias en el diseño de sistemas es el empleo de información que no parte necesariamente de lo visual, pero que sí desemboca en el mismo.

Cabe aclarar que la línea de código citada anteriormente no funciona por sí sola. Se requiere de más funciones para que ésta pueda operar; por su propia cuenta, ésta conforma solo la declaración del *array*. **for(int i=0;i<balls.length;i++)** Esta estructura conocida como *loop* permite leer cada elemento del *array* y funge como un algoritmo que reconoce al programa como verdadero o falso bajo ciertas condiciones establecidas en el mismo: **int i=0**; inicializa la integral en cero, es el punto de partida del programa **i<balls.length** funciona como el *test* que condiciona como verdadero falso al programa y por lo tanto, si se ejecuta o no. Es decir, el programa será verdadero mientras la integral corresponda con el número de datos especificados en el *array* (en este caso, 10) **i++** es la parte final de esta estructura e indica al programa que siga operando mientras éste sea verdadero.

La estructura **for** siempre lleva consigo *statements*, que son las instrucciones que el programa tiene que ejecutar una vez que éste sea leído como verdadero. En el caso del primer *loop for*, **balls[i]=new Ball()**; se está asignado la variable **i** establecida en el *loop* al *array* con el objetivo de que lo que ejecute el programa reconozca como verdadero el número de círculos que se generan: 10. Mientras que en el segundo *loop for* **balls[i].move()**; **balls[i].display()**; se están asignando los *arrays* que contienen las instrucciones tanto de la misma forma de los círculos como de su movimiento.

A pesar de existir más estructuras dentro de este código, el último aspecto que se desea puntualizar es el de lo aleatorio. Éste se encuentra presente en dos de los componentes básicos del programa: el movimiento de cada círculo y el color. **speedX=random(1,5)**; **speedY=random(1,5)**; En el caso del movimiento, se establece un intervalo del 1 al 5, del cual, cada elemento adoptará aleatoriamente una velocidad dentro de este intervalo, esto ofrece más dinamismo en la composición general. Por otro lado, **r= random(255)**; **g= random(255)**; **b= random(255)**; son variables que condicionan el color a través de los tres canales en el espectro RGB: rojo, verde y azul; esto quiere decir que las combinaciones posibles de colores ascienden a los 16, 000, 000 cada vez que se inicialice un nuevo *sketch* con este código.

## Código del array

```
class Ball {
  float x, y;
  int size;
  float speedX, speedY;
  float flipcoinX, flipcoinY;
  float r,g,b;
  Ball() {
    r= random(255);
    g= random(255);
    b= random(255);
    x=random(width);
    y=random(height);
    size=50;
    speedX=random(1,5);
    speedY=random(1,5);
    flipcoinX=random(0,1);
    flipcoinY=random(0,1);
    if(flipcoinX>0.5){
      speedX=speedX*-1;
    }

    if(flipcoinY>0.5){
      speedY=speedY*-1;
    }
  }

  void move() {
    x=x+speedX;
    if (x>width || x<0) {
      speedX=speedX*-1;
    }
    y=y+speedY;
    if (y>height || y<0) {
      speedY=speedY*-1;
    }
  }

  void display() {
    noStroke();
    fill(r,g,b,(255/1.5));
    ellipse(x, y, size, size);
  }
}
```

*definición de los colores*

*tamaño de las esferas  
definición de la velocidad*

*trazado de las esferas*

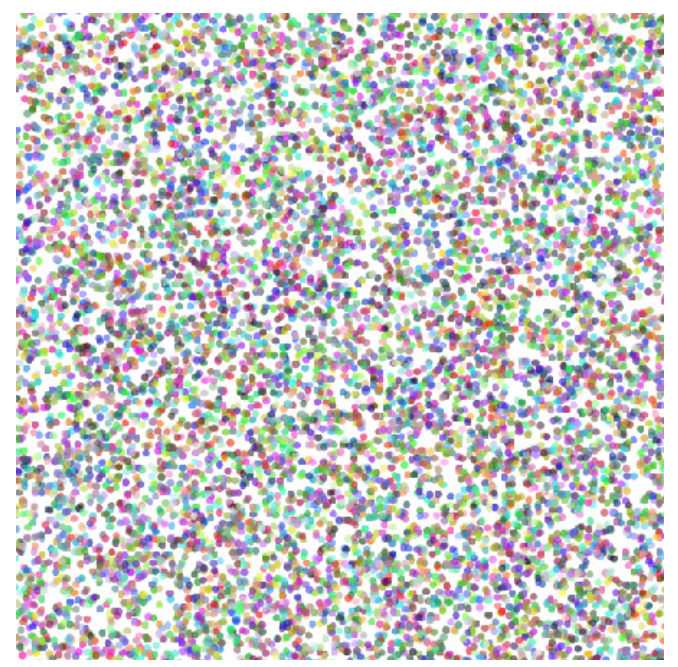
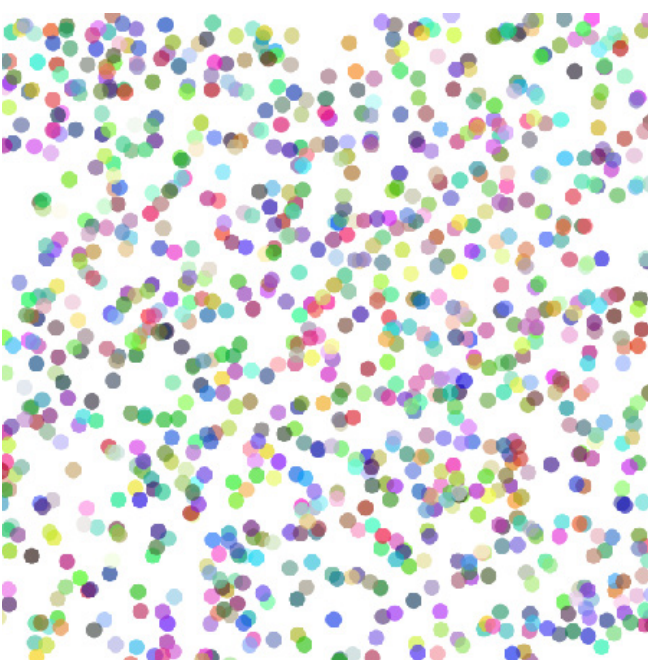
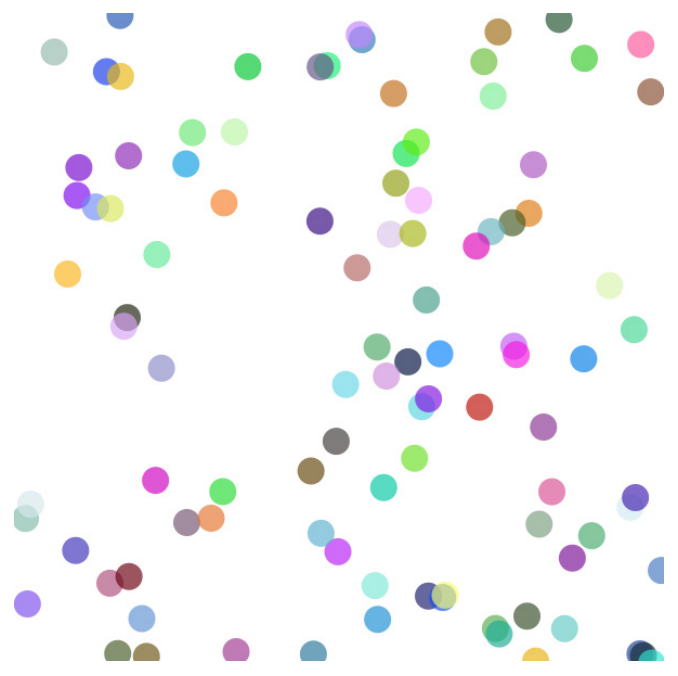
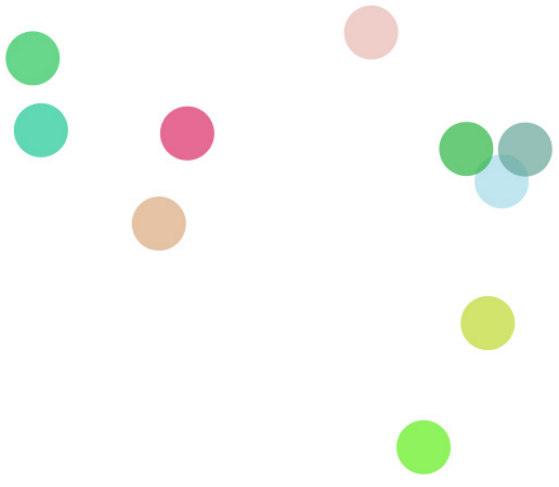


Figura 63-66. Array de esferas, variación en número y color. (2021). Elaboración propia.

Una vez desglosado a grandes rasgos el funcionamiento de este programa, la pregunta es válida: ¿cuáles son entonces las ventajas de estos procesos? Éstas dependerán desde luego del caso, sujetos al menos a este ejemplo, las respuestas son las siguientes. En primer lugar, no es necesario diseñar de forma manual círculo por círculo, como se tendría que hacer en procesos tradicionales; basta con modificar un número para obtener 1, 1,000, o 1,000,000 de elementos. Al mismo tiempo, la velocidad de cada figura puede ser también fácilmente controlada al simplemente modificar una cifra en las variables; ésta puede ser un valor fijo para todas o puede ser, como en el ejemplo, un conjunto de cifras que varíen de manera aleatoria. En cuanto al color, es un parámetro que puede ser controlado también de diferentes formas, sin embargo, una ventaja significativa de acuerdo a este programa, es justamente la automatización aleatoria en la selección del color, lo cual ahorra el tener que estar eligiendo de manera individual el color por cada elemento. El nivel de aleatoriedad, en cualquier caso, puede ser controlado por más variables para que pueda seguir cierto orden.

En resumen, el diseño de un sistema significa pensar más en el proceso que en la figura. Es decir, se trabaja a través del diseño de relaciones cuyo resultado sean los objetos, en lugar de diseñar directamente el objeto. En este ejemplo, esto permite establecer relaciones dinámicas en las cuales versar el control de cualquier parámetro del programa: tamaño de las figuras, forma, velocidad, dirección, color, etc., lo cual permite que sean de fácil acceso al solo modificar algunas variables en el código. En segundo lugar, al permitir la automatización de procesos y optimizar el flujo de trabajo –esto es en último término la ventaja significativa del diseño generativo–, las posibilidades creativas se expanden, por ejemplo: los colores podrían cambiar de acuerdo a la posición del cursor en la pantalla, el movimiento de las figuras podría ser guiado por el teclado o éstas podrían ir apareciendo en la pantalla con un *click*. Entra en juego la interacción.

En gran medida es así como funciona el trabajar con sistemas; es conocer el funcionamiento de instrucciones por separado, intuir el resultado, más no saber a ciencia cierta la resolución final, producto de la conjunción de  $n$  cantidad de algoritmos –quizá este sea el fallo cognitivo del que hablaba Cariani–.

En este ejemplo, se conoce que el margen de velocidad de cada figura variará entre 1 y 5, más no se sabe cuáles ni cuántas figuras tomarán qué velocidad –aunque sí se podría configurar–; se programó también

un espectro de color RGB, más los colores de cada círculo serán impredecibles hasta que se ponga en marcha el programa. Esto es a lo que Monro refería con obtener algo *extra*, a la capacidad emergente de un sistema, y en última instancia, a las capacidades del diseño generativo: establecer una especie de coautoría en la que el diseñador potencialice las posibilidades creativas del ordenador y alcance resultados que serían poco asequibles de obtener si se trabaja bajo métodos análogos, en los que el diseñador posea pleno control del objeto.

Por otro lado, un enfoque del diseño generativo al cual se le ha puesto mucha atención en los últimos años, y cuyos procesos son parcialmente ajenos a la comunicación visual, pero no deja de ser provechoso para comprender el amplio espectro en que estas herramientas pueden operar; se trata del diseño de prototipos empleados por ingenieros, arquitectos y diseñadores industriales.

También denominado en estas disciplinas como diseño paramétrico, consiste en el uso de sistemas computacionales para la generación de objetos a través del procesamiento de múltiples datos. Sus principales metas son el diseño de modelos óptimos, que ahorren tiempo, costos, trabajo y que sean funcionales. Se rige bajo los mismos principios algorítmicos referidos en ejemplos anteriores, pero el enfoque es totalmen-



te dirigido a la funcionalidad de un objeto.

“Generative design is a design exploration process. Designers or engineers input design goals into the generative design software, along with parameters such as performance or spatial requirements, materials, manufacturing methods, and cost constraints. The software explores all the possible permutations of a solution, quickly generating design alternatives. It tests and learns from each iteration what works and what doesn’t”. [El

diseño generativo es un proceso de exploración del diseño. Los diseñadores o ingenieros establecen metas de diseño en el software de diseño generativo, junto con parámetros como el rendimiento o los requerimientos espaciales, materiales, métodos de manufactura, y limitantes de costos. El software explora todas las posibles formas de una solución, generando rápidamente alternativas de diseño. [El software] prueba y aprende de cada iteración qué

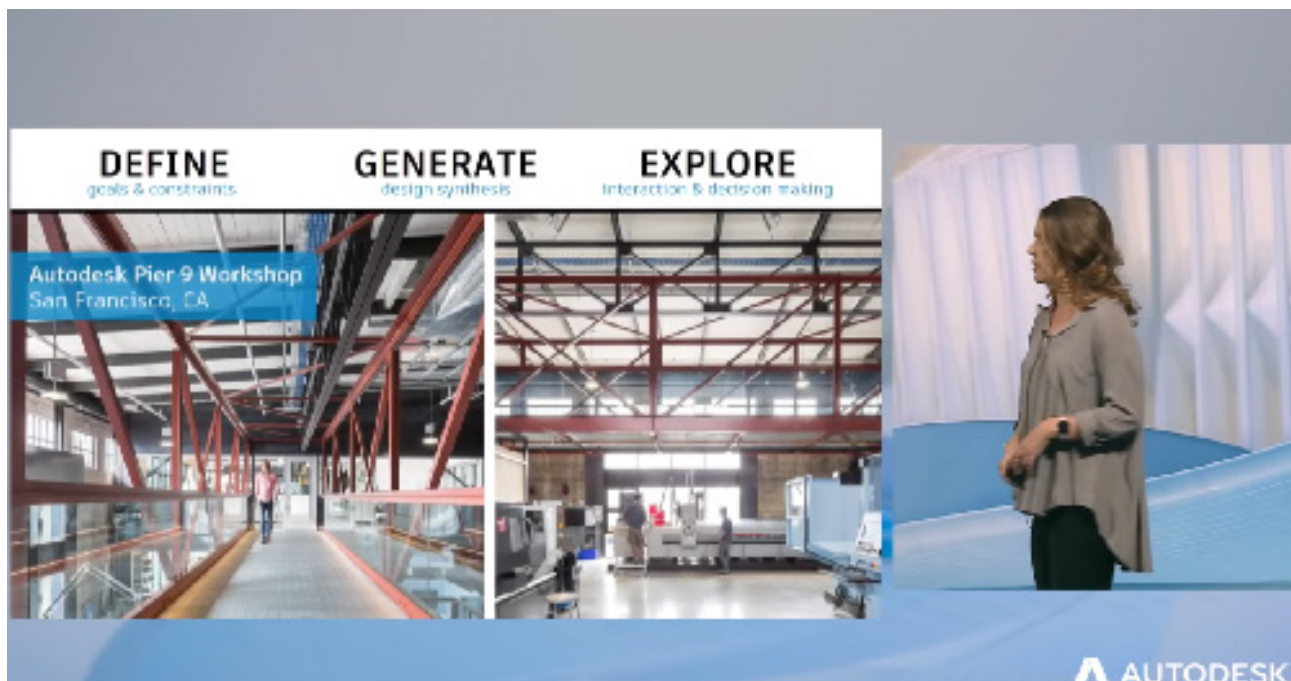
funciona y qué no.] (Autodesk, s.f.).

Poniendo en contexto esta definición, Autodesk es una plataforma que ha impulsado particularmente el uso del diseño generativo, incorporándolo en sus softwares y poniendo a prueba su alta rentabilidad a través de colaboraciones con marcas como General Motors, con quien trabajó en tándem para diseñar autopartes, con la NASA para fabricar una sonda espacial, o como el ejemplo citado anteriormente, con el diseñador industrial Philippe Starck para diseñar una silla. Por lo que esta empresa ha encabezado y fomentado el desarrollo del diseño generativo en estas áreas.

Lo relevante acerca de este enfoque es entender el potencial de la colaboración entre el diseñador y el ordenador, el proceso que este nuevo enfoque implica y por consiguiente, atisbar el rol del diseñador bajo este panorama. Se anticipa, por supuesto, que estos métodos pertenecen a otras disciplinas y no son permeables en su totalidad sobre el área de la comunicación visual. Sin embargo, son justamente estas áreas las que, gracias a la rigurosidad de sus procesos, han desarrollado métodos *sui generis* de lo generativo y esto permite entender más a fondo, tanto la condición de este tema, como sus implicaciones.

