



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
POSGRADO EN ARTES Y DISEÑO**

**PROCESOS DE CODIFICACIÓN Y  
AUTOMATIZACIÓN DEL DISEÑO GRÁFICO**

TESIS  
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:  
DOCTORA EN ARTES Y DISEÑO

PRESENTA:  
Mtra. Anabell Estrada Zarazúa

TUTOR PRINCIPAL  
Dr. Arturo Albarrán Samaniego (FAD, UNAM)

MIEMBROS DEL COMITÉ TUTOR  
Dr. Fernando Zamora Águila (FAD, UNAM)  
Dr. Ricardo Cedeño Montaña (Universidad de Antioquia)

Ciudad Universitaria, diciembre de 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.





Justice, which entails acknowledgment, recognition, and loving attention, is not a state that can be achieved once and for all. There are no solutions; there is only the ongoing practice of being open and alive to each meeting, each intra-action, so that we might use our ability to respond, our responsibility, to help awaken, to breathe life into ever new possibilities for living justly. The world and its possibilities for becoming are remade in each meeting. How then shall we understand our role in helping constitute who and what come to matter? How to understand what is entailed in the practice of meeting that might help keep the possibility of justice alive in a world that seems to thrive on death? How to be alive to each being's suffering, including those who have died and those not yet born? How to disrupt patterns of thinking that see the past as finished and the future as not ours or only ours?

**Karen Barad**

## Agradecimientos

Me siento agradecida de manera muy profunda con todxs y todo aquellxs y aquello que ha sido partícipe en mi vida a lo largo estos cuatro años. Hoy, a punto de guardar la versión final, en un mar de incertidumbre respecto a muchas cosas, después de eventos sociales y económicos abrumadores e incomprensibles, me siento sostenida y abrazada por una red. Primero, gracias infinitas a mi familia: a mi papá, Ernesto, y a Martha por su ejemplo, su cariño y cuidados, por ser un cimiento en mi vida; a mis hermanas por estar ahí, por su cariño y por enseñarme que hay muchas formas de ver; a mi mamá, Pilar, por mi vida y su contribución a ser quien soy; a Paty, Paco e Ilse por su buena onda y presencia. A mis amigos: Ana, Whaley, Naiquí, Jorge, Marian, Manuel, Marco, Rafa, Rafa (jr.), Arturo, Diego Z., Hellène, Diana, Diego, Baltasar, Erika, Juanpi, Mabel, Amado, Magda, Ari, Nayelli y Francisco por su cariño, su presencia, por la complicidad y los ánimos, por las risas, el gozo y las lágrimas compartidas. A mi comité tutor: Arturo, Fernando y Ricardo, por su trabajo a lo largo de estos años, por sus consejos y lectura. A los profesores Marco y Luis, por su amistad y todo lo que he aprendido de ellos. A todo el personal administrativo del Posgrado, especialmente a Alejandra y Evangelina. Y muy especialmente a todas las personas que con su trabajo y cansancio contribuyen a que los estudiantes de posgrado de la Facultad podamos contar con una beca para dedicarnos de tiempo completo a realizar nuestras investigaciones. A la vida que hay en mi y a la que me envuelve. Espero que esta investigación pueda honrarles.

<b>Introducción</b>	p. 8		
<b>1</b> Automatización y la codificación del diseño: contextualización, problematización y abordaje de la investigación	p. 14	p. 15	<b>1.1</b> Contextualización: la búsqueda por automatizar el diseño gráfico
		p. 21	<b>1.2</b> Perspectiva teórica para el abordaje de la investigación
		p. 24	<b>1.3</b> La pregunta por la automatización y la codificación del diseño
		p. 31	<b>1.4</b> Consideraciones metodológicas
		p. 31	1.4.1 Perspectiva metodológica
		p. 35	1.4.2 Marco conceptual
<b>2</b> Codificación y automatización del diseño previo al uso de computadoras para la configuración de artefactos visuales	p. 44		
		p. 90	<b>3.1</b> Interfaces computacionales y la automatización de algunas capacidades vinculadas con el dibujo
<b>3</b> Tecnologías que automatizan procesos en la configuración de artefactos visuales	p. 90	p. 109	<b>3.2</b> <i>Software</i> para la configuración de artefactos visuales: la automatización del dibujo
		p. 132	<b>3.3</b> <i>Software</i> , codificación y automatización
<b>4</b> La producción automatizada de artefactos visuales en el diseño	p. 148		
		p. 218	<b>Conclusiones</b>
		p. 224	Futuras reflexiones
		p. 226	Una comprensión posthumana del diseño
		p. 229	<b>Referencias</b>
		p. 240	<b>Índice temático</b>

p. 47 **2.1** La racionalización del diseño gráfico en la escuela de Ulm y otros procesos de infoproducción del diseño

p. 48 2.1.1 La mirada científica, los métodos y la infoproducción del diseño

p. 53 2.1.2 Matemáticas, abstracción computacional y la comprensión del diseño en Ulm

p. 55 2.1.3 Principios de la automatización en la esquematización del diseño

p. 66 **2.2** Automatización y codificación en los procesos de legitimación y la enseñanza del diseño

p. 82 **2.3** La configuración de un concepto global del diseño a partir de la codificación y movilización

p. 67 2.2.1 Racionalización e infoproducción del diseño: cambios de perspectiva entre Bauhaus y la escuela de Ulm

p. 69 2.2.2 Codificación y automatización en la enseñanza del diseño

p. 74 2.2.3 La "enseñanza programada" del diseño

p. 94 3.1.1 Primeras interfaces para el *input* y *output* de información: codificación de la percepción visual y el gesto manual

p. 102 3.1.2 Interfaces Gráficas de Usuario

p. 133 3.3.1 Dibujo manual vs dibujo digital

p. 140 3.3.2 Works like magic: opacidad y lo deseable del software

p. 143 3.3.3 Software, formalización y codificación

p. 111 3.2.1 Primeros programas para manipulación digital de gráficos

p. 120 3.2.2 PostScript, Illustrator y la automatización del dibujo

p. 151 4.1.1 Canva

p. 153 4.1.2 Figma

4.1.3 La automatización del diseño en las plataformas analizadas

p. 151 **4.1** Sistemas para la producción semi-automatizada de artefactos visuales en el diseño

p. 161 4.2.1 Automatización de la visión

p. 174 4.2.2 Inteligencia artificial y la producción automatizada de artefactos visuales

p. 158 **4.2** Modelos de inteligencia artificial que automatizan la visión y la producción de artefactos visuales

p. 181 4.3.1 Integración de inteligencia artificial en la suite de Adobe

p. 185 4.3.2 LOOKA

p. 186 4.3.3 Art.Lebedev Studio, Nikolay Ironov y el diseño gráfico automatizado

p. 189 4.3.4 Midjourney

p. 180 **4.3** Sistemas de inteligencia artificial que automatizan el diseño gráfico

p. 191 **4.4** La inteligencia artificial y la automatización del diseño gráfico

p. 191 4.4.1 *Prompts*, aceleración y el estilo en la producción automatizada de artefactos visuales

p. 198 4.4.2 Infoproducción y labor humana: detrás de la magia de la automatización

p. 202 4.4.3 Discursos en torno a la distinción diseñador/inteligencia artificial

# Introducción

Saber de la existencia de plataformas que desde 2016 ofrecían servicios de diseño automatizado con motores de inteligencia artificial (IA) despertó en mí la inquietud de re-orientar la investigación que unos meses antes había propuesto para ingresar al Posgrado. En un inicio, las preguntas que surgían en mí al respecto se relacionaban con las implicaciones que traía consigo la incorporación de dichos sistemas a la práctica del diseño y también con las problemáticas relacionadas con la sustitución de diseñadores humanos –inquietud que he encontrado de forma reiterada en diversas discusiones sobre el tema–. Sin embargo, al seguir las pautas e intereses hacia los que apunta la teoría de medios y al acercarme a la indagación al respecto de cómo funcionan los sistemas que materializan la producción automatizada de artefactos visuales, se definió que los cuestionamientos y hallazgos en el proceso de investigación tomaran una dirección definida que se alejaba de esas primeras inquietudes.

En los primeros meses del doctorado tuve la oportunidad de profundizar al respecto de perspectivas como la teoría de medios y las técnicas culturales al retomar el trabajo de autores como Sybille Krämer, Friedrich Kittler, Jussi Parikka, entre otros, que su momento me interesó comprender para implementar las pautas de análisis que proponen como parte de mi acercamiento al problema. No obstante, con el avance del proyecto se volvió necesario incorporar el trabajo de personas que se acercan de forma más directa a temáticas como la teorización del diseño, al fenómeno de la incorporación de tecnologías computacionales en diversos ámbitos de la vida humana, así como la reflexión de cómo operan las tecnologías que, de forma específica, automatizan la generación de artefactos visuales. Así, acercarme los mecanismos detrás de los modelos de IA con la idea de reflexionar al respecto de las condiciones que posibilitan la generación automática de artefactos visuales, orientó los intereses que se volvieron clave para mi búsqueda. Como resultado de dicha indagación, la presente tesis constituye una reflexión no al respecto de la IA sino al respecto de la automatización en el diseño gráfico.

En un inicio, la digitalización (Kramer 2018, 2019) dirigió en buena medida los primeros acercamientos al funcionamiento de los modelos de IA y los programas que automatizan operaciones del proceso de configuración de artefactos visuales.

A partir de ello, surgieron como relevantes temáticas como la inscripción (Latour 1986, Cardoso 2015, McLuhan 1962), y con esto, la programabilidad y la formalización. Lo anterior, se sumó a las pistas que tanto Ricardo Cedeño como Fernando Zamora –miembros de mi comité tutor– facilitaron al acercarme al caso de la escuela de Ulm (Bense 1989, Neves 2013, Rittel 1971, entre otros) o al trabajo de Vilem Flusser (2017) y Marshall McLuhan (1962), lo cual resultó clave para acercarme a diversos ejercicios de descripción formal del diseño, y por lo tanto a su sistematización y racionalización. En consecuencia, tomó relevancia seguir la pista de la codificación como una acción fundamental para el desarrollo de diversas técnicas y tecnologías computacionales que automatizan operaciones y capacidades relacionadas con el diseño gráfico.

De esta manera, el propósito de esta tesis fue llevar a cabo un recorrido reflexivo respecto a momentos y artefactos en los que se materializan diversas formas de automatización de capacidades, procesos y acciones relacionadas con el diseño gráfico, al prestar atención de manera particular al lugar que ocupan los dispositivos computacionales. Lo anterior, desde una propuesta de investigación descriptiva y correlacional, en la que destacaron acciones como: el análisis discursivo de la postura de diversos teóricos, docentes y practicantes del diseño; la caracterización de diversas tecnologías implicadas en la configuración de artefactos visuales; el establecimiento de relaciones entre prácticas discursivas, artefactos y dispositivos asociados con la automatización, entre otras.

Con el fin de dejar claro mi posicionamiento, dediqué el primer capítulo al delimitado de la perspectiva teórica que implemento a lo largo de la investigación. En un comienzo, propuse observar a la relación con la tecnología como problema subyacente al problema de la automatización, tema importante a considerar en la actualidad dada la presencia ubicua de una ecología de dispositivos electrónicos en la vida humana, y en especial, al observar el lugar que las computadoras y el *software* tienen para la práctica del diseño. Posteriormente, me dí a la tarea de hablar al respecto de la problemática de la automatización que de manera concisa propongo analizar, misma que se articula a partir una serie de cuestionamientos acerca de las condiciones de posibilidad del desarrollo de sistemas computacionales con los que se automatiza el diseño gráfico.

En este sentido, el trabajo de autores como Franco Berardi, “Bifo” (2019) y Luciana Parisi (2013, 2019), constituyeron la base desde la cual entendí y exploré el problema de la automatización en relación a tres operaciones relevantes para el desarrollo de sistemas computacionales que sustituyen la acción humana en la configuración de artefactos visuales: la infoproducción, la abstracción computacional y el análisis es-

estadístico. En la discusión que desarrollo, las anteriores dimensiones de la problemática fungieron como ejes temáticos que guiaron la observación de diversos artefactos y dispositivos que materializan diversos tipos y niveles de automatización (Manovich 2013) del diseño. Por su relevancia, dediqué parte del capítulo a desarrollar dichos conceptos al hablar acerca de aquellas dimensiones de la problemática de la automatización que me permitirían explorar.

Acto seguido, elaboré una exposición acerca de los conceptos, autores y principios de análisis que retomo para la argumentación, mismos que se circunscriben a aproximaciones como la teoría del diseño, la teoría de medios y los estudios de *software* principalmente. Un rasgo relevante de la teoría de medios es su interés por la dimensión operativa y material de la cultura. Observar al diseño desde estos términos planteó la necesidad de prestar atención a las diferentes tecnologías que se involucran en la configuración y diseminación, tanto de los artefactos visuales diseñados como de un concepto de diseño en sí mismo. Así, uno de los rasgos que caracterizan mi posicionamiento fue la comprensión de que los artefactos y dispositivos implicados en la práctica del diseño logran no solo modelarlo en una dimensión práctica sino también en un sentido conceptual, es decir, que logran modificar la forma en que éste es pensado y percibido.

Entre las herramientas que retomé de la perspectiva de los estudios de *software*, está la observación del papel de los programas computacionales en el modelado de la cultura (Manovich 2013), lo cual se vuelve fundamental al situar el papel de los programas de diseño en la producción de artefactos visuales en la actualidad. Como una orientación que deriva de la teoría de medios, los estudios de *software* proponen observar que el desempeño de las tecnologías computacionales manifiestan características específicas en sus formas de mediación, planteando incluso la noción de “meta-medio”, por la simulación de diversas herramientas llevadas a cabo en un mismo dispositivo. En la dirección a la que apunta esta aproximación, resultó relevante pensar en torno al desarrollo de los primeros programas de dibujo, en los mecanismos detrás de su operación, así como en las técnicas e instrumentos con los que se logra sustituir la acción humana en el proceso de producción gráfica en el diseño. Visibilizar lo anterior, constituyó una tarea relevante al considerar que las características mismas del *software* constituyen el marco de acción para la producción digital de artefactos visuales en la actualidad.