En una conferencia dada por Morgan Fabian, A Future with Generative Design (Un futuro con diseño generativo), bajo un marco de conferencias auspiciadas por Autodesk en 2018, Fabian aborda el proceso del diseño generativo en tres pasos:

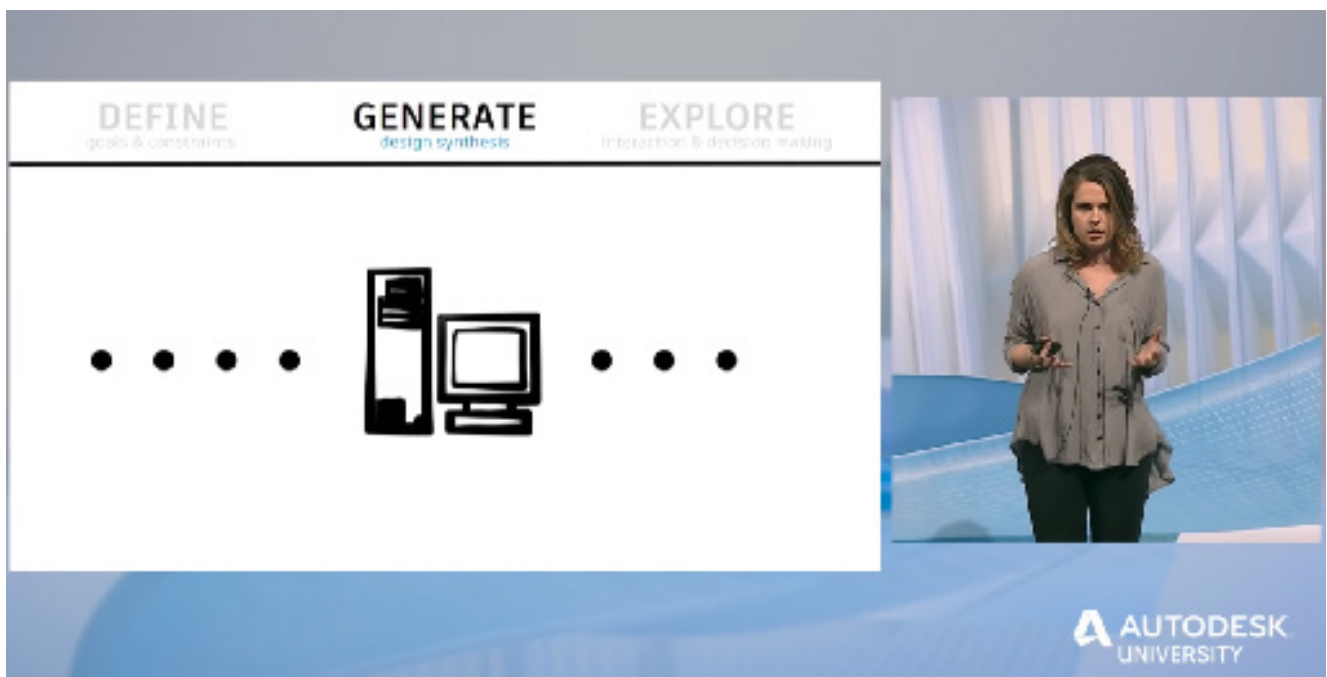
• **Definición del problema:** Es en este apartado donde se delimitan los parámetros sobre los cuales el *software* trabaja. Retomando la definición que proporciona Autodesk, es en esta etapa donde se establecen los requerimientos de diseño relacionados con los materiales, los costos y la manufactura. Este es un trabajo que en primera instancia podría decirse que es meramente humano; se trata del reconocimiento de un problema y el planteamiento de un panorama. Sin embargo, a través de tecnologías como la inteligencia artificial, la misma computadora podría identificar algún problema y por consiguiente, su solución. En el caso planteado por Fabian (2018), la situación a resolver era el diseño de unos soportes que pudieran sostener un cableado. Si bien, la carga no era pesada, los deseos por explorar la variedad de materiales y las posibilidades de manufactura eran las principales razones para abordar desde un enfoque generativo al proyecto. En éste, la etapa de definición del problema consistió en delimitar las zonas físicas que podían ser operables y aquellas que no, establecer aspectos de fuerza,



**Figura 67.** Definición del problema. Morgan Fabian: A Future with Generative Design. (2018). Autodesk University

forma y material dentro del *software*.

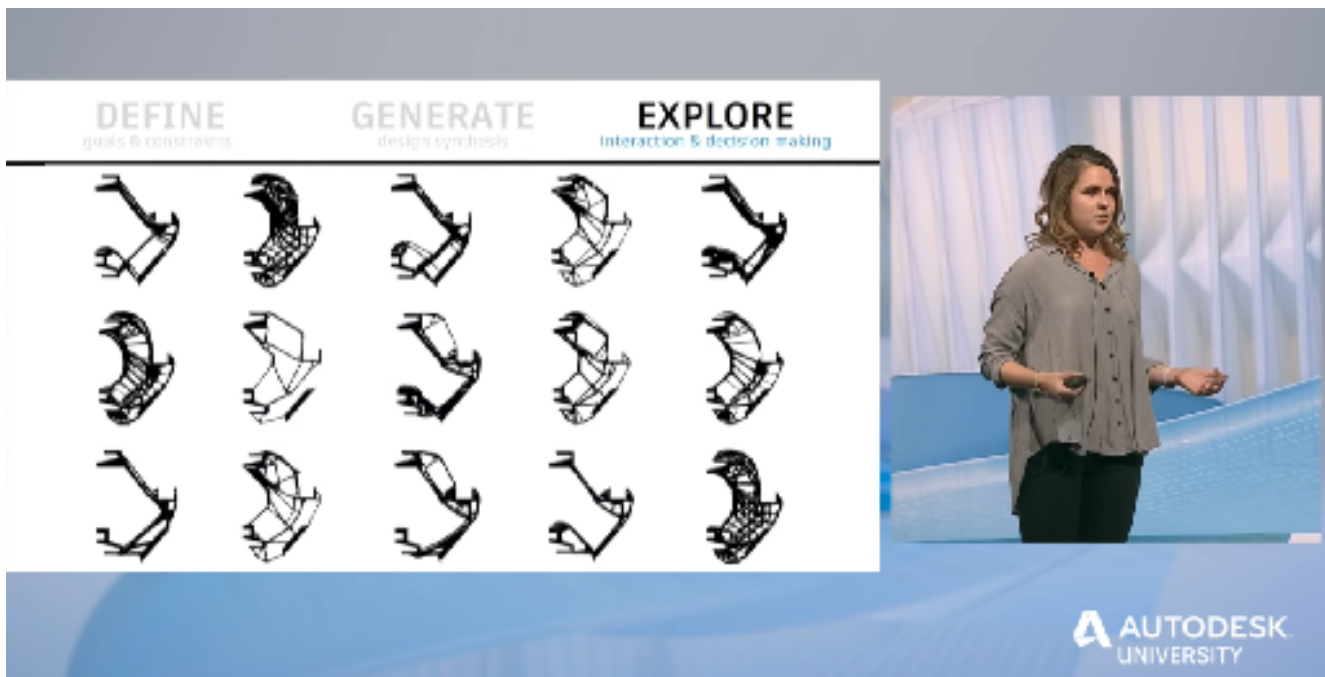
• **La generación:** Esto es, la forma en la que el ordenador arroja opciones de diseño –un *output*–. El diseño desde cero de interfaces que permitan integrar procesos generativos puede ser complejo, e incluso, más desafiante que la misma problemática a resolver. En el entorno de trabajo de Autodesk, este paso es bastante automático y preestablecido, ya que el diseño generativo es una herramienta ya integrada a algunos de sus *softwares*. En este caso, el diseñador solo necesita introducir los parámetros de diseño y la computadora arrojará múltiples soluciones basadas en éstos. Fabian (2018) menciona que la mayoría de los resultados en primera instancia lucían muy similares, por lo que fue necesario regresar al primer paso, donde una vez conocidos los resultados de la primera configuración; éstos se modificarían para proporcionar un nuevo *input*. Entonces, se le brindó al ordenador una forma base para que trabajara a partir de ella, esto condujo a más de mil opciones,



**Figura 68.** Generación. Morgan Fabian: A Future with Generative Design. (2018). Autodesk University

por lo que se necesitaba automatizar un proceso de edición.

• **Exploración:** Por último, Fabian (2018) habla de la retroalimentación que el diseñador recibe una vez que el ordenador ha emitido un *output* a los requerimientos establecidos en el primer paso. ¿Por qué esto es relevante? Porque un mito bastante recurrente al respecto del tema es que la computadora tendrá una respuesta perfecta al primer intento. *“It’s not going to be [a] perfect [process]. The computer is not going to immediately know the solution”* [No va a ser un proceso perfecto. La computadora no sabrá inmediatamente la solución.] (Fabian, 2018, 4:49). Es decir, siempre hace falta revisar los resultados que el ordenador sugiere y contrastarlos con lo que el diseñador sabe que funcionará en la práctica. Esto es una constante en todas las áreas de lo generativo. La exploración es un factor latente a lo largo de todo el proceso. En este proyecto llevado a cabo por el equipo de Autodesk, frente a la multiplicidad de opciones después del segundo cambio en el proceso, Fabian (2018) menciona que la mayoría de los prototipos no eran funcionales. Frente a este panorama, no sólo endémico del diseño generativo, sino como condición general de la era de la información, donde ésta es tan basta que es imposible de procesar de



**Figura 69.** Exploración de resultados. Morgan Fabian: A Future with Generative Design. (2018). Autodesk University

forma manual; el planteamiento de nuevos problemas de diseño implica nuevas herramientas. Entonces la solución fue diseñar una red neuronal que procesara y entendiera similitudes para poder seleccionar elementos particulares de algunos prototipos –aquello funcional–, y entonces replicar estos elementos en nuevos modelos para dar finalmente con una opción de diseño viable. Así luce un trabajo en equipo entre ordenador y humano; un trabajo que sólo es posible gracias a tecnologías como la generatividad, pero que no deja de requerir del factor humano.

Esta serie de tres pasos, a pesar de provenir de un contexto ingenieril, describe perfectamente algunos puntos que convergen en cualquier proceso al que se enfrenta un diseñador –de cualquier índole, incluida la gráfica– al trabajar con sistemas generativos. Es un proceso iterativo, que vuelve sobre sí mismo, replanteándose los puntos del primer paso, contrastándolos con los resultados del segundo y volviéndolos a valorar en el tercero.

No es un proceso mágico, donde la computadora funcione como una suerte de oráculo que siempre tiene la respuesta correcta. Se trata de una colaboración, y hay que tener en cuenta que “the human and the machine (...) speak different languages, so they have to have some sort of framework (...)” [El humano y la máquina hablan diferentes lenguajes, por lo tanto hace falta establecer un marco de trabajo [común]] (Fabian, 2018, 2:03). Esto puede parecer algo obvio y que puede ser dado por sentado comúnmente gracias a las múltiples interfaces diseñadas para que el ser humano interactúe de forma habitual con la máquina. Pero qué pasa cuando las necesidades de un proyecto requieren emplear un ordenador más allá de las pre-configuraciones de sus *softwares*, que es generalmente el caso de lo generativo; esta obviedad en la comunicación con un ordenador de repente se torna en una problemática de diseño misma.

Al mismo tiempo, otro punto que Fabian (2018) aborda en su conferencia, es el hecho de que la etapa en la que el ordenador interviene en el proceso de diseño puede variar. Es decir, el diseño generativo es una herramienta que puede ser expandida y trabajar en conjunto con otras tecnologías. Por ejemplo, la inteligencia artificial a través de redes neuronales puede aprender y por lo tanto, puede no sólo participar en la generación de soluciones, sino ser incorporada en la delimitación del panorama de diseño, dentro del paso uno. También, dentro del ejem-

plo que plantea Fabian (2018) con respecto al diseño de soportes de acero, ellos incorporaron la realidad virtual dentro del proyecto para comprender la espacialidad del prototipo sugerido, seleccionar así las partes que sirvan, las que no, y dentro de la tercera fase, la de exploración, retroalimentar al ordenador con aquello que sí es factible y aquellos elementos que no se desean que se presenten más dentro de las futuras propuestas de diseño (3:35-9:35). El panorama de lo generativo es exponencial y fértil en nuevas propuestas.

La última definición que se abordará está relacionada con el rol del diseñador y las posibilidades creativas frente a estas nuevas herramientas. Ésta es retomada de una conferencia sobre diseño generativo *The new role of the designer in generative design*, impartida por Che-Wei Wang en 2018.

“Machines can design things that we can’t even imagine, so our role as a designer has to change. Designers will become conductors rather than composers, directors rather than actors, and air traffic control rather than pilots.”

[Las máquinas pueden diseñar cosas que nosotros no podemos siquiera imaginar, por lo que nuestro rol como diseñadores tiene que cambiar. Los diseñadores se convertirán en conductores en lugar de compositores, directores en lugar de actores, y controladores de tráfico aéreo en lugar de pilotos.]  
(Wang, 2018, 22:54-22:51)

Es pertinente abordar esta declaración como la última de este apartado, ya que toca los dos puntos que a la larga conforman los paradigmas del diseño generativo. En primer lugar se trata de las posibilidades creativas, *sui géneris*, que este tipo de manifestaciones traen consigo al plano del diseño. En segundo lugar, una pregunta consecuente y bastante importante, cuál será el rol del diseñador frente a estos cambios. Volviendo a retomar las ideas de McLuhan, si las herramientas cambian, sus usuarios lo harán también. Quizá la primera pregunta a contestar sería ¿en qué han cambiado estas herramientas, cuál es el panorama de la tecnología del siglo XXI?

Al respecto, Wang (2008) dice lo siguiente:

***Over the past 200 years, our interactions with technology have become more intimate and more frequent. And these days we carry***

*high resolution cameras in our pockets with machine learning. Our design tools are evolving from machines that just remember (...) to learning machines that we can talk to and it can generate new designs and memorize and analyze everything that we're throwing at it.* [Durante los últimos 200 años, nuestra interacción con la tecnología se ha vuelto más íntima y más frecuente. Ahora cargamos cámaras de alta resolución en nuestros bolsillos con aprendizaje artificial. Nuestras herramientas de trabajo están evolucionando de ser máquinas que solo recuerdan a máquinas que aprenden, con las que podemos hablar, que pueden generar nuevos diseños, memorizar y analizar todo aquello que les demos.] (22:34-22:51).

El diseño generativo es entonces parte de los síntomas de este cambio tecnológico. Los primeros programas digitales de diseño gráfico comienzan a hacer su aparición en la década de los 80, se consolidan en los 90, y para la primera década del siglo XXI ya habían revolucionado los procesos de producción en todas las ramas de esta disciplina.

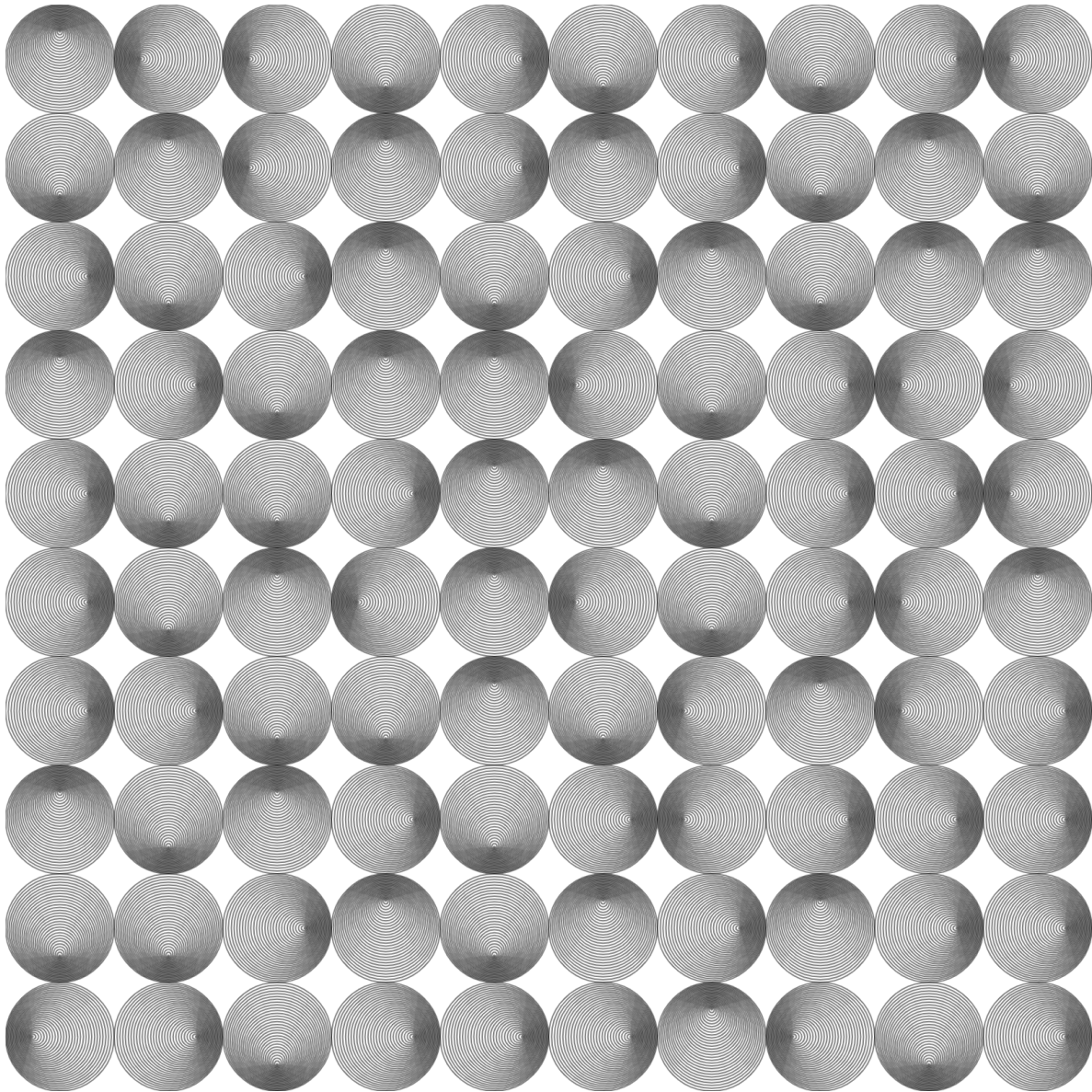
La transición lógica bajo la cual fueron concebidas estas herramientas fue su traducción digital; optimizar y agilizar los procesos de diseño. Gracias a esta digitalización, el diseño se hizo más accesible y asequible, sin embargo, ésta conformaría la primera reacción a la llegada de las tecnologías digitales. Una vez que los ordenadores se volvieron más potentes, el internet permitiera el intercambio de datos de forma veloz, y la digitalización no fuera exclusiva del ordenador, sino que se implementara sobre la mayor parte de dispositivos de la vida cotidiana; una nueva etapa comenzaría.

Como se ha advertido anteriormente, la era de la información es aquella sobre la cual el contexto contemporáneo se amalgama. ¿Cómo se traduce este cambio en el *fondo* sobre el diseño? Esta ha sido una pregunta constante hasta ahora en este trabajo, y no es hasta este punto que por fin se cuenta con el panorama claro para dar una respuesta justa a la cuestión.

Tal y como la definición lo enuncia, gracias a este tipo de tecnologías, las máquinas pueden diseñar cosas que rebasan las capacidades del diseñador. Por rebasar, al menos, se entiende que los procesos automáticos del ordenador permiten llevar a cabo tareas que de forma manual llevarían mucho tiempo o serían imposibles de llevar a cabo. Sin embargo, como consecuencia de esta automatización y optimización, se habla de la potencialización de las capacidades técnicas y creativas del diseñador

como individuo.

Es precisamente este postulado el que ha motivado en primera instancia el inicio de este trabajo: entender y explorar el potencial de una coautoría verdadera entre humano y ordenador. Explorar las fronteras que las nuevas herramientas –derivadas de la era de la información– han abierto en el diseño, y estudiar los nuevos modos que estas mani-



**Figura 70.** Changing circle amount, size and position in a grid. [Cambio de cantidad, tamaño, posición de círculos en una retícula]. (2018). Generative-Gestaltung.



festaciones traen sobre los procesos.

## Estudio de caso

Para ejemplificar de mejor manera las palabras del párrafo anterior, a continuación se presentará un proyecto realizado por el estudio de arte y diseño digital Onformative, con sede en Berlin. Es una pieza audiovisual creada en 2012 y definida por sus propios creadores como una escultura de sonido en movimiento.

La materia de esta pieza es la información, es a través de la captura de los datos del movimiento de una persona real *-input-*, que esta animación cobra forma. La bailarina fue grabada por tres cámaras de profundidad (Kinect) mientras ejecutaba una pieza musical, esta información fue trasladada después a un volumen tridimensional complementado por un sistema de partículas, que además contiene datos sensibles al sonido de la música, para elaborar la pieza final (Onformative, s.f.).