Por su parte, en el capítulo 2 abordé el problema de la codificación y automatización del diseño en casos donde no está involucrado de manera directa el uso de computadoras. Por un lado, me pareció relevante resaltar cómo diversos ejercicios de teorización del diseño pueden entendidos como ejercicios de inscripción de los cuales

resultan una serie de parámetros y axiomas que más adelante se vuelven de utilidad en el desarrollo tanto de *software* para el diseño, como de modelos de IA que producen artefactos visuales. Adicionalmente, analicé el funcionamiento de los códigos computacionales en relación a las estructuras de datos y los algoritmos como paradigmas de interpretación y organización (Kockelman 2017) que han tenido una influencia en la teorización y enseñanza del diseño. Encontrar que para diversos teóricos y docentes del diseño habían resultado atractivas disciplinas como la informática, la cibernética y las ciencias de la información, constituyó un hallazgo importante y a su vez una clave para la construcción del tercer capítulo de la investigación.

Así, en el capítulo 3 elaboré una reflexión acerca de diversos dispositivos que automatizan la configuración artefactos visuales. Con este objetivo, encontré útil comenzar con aquellos artefactos que abren la posibilidad para que diseñadores sin conocimiento en programación pudieran usar una computadora: las primeras interfaces que se plantearon para la visualización y manipulación de gráficos. Aunque no intenté hacer un recuento exhaustivo del desarrollo histórico aquellos sistemas que se volvieron relevantes para el diseño me pareció importante introducir algunos que tuvieron un papel fundamental, como lo son las pantallas, las interfaces gráficas de usuario y el *mouse*. El análisis de las interfaces implicó el reconocimiento de los actos de codificación –infoproducción– y la abstracción computacional de la percepción y la cognición humana que se materializa en dispositivos y sistemas que el día de hoy son fundamentales para la práctica del diseño.

De forma posterior, toco también casos determinados de *hardware* y *software* integrados de forma incipiente en la práctica del dibujo, temática que sustenta la decisión de enfocar el análisis, de forma posterior, en programas como Illustrator. En ambos casos, resalta el papel de este tipo de programas como casos particulares en la automatización de acciones relacionadas directamente con la configuración de artefactos visuales, ya que de manera previa requerían el involucramiento de un cuerpo en interacción con una serie de instrumentos y sustratos. Así, observar la reducción de la actividad del dibujo a la interacción de la mano, la mirada y la cognición del diseñador con un número reducido de interfaces físicas y virtuales, resultó ser una oportunidad relevante para reconocer los cambios que trae consigo la automatización mediada por dispositivos computacionales. Sin embargo, desde mi perspectiva este fenómeno es equivalente a lo sucedido en diversas áreas relacionadas con el diseño, como lo sería el diseño editorial, la animación, entre otros, que de manera similar fueron prácticas que se vieron trastocadas por el surgimiento de diversos tipos de *software*.

En este capítulo, fue relevante comprender la serie de discursos que rodearon a la producción y uso de las interfaces que ocupan un lugar fundamental en la relación entre diseñador y computadora. Como busqué demostrar, dichos discursos también están presentes en la percepción de cómo operan los programas de diseño, e incluso en la forma de ver a la IA generativa que comienza a integrarse al diseño.

Por su parte, en el capítulo 4 elaboré una reflexión acerca de distintas tecnologías de IA que automatizan diversas capacidades humanas que involucradas en el proceso de diseño. En esta discusión, me pareció importante comenzar con una panorámica acerca de los primeros acercamientos a la automatizaron de la visión, como el perceptron desarrollado por Frank Rosenblatt (1958), ya que sentó las bases para desarrollos posteriores en el campo de la IA. Posteriormente, me interesó sentar las bases de una comprensión de diversos modelos para el reconocimiento y clasificación de imágenes, mismos que abrieron el camino para el desarrollo de los modelos generativos que al día de hoy son incorporados a la práctica del diseño.

Observar el funcionamiento de los modelos de IA generativos desde los términos que estructuran la información, manifestó la relevancia del procesamiento del lenguaje natural como clave en su forma de aprendizaje aprendizaje. La efectividad de un *prompt* en la solicitud de un artefacto visual recae en la posibilidad de que una RN logre establecer una conexión entre las palabras que componen el pedido y aquello que aprendió durante sus entrenamientos. Así, la inforproducción o la representación formal del sentido, se manifestó como la condición de posibilidad para el reconocimiento, es decir para la atribución semántica de sentido, de la IA.

Cierro el capítulo con una serie de reflexiones al respecto de los discursos que pueden verse surgir al respecto al desempeño de la IA, en los que suele confrontarse las capacidades humanas con respecto a las máquinas. Como será posible apreciar, la recepción al respecto marca una serie de transformaciones en lo que concierne al valor y comprensión que se tiene acerca del diseño, así como en la relación de quien diseña con respecto a sus productos.

A manera de conclusión, además de hablar sobre algunos de los hallazgos relevantes que surgieron a lo largo de la investigación, elaboré una serie de reflexiones de carácter proyectivo respecto a los desplazamientos que podrían verse ocurrir en adelante conforme la IA vaya integrándose en los procesos de diseño. Me pareció fundamental visibilizar cómo algunas de las transformaciones que sucedieron con la llegada de las computadoras y el *software* al diseño constituyen potenciales referencias para entender los cambios que podrían darse en los próximos años.

# 1

## **Sobre automatización y la codificación del diseño:**

contextualización,  
problematización y  
abordaje de la investigación

# 1.1 Contextualización: la búsqueda por automatizar el diseño gráfico

En este apartado hago una breve contextualización del desarrollo de tecnologías computacionales en el proceso de automatización del diseño gráfico, misma que servirá de base para el planteamiento de la problemática específica que busco abordar en la investigación. A lo largo de estas líneas, se podrán observar diversos intereses y dificultades que rodearon a la producción de tecnologías computacionales que poco a poco fueron integrándose a la práctica del diseño. Sin embargo, aunque no es hasta finales de 2010 donde ya es posible encontrar acercamientos al desarrollo de sistemas de IA generativos, la historia del desarrollo informático en dicho campo comienza años atrás.

En la década de 1950 diversos intereses animaban una inquietud acerca de las posibles implicaciones y beneficios que podría traer consigo la automatización. En ese momento la idea general que se tenía al respecto de la IA y la automatización se relacionó con la posibilidad de construir máquinas que llevaran a cabo tareas rutinarias con el objetivo concreto de acelerar y perfeccionar procesos de producción. La potencial autonomía que se contemplaba para las máquinas automatizadas se limitó a una dimensión operativa, por lo que la toma de decisiones quedaba en manos de los seres humanos, lo cual se puede observar en la enunciación de Friedrich Pollock:

El desarrollo de la automatización se ve limitado por el conocimiento técnico de los ingenieros, el costo de construcción de las máquinas automáticas, la demanda de dichas máquinas y disponibilidad de especialistas entrenados capaces de diseñar, conseguir y operar tales máquinas. Desde un punto de vista puramente técnico, no hay ninguna duda de que es posible diseñar máquinas automáticas para realizar cualquier tarea reiterativa con mayor velocidad, precisión y cuidado de los que son capaces los trabajadores humanos (Pollock 1957, en Berardi, 2019, p. 175).