Lo relevante al respecto de este proyecto es lo siguiente: la traducción de información no visual (sonido y movimiento) a un resultado *-output-* visual. Por un lado, es interesante detenerse a pensar desde hace cuánto tiempo y de cuántas formas diferentes, lo visual ha intentado tradu-



cir al lenguaje de lo retiniano aquello que proviene de otros sentidos, y cómo gracias a la tecnología computacional, esto puede ser interpretado en forma de datos. Por el otro lado, es natural el plantearse cuáles son las nuevas fronteras en la comunicación y el diseño que estas manifestaciones posibilitan.

Este proyecto es precisamente a lo que hace referencia Wang (2018) con respecto a su visión de lo generativo: “machines can design things that we can’t even imagine.” [las máquinas pueden diseñar cosas que nosotros no podemos siquiera imaginar.] (22:34). Complementando estas palabras, no sólo imaginar, sino ejecutar. Es decir, sin el uso de este tipo de herramientas, al diseñador le sería imposible desarrollar una animación cuya base sea lecturas reales de sonido y movimiento. Como se mencionó en el párrafo anterior, hasta antes del siglo XXI, esto era algo emulado.

El hecho de que nuevos elementos se sumen a la caja de herramientas de las que el diseñador cuenta para realizar proyectos, conlleva a acciones polarizadas. Por un lado, abre el horizonte creativo para evolucionar el *telos* de la producción visual, por otro, conlleva a una evolución del diseñador para estar a la par de estas nuevas herramientas y asumirse dentro de un contexto comunicativo en constante reinención.



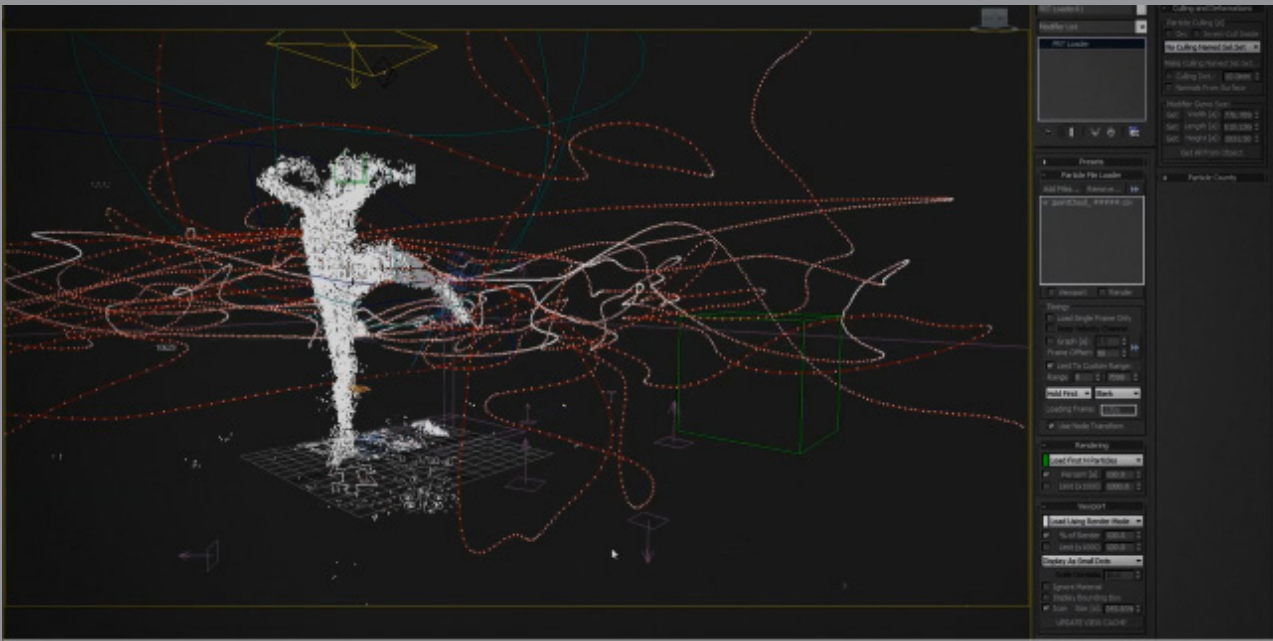


Figura 71-74. Proceso de la pieza audio-visual Onformative. (2018). Generative-Gestaltung

Wang (2018) lo explica de una manera metafórica, lo cual es bastante acertado porque la zona *interfacial* entre tecnologías aún es bastante fresca. Faltan varios años para poder contemplar de lejos y con claridad los cambios estructurales que estas tecnologías implicarán en las disciplinas como las artes y el diseño, en conjunción con antiguos modelos de comunicación. Así que plantear el panorama del diseñador desde una metáfora parece bastante atinado, con cierto aire para la especulación, pero advirtiendo ya cómo luce este cambio.

***“Directors rather than actors”*** [directores en lugar de actores] (22:34). Esto se puede explicar a través de teorías como la de sistemas y la del *big data*. En primer lugar, el contexto contemporáneo se encuentra permeado por un exceso de información, tal es así, que el registro y procesamiento de los 20 *petabytes* que registra Google por día son cifras que sólo los mismos ordenadores pueden llevar a cabo. Es entonces tarea del humano diseñar sistemas que sean capaces de procesar tales cantidades de información, éste ya no tiene cabida como un agente directo, sino como un gestor del sistema.

Quizá el aspecto más importante, sino el más relevante, es que el diseñador creará su propia herramienta personalizada de trabajo. El proceso comienza por la abstracción del problema para poderlo estructurar en unidades y traducirlo en algoritmos. Prueba y error; iteración. En esta tesitura, no hay una ruta específica sobre cómo abordar un problema, porque cada problema tiene una complejidad propia, y el planteamiento inicia desde el cómo diseñar una herramienta propia al problema de diseño.

Por lo tanto, uno de los aspectos más importantes en el diseño generativo es la familiarización con lenguajes de programación para que los diseñadores puedan ser capaces de diseñar sus propias herramientas. Elementos como la emergencia, lo aleatorio, lo autónomo y la interacción serán conceptos que se sumarán como claves en el proceso de diseño. Es por esto que se habla de una expansión en el número de posibilidades creativas. Sin embargo, el aspecto conceptual, el recono-

cimiento de un problema y la ideación de una solución siguen siendo tarea del diseñador.

Cabe mencionar que estos procesos son bastante *sui géneris* de un contexto en desarrollo como lo es el de la era de la información. En este espacio *interfacial* de sistemas de comunicación y tecnologías, por supuesto que lo generativo representa aún una pequeña parte en el espectro del diseño y la comunicación visual, sin embargo, la rapidez con la que se desarrolla el *fondo* de la información, pondrá de facto nuevas necesidades en la disciplina. Es en la búsqueda de soluciones a un contexto gestante, pero presente, sobre la cual se inscribe este trabajo.

Para finalizar, se citará el economista en jefe de Google, Hal Varian:

*The ability to take data –to be able to understand it, to process it, to extract value from it, to visualize it, to communicate it –that’s going to be a hugely important skill in the next decades (...). Because now we really do have essentially free and ubiquitous data.* [La habilidad de tomar datos –ser capaz de entenderlos, procesarlos, extraer valor de ellos, visualizarlos, comunicarlos- será una habilidad extremadamente importante en las próximas décadas (...). Porque ahora realmente tenemos datos esencialmente gratuitos y ubicuos (Hal Varian, p. 464, citado por Bohnacker et al 2012).

Este es el nuevo tipo de problemas que el diseño afrontará de manera más cotidiana. La ubicuidad de la información en la era digital no hace más que ir en aumento gracias a la accesibilidad a dispositivos digitales (Bohnacker et al, 2012, p.464). El diseño generativo será sin duda una herramienta que ayude en la visualización de estos datos; en la visualización de la materia prima de la que está hecha la realidad del siglo XXI.

## III.D Estudios de caso y panorama profesional

La intención de este apartado es poner en perspectiva el enfoque generativo dentro del contexto laboral. A lo largo de este trabajo se han brindado ya ejemplos que se correlacionan con la problemática en cuestión, aludiendo a las innovaciones que estos procesos significan, sin embargo, hace falta abordar el tema desde múltiples aristas. Es decir, contraponer las ventajas teóricas que estas herramientas suponen contra los desafíos de concepción, producción, e incluso de consumo, a los que se enfrenta la generatividad.

Lo anterior es importante porque se parte de la noción de convivencia de diferentes fondos originados por diferentes tecnologías. Mientras gran parte de los procesos análogos fueron traducidos a su símil digital, los modos de producción y de consumo de la imagen, por consecuencia, guardaron bastante similitud con la tecnología que los precedió. A continuación se presentará un ejemplo donde la funcionalidad tradicional de un sistema de comunicación, contrasta con las posibilidades que la generatividad ofrece.

### The MIT Media Lab logo

Hasta ahora, se ha hablado sobre cómo la generatividad computacional permite ir más allá de la creatividad en solitario, sobre cómo ésta puede ofrecer múltiples resultados en lugar de uno solo, y sobre la versatilidad de cambio dentro de su estructura de sistema. Estas propiedades fueron aprovechadas para diseñar en 2011 el imagotipo del Media Lab del MIT. La agencia de diseño TheGreenEyl, en colaboración con Richard The y E Roon Kang, quienes fueron comisionados para rediseñar la identidad de esta institución en su aniversario número 25.

El planteamiento del diseño comenzó con la necesidad de reflejar la creatividad de uno de los centros de innovación con más renombre a nivel mundial, así como la diversidad de las personas que lo constituyen; enfatizando la importancia del trabajo en conjunto. El resultado es un imagotipo con más de 45,000 variaciones, está compuesto por tres figuras geométricas que se reagrupan, simbolizando la continua redefinición de la tecnología y los medios. (TheGreenEyl, s.f.).

El diseño está basado en un algoritmo que produce una nueva variación del imago tipo para que cada dependencia, trabajador y estudiante posea una versión única y personalizada. Se diseñó un sitio web que facilitara la obtención de cada diseño por parte de sus usuarios, así mismo se proporcionó de un *software* que permitiera la creación de animaciones personalizadas de éste. (ERoonKang, s.f.).

En primer lugar, es inevitable señalar uno de los puntos más destacables de la propuesta del proyecto: el desafío a la unicidad característica del diseño de identidades visuales. Si bien, es común ver cómo algunas marcas que están ya bien posicionadas, derivan su identidad en múltiples versiones, sin perder aquello que los remite al referente original; este proyecto toma una dirección diferente. No existe un imago tipo original, sino que existe la posibilidad de tener 45,000 variaciones, hincapié en posibilidad, porque ¿cuándo había sido posible hablar de una identidad que aún no existe físicamente?

La concepción de proyectos como éste se encuentra sustentada por el desarrollo de reglas –algoritmos– que permiten generar sistemas. Partir de un conjunto de reglas que delimitan los movimientos de los elementos dentro de cierta cuadrícula, como origen de la multiplicidad del imago tipo. De esta forma, el diseñador potencializa todos los resultados y rebasa las posibilidades que hubiera podido alcanzar al haber utilizado procesos de diseño tradicionales.

Hasta ahora, el diseño realizado por Kang y The representa un buen ejemplo de las propiedades intrínsecas de la generatividad antes mencionadas: desarrollo de sistemas, emergencia, orientación al proceso en lugar del objeto. Se convierte en un paradigma auspiciado por un fondo cuyos principios provienen de tecnologías como lo generativo, y pone de manifiesto el espacio *interfacial* originado por diferentes enfoques de diseño. En teoría, podría entenderse como una propuesta bastante formidable, sin embargo, el imago tipo fue remplazado tan sólo 3 años después de su lanzamiento, teniendo una muy corta vida funcional. ¿Por qué?

El estudio encargado de rediseñar la identidad gráfica del MIT Media Lab fue Pentagram, a cargo del diseñador Michael Bierut. La consigna comenzó de la siguiente manera de acuerdo al propio Bierut: “They were always getting calls, asking to provide their logo, and they just didn’t have a fixed one” [Ellos recibían llamadas, solicitando el logo,



Figura 75 y 76. MIT Media Lab imagotipo. (2011). The Green Eyl



pero simplemente no tenían uno fijo] (FastCompany, 2014). Aunado a esto, el diseñador señaló que la institución fungía como un paraguas; no se trataba de una entidad, sino que existían otros 23 departamentos que requerían de una identidad propia.

A grandes rasgos, lo que Bierut resolvió fue regresar a la concepción de un imagotipo fijo, descartando el enfoque cambiante propuesto por Kang y The. Se diseñó una identidad nueva retomando la cuadrícula utilizada por el imagotipo cambiante, basados en esta retícula, se derivó en identidades personalizadas para cada dependencia del *MIT Media Lab*. El análisis formal –individual– de dicho resultado queda fuera de los intereses de este trabajo. Lo verdaderamente enriquecedor yace en comprender el porqué del cambio, analizando el terreno que este estudio de caso ofrece, para contrastar las posibilidades técnicas de herramientas como lo generativo frente a necesidades comunicacionales en proyectos ya realizados.

En primer lugar, queda claro que la aleatoriedad, principal componente formal de la primera propuesta, no necesariamente se tradujo en funcionalidad. Si bien, el desarrollo de una aplicación que facilitara a cualquier usuario la obtención del imagotipo, representó un buen primer paso para encaminar lo aleatorio hacia la usabilidad; sigue resultando difícil concebir cualquier nivel de practicidad cercano que aquel que se podría tener con un imagotipo fijo. Es necesario tomar en cuenta que la identidad visual constituye un recurso empleado por instituciones y empresas para identificarse tanto a nivel de comunicación interna, como con sus usuarios y frente a otras entidades que se desenvuelvan en el mismo ramo. Esto quiere decir que el empleo de un imagotipo, logotipo, isotipo, etc., jamás es manipulado únicamente por el diseñador; sino que éste se vuelve una herramienta siempre requerida por terceros. El tener que cambiar de archivo cada vez que se deseara obtener una copia del imagotipo, representó más un entorpecimiento que un acierto en la comunicación.

Sin mencionar que las implicaciones a nivel de producción, donde la identidad tuviera que ser reproducida en soportes físicos de forma masiva, inevitablemente cortaría con su capacidad de multiplicidad digital y la llevaría a la unicidad, con la selección de una sola variante para que a partir de este archivo se trabajara en imprentas.

Lo anterior se vuelve una de las claves que explica la razón por la cual un enfoque generativo no fue viable para el diseño de la identidad del *MIT Media Lab*. Desde aquí se podría advertir una de las consideraciones que habría que tener al respecto de esta herramienta: existen circuitos de comunicación ya establecidos, donde el diseño constituye una pieza dentro de un rompecabezas de profesiones externas a la disciplina. El introducir procesos nuevos, extender la parte experimental del diseño generativo fuera del proceso de diseño, hacia su implementación; se vuelve un reto que escapa de las manos del diseñador, abriendo espacio a la ambigüedad. El haber involucrado al usuario en un proceso generativo, si éste implica el uso de interfaces de por medio, que añadan pasos en flujos de comunicación ya establecidos, fue una de las razones por la cual no funcionó esta propuesta.

En segundo lugar, como lo explicó Bierut en la consigna de diseño, la institución funciona a través de facultades que requerían una identidad por separado. A primera vista, este pudo haber sido más un fallo en la definición del *brief*, que como tal un problema acarreado por lo generativo –aunque sí lo enfatiza–. No obstante, la resolución formal del aspecto de lo aleatorio, contrastado con la unicidad, no deja de ser un acierto con cabida a la reflexión al respecto de estas prácticas en el quehacer del diseñador.

Como se había mencionado anteriormente, la propuesta de una identidad gráfica cambiante, que no parta de la unicidad, es sólo posible gracias a estas tecnologías. Apelando a la noción de azar programado, éste conforma un ejemplo formidable sobre cómo trabajar lo aleatorio en conjunto con una constante visual. Por un lado, la aleatoriedad se ve encabezada por la posición de los cuadrados secundarios –aquellos en negro- y los contrastes de color que puedan generar las intersecciones de los tres bloques primarios. Por el lado de las constantes, el movimiento de los cuadros secundarios se mantiene dentro de los límites de la rejilla y jamás uno se encuentra encima del otro. Si a esto se le suma el constante fondo blanco y la semejanza de color entre los cuadrados secundarios con la tipografía, el resultado deviene en una identidad gráfica sólida. En singular, se percibe un imagotipo con componentes visuales bien definidos –color, formas, retícula–, pero cuando se pone de manifiesto en plural, uno puede apreciar que estos elementos visuales funcionan bajo un conjunto de reglas que permiten la pluralidad, siendo estas reglas las constantes en el diseño. El imagotipo funciona tanto a nivel singular como plural, es así como el concepto de sistemas

–revisado anteriormente bajo ópticas científicas y sociales–, se ve traducido al espectro del diseño y la comunicación visual.

Como última reflexión al respecto de este caso, se podría atisbar una consideración aún más sutil y profunda, relacionada más al *fondo* que a la *figura*. Se tiene claro que el factor de cambio no funcionó debido a la necesidad del diseño de 24 identidades diferentes –la del mismo *MIT Media Lab* junto con sus 23 facultades–, en lugar de una identidad capaz de generar 40,000 variaciones de sí misma, todas bajo una sola directriz de diseño. Sin embargo, no está por demás cuestionar las posibles implicaciones cognitivas que los resultados de este proyecto representan.

Bajo la perspectiva de McLuhan retomada en este trabajo, los valores exportados por el pensamiento europeo occidental y la tecnología de la imprenta, conforman un gran pilar en el pensamiento contemporáneo, la unicidad uno de ellos. Si bien éstos han sido desafiados por la llegada de la tecnología de la electricidad –que dio lugar a la era de la información–, aún existe un espacio *interfacial* entre valores –*fondos*– y sus expresiones –*figuras*–. Las identidades gráficas podrían ser consideradas como una evolución –remanente– de los blasones, figuras originadas desde épocas incluso anteriores a la era de la imprenta, razón por la cual obedecen a sistemas de comunicación vinculados a la unicidad, a la retención de una sola imagen. Este modo de consumo tradicional se ve transgredido en cierta medida con el desarrollo de propuestas como las de Kang Y The, que desafían y transforman el concepto de lo único bajo los modos de sistemas pertenecientes a tecnologías contemporáneas, como lo generativo. Amén del fallo en la práctica de esta propuesta, no deja de ser un ejemplo pionero e innovador, que abre cuestionamientos al respecto de la intersección de estas tecnologías con los contextos ya establecidos.

Quizá el afán de llevar lo generativo a sus extremos, fuera del proceso de diseño, extendiéndolo a sus usuarios, fue lo que lo alejó de una realidad práctica. A continuación, se revisará otro proyecto que propone también una identidad cambiante, pero que da una resolución de lo generativo de una manera más exitosa, sin perder de vista los circuitos del consumo de la comunicación ya establecidos. Se evaluarán las diferencias en la resolución formal de este imagotipo en contraste con el ejemplo antes mencionado, para entender las diversas formas en las que estas herramientas pueden ser sumadas a los productos de diseño ya establecidos.

## Casa da Música

La comisión de la identidad gráfica para *Casa da Música*, una sala de conciertos en Portugal, fue puesta sobre Stefan Sagmeister en 2007. La atractiva forma del edificio, diseñada por el arquitecto Rem Koolhaas, lo convirtió en un ícono de la ciudad de Oporto. Esta fue una consideración importante, ya que una de las condiciones en el *brief* de diseño era que no se tomara la silueta del edificio como identidad visual, es decir, no se deseaba una imagen que fuera una calca de los planos. Otra de las peticiones era que la identidad reflejara la versatilidad de los diferentes tipos de música que el recinto ofrecía (Sagmeister, s.f.).

Sin embargo, dentro de la investigación de Sagmeister, éste concluyó que la forma del edificio era por sí misma un isotipo, y que diseñar algo que distara de ésta, competiría con la arquitectura del lugar; razón por la cual decidió abordar el planteamiento desde un enfoque generativo, que permitiera ahondar en lo que parecía un callejón sin salida.

La resolución del diseñador también derivó en un imagotipo cambiante, pero con ciertas variaciones que el realizado para el *MIT Media Lab*. Por un lado, en lugar de existir 40,000 variaciones de la forma, sólo se diseñaron 6, siendo éstas las vistas del edificio –norte, sur, este, oeste, superior e inferior–. Esto permitiría contar con al menos seis archivos fijos, en lugar de miles de posibilidades; satisfaciendo la parte de la practicidad para terceros. Por el otro lado, la parte generativa vendría integrada en el desarrollo de un *software* que extrajera los colores de una imagen para traducirlos al imagotipo, obteniendo una imagen que al estilo de un camaleón, permitiera un camuflaje con sus diferentes aplicaciones. Esto satisfaría el requerimiento de que la imagen reflejara la versatilidad en la oferta cultural del recinto, sin perder la armonía con la identidad propia de la institución.

Es decir, existe una identidad visual fija, derivada de la forma del edificio, pero con el afán de no limitar el imagotipo a sólo una imagen fija, éste tiene la posibilidad de cambiar de color a través de un *software*, los resultados que arroja se ven expresados en seis variaciones del acomodo del color –para ser escogidas por el diseñador–, variaciones que corresponden con las seis vistas del edificio. Así, Sagmeister satisface ambas partes del espectro de la comunicación: por un lado, existe un imagotipo fijo para ser distribuido por aquellos miembros ajenos al ámbito del departamento de diseño de la institución, por otro lado, limita

la aplicación de lo generativo a la producción de contenidos provenientes de ésta, tarea propia de los diseñadores.

Al igual que el proyecto del *MIT Media Lab*, Sagmeister tuvo que diseñar tres sub-identidades, correspondientes a las tres orquestas que alberga el recinto. En este caso, se partió también de las mismas seis variaciones primigenias para su diseño, variando los colores y las formas que alternaban la estructura. De tal manera que existe una individualidad de cada entidad, pero que sigue siendo cohesiva con la institución matriz.



**Figura 77.** Casa da Musica. Oporto, Portugal. (2001-2005). Rem Koolhaas



**Figura 78-81.** Aplicaciones de la identidad diseñada por Segmeister para Casa da Musica. (2007). Segmesiter.



En resumen, ambos proyectos parten de valores como la emergencia y lo aleatorio como pieza clave en el proceso de diseño, ambos plantean soluciones innovadoras que desafían las convencionalidades dentro de estos campos. La diferencia entre el éxito y el fracaso de su aplicación depende en gran medida de cómo conecten los nuevos procesos con los ya establecidos.

A lo largo de este segundo capítulo, se han ofrecido ejemplos donde se resaltan las características de estas herramientas, sin embargo, si se decidió abordar en esta sección como punto de partida estos dos ejemplos; fue para poner de manifiesto que existen áreas en las que la implementación de estas herramientas es difícil y requiere de un estudio más exhaustivo. Es decir, se requiere evaluar el medio que se da por sentado en enfoques tradicionales.

La mayor premisa obtenida de la yuxtaposición de estos dos ejemplos, yace en reconocer que existen áreas propias de cada tecnología y que por ende, hay espacios en donde es más fácil operar con lo generativo. Se habla por supuesto de los territorios de lo digital, donde nacieron estas manifestaciones, en donde las ventajas de lo generativo se aprecian con más firmeza. A continuación se proporcionarán breves ejemplos que enfatizan lo hasta ahora ya sostenido: las ventajas *sui géneris* que estas herramientas proporcionan para el espectro del diseño.

El criterio bajo el cual fueron seleccionados los estudios de caso que a continuación se plantean, ilustran las conclusiones de este trabajo. Los campos que hasta ahora lo generativo en el diseño y la comunicación visual –dejando de lado disciplinas como la arquitectura y el diseño industrial– ofrecen, se resumen en tres elementos: la visualización de datos, la posibilidad de incorporar datos del mundo real al espectro de lo visual, y el potencial creativo para la creación gráfica.

Estos tres criterios deben de ser entendidos como posibilidades que no están limitadas a algún medio o soporte, estos proyectos no conforman la única forma de develar lo generativo. De la misma manera, éstos pueden ser combinados –incluso entenderse como uno mismo–, y entrelazarse con otras manifestaciones paralelas a lo generativo –espacios inmersivos, realidad virtual o IA–. De tal forma que también surjan dudas sobre de qué forma lo generativo es partícipe en estos proyectos, cuáles son sus límites y cómo se relaciona con otros medios.



## Bulletin of the Atomic Scientists

Como hasta ahora se ha sustentado en diversos apartados del presente trabajo, la característica del *fondo* tecnológico que permea el siglo XXI yace en los datos masivos como base de la comunicación. Por lo tanto, no es de sorprender que el diseño desarrolle herramientas *-figuras-* que se mimeticen con este contexto.

Si bien, el campo profesional del análisis y procesamiento de datos se vincula a disciplinas científicas, que involucran el uso de estadística, ingeniería e informática; la posibilidad de hacer visibles estos datos e involucrarlos en un soporte de diseño, es un área laboral que ya se encuentra vigente en el campo profesional del diseñador. Giorgia Lupi es una diseñadora especializada en la visualización de información, esto quiere decir que recaba datos computacionales y los traslada a un soporte visual. De manera muy similar al mapa elaborado por Nicholas Felton, citado anteriormente, Lupi retoma información de bases de datos correspondientes a diferentes temas y les da una salida editorial, generalmente a través de infografías.

Lo novedoso al respecto, yace en la capacidad de generar gráficos significativos, es decir, que no son representaciones *-aproximadas-* de los datos, sino que realmente se construye una traducción visual de lo que en origen guarda un formato numérico. El incorporar estas herramientas como parte de las habilidades del diseñador amplía los territorios de lo visual y posiciona al profesional en alineación con el contexto contemporáneo de la comunicación, caracterizado por la *híper-información*. De tal manera que no sólo se añaden nuevas formas que optimizan procesos en la disciplina, sino que además se expanden las posibilidades de estructurar la información, de comunicar.

En segundo lugar, se hace mención de la capacidad de incorporar datos del mundo físico y traducirlos a la visualidad digital (expandible en algunas ocasiones a soportes físicos a través de *hardwares* que permiten esta interacción, aunque es más común y asequible el espacio digital para estas manifestaciones). Un ejemplo de estos datos puede ser la lectura de movimiento, como se presentó anteriormente en el ejemplo de *Unnamed sound sculpture*, o el uso de alguna interfaz como el caso que a continuación se presenta.

In the past year, countries with nuclear weapons continued to devote tens of billions of dollars on nuclear modernization programs, even as they allowed arms control and diplomacy to wither or die. Weapons-delivery platforms can carry either nuclear or conventional warheads, while destabilizing space-based interceptors to destroy them in flight. These suggested militarizations of space—and the hypersonic weapons to which they are a response—are dangerously destabilizing.

# Nuclear Risk

# An Expanding Concern

The number of nuclear warheads has fallen from Cold War highs and nuclear testing has all but ceased. Still, nuclear risk is rising as arms control treaties wither and die, the potential for accidental nuclear war remains under-appreciated despite decades of nuclear mishaps, and nuclear weapons countries devote billions of dollars to nuclear modernization. Has the world come full circle and begun a new nuclear arms race?

**Information on nuclear warheads, countries possessing or seeking nuclear weapons, nuclear testing, and nuclear diplomatic agreements is arrayed on a circular timeline that starts in 1940 (lower left) and moves clockwise toward the present.**

Some of these modernization programs include developing its missile and nuclear warheads. It revealed a new longer long-range missile (Hwasong-16) in October 2020 at a military parade, but in the absence of flight testing, it's not clear whether the new missile will add major capabilities to North Korea's arsenal. There were no high level meetings between North Korea and the U.S. in 2020, leaving the future of US negotiations with North Korea in doubt.

South Asia remains a potential nuclear hot spot, as both India and Pakistan continue to enlarge their arsenals and increase the sophistication and ranges of their weapons, with Indian ballistic missiles now able to reach Chinese targets. The relatively recent movement of nuclear competition among these countries to sea-based platforms, including submarines, raises the risk—already high—that conventional skirmishes could escalate to the nuclear level.

A bright spot in an otherwise gloomy landscape is the Biden administration's stated desire to rejoin the Iran nuclear deal, known officially as the Joint

Comprehensive Plan of Action (JCPOA). In response to the 2018 US withdrawal, Iran deliberately walked back its commitments under the agreement. Stockpiles of low-enriched uranium have increased, enrichment levels have risen, and new, improved centrifuges have been installed. The Iran put together a nuclear weapon from one year to several months. At the same time, Iran continues to comply with many of the agreement's requirements, and many of the actions it has taken can easily be reversed. US President Joe Biden have indicated interest in an extension, which would have to occur before the treaty expires early in February. But the extension had not been achieved when this announcement was made.

Other arms control efforts have unraveled or are stalled. A long-sought treaty to ban all nuclear testing has not yet entered into force, in large part because the United States Senate has refused to ratify it, and negotiations on a treaty that would limit the production of fissile material remain stagnant. There has been no serious effort to limit risky developments in the space-cyber realms, and little to limit developments in hypersonic missiles or ballistic missile defenses. Previous cooperation on fissile material control and nuclear protection among the United States, Russia, and China has left an atmosphere of tense mistrust. It is vital to get on track through bilateral, trilateral agreements and strategic stability talks.

The tenth review of the Non-Proliferation Treaty (NPT)

was postponed in 2020 because of the COVID-19 pandemic. Rescheduled for this year, the review conference will provide an opportunity for nuclear weapons countries to demonstrate the practical steps they have taken or will commit to take to reduce the risks of nuclear weapons use and scale back their reliance on nuclear weapons.

Just a few days ago, the Treaty on the Prohibition of Nuclear Weapons entered into force after 50 states completed ratification. This treaty brings much-needed attention to the risks posed by nuclear weapons, especially the enormous humanitarian impacts any use of nuclear weapons would bring. We hope that the treaty will lead to concrete actions to address the challenges of both proliferation and disarmament, including collective security and verification. For this to happen, there needs to be significant collaboration and compromise.

In the past year, countries with nuclear weapons have devoted tens of billions of dollars on nuclear modernization programs, even as they allowed arms control and diplomacy to wither or die. Weapons-delivery platforms capable of carrying either nuclear or conventional

nuclear-tipped Avanguard hypersonic glide vehicles, which are being installed on new SS-29 (Sarmat) missiles designed to replace 1960s-era intercontinental ballistic missiles (ICBMs). Russia continues to field battalions of intermediate-range, ground-launched, nuclear-armed missiles—missiles banned by the Intermediate-range Nuclear Forces Treaty, from which the United States withdrew in 2019. China, which has historically fielded a force of hundreds rather than thousands of nuclear warheads, is deploying multiple, independently retargetable warheads on some of its ICBMs and adding more in the coming year.

The heightened interest that the United States and Russia have shown in hypersonic weapons, as demonstrated by the 2019 hypersonic glide vehicle test, suggests a new arms race in space-based weapons. The heightening of interest in space-based weapons, as demonstrated by the 2019 hypersonic glide vehicle test, suggests a new arms race in space-based weapons.

at a military parade, but in the absence of flight testing, it's not clear whether the new missile will add major capabilities to North Korea's arsenal. There were no high level meetings between North Korea and the U.S. in 2020, leaving the future of US negotiations with North Korea in doubt.

South Asia remains a potential nuclear hot spot, as both India and Pakistan continue to enlarge their arsenals and increase the sophistication and ranges of their weapons, with Indian ballistic missiles now able to reach Chinese targets. The relatively recent movement of nuclear competition among these countries to sea-based platforms, including submarines, raises the risk—already high—that conventional skirmishes could escalate to the nuclear level.

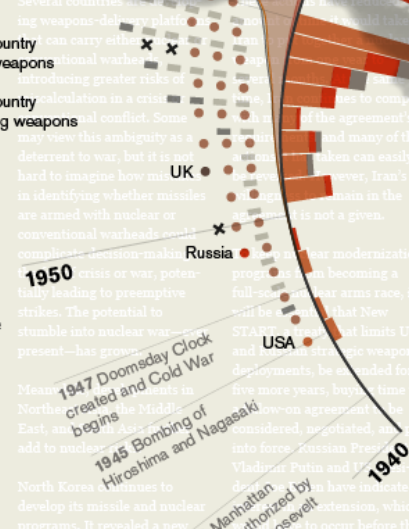
A bright spot in an otherwise gloomy landscape is the Biden administration's stated desire to rejoin the Iran nuclear deal, known officially as the Joint

## WEAPONS

- Country with nuclear weapons
- New country gains weapons
- Country pursuing nuclear weapons
- New country pursuing weapons
- ✘ Nuclear weapon accident

## NUCLEAR TREATIES

In the last few years, Russia and the United States withdrew from the landmark Intermediate-range Nuclear Forces Treaty, both countries announced withdrawal from the Open Skies Treaty, and the United States withdrew from the landmark Iran Nuclear Deal. This dismantlement of much of the world's arms control regime raises the real possibility of a renewed nuclear arms race.



Sources  
 Bulletin of the Atomic Scientists; "Status of World Nuclear Forces," Federation of American Scientists; "Number of Nuclear Weapons Tests," Oklahoma Geological Survey Observatory/Our World in Data; "List of nuclear weapons tests," Wikipedia; "Treaties and Agreements," Arms Control Association; "Broken Arrows: Nuclear Weapons Accidents," atomicarchive.com; Data analysis of countries with or pursuing nuclear weapons by Scott Sagan, Stanford University.

Designed by Pentagram  
 Giorgia Lupi, Sarah Kay Miller, Phil Cox, Ting Fang Cheng, Talia Cotton

Figura 82. Visualización de datos nucleares a nivel mundial. (2020). Giorgia Lupi



## Nike: Random Studio introduce interactive installation for Nike Free

*Random Studio* es una agencia de diseño holandesa que tomó como comisión el diseño de una instalación para la marca deportiva Nike. Con el motivo del nuevo diseño de una suela que se expande y se contrae de forma inteligente para amortiguar los impactos, el estudio diseñó una experiencia interactiva que pudiera demostrar la forma en la que esta tecnología funciona. (Pickett-Groen, 2018).

La instalación consistió en el diseño de una pantalla interactiva que proyectaba la forma de la suela, ésta era sensible al tacto y contaba con detector de movimiento para que los gráficos mostrados por la pantalla pudieran ser manipulados por el usuario. Además el sonido también era responsivo con el ambiente del espacio. De tal forma que es a través de la programación de gráficos y la vinculación con interfaces que permitan el registro de información como movimiento, tacto y sonido; lo que potencialice las posibilidades creativas del diseñador.

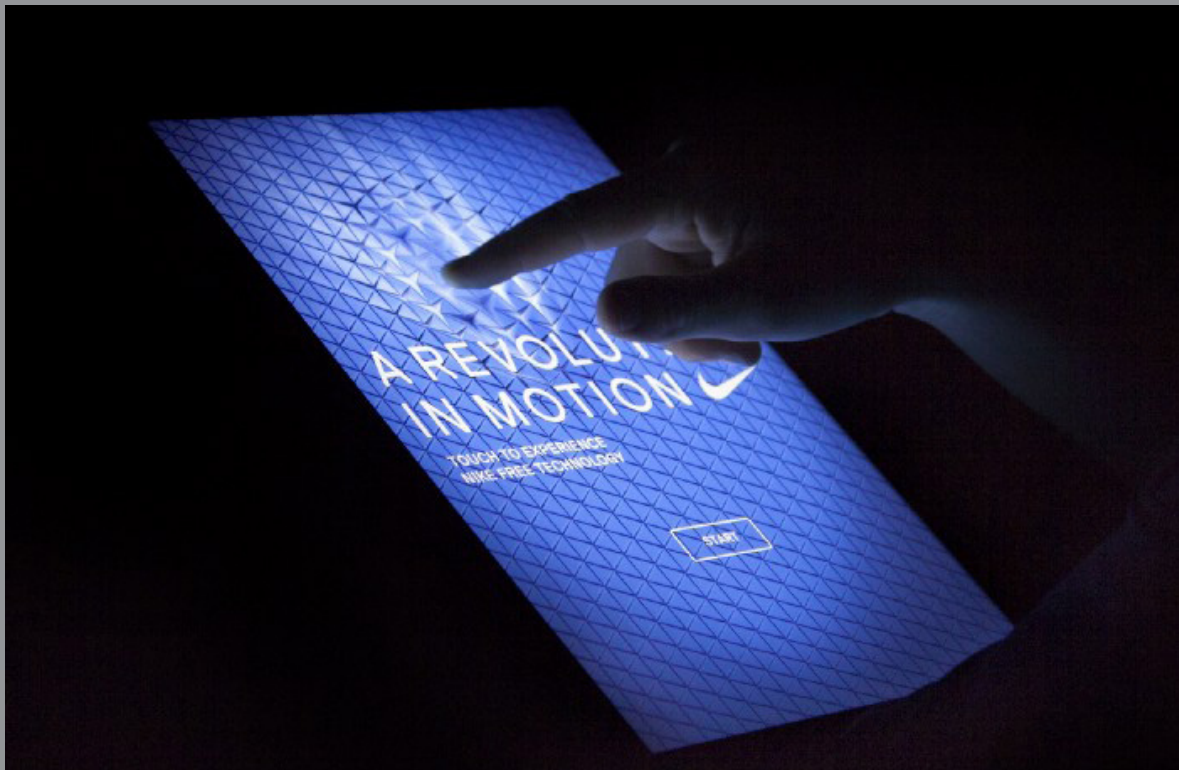
Como extensión del proyecto, Nike solicitó al estudio adaptar esta instalación para su implementación en tiendas a través de sensores de movimientos *Kinect*. Más tarde ésta fue adaptada a una aplicación IOS para el entrenamiento del personal de las tiendas. Finalmente, los gráficos generados a partir de la instalación fueron utilizados como posters promocionales, abarcando múltiples canales de comunicación.

Es necesario aclarar que proyectos a grande escala como este, se encuentran conformados por un equipo de personas pertenecientes a múltiples áreas, se trata de un enfoque interdisciplinar. En el caso de *Random Studio*, para la puesta en escena de instalaciones como éstas, se requirieron por su puesto, de diseñadores, artistas y directores de arte; sin embargo, la colaboración con programadores, ingenieros, arquitectos e incluso matemáticos, fue necesaria.