En años subsecuentes, a la búsqueda por automatizar procesos industriales de producción se sumó un interés por la automatización de procesos involucrados con el diseño mismo, concretamente en el campo del diseño industrial y de producto. Hacia 1970 se activaron centros de investigación, donde diversos actores dedicaban diversos esfuerzos en este sentido. Un caso que se puede citar es el del proyecto liderado por el académico e investigador Nigel Cross, quien en la Universidad de Mánchester colaboró junto con un equipo de trabajo entre cuyos integrantes podía encontrarse al investigador y diseñador Jone Chris Jones. El proyecto se tituló “Simulación de Diseño Asistido por Computadora”. Aquí comenzaron a plantearse algunas preguntas acerca de qué podría significar diseñar con ayuda de una computadora, así como el uso del término CAD [*Computer Aided Design*] (Cross, 2001). Dado el avance en el desarrollo de computadoras alcanzado para el momento, dicho ejercicio fue principalmente hipotético y sobre todo tuvo como propósito observar dinámicas de comportamiento e interacción entre un humano y una computadora frente a un problema de diseño.

El ejercicio consistió en presentar a un grupo de arquitectos un *brief*, según el cual habrían de configurar un boceto. Entre las herramientas con las que fueron provistos para tal tarea había instrumentos de dibujo y una computadora simulada. La interacción con esta “computadora” involucró alimentarla con una serie de tarjetas donde los sujetos podían escribir preguntas, detrás de la pantalla se encontraba un equipo de ingenieros y arquitectos que sugerirían una respuesta y la escribían en una tarjeta que regresaba al arquitecto participante. Entre los resultados del ejercicio se consideró una aceleración del proceso de diseño a raíz de la interacción con la “computadora”, una ventaja asociada con “la reducción de la incertidumbre” dada al obtenerse las respuestas, mismas que los participantes “aceptaron como confiables” (Cardoso, 2015b, p. 45).

De igual manera, la automatización fue una tarea importante para institutos de investigación y enseñanza como el MIT, que ya desde 1960 contaba con un área de estudio destinada a la investigación acerca de cómo se diseña tanto en la dimensión física como en la dimensión intelectual. Esta institución albergó investigaciones y desarrolladores importantes para la historia de la automatización del diseño, como es el caso de Ivan Sutherland, estudiante que hacia 1963 planteó uno de los primeros programas capaces de manipular gráficos: Sketchpad. En su búsqueda fueron relevantes temas como las “técnicas para la representación y manipulación de información” (Cardoso, 2015a, p. 58) propias del diseño, así como la comunicación simbólica humano-computadora. En general, en la carrera por desarrollar sistemas que

automatizaran el diseño que tuvo lugar se encontraron diversas dificultades, entre las cuales resaltó la dificultad que traía consigo explicar las operaciones que llevaba a cabo quien diseñaba en su proceso, en particular en lo respectivo a los procesos intelectuales y subjetivos. En su momento, dicha circunstancia llevó a los investigadores al reconocimiento de las grandes dificultades que traería consigo desarrollar un sistema que simulara el proceso de diseño en su totalidad. En cambio se identificaron tareas y procesos particulares que podrían ser susceptibles de aumentarse o automatizarse, como lo fueron la producción y el trazo de bocetos y planos constructivos, la descripción geométrica y algebraica de formas, entre otras (Cardoso, 2015a). Ante dicho panorama, entre 1970 y 1980 se desarrollaron diversos programas que llevaron a cabo determinadas acciones involucradas en la producción gráfica en el diseño.

Hubo múltiples variables que se ubicaron como críticas en la decisión de automatizar o no ciertas operaciones del proceso de diseño. Como lo señala Morris Asimow, en el desarrollo computacional *hardware*, “automatizar o no un diseño [era] cuestión de economía. La inversión [recaía] principalmente en el costo de preparar un gran programa de cómputo” (Asimow, 1962, p. 82). Así, los primeros programas que se escribieron respondían en buena medida a una motivación económica: lograr reducir los tiempos, así como los esfuerzos de producción de diversos pasos de la configuración de artefactos visuales. En consecuencia, en un inicio la escritura de programas de diseño se enfocó a “simular las técnicas físicas, mecánicas o electrónicas, usadas para navegar, crear, editar e interactuar” (Manovich, 2013, p. 199) con múltiples tipos de información.

En la década de 1990 se dio un crecimiento exponencial en el número de programas de diseño que siguieron esta lógica y también en el número de diseñadores que integraron diversas tecnologías computacionales a su práctica profesional, con lo cual la forma de producir artefactos visuales en el campo del diseño se transformó de manera radical. Entre los primeros programas que se escribieron para el campo del diseño gráfico destacan aquellos que se dedicaron a la maquetación de texto, por ejemplo PageMaker, de la empresa Aldus. Lev Malovich (2013) señala que tanto el *software* para la edición de gráficos que se desarrolló desde esta época como los que se usan de forma cotidiana en la actualidad pueden ser entendido como poseedores de un “bajo nivel” de automatización, al manipularse a través de una “interfaz de comandos” y depender de la acción del usuario (p. 128).

Una década más tarde, se hizo de conocimiento público uno de los primeros algoritmos de procesamiento de imágenes: *Deep Dream*, que la empresa Google desarrolló hacia 2014. Dicho algoritmo reproducía y mejoraba imágenes a partir del entrenamiento con un *dataset* compuesto por millones de imágenes. Los productos del procesamiento de dicho algoritmo eran imágenes inquietantes, formadas por patrones entre los que se adivinaban siluetas –ojos en especial– que resaltaban los rasgos que la red encontró significativos. No pasó mucho tiempo antes del surgimiento de empresas en el campo del diseño que ofrecieron servicios de diseño gráfico potenciados por motores de IA, como es el caso de Looka, que desde 2016 brinda el servicio de producción de identidades gráficas. En ese mismo año, la empresa Adobe anunció la incorporación de IA a la suite de diseño, en particular en herramientas de identificación y recorte de elementos como las que se integran al programa de edición de imágenes Photoshop.

Años más tarde, la empresa lanzó el motor de IA llamado Sensei, con el que se aumentan diversas herramientas de edición y diseño en programas que se usan en la práctica profesional de manera cotidiana. Aunado a lo anterior, en 2020 la firma de diseño rusa Art.Levedeb anunció la integración de Nikolay Ironov –un sistema que articula redes neuronales y algoritmos– a las filas de diseñadores que componen la empresa. Estos son sólo algunos hitos en el proceso de reciente automatización del diseño en los que se incorporan sistemas de IA. Al seguir la argumentación de Manovich (2013), comprendo que los modelos de redes neuronales como los que traigo a la discusión son ejemplos de sistemas con un “alto nivel de automatización”, ya que requieren la definición de ciertos parámetros y controles especificados o no por una persona, sin la necesidad de ejecución directa por parte de un usuario.