Al respecto, es interesante revisar los nuevos enfoques que estas disciplinas aportan al diseño. El hecho de que se encuentren imbuidas dentro del proceso de concepción, desde la parte creativa hasta la técnica; implica una visión holística. De tal manera que, si bien, el diseñador no conserva exclusividad en el proceso creativo –posición común dentro de proyectos grandes, colaborativos–, el diseño sí se acerca y se nutre

de estos conocimientos. Es por esta razón que para hablar de diseño generativo, se necesita disponer de habilidades relacionadas a lo informático; desde programación hasta la interacción de interfaces.

Finalmente, se abordará el tercer punto a tratar en este trabajo. Es un factor bastante amplio y ambiguo, ya que todos los ejemplos citados en este trabajo podrían ser puestos bajo este mismo concepto. La potencialización de la creatividad del diseñador *per se*, ya es un enunciado bastante debatible, pero que se responderá bajo la premisa de que el cambio tecnológico conlleva a cambios en las *formas*. A grandes rasgos, esta potencialización creativa se refiere a la exploración de las virtudes de las nuevas herramientas derivadas de la tecnología informática y el *big data*, virtudes ya acotadas en apartados previos. Por lo tanto, es un punto quizá redundante, y cada caso estudiado hasta ahora ha sido seleccionado pensando en el mismo, sin embargo, no deja de ser un buen espacio para explorar proyectos resueltos con lo generativo y la versatilidad de esta herramienta.



**Figura 83.** Instalación interactiva para NIKE. (2018). Random Studio

## OPTICA Normal

OPTICA Normal es una tipografía experimental desarrollada por el estudio mexicano *Bluetype*. Está diseñada a base de líneas ortogonales, que en medio de un patrón constante de líneas inclinadas  $120^\circ$ , construye su lenguaje al trazar ángulos rectos. Fue un homenaje al artista Omar Rayo. (Bluetype, 2008).

Claro está, una tipografía de este estilo apela a un valor más ornamental que funcional. Sin embargo, es interesante incorporar este ejemplo para abrir el diálogo en torno a estas técnicas en el área editorial. Debido a que, como hasta ahora se ha revisado, lo generativo implica soltar el control directo del diseño e incluir grados de aleatoriedad dentro del proceso, el metódico desarrollo de fuentes tipográficas parecería no ser un campo muy versátil para adoptar procesos generativos más allá de experimentos visuales cuyo fin sea lo ornamental.

Además, el soporte físico y de producción en masa que caracteriza al área editorial, afianza a ésta a sus orígenes tecnológicos análogos y dificulta una implementación más allá de lo digital –seno de la generatividad–. Esto significa que una gran parte de la experimentación en esta área se reduce al proceso del mismo diseñador, alejando al público de las posibilidades interactivas. El siguiente ejemplo ilustra estas ideas.



Figura 84. Optica normal. (2008). Bluetypography

# Markgraph

Markgraph es una familia tipográfica diseñada por el estudio Schultz-Schultz. Ideada con el fin de mantener su peso visual en cualquier tamaño y familia, fue un proyecto comisionado por la agencia de diseño Atelier Markgraph, estudio asentado en Frankfurt. Derivado de la tipografía, el logotipo de la agencia fue desarrollado a través de un *software* personalizado para que éste varíe su forma con el sonido (Schultz-schultz, s.f.).

Retomando las ideas del ejemplo anterior, el diseño de la tipografía y el logotipo para Markgraph abarcan ambos enfoques; tanto uno tradicional como uno generativo. Por un lado, el diseño de la familia tipográfica siguió una línea tradicional, que cumpliera con la funcionalidad que requiere su uso. Por otro, la experimentación generativa sólo se añadió como una característica adicional al logotipo, ya que éste no fue trazado basado en estas herramientas –como la identidad de Casa da Música–.

De tal forma que este proyecto constituye un buen ejemplo de cómo dentro de áreas difíciles de contrastar lo aleatorio con las necesidades de uso, el proceso generativo se conserva como una herramienta que no rebasa más allá de los procesos del diseñador. Se encuentran líneas de experimentación, pero delimitándose a un circuito de comunicación que lo permita.



MARKGRAPH

MARKGRAPH

MARKGRAPH

Figura 85-87. Markgraph sample. (s.f.). Schultz-Schultz

## Poetry on the Road

*Poetry on the Road* es un festival de poesía internacional con sede en Alemania. El diseñador de interfaces Boris Müller se encargó del diseño de la identidad visual del festival desde el año 2002 hasta 2013, donde empleó procesos generativos. "While the theme itself was changing, the underlying idea for the visuals was always the same: All graphics were generated by a computer program that turned texts into images" [Mientras que el tema en sí mismo cambiaba, la idea subyacente era siempre la misma: Todos los gráficos eran generados por un programa de computación que volvían el texto en imágenes] (Müller, s.f.).

Conforme cada año la propuesta gráfica fue diferente y por lo tanto, las técnicas o procesos variaban de acuerdo al proyecto –sin abandonar un enfoque generativo–, es difícil precisar en aspectos muy concretos. Sin embargo, en palabras del mismo autor, los textos que conformaban al festival siempre fueron la materia prima para ser traducidos a datos y poder generar una imagen anual diferente.

En este sentido, se vuelve interesante analizar de forma diacrónica el desarrollo de la imagen del festival en relación con lo generativo. La versatilidad formal de estas herramientas permite obtener resultados fácilmente distintos gracias a que se parte de un proceso en lugar del objeto como tal, incluso dentro del resultado final, existen múltiples variaciones; tal como se ha aprecia en los carteles proporcionados por Müller.

Así, este proyecto representa un ejemplo bastante sólido sobre la potencialización de las capacidades creativas del diseñador en tándem con lo generativo.

**bremer**  
neu erleben

**31.05. bis 03.06. 2002**

**poetry ON THE ROAD**

**3. Internationales Literaturfestival**

Shakespeare Company | Obere Rathaushalle | Schauspielhaus  
Schutting | Breminale | Kippenberg-Gymnasium | PFI-Oldenburg

Programmhft und Karten bei: buchladen im ostertor | Fehrfeld 60 | Tel. 0421.78528

veranstaltet von: HOCHSCHULE BREMEN UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES radiobremen Goethebund in Bremen e.V.

Eddy van Vliet

Figura 88. Poetry on the road, cartel promocional. (2002). Boris Müller

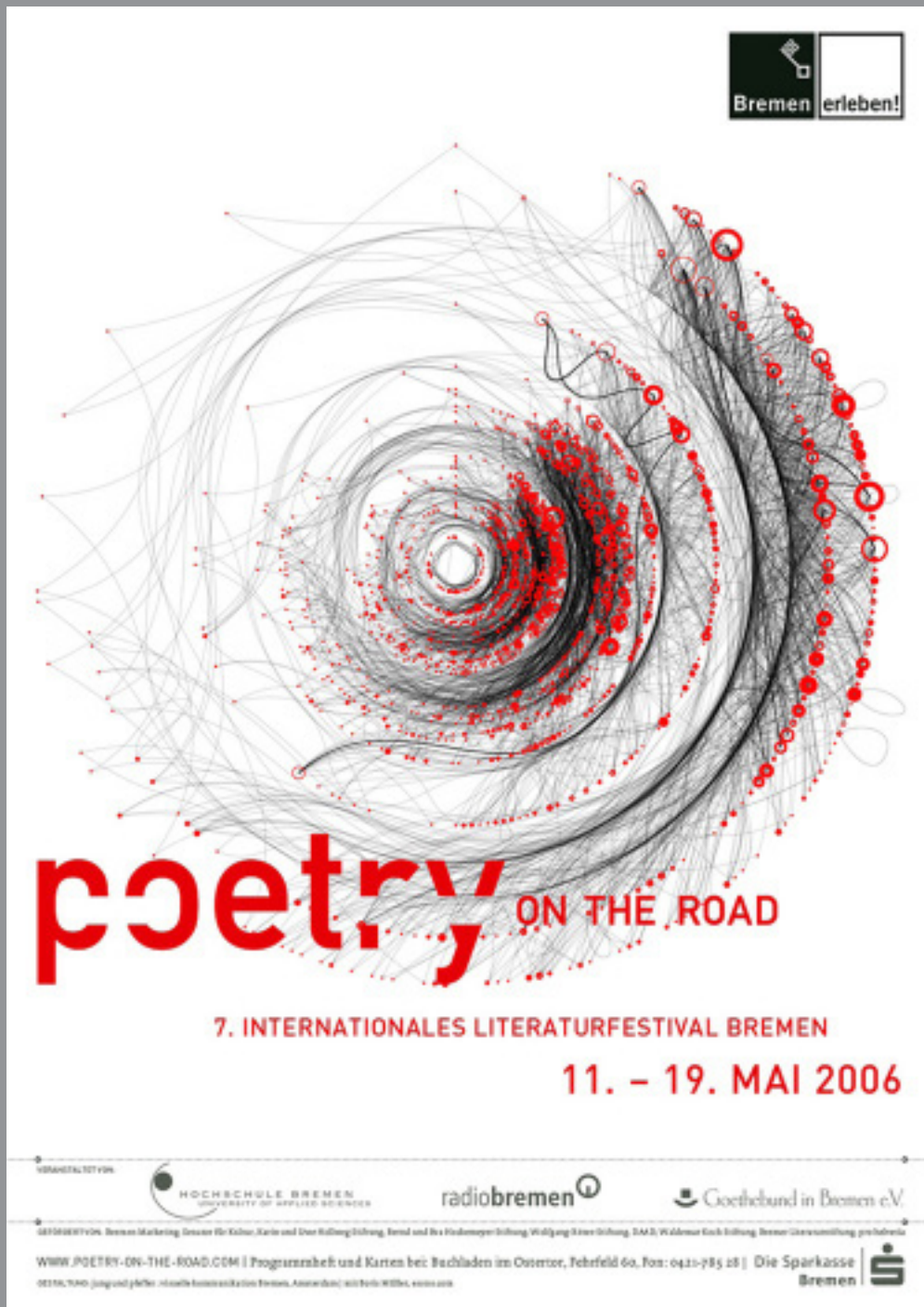


Figura 89. Poetry on the road, cartel promocional. (2006). Boris Müller

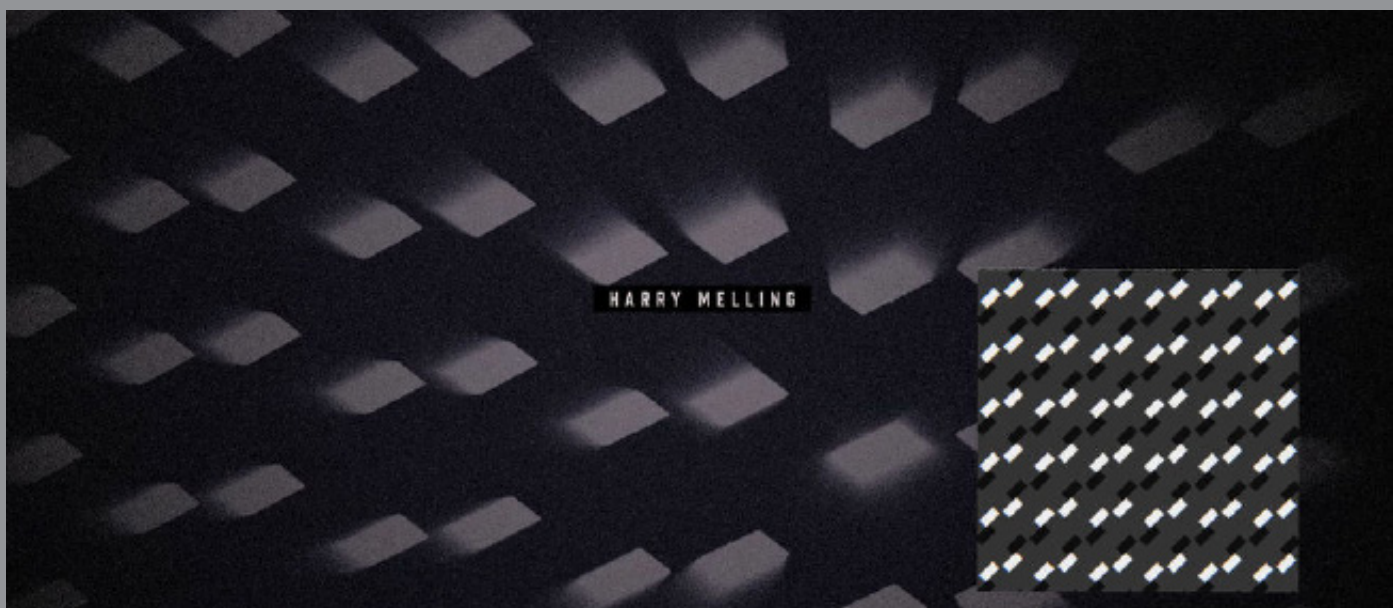


Figura 90. Poetry on the road, cartel promocional. (2011). Boris Müller

## The Queen's Gambit

Fuera del contexto del diseño de tipografía, carteles o *branding*; el campo de los *motion graphics* es uno de los más versátiles para experimentar con lo generativo, ya que al ser una solución digital con una salida digital, el soporte permite concentrarse más sobre el diseño *per se*, que sobre las adaptaciones de estas herramientas a soportes físicos.

Un ejemplo bastante sencillo sobre la facilidad –pero también, la discreción– para incorporar la creación de gráficos con algoritmos en el trabajo del diseñador, puede verse en los créditos de cierre de la serie *The Queen's Gambit*, estrenada en 2020 por *Netflix*. El animador encargado de crear los gráficos de los créditos fue David White, quien explicó que las animaciones recopiladas en los créditos fueron en inicio creadas de forma individual a manera de ejercicios –con el software *Processing*–, más tarde, sería la diseñadora de títulos Saskia Marka la que le propondría unirlos y darles un formato para televisión. (Art of the title, 2020).



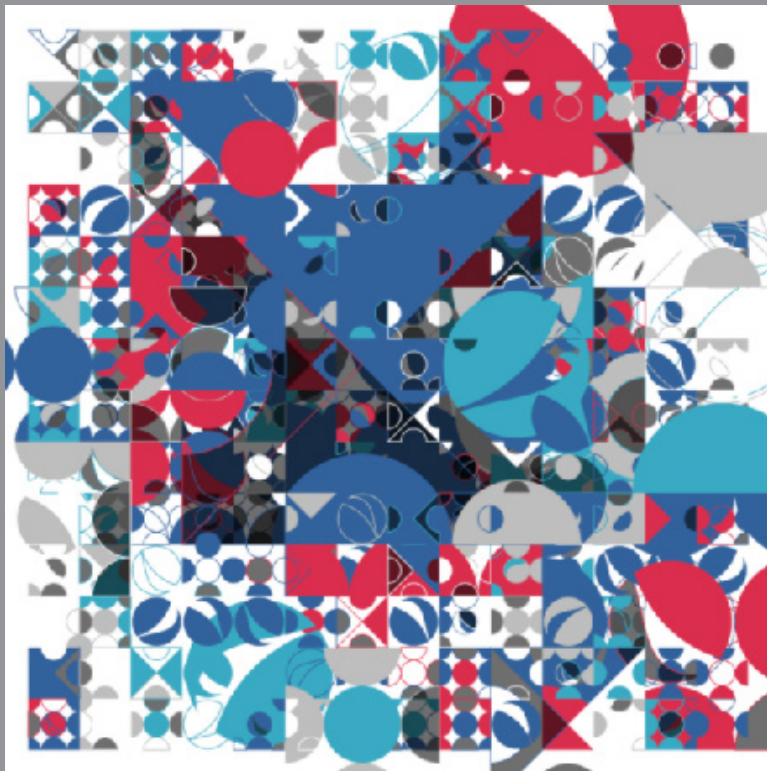
**Figura 91.** Frame de los créditos de la serie Gambito de Dama. (2020). David White

## Pepsi + Pharrell Williams

Mientras el diseño con algoritmos puede ser una herramienta empleada a la hora de diseñar, y aun así pasar desapercibida para el espectador, representando quizá únicamente una optimización en el tiempo para el diseñador; existen ejemplos en los que se puede apreciar más de cerca las posibilidades formales de lo generativo, con procesos más complejos y que requieren de la conjunción de otras herramientas.

Joshua Davis diseñó una serie de 4 animaciones interactivas en tiempo real para *Pepsi+Pharrell Williams*. Los gráficos se activaban a través del sonido y el movimiento, generando una experiencia interactiva con el público. Este proyecto fue diseñado a través del *software Processing* y la biblioteca *Hype*, diseñada por el mismo Davis. (Davis, 2016).

De tal forma, se puede observar que las técnicas generativas pueden ser aplicadas perfectamente en lo que respecta a la generación de gráficos para eventos. La posibilidad de hacerlos interactivos con algún dato del ambiente potencializa su versatilidad y brinda una experiencia de usuario distinta a la que ofrecen animaciones fijas.



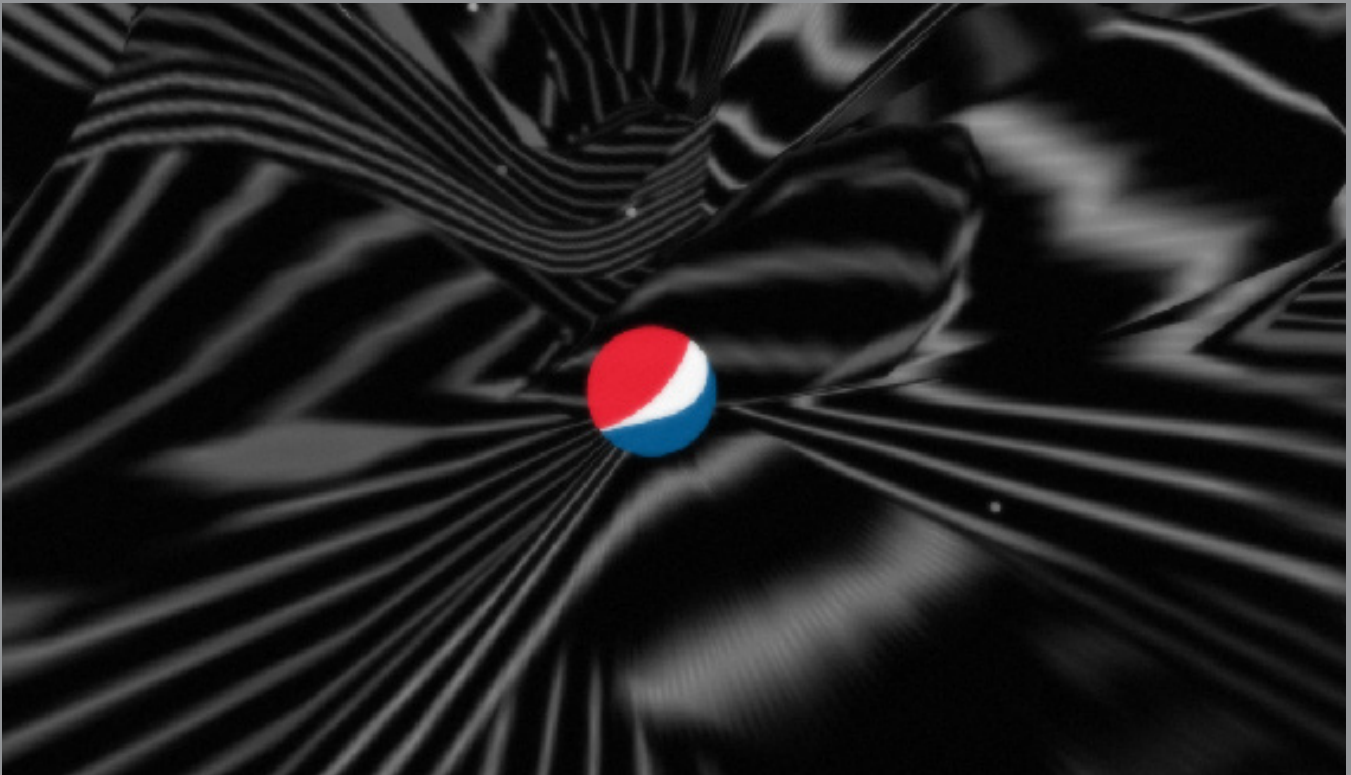


Figura 92-94. Visuales para Pepsi=Pharrell Williams. (2016). Joshua Davis



# PANORAMICAL

Por último, el diseño de gráficos a través de algoritmos para videojuegos, es un área más familiarizada con estos procesos. Sin embargo, este proyecto plantea el cómo esta interacción puede ser llevada al extremo, al grado de que la narrativa dependa de ésta.

PANORAMICAL es un videojuego interactivo diseñado por Fernando Ramallo y David Kanaga. De hecho, radica entre ser un videojuego y un creador de gráficos para VJ. La base del programa, que une gráficos con sonido, funciona a través de código. Éste sigue la lógica del diseño con sistemas, no genera gráficos fijos; sino que el usuario del programa interactúa con ellos y moldea sus formas a través de controladores sencillos como el teclado y el *mouse*, o más complejos, como controladores *MIDI*. De esta forma, la anatomía del videojuego se centra en la interacción entre usuario y gráficos en lugar de completar misiones o superar obstáculos (Aiantists, s.f.).



**Figura 95.** Portada del videojuego PANORAMICAL. (s.f.).  
Fernando Ramallo y David Kanaga

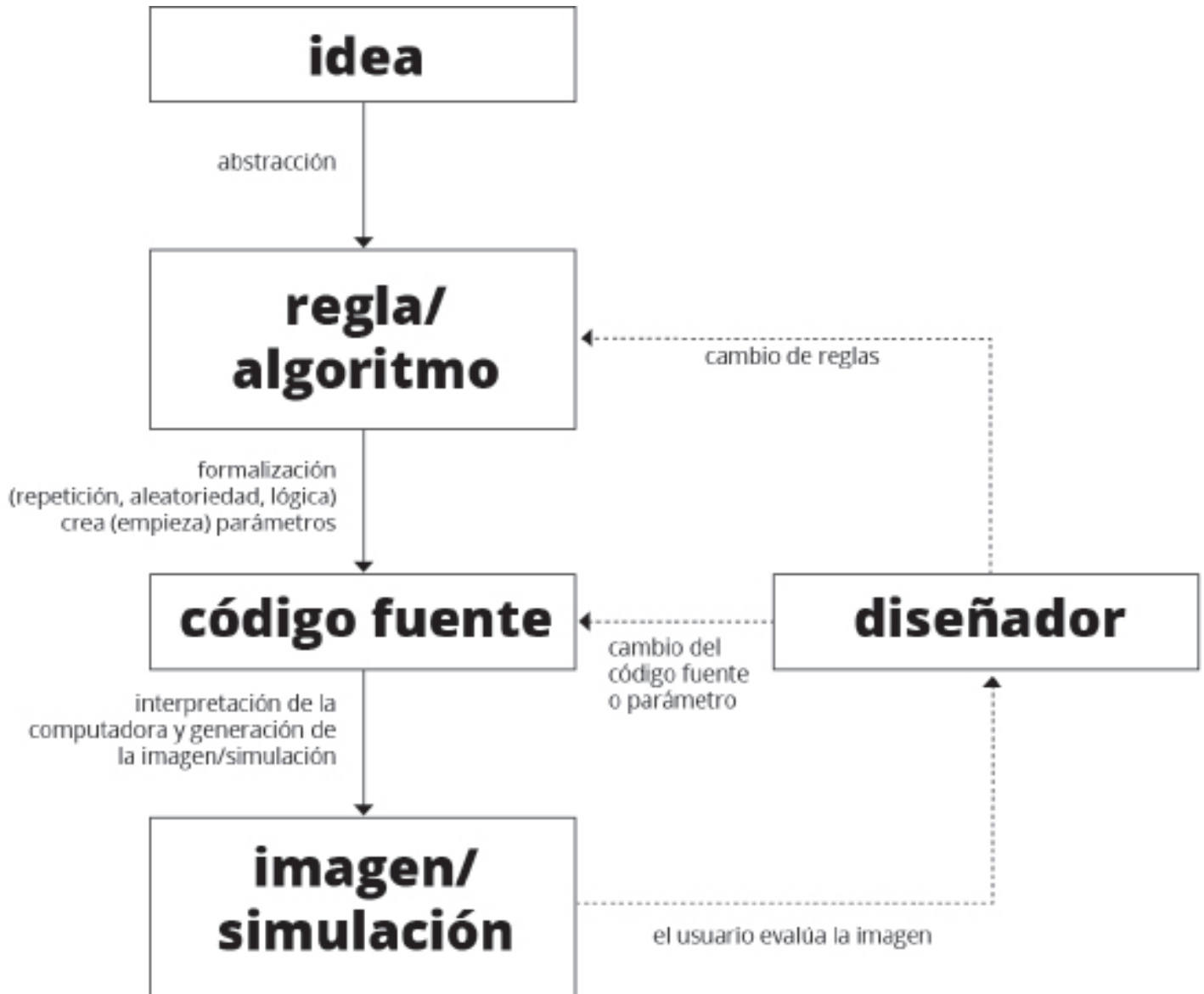
### III. V Método en el diseño generativo

Bohnacker et al (2021) proponen el siguiente esquema. En donde a grandes rasgos se expone un método para trabajar con código e imagen:

1. Idea: Como cualquier trabajo de diseño, se comienza con un concepto que es necesario abordar formalmente.
2. Regla o algoritmo: Se abstrae la problemática, de tal forma que el diseñador preconfigure una ruta inicial –a través de reglas y algoritmos– que lleve a una posible solución.
3. Código fuente: Se aterrizan estas condicionales en forma de código; de aquellos lenguajes que sean más óptimos para la consigna.
4. Imagen/simulación: A través del entorno de reglas definido anteriormente, el ordenador comienza la lectura de parámetros y genera imágenes o simulaciones.
5. Diseñador: El profesional evalúa el resultado y decide hacer los cambios necesarios que garanticen el correcto funcionamiento del programa, siempre en pos del funcionamiento con los objetivos iniciales de diseño.
6. Consideraciones: Este proceso es siempre iterativo. Prueba y error, iteración. Evaluación y modificación del código constantemente (p.461).

De tal forma que este esquema es siempre factible de ser conjugado dentro de otros métodos ya existentes. El primer inciso puede en realidad llegar a ser el más amplio, ya que implica pasar por todos aquellos instrumentos que el diseñador emplea para identificar, delimitar e investigar sobre los temas que circundan la problemática de diseño. Una vez que se tienen claros los datos necesarios para comenzar a idear soluciones formales, es cuando comenzaría a ponerse en práctica del segundo al cuarto paso –que son aquellos que acometen al trabajo con algoritmos–. Finalmente, la evaluación que el diseñador haga con respecto a las primeras soluciones, como en cualquier otro método, siempre conlleva a volver en el proceso y corregir aquellas áreas que sean necesarias.

Si bien, estas herramientas traen a la mesa paradigmas que reformulan la función del diseñador desde sus raíces, también es cierto que se vale invariablemente de habilidades inherentes al profesional del diseño y la comunicación. Desde la capacidad de conceptualizar una idea, el empleo de un lenguaje visual cohesivo con las necesidades de un proyecto, la evaluación de resultados y la retroalimentación; todos estos conforman elementos perennes para los diseñadores. Simplemente se posiciona lo generativo como un contrapunto para la disciplina, desde el cual se abordan procesos a través de las nuevas tecnologías digitales.



**Figura 96.** Diseño de proceso. (2012). Generative Design







# Conclusiones

## Fondo

Se comenzó este trabajo de la mano de las ideas de McLuhan y Powers (2015), quienes apuntaron el dedo hacia la relación de la tecnología con los sentidos, como el detonador de la construcción de la episteme. Por lo tanto, para entender el panorama contemporáneo, era natural tomar como punto de partida la tecnología que dio pie a lo generativo: los algoritmos informáticos. Sin embargo, para llegar a la punta de la pirámide, era necesario comenzar por el primer escalón; desde la base.

El primer hallazgo a través de la revisión de estas teorías, comenzó por identificar al Renacimiento y a la imprenta como el inicio de una era visual –aún no superada, al contrario, potencializada–. Una era que no se limita a las disciplinas visuales, sino que constituye –hoy más que nunca– las bases de una civilización que emplea lo visual como fuerte pilar en su construcción epistemológica.

Es así como se estableció al sentido de la vista como fuerte brújula del ser humano contemporáneo, adoptando valores como lo cuantitativo y lo racional; heredados por la imprenta y los ideales del Renacimiento. No obstante, se reconoce también a la electricidad como un hito que revaloriza los preceptos heredados por tecnologías predecesoras. Estos valores se traducen en simultaneidad e inmediatez, colocando a la mirada racional en convivencia con procesos que la superan. Aquí es en donde entra en juego lo generativo.

Por lo tanto, la primera conclusión valiosa de este análisis, yace en establecer que la forma en que ésta se vincula con su usuario, dependerá del desarrollo tecnológico previo y la estructura mental que se haya construido hasta el momento en el individuo. Esta estructura se conforma a través del vínculo entre los sentidos y la tecnología. No es que algún sentido sea exclusivo de algún hemisferio, sino que los valores tecnológicos son quienes acogen a determinados sentidos como los más aptos para transmitir un mensaje. Entonces, se puede hablar de una construcción social desde la percepción del mensaje; la utilidad de los sentidos es subjetiva, maleable y revalorizada por la tecnología. Así, se demostró una visualidad construida.

***“La visión humana es algo construido que es modificado por nuestros propios modos de representación, vemos con el filtro histórico y cultural (Curiel, 1989, p.40)”.*** Por lo tanto, es un artefacto cultural tanto como lo son nuestras herramientas.



Una vez identificado el qué, la segunda conclusión del primer capítulo –de la base de la pirámide– era reconocer el cómo. ¿Cómo vemos? Para elaborar esta idea, se partió de los valores hallados en la tecnología de la imprenta: lo cuantificable, la racionalidad y un orden lógico-visual. Se contrastó con los fenómenos visuales actuales, y se pudo encontrar que existe una jerarquía implícita en la comunicación que divide a lo visual conforme estos valores.

Generalmente, la imagen más inteligible es aquella que se presenta sin modificaciones formales con respecto a su referente físico. Desde luego, la fotografía fue el hito tecnológico que permitió este fenómeno. De tal forma que la imagen seguiría siendo el vínculo sobre el que se decantarían los valores de una objetividad visual construida. Conforme la tecnología de la electricidad permitió su inocuidad y el signo lingüístico cortaría las posibilidades de ambigüedad en el mensaje, la imagen se erigiría como el medio perfecto para una comunicación de masas.

Como consecuencia, la misma disciplina del diseño para la comunicación visual, sienta sus bases sobre el estudio de una imagen objetiva, que comunica sin ambigüedades. Así es como en la formación, se aprende sobre convenciones con respecto al color, se aprende de diagramación, se desarrollan métodos para entender el circuito de comunicación, incluso se estudia la articulación del signo icónico con el sonoro. Bajo esta jerarquía es que la confusión formal de una imagen suele ser menos aprehensible y por lo tanto, rechazada. El *telos* de la visualidad contemporánea aún sigue construyéndose a partir de la razón.

## **Forma**

Partiendo de estas dos premisas, derivadas del estudio de la tecnología y su influencia para constituir el campo del diseño, es que se definió el contexto para poder abordar la *figura*. Así, se ubicó a lo generativo como el ejemplo de un producto que yace en la ambigüedad de ambos *fondos* tecnológicos.

Por un lado, fue muy interesante explorar todas las posibilidades que los algoritmos permiten concebir; creando formas que escapan a la total diligencia racional del diseñador y experimentando con nuevos procesos en coautoría con el ordenador. Pero al mismo tiempo, se entiende que la lógica que hay detrás del planteamiento de un algoritmo es tan metódica y racional, que implica el uso de un pensamiento lógico

matemático más complejo y abstracto que el que se requiere en los procesos tradicionales de diseño. Dentro de esta ambigüedad es donde se sitúa el ser de lo generativo.

El diseño a través de algoritmos abre las puertas a una emergencia hasta ahora pocas veces explorada en esta disciplina, debido al control total de la imagen. Los nuevos procesos que han permitido cierta contingencia sobre el producto final, son por su puesto posibles gracias al desarrollo de tecnologías como la computacional y el procesamiento de datos. Sin embargo, las necesidades de comunicación visual –el *telos*– permanecen aún en gran medida intactas, por lo que es necesario acotar la generatividad bajo preceptos impregnados en la visualidad heredada desde el Renacimiento; como lo conciso y lo lógico.

Esta idea se demostró a través de los estudios de caso. Se reconoció que el empleo de estas herramientas demanda un análisis sobre el circuito de comunicación que se da por sentado. En medida que se comprende cómo insertar técnicas generativas en un terreno que puede no estar acondicionado para éstas, es en medida que un proyecto tiene mayores posibilidades de ser exitoso. También se logró identificar que hay áreas del diseño donde es más factible incluir estos procesos, sobre todo aquellos vinculados con la parte digital.

Otro hallazgo surgido de los proyectos revisados, fue el entender las múltiples formas que la generatividad puede adoptar. Es decir, se habló del uso de sistemas complejos, de otros más simples; del azar y la emergencia, así como la automatización: todas estas variables y características le pueden concebir a la imagen un número infinito de formas. Desde resultados bastante sencillos, como meros experimentos formales –como las ilustraciones que se han diseñado para este trabajo–; hasta la combinación de estos factores en conjunto con otras manifestaciones como la realidad virtual o la inteligencia artificial.

Así, lo generativo no tiene una forma fija, incluso, el mismo concepto puede ser difuso cuando se combina con otras tecnologías. La manera en la que se presentó lo generativo fue bastante abierta, no se cerró la investigación a una sola definición ni se revisó únicamente el enfoque del diseño gráfico; sino que se abordó el tema desde múltiples aristas para ir a tono con su novedad y no encerrar un tema que apenas crece.

Sin embargo, para no errar en el *todo puede ser todo* –lo cual mermaría

más el desarrollo del tema-, se propone que la noción de lo generativo comienza por reconocer al ordenador como un agente en el proceso de diseño. Esta noción generalmente llevará a buscar procesos que incluyan –en menor o mayor medida– simulaciones, automatización, emergencia, aleatoriedad o interacción. En una dimensión informática, estos procesos se identifican como sistemas.

La premisa resultante de esta definición, uno de los mayores motivantes de este trabajo desde su comienzo, es la posibilidad de la creación de herramientas personalizadas. Se mencionó previamente que la digitalización de herramientas optimizó procesos de diseño, pero al mismo tiempo, se observó que ésta fue una primera respuesta al desarrollo de la tecnología computacional. Se concibe entonces al diseño generativo como parte del siguiente paso, que es la exploración de la imagen a partir del procesamiento de datos. Esto multiplica las posibilidades creativas, pero requiere de nuevos conocimientos por parte del diseñador: el empleo de lenguajes de programación es la base para poder comenzar a superar los *softwares* ya establecidos y poder subir al siguiente escalón.

Es quizá este el mayor obstáculo para poder acceder a estas posibilidades. Hasta ahora no se había hecho mención explícita del asunto, pero también resulta evidente el hecho de que la formación profesional del diseñador, al menos en un contexto nacional, aún mantiene fuertes vínculos con procesos tradicionales. Al menos desde el vivir personal, el acercamiento en las instituciones educativas con respecto a estos temas suele ser algo limitado y bastante sesgado. Generalmente la enseñanza de la programación se da en los últimos semestres de la carrera y se enseña muy enfocado hacia el diseño web. Que dicho sea de paso, aunque se trate con lenguaje de programación, esto no es sinónimo de entender, ni poner en práctica la capacidad de agencia creativa del ordenador antes mencionada.

En un nivel más profundo, incluso se podría hablar de la dificultad de aprender estos procesos debido a que se parte de un origen no visual para construir lo visual. El acercamiento a la imagen, tanto estético como profesional, suele comenzar por la apreciación de los rasgos más inteligibles de la imagen: formas y colores. Sin embargo, el reto cognitivo que plantea lo generativo es el dimensionar estos aspectos a través de operaciones lógico-matemáticas, lo cual implicaría un cambio desde la mera base de la enseñanza. Ya que estas disciplinas suelen concebirse en polos opuestos a los de las artes y el diseño. La interdisciplina

sería sin duda uno de los mayores retos para lo generativo. Parte de los comentarios finales de este trabajo, son los cuestionamientos que deja esta investigación. Hasta ahora, una imagen es objetiva y lógica en función que guarda rasgos formales con su símil físico. Sin embargo, lo que lo generativo plantea es, ¿cómo se ve el *big data*? Si se vive en una era regida por datos computacionales, y si se entiende ésta como una de las revoluciones comunicacionales, ¿cómo cobra forma de manera visual?, ¿Cómo se ven los datos? Éstos son algo inmaterial, que escapa a algún referente físico, porque la inmaterialidad es característica de la electricidad. Entonces, cómo llegamos esta vez al consenso de materialización de esta nueva era.

Es decir, esa infinidad de formas derivadas de la experimentación algorítmica, de la manipulación de datos, tan lejana de la significación lingüística –tan arraigada a la imagen–, ¿acaso representa un nuevo nivel de objetividad? Pero una objetividad visual que no está basada irónicamente en lo que el ojo puede ver, sino que es una objetividad consecuencia. Es entender y construir lo visual más allá de colores y formas, porque los datos carecen de ellos; es quizá la construcción de una visualidad finalmente independiente del largo camino lógico-visual que ha impuesto el hemisferio izquierdo sobre la humanidad. ¿O es quizá este otro hechizo del que tomará rato despertar para darse cuenta que no era más que una mutación de formas, solo de valores?