La integración de la IA en la producción de artefactos visuales en el diseño confronta a la disciplina con una serie de preguntas críticas que surgen en torno a la posibilidad de que una máquina simule o supere las capacidades humanas, en especial al tomar en cuenta las particularidades que esto implica para ámbitos como el diseño y las artes. Lo anterior en razón de la relación de estas disciplinas con conceptos como la creatividad y la intuición, mismos que se asocian de manera importante como atributos propios de “lo humano”. De esta manera, algo a destacar del recuento anterior es que la carrera por la automatización del diseño con el uso de determinadas tecnologías computacionales no se limita a las transformaciones en las formas de producción, sino que además involucra cambios en la manera de definir y aprender el diseño.

El día de hoy se pueden encontrar múltiples textos que abordan diversas dimensiones de la presencia de modelos de IA que diseñan. En algunos casos se busca hacer del conocimiento de la comunidad cómo es que funciona la IA que diseña, en otros se explora la posibilidad de pensar si lo que hacen estas tecnologías puede ser comprendido como diseño. También pueden encontrarse discusiones en las que se resalta la inquietud por explorar la problemática de la sustitución del ser humano, así como aquellas que plantean herramientas o alternativas, entre otras cosas en búsqueda de visibilizar aquellas actividades que no son susceptibles de ser automatizadas.

En las siguientes líneas, pongo sobre la mesa algunos puntos relacionados con el lugar desde el cual comprendo el fenómeno de la automatización del diseño al ubicar que en este fenómeno resulta relevante el lugar de la tecnología con respecto a diversas prácticas humanas. La anterior reflexión surge al identificar que a lo largo de mi acercamiento en los primeros años de los estudios doctorales, los diversos textos que he tenido como referencia junto con los acercamientos dirigidos a la comprensión de cómo funcionan los sistemas de IA manifiestan una percepción problemática acerca de la relación entre el diseño y la tecnología. Como se podrá observar, la automatización que se logra con el *software* de diseño, de la misma manera que con los modelos de IA, además de buscar la simulación de capacidades humanas sigue una lógica de “permanente extensión” (Manovich, 2013, p. 156), es decir una búsqueda por el perfeccionamiento y el aumento constante —de la eficiencia, las capacidades, las posibilidades, la innovación, entre otras—.<sup>1</sup> En consecuencia, más allá de la sombra de amenaza relacionada con la sustitución del diseñador por una máquina, observo que una de las confrontaciones críticas que plantea la tecnología para la humanidad en estos momentos se vincula con la velocidad de su desarrollo, así como con la manera en que se establece como punto de comparación que confronta al ser humano al respecto de su identidad y sus capacidades.

Confrontaciones como las que señalo se perpetúan en fenómeno de la integración del IA al diseño, ya que en la producción automatizada de imágenes no solo se minimiza el tiempo y el esfuerzo dedicados a la configuración de un diseño, sino que

<sup>1</sup> En el documental titulado *The Ister*, se puede encontrar una discusión a profundidad al respecto del problema de la tecnología a través de una serie de entrevistas a filósofos como Bernard Stiegler, Jean-Luc Nancy y Philippe Lacoue-Labarthe, mismas en las que se abordan diversos fragmentos de la reflexión de Martin Heidegger al respecto de la tecnología, en articulación con el poema *Der Ister*, de Friedrich Hölderlin. Cfr. *The Ister* (2004), dirigida por David Barison y Daniel Ross.

con sistemas como Ironov o Looka –con los que un usuario puede ingresar su *brief*, elegir entre decenas de propuestas y hace un par de ajustes–, se sustituye la misma presencia del diseñador en el proceso.

De tal manera, propongo explorar el problema de la automatización del diseño gráfico en el reconocimiento de que este fenómeno no se limita al uso de tecnologías computacionales que sustituyen la acción humana –ya sea de manera parcial o en su totalidad– sino que involucra una serie de artefactos a partir de los cuales se ha pretendido pensar, practicar y enseñar el diseño gráfico. Para establecer cuál es el objetivo específico de la tesis, desarrollo en primer lugar el aparato teórico desde el cual me planteo en el abordaje de la problemática de la automatización. Este posicionamiento me permitirá hablar de forma subsecuente al respecto de aquellos aspectos en específico que busco desarrollar a lo largo de la investigación.

## **1.2 Perspectiva teórica para el abordaje de la investigación**

Como señalo en la introducción, me posiciono en la discusión al respecto de la automatización del diseño al articular conceptos y principios de análisis provenientes de diversos autores y aproximaciones. Puedo identificar que dichas herramientas muestran algunos rasgos en común, las cuales entiendo como resultado de diversas búsquedas por dar respuesta a problemas que se afrontan en la actualidad, entre los cuales destaca la relación con la tecnología. Los instrumentos y maneras que se han encontrado para dirigir el comportamiento de los sujetos, los problemas medioambientales, la distribución cada vez más desigual de los recursos, son conflictos que confluyen en alguna forma de dominio técnico, tanto sobre los recursos naturales como de la energía psíquica de las personas. Cuestionar la autonomía del individuo, visibilizar la interrelación entre lo humano y lo no-humano y observar la agencia de los objetos, son inquietudes comunes a aproximaciones teóricas a las cuales me ha interesado acercarme, y que influyen en las preguntas que planteo a lo largo de la investigación.

De forma relevante, reconozco la contribución que tiene en mi acercamiento la teoría de medios de la escuela germana, así como algunas de las particularidades en las que se ha enfocado una derivación de ésta conocida como teoría de las técnicas culturales. Más allá del estudio de los medios de comunicación masiva que ha sido de interés para teóricos de medios de otras latitudes, los enfoques que retomo reconocen la existencia de un cúmulo de objetos y prácticas que tienen un funcionamiento medial. En este sentido, la mediación se comprende en términos de objetos, prácticas y procesos que operacionalizan la relación entre agentes, instituciones, entre otro

tipo de ámbitos. Bajo dicho entendido, el fenómeno de la comunicación se integra sólo como una de las problemáticas por abordar, por lo que también cobran interés aquellos artefactos que materializan la posibilidad de transmisión y manipulación de información (Krämer, 2015) en un sentido amplio. En referencia a lo anterior, se puede comentar que estas perspectivas, retoman a su vez principios de diversos autores y disciplinas para conducir análisis discursivos donde lo no-humano, la procesualidad y otros atributos y fenómenos son el foco de atención.

Friedrich Kittler es un referente que me ayudó a problematizar en torno al papel de las tecnologías computacionales e influye en varios sentidos a la investigación. Un concepto importante en su trabajo es el de las “redes discursivas”, o más en específico “redes informacionales” [*information networks*], mismo que orienta la mirada hacia la operación de los medios al realizar acciones fundamentales para la cultura: el procesamiento, el almacenamiento o la transmisión de información (Siegert, 2015). En este punto es reconocible la repercusión que la teoría de la información de Claude Shannon y Warren Weaver –propuesta a finales de 1940– tiene para la configuración de la perspectiva medial, ya que situó un sustento material, cuantificable y calculable en los procesos comunicativos. Así, en muchos de los textos que tomo en cuenta se observa un interés por acciones relacionadas con la cuantificación y la calculabilidad.