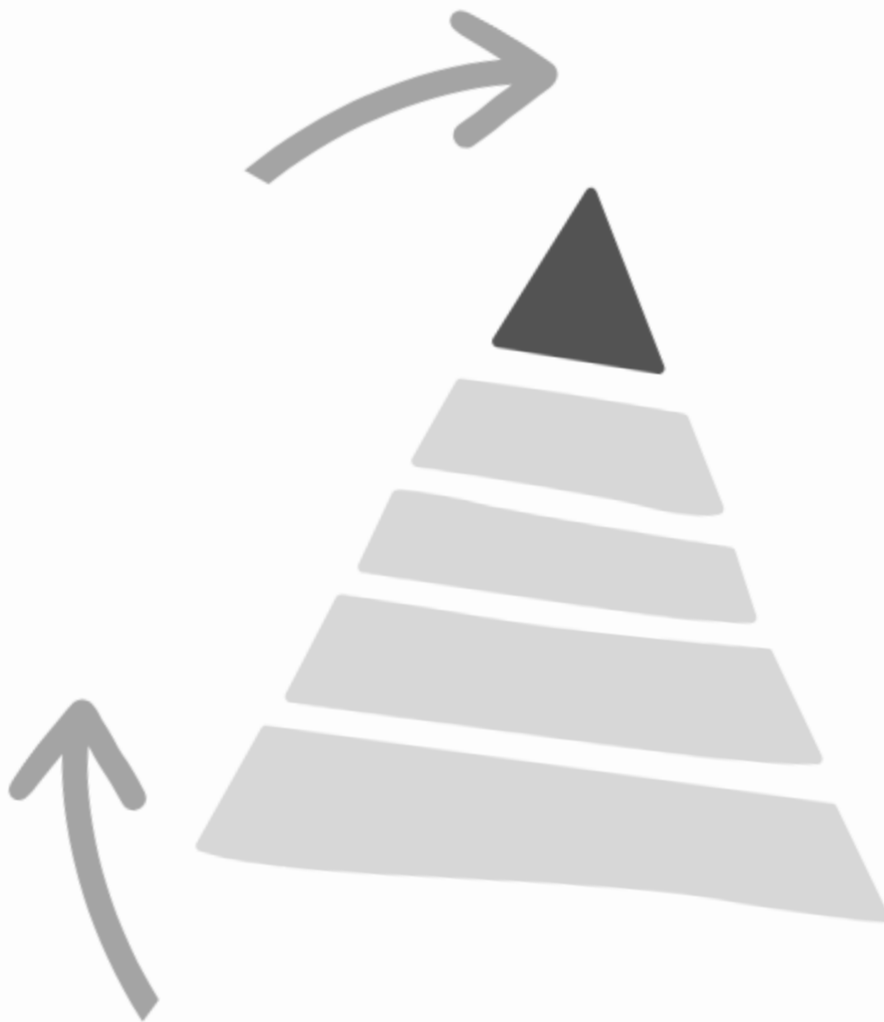
### **Movimiento de la pirámide**

Para por fin finalizar este camino, se ha hecho mención de inicio a fin de una estructura piramidal, y el concepto de *figura-fondo* se volvió parte vital de la investigación. Quizá lo único que falta mencionar al respecto, para sentir terminado este trabajo, es hablar de qué pasa cuando esta pirámide se mueve.

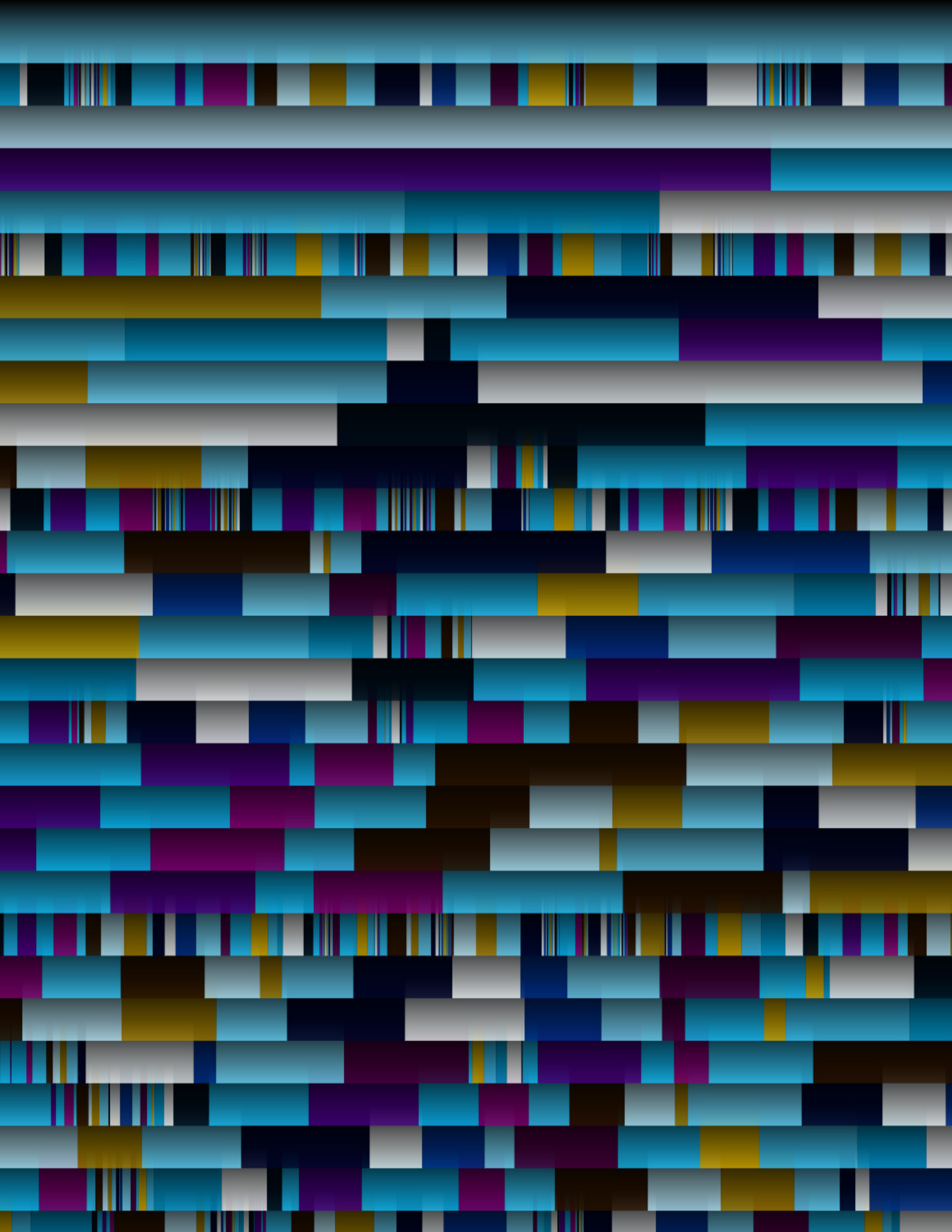
Kandinsky (1989) dice que la vida espiritual luce como un triángulo agudo –una pirámide–, donde la parte superior, la más angosta, es aquella en la que reside el conocimiento que mañana será comprensible, pero que ahora es ridículo para los que se encuentran en la parte más grande y pesada de la pirámide. Este triángulo se mueve, de manera muy lenta, hacia arriba y hacia adelante. Aquel que pueda ver más allá de sus límites, colabora al movimiento del saber (p.15-16).

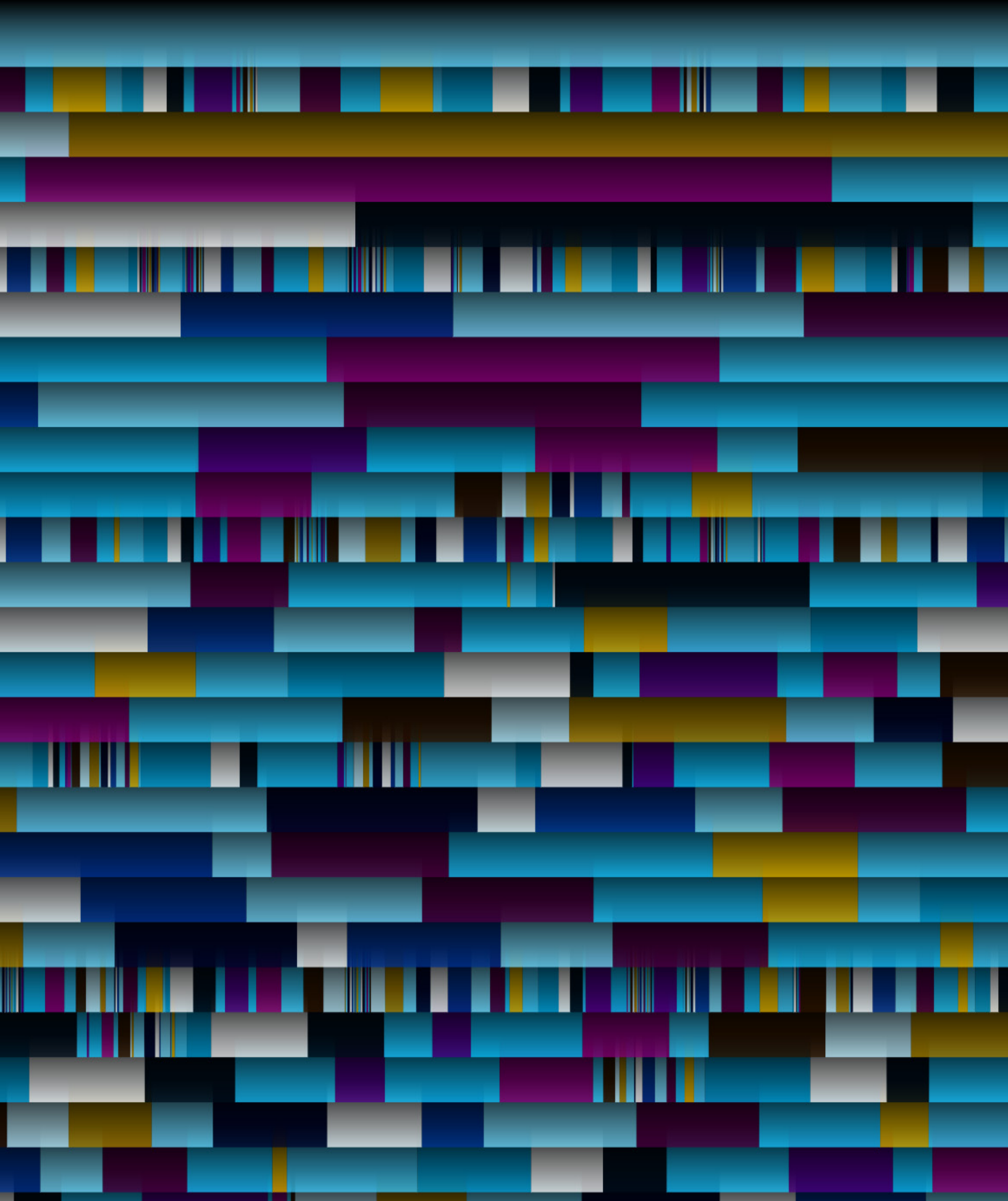
Este proyecto comenzó con más dudas que respuestas, se partió con desconcierto y una pulsión por conocer. Ciertamente se resolvieron satisfactoriamente los principales cuestionamientos con respecto al tema, pero también es cierto que una pregunta lleva a la otra; y las inquietudes son más amplias que en el comienzo.

Es complicado llegar a algo después de tanto pensar, pero es lo que hay que hacer para contribuir -con fortuna- al movimiento de la pirámide.



**Figura 98.** Movimiento de la pirámide (2021). Elaboración propia





**Figura 99.** Random rect tilings. (2018). Generative-Gestaltung





# Referencias

# Bibliografía

1. Barthes, R. (1986). *Lo obvio y lo obtuso: Imágenes, gestos, voces*. Barcelona: Paidós.
2. Benjamin, W. (2003). *La obra de arte en la época de su reproductibilidad técnica*. México: Itaca.
3. Breton, A. (2001). *Manifiestos del surrealismo*. Buenos Aires: Editorial Argonauta.
4. Cariani, P. (1991). *Emergence and artificial life. En: Artificial life*. Nueva York: State University of Binghamton.
5. Cilliers, P. (2002). *Complexity and Postmodernism: Understanding Complex Systems*. Londres: Routledge.
6. Cormen, T., Leiserson, C., Rivest, R., Stein, C. (2009). *Introduction to Algorithms*. (3a ed.) EUA: The MIT Press.
7. Curiel, F. (1989). *Mal de ojo*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
8. Foucault, M. (2002). *La arqueología del saber*. Buenos Aires, Argentina: Siglo XXI Editores Argentina.
9. Foster, H. (2001). *El retorno de lo real*. Madrid: Akal Ediciones
10. Galanter, P. (2003). *What is generative art? Complexity theory as a context for art theory*. Nueva York, EUA: Interactive Telecommunications Program, New York University.
11. Hess, B. (2016). *Abstract Expressionism*. EUA: Taschen.
12. Juanes, J. (2010). *Territorios del arte contemporáneo: Del arte cristiano al arte sin fronteras*. México: Itaca.
13. Kandinsky, W. (1989). *De lo espiritual en el arte*. (ed. 5). Puebla, México: Premia editoria.

14. Mayer-Schönberger, V y Cukier, K (2013). *Big data. La revolución de los datos masivos*. EUA: Titivillus.
15. McLuhan, M. (1993). *La galaxia Gutenberg: Génesis del Homo Typographicus*. Barcelona: Círculo de Lectores.
16. McLuhan, M y Powers, B. (2015). *La aldea global: Transformación en la vida y los medios de comunicación mundiales en el siglo XXI. La globalización del entorno*. Barcelona: Gedisa.
17. Monro, G. (2009). *Emergence and Generative Art*. Sydney: Sydney Conservatorium of Music, University of Sydney.
18. Reas, C., Fry, B. (2015). *Processing: A programming Handbook for Visual Designers and Artists*. Massachusetts: The MIT Press.
19. Roncorini, U. (2017). *Manual de diseño generativo*. Lima, Perú: Fondo editorial Universidad de Lima.
20. Singh, A. (2019). *Realidad virtual*. España: Babelcube.Inc.
21. Wong, J. (1999). *Making sense of emergence*. Holanda: Kluwer Academic Publishers.

## Artículos en línea

1. Acaddemia. (2019). *Primera silla de producción concebida con diseño generativo y los protagonistas son: Autodesk, Kartell y Phillippe Starck*. Recuperado 26 de septiembre de 2021, de <https://acaddemia.com/articulos/primera-silla-de-produccion-concebida-con-diseño-generativo-y-los-protagonistas-son-autodesk-kartell-y-phillipe-starck/>
2. AI Artists. (s. f.). *Generative Art Guide*. Recuperado 26 de septiembre de 2021, de <https://aiartists.org/generative-art-design>
3. Ampersand Foundation. (s. f.). *Barry Le Va*. diaart. Recuperado 26 de septiembre de 2021, de [https://diaart.org/media/\\_file/le-va.pdf](https://diaart.org/media/_file/le-va.pdf)
4. Angus, W. (2009). *Generative Design Is Changing the Face of Ar-*

chitecture. Cadalyst. Recuperado 26 de septiembre de 2021, de <https://www.cadalyst.com/cad/building-design/generative-design-is-changing-face-architecture-12948#:~:text=%22Generative%20design%20is%20not%20about,Group%2C%20a%20nonprofit%20collective%20that>

5. Autodesk. (s. f.). *What is Generative Design*. Generative Design. Recuperado 26 de septiembre de 2021, de <https://www.autodesk.com/solutions/generative-design>

6. Brown, R. (2015). *The life of the mimetic starfish*. ACM DL Digital Library. Recuperado 26 de septiembre de 2021, de [https://dl.acm.org/doi/10.1162/ARTL\\_a\\_00168](https://dl.acm.org/doi/10.1162/ARTL_a_00168)

7. Brownlee, J. (2014). *Pentagram's Michael Bierut Rebrands The MIT Media Lab*. Fast Company. Recuperado 26 de septiembre de 2021, de <https://www.fastcompany.com/3037339/pentagrams-michael-bierut-rebrands-the-mit-media-lab>

8. Cappa, C. (s. f.). *Michael Noll*. Proyecto IDIS. Recuperado 26 de septiembre de 2021, de <https://proyectoidis.org/michael-noll/>

9. Compart. (s. f.). *Georg Nees*. Recuperado 26 de septiembre de 2021, de <http://dada.compart-bremen.de/item/agent/15>

10. Compart. (s. f.). *rot 19. Computer-Grafik*. Recuperado 26 de septiembre de 2021, de <http://dada.compart-bremen.de/item/publication/362>

11. EcuRed. (s. f.). *ALGOL*. Recuperado 26 de septiembre de 2021, de <https://www.ecured.cu/ALGOL>

12. Fast Company. (2018). *This is the most complex generative design ever made*. Recuperado 26 de septiembre de 2021, de [https://www.fastcompany.com/90269399/this-is-the-most-complex-generative-design-ever-made?position=1&campaign\\_date=04052019](https://www.fastcompany.com/90269399/this-is-the-most-complex-generative-design-ever-made?position=1&campaign_date=04052019)

13. Frabetti, C. (2020). *La hormiga de Langton*. El País. Recuperado 26 de septiembre de 2021, de <https://elpais.com/ciencia/2020-06-26/la-hormiga-de-langton.html>

14. Generative Art. (s. f.). *GENERATIVE ART*. Recuperado 26 de septiembre de 2021, de <https://www.generativeart.com/>

15. Giorgia Lupi. (s. f.). *Bulletin of the Atomic Scientists*. Recuperado 26 de septiembre de 2021, de <http://giorgialupi.com/bulletin-of-the-atomic-scientists>

16. Gottlieb, B. (s. f.). *Los signos vitales del arte procesual. Laboral, centro de arte y creación industrial*. Recuperado 26 de septiembre de 2021, de <http://www.laboralcentrodearte.org/es/recursos/articulos/es-arte-procesual-el-nuevo-cine>

17. Kang, R. (s. f.). *E Roon Kang/Math Practice*. E Roon Kang. Recuperado 26 de septiembre de 2021, de <http://eroonkang.com/projects/MIT-Media-Lab-Identity/>

18. Maizels, M. (2015). *Barry Le Va: The Aesthetic Aftermath*. Amazon. Recuperado 26 de septiembre de 2021, de <https://www.amazon.com.mx/Barry-Va-Aesthetic-Aftermath-English-ebook/dp/B0149PDWC4?asin=B0149PDWC4&revisionId=&format=2&depth=1>

19. Martin, S. (2011). *El diseño generativo*. vortica. Recuperado 26 de septiembre de 2021, de <https://vortica.wordpress.com/2011/08/09/el-diseno-generativo/>

20. Museo Nacional Thyssen-Bornemisza. (s. f.). *Arshile Gorky*. museothyssen. Recuperado 26 de septiembre de 2021, de <https://www.museothyssen.org/coleccion/artistas/gorky-arshile>

21. Onformative. (2012). *Unnamed soundsculpture embodiment of sound*. Recuperado 26 de septiembre de 2021, de <https://onformative.com/work/unnamed-soundsculpture/>

22. Reynolds, C. (2001). *Boids*. red3d. Recuperado 26 de septiembre de 2021, de <https://www.red3d.com/cwr/boids/>

23. Salazar, J. (2016). *Big Data en la educación*. Revista digital universitaria. Recuperado 26 de septiembre de 2021, de <http://www.revista.unam.mx/vol.17/num1/art06/art06.pdf>

24. Schwab, K. (2019). *This is the first commercial chair made using generative art*. Fast Company. Recuperado 26 de septiembre de 2021, de <https://www.fastcompany.com/90334218/this-is-the-first-commercial-product-made-using-generative-design>
25. Starck. (2020). *STARCK*. Recuperado 26 de septiembre de 2021, de <https://www.starck.com/a-i-introducing-the-first-chair-created-with-artificial-intelligence-p3801>
26. Stefan Sagmeister. (s. f.). *Casa da Musica*. Recuperado 26 de septiembre de 2021, de <https://sagmeister.com/work/casa-da-musica/>
27. The Green Eyl. (2011). *MIT MEDIA LAB*. The Green Eyl. Recuperado 26 de septiembre de 2021, de <http://www.thegreeneyl.com/mit-media-lab>
28. Trilnick, C. (s. f.-a). *Edward Ihnatowicz*. Proyecto IDIS. Recuperado 24 de septiembre de 2021, de <https://proyectoidis.org/edward-ihnatowicz/>
29. Trilnick, C. (s. f.-b). *Frieder Nike*. Proyecto IDIS. Recuperado 26 de septiembre de 2021, de <https://proyectoidis.org/frieder-nake/>
30. Wiley, J. & Sons Ltd. (2007). *The Architectural Relevance of Gordon Pask*. Haque. Recuperado 26 de septiembre de 2021, de [https://www.haque.co.uk/papers/architectural\\_relevance\\_of\\_gordon\\_pask.pdf](https://www.haque.co.uk/papers/architectural_relevance_of_gordon_pask.pdf)

## Videos

1. Autodesk University. (2018, 11 julio). *Morgan Fabian: A Future with Generative Design* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=8y2221s7scc>
2. Beattie, D. [NDC Conferences]. (2020, 26 febrero). *The Art of Code - Dylan Beattie* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=6avJHaC3C2U&t=1343s>
3. Exceltic. (2018, 16 febrero). *El Big Data en 3 minutos* [Video]. You-

Tube. <https://www.youtube.com/watch?v=w4vsFKMO7XA>

4. MoMa [The Museum of Modern Art]. (2010, 24 octubre). *How to paint like Jackson Pollock – One: Number 31, 1950 – with Corey D’Augustine | IN THE STUDIO* [Video]. YouTube. [https://www.youtube.com/watch?v=EncR\\_T0faKM](https://www.youtube.com/watch?v=EncR_T0faKM)

5. Sáenz, E. [Derivando]. (2018, 10 enero). *¿Qué es una máquina de Turing?* [Video]. YouTube. [https://www.youtube.com/watch?v=iaXLDz\\_UeYY](https://www.youtube.com/watch?v=iaXLDz_UeYY)

6. TNW. (2018, 29 mayo). *Che-Wei Wang (CW&T) on The new role of the designer in generative design | TNW Conference 2018* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=rj4ulW7uUNo>

7. Urist, S. [The Art Assignment ]. (2017, 15 junio). *The Case for Land Art | The Art Assignment | PBS Digital Studios* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=STW0eZDsKVg>

## Imágenes

**Figura 1.** León, J. (2019). Perlin Noise [Gráfico]. <https://www.youtube.com/watch?v=cAZ1jYiq67E&list=PLtyMmy0eKyqFsLPeszmz7y4EzknZFjr-Guu&index=118>

**Figura 2.** Elaboración propia. (2021). *Flujo ascendente de la pirámide*. [Dibujo].

**Figura 3.** Generative Gestaltung. (2018). *Noise values (noise 2d)* [Gráfico]. Generative Design. [http://www.generative-gestaltung.de/2/sketches/?02\\_M/M\\_1\\_5\\_02](http://www.generative-gestaltung.de/2/sketches/?02_M/M_1_5_02)

**Figura 4.** Elaboración propia. (2021). *Tétrade propuesto por McLuhan y Powers* [Dibujo].

**Figura 5.** Elaboración propia. (2021). *Pirámide figura-fondo* [Dibujo].

**Figura 6.** David Mrugala. (2017). *The sound of the Sun* [Gráfico]. Fineartamerica. <https://fineartamerica.com/featured/the-sound-of-the-sun-audiovisual-of-soho-spacecraft-by-esa-and-nasa-david-mrugala.html>

**Figura 7.** David Mrugala. (2017). *Sound of Earth* [Gráfico]. Fineartamerica. <https://fineartamerica.com/featured/sound-of-earth-audiovisual-of-nasa-voyager-recordings-david-mrugala.html>

**Figura 8.** Generative Gestaltung. (2018). *Expansión de vectores* [Gráfico]. Generative Design. [http://www.generative-gestaltung.de/2/sketches/?02\\_M/M\\_6\\_1\\_01](http://www.generative-gestaltung.de/2/sketches/?02_M/M_6_1_01)

**Figura 9.** Digisnap Design. (s.f.). *Representación tridimensional* [Gráfico]. Digisnap Design. <https://twitter.com/digisnap/status/595079676713893888>

**Figura 10.** Elaboración propia. (2021). *Interfacialidad* [Dibujo]

**Figura 11.** Maxwell, J. C. (1873). *Treatise on Electricity and Magnetism Fig 01* [Ilustración]. Wikipedia commons. [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Treatise\\_on\\_Electricity\\_and\\_Magnetism\\_Fig\\_01.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Treatise_on_Electricity_and_Magnetism_Fig_01.jpg)

**Figura 12.** Solaas, L. (s. f.). *Mesh experiments* [Gráfico]. Flickr. <https://www.flickr.com/photos/solaas/sets/72157619406450092/with/3605680922/>

**Figura 13.** Sanzio, R. (1509). *La escuela de Atenas* [Pintura]. Wikipedia. [https://es.wikipedia.org/wiki/La\\_escuela\\_de\\_Atenas#/media/Archivo:La\\_scuola\\_di\\_Atene.jpg](https://es.wikipedia.org/wiki/La_escuela_de_Atenas#/media/Archivo:La_scuola_di_Atene.jpg)

**Figura 14.** Buonarroti, M. (1501–1504). *David* [Escultura]. Wikipedia. [https://es.wikipedia.org/wiki/David\\_\(Miguel\\_%C3%81ngel\)#/media/Archivo:Michelangelo's\\_David\\_-\\_right\\_view\\_2.jpg](https://es.wikipedia.org/wiki/David_(Miguel_%C3%81ngel)#/media/Archivo:Michelangelo's_David_-_right_view_2.jpg)

**Figura 15.** Niépce, J. N. (1827). *View from the Window at Le Gras* [Fotografía]. Wikipedia. [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:View\\_from\\_the\\_Window\\_at\\_Le\\_Gras,\\_Joseph\\_Nic%C3%A9phore\\_Ni%C3%A9pce.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:View_from_the_Window_at_Le_Gras,_Joseph_Nic%C3%A9phore_Ni%C3%A9pce.jpg)

**Figura 16.** Elaboración propia. (2021). *Tecnología, pensamiento, realidad* [Dibujo]

**Figura 17.** Hoff, A. (s.f.). Sin título [Gráfico]. <https://img.inconvergent.net/generative/>



**Figura 18.** Generative Gestaltung. (2018). Noise values (noise 2D) [Gráfico]. Generative Design. [http://www.generative-gestaltung.de/2/sketches/?02\\_M/M\\_1\\_5\\_02](http://www.generative-gestaltung.de/2/sketches/?02_M/M_1_5_02)

**Figura 19.** Masson, A. (1986–1987). *Automatic Drawing* [Dibujo]. [https://www.moma.org/learn/moma\\_learning/andre-masson-automatic-drawing/](https://www.moma.org/learn/moma_learning/andre-masson-automatic-drawing/)

**Figura 20.** Masson, A. (s. f.). *Automatic Drawing* [Dibujo]. samanthafineartyear3. <https://samanthafineartyear3.wordpress.com/2016/01/20/andre-masson-wednesday-20th-jan/#jp-carousel-339>

**Figura 21.** Pollock, J. (1948). Number 14:gray [Pintura]. Artsy. <https://www.artsy.net/artwork/jackson-pollock-number-14-gray>

**Figura 22.** Pollock, J. (1949). Number 1 [Pintura]. Artsy. <https://www.artsy.net/artwork/jackson-pollock-number-1-1949>

**Figura 23.** Smithson, R. (1970). *Spiral Jetty* [Fotografía]. Fahrenheit Magazine. <https://fahrenheitmagazine.com/arte/robert-smithson-el-precursor-del-land-art#view-1>

**Figura 24.** Denes, A. (1982). Wheatfield - A Confrontation: Battery Park Landfill, Downtown Manhattan [Fotografía]. Agnes Denes Studio. <http://www.agnesdenesstudio.com/works7.html>

**Figura 25.** Christo, y Jeanne-Cluade (2016). *Floating piers* [Instalación]. <https://www.archdaily.mx/mx/789751/the-floating-piers-como-se-construyo-la-ultima-gran-obra-de-christo-y-jeanne-claude>

**Figura 26.** Generative Gestaltung (2018). *Nodes and springs* [Gráfico]. [http://www.generative-gestaltung.de/2/sketches/?02\\_M/M\\_6\\_1\\_03](http://www.generative-gestaltung.de/2/sketches/?02_M/M_6_1_03)

**Figura 27.** Felton, N. (s. f.). *Markers* [Gráfico]. Nicholas Felton - Skillshare. <https://www.skillshare.com/projects/Playing-with-Markers/41384>

**Figura 28.** Felton, N. (s. f.). *Meteor strike* [Gráfico]. Nicholas Felton - Skillshare. <https://www.skillshare.com/classes/Designing-Data-Visualizations-Getting-Started-with-Processing/1063775924?via=us>

er-profile?via=project-details

**Figura 29-32.** Generative Gestaltung. (2018). *Changing size and position of circles in a grid* [Gráfico]. Generative Design. [http://www.generative-gestaltung.de/2/sketches/?01\\_P/P\\_2\\_1\\_2\\_01](http://www.generative-gestaltung.de/2/sketches/?01_P/P_2_1_2_01)

**Figura 33.** Rabat, N., & Kham, A. (s. f.). *The great Mosque of Cordoba. Floor plans showing four phases of development.* [Gráfico]. Archnet. <https://archnet.org/sites/2715/publications/1237>

**Figura 34.** Disfruta Cordoba (s.f.). *Mezquita Catedral de Córdoba.* [Fotografía]. Civitatis. <https://www.disfrutacordoba.com/mezquita-catedral>

**Figura 35.** FéRmiN. (2017). *Detalle de la Iglesia del Cristo Obrero* [Fotografía]. ArchDaily. <https://www.archdaily.mx/mx/874828/tres-obras-de-eladio-dieste-son-declaradas-monumentos-historicos-en-uruguay/5956aa44b22e385368000265-tres-obras-de-eladio-dieste-son-declaradas-monumentos-historicos-en-uruguay-foto>

**Figura 36.** Budd, J. (s. f.). *Iglesia del Cristo Obrero* [Fotografía]. befront magazine. <https://befrontmag.com/2016/10/17/inside-iglesia-del-cristo-obrero/>

**Figura 37.** SAU. (s.f.). *Coro Nuevo Hamburgo | Iglesia Cristo Obrero.* [Fotografía]. <https://www.sau.org.uy/coro-nuevo-hamburgo-iglesia-cristo-obrero/>

**Figura 38.** Flake, G. (1993). Niveles de Complejidad [Gráfico]

**Figura 39.** Generative Gestaltung. (2018). *P\_2\_0\_03* [Gráfico] [http://www.generative-gestaltung.de/2/sketches/?01\\_P/P\\_2\\_0\\_03](http://www.generative-gestaltung.de/2/sketches/?01_P/P_2_0_03)

**Figura 40.** Benglis, L. (2014). *Hills and clouds* [Fotografía]. Arte y Naturaleza. <https://arte-y-naturaleza.net/category/autores/lynda-benglis/>

**Figura 41.** Le Va, B. (2015). *Six Blown Lines* [Fotografía]. Mary Boon Gallery <https://walkerart.org/collections/publications/art-expanded/barry-le-va/>

**Figura 42.** Generative Gestaltung (2018). *P\_2\_2\_5\_01* [Gráfico]. [http://www.generative-gestaltung.de/2/sketches/?01\\_P/P\\_2\\_2\\_5\\_01](http://www.generative-gestaltung.de/2/sketches/?01_P/P_2_2_5_01)

**Figura 43.** Langton's Ant. (2021). *Hormiga de Langton, 3 pasos* [Gráfico]. Langton's Ant. <http://www.langtonant.com/>

**Figura 44.** Langton's Ant. (2021). *Hormiga de Langton, 13,000 pasos* [Gráfico]. Langton's Ant. <http://www.langtonant.com/>

**Figura 45.** Reynolds, C. (1987). Boids, flocking behaviour [Gráfico]. Research Gate. [https://www.researchgate.net/figure/Boids-Craig-Reynolds-1987-Flocking-Behavior\\_fig3\\_31207](https://www.researchgate.net/figure/Boids-Craig-Reynolds-1987-Flocking-Behavior_fig3_31207)

**Figura 46.** Generative Gestaltung. (2018). *P\_2\_2\_3\_01* [Gráfico] [http://www.generative-gestaltung.de/2/sketches/?01\\_P/P\\_2\\_2\\_3\\_01](http://www.generative-gestaltung.de/2/sketches/?01_P/P_2_2_3_01)

**Figura 47-50.** Starck Network. (2019). *First AI designed chair* [Gráfico]. Vimeo. <https://vimeo.com/329305806>

**Figura 51.** Noll, M. (1962). *Patterns by 7090* [Gráfico]. Proyecto IDIS. <https://proyectoidis.org/michael-noll/>

**Figura 52.** Nake, F. (1967). *No title* [Gráfico]. TATE. <https://www.tate.org.uk/art/artworks/nake-no-title-p80817>

**Figura 53.** Nees, G. (1965). *Schooter* [Gráfico]. Arte Digital. <https://elartedigital.wordpress.com/artistas/george-nees/#jp-carousel-13>

**Figura 54.** Generative Gestaltung (2018). *P\_2\_1\_2\_03* [Gráfico] [http://www.generative-gestaltung.de/2/sketches/?01\\_P/P\\_2\\_1\\_2\\_03](http://www.generative-gestaltung.de/2/sketches/?01_P/P_2_1_2_03)

**Figura 55.** Autoría propia. (2018). Fotografía [Fotografía]

**Figura 56.** Gahaku, A. (2021). *EX0* [Ilustración]. AI Gahaku: A masterpiece from your photos. <https://ai-art.tokyo/en/>

**Figura 57.** Gahaku, A. (2021). *IM2* [Ilustración]. AI Gahaku: A masterpiece from your photos. <https://ai-art.tokyo/en/>

**Figura 58.** Gahaku, A. (2021). *PO2* [Ilustración]. AI Gahaku: A mas-

terpiece from your photos. <https://ai-art.tokyo/en/>

**Figura 59.** Autoría propia (2021). Gráfico realizado en Processing [Gráfico].

**Figura 60-62.** Autoría propia (2021). Movimiento de una esfera [Gráfico].

**Figura 63-66.** Autoría propia (2021). *Array de esferas, variación en número y color.* [Gráfico].

**Figura 67-69.** Autodesk University. (2018a). *Morgan Fabian: A Future with Generative Design* [Frame]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=8y2221s7scc>

**Figura 70.** GenerativeGestaltung(2018). *P\_2\_1\_3\_01* [Gráfico]. [http://www.generative-gestaltung.de/2/sketches/?01\\_P/P\\_2\\_1\\_3\\_01](http://www.generative-gestaltung.de/2/sketches/?01_P/P_2_1_3_01)

**Figura 71-74.** onformative. (2012). *Unnamed soundsculpture embodiment of sound* [Gráfico]. onformative. <https://onformative.com/work/unnamed-soundsculpture/>

**Figura 75,76.** The Green Eyle. (2011). MIT Media Lab Identity [Gráfico]. The Green Eyle. <http://thegreeneyl.com/mit-media-lab>

**Figura 77.** Casa da Música. (s. f.). *Casa da Música exterior* [Fotografía]. Casa da Música. <https://www.casadamusica.com/pt/a-casa-da-musica/espacos/exterior/?lang=pt>

**Figura 78-81.** Sagmeister, S. (s. f.). *Casa da Música, 6 variaciones* [Gráfico]. Sagmeister. <https://www.sagmeister.com/work/casa-da-musica/>

**Figura 82.** Lupi, G. (2020). *Bulletin of the Atomic Scientists* [Gráfico]. Giorgialupi. <http://giorgialupi.com/bullettin-of-the-atomic-scientists>

**Figura 83.** Random Studio. (2018). *Nike: Interactive installation* [Fotografía]. Dutch Digital Design. <https://medium.com/@DutchDigital/nike-random-studio-introduces-interactive-installation-for-nike-free-4633a2f7fc9>

**Figura 84.** Buetypo (2000). *Optica Normal* [Gráfico]. <http://bluety-po.com/site/es/2017/04/21/optica/>

**Figura 85-87.** Schultzschtz. (s. f.). *MARKGRAPH* [Gráfico]. Schultzschtz. <https://www.schultzschtz.com/type-design.html>

**Figura 88.** Müller, B. (2002). *Poetry on the Road 02* [Gráfico]. Boris Müller. <https://esono.com/boris/projects/poetry02/>

**Figura 89.** Müller, B. (2006). *Poetry on the Road 06* [Gráfico]. Boris Müller. <https://esono.com/boris/projects/poetry06/>

**Figura 90.** Müller, B. (2011). *Poetry on the Road 11* [Gráfico]. Boris Müller. <https://esono.com/boris/projects/poetry11/>

**Figura 91.** White, D. (2020). *The Queen's Gambit* [Gráfico]. <https://www.artofthetitle.com/title/the-queens-gambit/>

**Figura 92-94.** Davis, J. (2016). *Pepsi + Pharrell Williams* [Gráfico] <https://joshuadavis.com/Pepsi-Pharrell-Williams-Super-Friday-Night>

**Figura 95.** Ramallo, F., Kanaga, D. (s.f.). *Panoramical* [Gráfico] <https://store.steampowered.com/app/284260/PANORAMICAL/>

**Figura 96.** Generative Design (2012). Diseño de proceso [Gráfico].

**Figura 97.** Generative Gestaltung (2018). *P\_3\_1\_3\_05* [Gráfico]. [http://www.generative-gestaltung.de/2/sketches/?01\\_P/P\\_3\\_1\\_3\\_05](http://www.generative-gestaltung.de/2/sketches/?01_P/P_3_1_3_05)

**Figura 98.** Elaboración propia (2021). *Movimiento de la pirámide* [Dibujo]

**Figura 99.** Generative Gestaltung (2018). *P\_1\_2\_3\_03* [Gráfico] [http://www.generative-gestaltung.de/2/sketches/?01\\_P/P\\_1\\_2\\_3\\_03](http://www.generative-gestaltung.de/2/sketches/?01_P/P_1_2_3_03)