Aunado a lo anterior, reconozco que los trabajos que han modelado mi mirada hacia el problema de la automatización del diseño convergen en manifestar de formas diversas un cambio de discurso que plantea descentrar la atención del sujeto humano, al situarlo dentro de un sistema de interacciones. De esta manera, la noción de “redes informacionales” que trabaja Kittler, encuentra comunes con la Teoría del Actor-Red de Bruno Latour (2005), o la reflexión acerca de las infraestructuras –tomada en cuenta por Cardoso (2015) y Parisi (2019)–. Dichos conceptos dan cuenta de una aproximación posthumanista desde la cual se propone repensar el papel de lo no-humano como agente al involucrar una comprensión sistémica y relacional de los fenómenos y procesos culturales. Por la relevancia y utilidad del concepto, más adelante retomaré la noción de infraestructura como concepto que permite identificar y caracterizar ciertos aspectos del lugar que ocupan las tecnologías computacionales y la IA en el diseño.

Adicionalmente, diversas investigaciones que se posicionan desde la teoría de medios y las técnicas culturales retoman un aparato de herramientas con una inclinación transdisciplinar y expresan intereses y principios de análisis provenientes de varios campos de estudio, tanto de las humanidades como de otras ciencias. Entre

las orientaciones del conocimiento que se busca articular se pueden enunciar las ciencias de la información y la computación, los estudios culturales, la antropología y el psicoanálisis, esto además de el análisis del *hardware* y los algoritmos, el realismo especulativo y el nuevo materialismo (Ikoniadou, 2015). Desde estos lugares, retomo una serie de nociones y principios desde los cuales re-imaginar el lugar de objetos y prácticas que se involucran en el diseño, en observancia de su capacidad de agencia en la producción material y de sentido.

En concordancia con el planteamiento al respecto de la problemática de la automatización del diseño, creo importante también hacer mención del aparato teórico desde el cual busco situarme para observar de manera específica a las tecnologías computacionales como las computadoras, las interfaces y el *software* en la práctica y reflexión del diseño. Desde la perspectiva medial, el análisis de las tecnologías computacionales ha sido un problema importante para autores como Kittler (2010, 2013) y Sybille Krämer (2015, 2018). Ambos se interesan por observar operaciones simbólicas que tienen un origen en el funcionamiento de determinadas tecnologías mediales, entre ellas las computadoras. En similitud con sus argumentos, también me ha sido interesante el planteamiento de los estudios de *software*, corriente teórica desde la cual se busca analizar de forma crítica su papel en la dimensión subjetiva y organizativa de la cultura. Entre los autores que tomo en cuenta ubico a Luciana Parisi (2019, 2013), Lev Manovich (2013) y Eric Scrivner (2020). Desde las bases que disponen estos autores, se invita a pensar en términos de conceptos como la programabilidad, los códigos, la recursividad y en general, en el modelado algorítmico de la cultura.

Desde este aparato teórico propongo pensar en el diseño como una práctica materializada, tecnológicamente definida y situada en un entramado de agentes, entre los cuales destaca el lugar que ocupan las tecnologías computacionales. De tal manera, que más que aunado a la descripción de los mecanismos detrás de determinados dispositivos en la producción de artefactos visuales busco visibilizar ciertos patrones de pensamiento, procesos simbólicos, principios operativos que tienen un origen o que se ven influenciados por las características específicas de determinados artefactos. Para definir de manera puntual mi planteamiento, en el siguiente apartado hablo de la pregunta específica al respecto de la automatización que anima la investigación, definida en gran medida según los planteamientos que enuncio en las líneas anteriores.

## 1.3 La pregunta por la automatización y la codificación del diseño

Al ser el eje central de la investigación, la automatización se presenta como noción clave a definir. A continuación expongo qué entenderé con dicho concepto y en los aspectos a observar a lo largo del análisis. De acuerdo con la contextualización con la que comienzo el capítulo y como idea inicial, la automatización se presenta como un entramado de búsquedas encaminadas a la producción de máquinas capaces de actuar con la menor intervención humana. Lograr una determinada función o resultado, es una de las principales motivaciones detrás de la creación de autómatas, y para su desarrollo es importante el análisis y la simulación de las capacidades humanas. Este fenómeno encuentra uno de sus antecedentes en el proceso de industrialización que se vivió desde mediados del s. XVIII, donde un motor importante para la automatización fue la disminución de la intervención del ser humano al fabricarse máquinas que lograran simular los resultados de ciertas operaciones físicas. Dicha tendencia sufrió un cambio hacia la primera mitad del s. XX a raíz de los avances en la computación, ya que se hizo posible la automatización de capacidades humanas de carácter cognitivo. El cambio visible entre ambas aproximaciones es visto por “Bifo” como una transición de la modernidad industrial hacia la automatización (Berardi, 2019).

Según el aparato teórico que presento previamente y en búsqueda por complejizar la forma de entender el lugar de la tecnología en la práctica y comprensión del diseño, cabe mencionar que en esta investigación pretendo cuestionar una noción que se limita a situar y describir a la automatización al prestar atención a las tecnologías en el campo de la computación o la IA como herramientas en el proceso de

producción de artefactos visuales. En cambio, desde este posicionamiento propongo situar el papel de dichas tecnologías en un proceso de transformación, no solo de las formas de producción sino de la cognición y la subjetividad en relación al funcionamiento de los dispositivos que materializan la automatización. De manera que, mi propuesta aquí es entender diversas dimensiones de la automatización, en particular al situarla como un fenómeno de “introducción de procedimientos controlados y sistemas en el lugar del trabajo humano” que tiene como objetivo “el aumento de la eficiencia, así como de la certidumbre y la consistencia” (Zalnieriute et al., 2019, p. 1). Al aproximarme a la automatización a partir de esta idea, y de los principios de análisis planteados desde perspectivas como la teoría de medios surge un interés al respecto de la configuración de los procedimientos y sistemas de control que se mencionan con anterioridad, por lo que para profundizar en las implicaciones de dicho planteamiento en la reflexión al respecto de la automatización del diseño, retomo el siguiente comentario:

Con la palabra “autómata” no designo a una máquina, sino a un organismo bioinformático supraindividual que tiene la capacidad de atravesar las singularidades sensibles pero no puede ser atravesado por ellas. Este supraorganismo bioinformático produce sentido siguiendo reglas que están en concordancia con la máquina digital, y solo puede actuar con efectividad dentro del universo semiótico de la conexión (Berardi, 2019, p. 120).

Como se manifiesta en la postura del autor, la automatización desborda el desarrollo de máquinas, e involucra más bien la articulación de un sistema en el que la construcción de sentido misma en las culturas se sincroniza con las lógicas operativas de dichas máquinas. En consecuencia, mecanismos como la producción de reglas, la organización de información, entre otras se vuelven fundamentales para los procesos de sustitución humana, fenómeno al cual propongo poner atención en la investigación. Según lo que compete al estudio de las disciplinas del campo del arte y el diseño, en específico prestaré atención a tecnologías como el *software*, el aprendizaje máquina y las redes neuronales que llevan a cabo operaciones relacionadas con la producción y diseminación de artefactos visuales. Para hacer explícito qué rasgos en concreto me centraré, quisiera retomar algunos puntos clave de la manera en que funcionan estas tecnologías, aunque en el capítulo 2 hablaré de forma más extensa al respecto.

Para comprender mejor el enfoque de la investigación, me parece útil prestar atención al proceso de automatización de capacidades cognitivas humanas, mismo

que se ha enfrentado con diversas problemáticas entre las cuales se ubica la complejidad del cerebro humano, así como la incapacidad de las personas de dar cuenta de todos los procesos que ocurren en su interior y con los que se llega a un determinado resultado. A este respecto, entre 1950 y 1970 hubo diversos esfuerzos relacionados con la automatización que se encaminaron a la descripción y axiomatización de diversos fenómenos y procesos con el fin de desarrollar programas computacionales o autómatas que llevaran a cabo ciertas tareas. Encontrar un límite en dicha perspectiva, motivó un cambio visible en décadas más recientes cuando la búsqueda por escribir programas que contuvieran la totalidad de variables e información necesaria para que una máquina llevara a cabo ciertas operaciones complejas, se abandonó al emprenderse, en cambio, el desarrollo de máquinas que aprendieran a aprender.

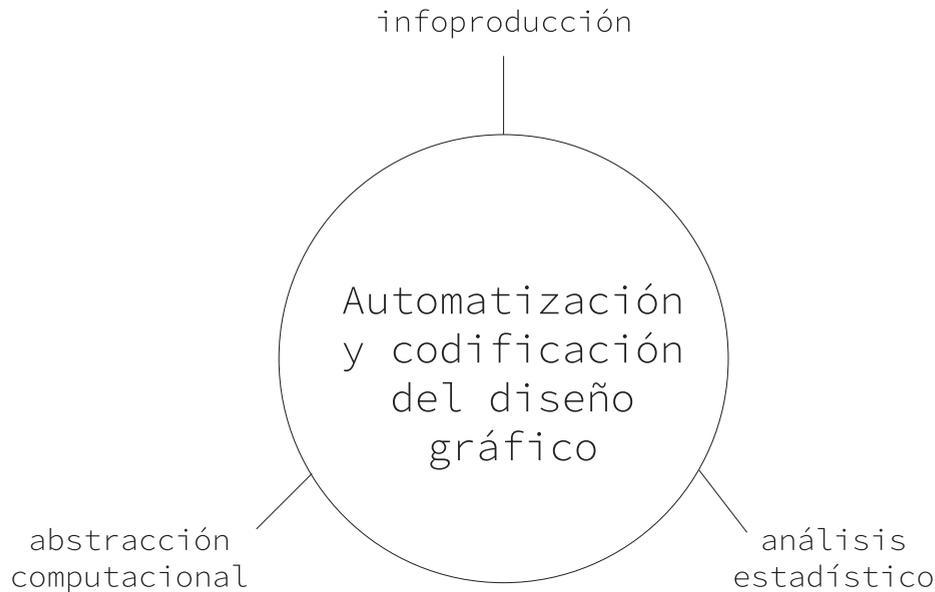
En consecuencia, un punto a resaltar del avance en el campo de las tecnologías como la IA es el papel que ha desempeñado no sólo el desarrollo de *hardware* –procesadores y sistemas de almacenamiento de información–, sino también la acumulación de cantidades masivas de datos disponible en formatos digitales, resultado de la digitalización de cientos de documentos, libros e imágenes de épocas pre-computadoras, de la investigación, así como de la actividad de millones de prosumidores<sup>2</sup> que tienen acceso a Internet y a varios tipos de tecnologías digitales. Según lo que plantean las perspectivas teóricas que retomo, de este fenómeno cabe puntualizar acerca del conjunto de operaciones necesarias para el aprendizaje máquina que se dirigen al procesamiento de dicha información, como los son el análisis, el etiquetado, el filtrado, la organización y la detección de patrones (Parisi, 2019b). Desde estos términos, entre los acercamientos que resultan de interés para la comprensión del fenómeno complejo que constituye la automatización del diseño considero el trabajo teórico de “Bifo” y de Luciana Parisi.

<sup>2</sup> Heidi y Alvin Toffler, recurren al término prosumidor para designar una dinámica de producción de valor donde no interviene el dinero. Esta noción se toma en cuenta en el ámbito digital, sobre todo para designar al conjunto de individuos que configuran los bienes, servicios o experiencias que alimentan el Internet –blogs, redes sociales, etc., en las que circulan tutoriales, videos, memes, imágenes. Aquello que configuran los prosumidores se hace por motivaciones no económicas, sino sociales –aunque en tiempos recientes la monetarización de redes como Youtube ha cambiado dicha situación. Cabe destacar que, en general, prosumir constituye cualquier actividad que sostiene un tipo de economía no monetarizada, y que además de la generación de contenido para Internet, contempla actividades otro tipo de actividades como lo puede ser el cuidado, el altruismo, el trabajo voluntario, entre otras. Para mayor información se puede consultar el libro *La Tercera Ola* de la editorial Debate (Madrid, 2006).

Por una parte, “Bifo” reflexiona acerca del escenario que plantea la automatización de la actividad cognitiva y los vínculos que este fenómeno tiene con las dinámicas económicas que rigen en la actualidad. En su acercamiento, presta atención a la abstracción como un proceso relevante para el desarrollo de “autómatas algorítmicos capaces de autodirigirse” (Berardi, 2019, p. 168). Al respecto de este fenómeno, reconoce que la automatización requiere del procesamiento de la energía mental y la subjetividad humana, por lo que señala a la “infoproducción” como condición necesaria para el desarrollo de máquinas autónomas. A través del concepto de “infoproducción”, “Bifo” se interesa sobre todo en las distintas operaciones requeridas para la producción de algoritmos dedicados a simular, interpretar y procesar diversas capacidades humanas de carácter subjetivo, semiótico y cognitivo. En este sentido, la traducción de dichas capacidades en información, es decir su formalización, constituye una operación fundamental para los procesos de automatización, y como tal la ubico como problema de interés primario en la investigación.

De manera complementaria, desde una postura crítica Luciana Parisi sitúa a las tecnologías computacionales, y en particular del *machine learning* y los algoritmos, como infraestructuras tecno-lógicas que filtran y organizan la experiencia de la realidad de los sujetos. Desde su perspectiva, la IA adquiere un lugar como agente que procesa la subjetividad humana, ubicándose como agente en los fenómenos de abstracción y circulación de valor, contribuyendo al modelado algorítmico del razonamiento (Parisi 2019) y disponiendo un espacio delimitado de acción de los sujetos. Entre los rasgos que identifiqué como relevantes en la reflexión de la autora, está su interés particular por operaciones como la abstracción computacional y el análisis estadístico, como rasgos determinantes en el funcionamiento de los sistemas tecnológicos que automatizan la producción de artefactos visuales.

Considerando el trabajo de ambos autores propongo abordar el fenómeno de la automatización del diseño en torno a tres ejes en específico: la infoproducción, la abstracción computacional y el análisis estadístico (Gráfico 1). Estos principios se manifiestan como fundamentales en la operatividad de diversas tecnologías que materializan la automatización del diseño, y planteo considerarlas por su lugar en el desarrollo de sistemas que simulan los productos de habilidades humanas como la abstracción, el análisis, la resolución de problemas, el pensamiento lateral. De forma notables, dichas capacidades cognitivas suelen vincularse con atributos como la intuición y la creatividad, aptitudes que en el imaginario se perciben como deseables en el ejercicio del diseño.



**Gráfico 1.** Ejes de indagación para la investigación. Trazo vectorial. Elaboración propia.

Para entender las implicaciones de la observación de cada uno de los tres conceptos, de inicio puedo plantear que el mejoramiento de los modelos de análisis del lenguaje natural ha sido un motor clave para la operación y perfeccionamiento de los modelos de aprendizaje máquina, en especial para aquellos modelos que se dedican al análisis y clasificación de imágenes. Con esto en mente, para abordar el concepto de infoproducción como problemática en el proceso de automatización del diseño gráfico retomo la noción de inscripción y establezco una serie de vínculos entre ésta y el concepto de codificación.

Prestaré atención a la inscripción desde el trabajo de Bruno Latour, en específico según el texto “*Visualization and Cognition*” (1986) donde reflexiona acerca del “aplanamiento” y los “móviles inmutables”. Además, articulo el análisis de las inscripciones y su procesamiento con dispositivos digitales, según el acercamiento de Friedrich Kittler –quien en “*There is No Software*” (2013) se acerca los microprocesadores como procesadores y diseminadores autónomos de inscripciones–, Sybille

Krämer –que observa el uso epistémico de las superficies inscritas e ilustradas –, o Daniel Cardoso –con su discusión acerca de las tecnologías para el diseño asistido por computadora, retoma el problema de la inscripción del diseño–. Estas investigaciones sirven como referencias para observar el fenómeno de la infoproducción del diseño, prestando atención a la serie de relaciones entre la inscripción y la codificación computacional, al entenderlas como resultado de operaciones que involucran acciones como la abstracción, la formalización, la racionalización, el establecimiento de principios, por nombrar algunas.

En estrecha relación a la temática de la infoproducción, en lo que concierne a la abstracción computacional presto atención al funcionamiento de las computadoras y a su lugar como fuente de principios de análisis y parámetros de evaluación en la sistematización de la práctica del diseño. Al respecto, retomo reflexiones que buscan visibilizar la manera en que diversas lógicas que coinciden con los principios de la automatización se encuentran en operación en diversos ejercicios de abstracción y sistematización en la teorización del diseño, así como en el desarrollo de programas que se usan para diseñar. En torno a esta temática, por ejemplo, Daniel Cardoso (2015) apunta a la economía material y simbólica como motivación subyacente a muchos acercamientos al diseño, lo cual resulta en una demanda de nuevas habilidades de los sujetos. Por su parte, Jen Manovich (2013) habla de la estructura abstracta de los programas computacionales y su influencia en la configuración de los modelos mentales de los usuarios. Este tipo de observaciones, derivan en un interés por observar la racionalización y sistematización de la que ha sido objeto el diseño, así como la forma en que operan los programas computacionales que se usan para configurar artefactos visuales.

En lo que corresponde al análisis estadístico, cobra relevancia prestar atención a los procesos necesarios para la traducción de información análoga a un formato digital. La codificación computacional involucra la creación de diversas técnicas de discretización y categorización de señales continuas, acción a través de la cual se hace posible traducir cantidades masivas de información. Este fenómeno ha llevado al desarrollo de técnicas y tecnologías relacionadas con la representación y gestión de datos, mismas que desarrollan acciones como el reconocimiento de estructuras y patrones, la categorización, la selección, el filtrado, la definición de parámetros, entre otras. Lo anterior se vuelve significativo si se reconoce, por ejemplo, que artefactos como los algoritmos, las matrices, se escriben en gran medida con el propósito de gestionar cantidades incomputables de datos (Parisi 2013), y en gran medida se dedican a la identificación de patrones, lo que puede comprenderse como una

operación de mapeo para el reconocimiento y discretización de regularidades (Aaronson, 2008), acción crucial para la operación del *machine learning*.

De esta manera, propongo una exploración de la problemática de la automatización del diseño en torno a estos tres ejes, mismos que disponen una serie de puntos de interés específicos que guían la exploración en los siguientes capítulos. En el siguiente apartado establezco una serie de consideraciones acerca de la manera en que desarrollo la investigación, al hacer exponer la perspectiva metodológica que implemento. De forma complementaria delimito una serie de conceptos que son clave en mi posicionamiento y en la manera en que me aproximo al problema.

## 1.4 Consideraciones metodológicas

### 1.4.1 Perspectiva metodológica

Ya en las líneas precedentes, comienzo a dibujar una serie de inquietudes y conceptos a observar en el problema de la automatización del diseño. Las nociones, autores e intereses que enuncio dirigen una búsqueda que destaca el lugar de distintos tipos de artefactos como entidades con capacidad de agencia sobre los sujetos, fenómenos y prácticas entre los cuales operan. Dicho trabajo, más que una investigación al respecto de determinados dispositivos tecnológicos implica el análisis de formas de procesamiento simbólico determinadas por ciertas tecnologías (Enns, 2015). A continuación, amplío acerca de algunas consideraciones metodológicas que se desprenden del posicionamiento que articulo para este ejercicio y que aclararán las acciones de investigación que llevaré a cabo.

Como señalo con anterioridad, para la perspectiva medial resulta fundamental el trabajo de autores como Michel Foucault quien adopta como metodología de análisis una aproximación discursiva que aborda investigaciones “arqueológicas” sobre determinados “archivos” con el objetivo de reflexionar a prorpósito de la producción de conocimiento y el ejercicio del poder, así como sus repercusiones en la producción discursiva de una sociedad. Al retomar una disposición “arqueologica”, las investigaciones que se apegan a la teoría de medios germana manifiestan una inclinación por cuestionar la idea del “archivo” que fue relevante para Foucault en vías de reconocer, en cambio, un conjunto de técnicas y tecnologías históricamente específicas como decisivas en la producción discursiva, lo cual deriva en un interés por la dimensión material y técnica de las prácticas culturales.

Friedrich Kittler es un autor a destacar en la tarea de aclarar la perspectiva metodológica de las investigaciones mediales, dada la pauta que sentó para el trabajo de investigadores que le precedieron. Para tener más clara la distinción entre las perspectivas de Kittler y Foucault considero el comentario de Geoffrey Winthrop-Young, quien observa el contraste entre la aproximación discursiva que ambos autores hacen al papel de la máquina de escribir:

Kittler relaciona la emergencia del estructuralismo con la llegada de la máquina de escribir y critica a Foucault tanto por pasar por alto la medialidad de las prácticas discursivas que analiza, como por no ir más allá de los confines de la Galaxia Gutenberg. Así, mientras que los archivos de Foucault se basan en la hegemonía del lenguaje, con la silenciosa asunción de que la imprenta es el principal (si no es que el único) transporte de la significación, la arqueología de Kittler en el presente busca incluir los medios tecnológicos de almacenamiento y comunicación de las eras post-imprenta (Winthrop-Young, 1999, p. xx).

Como se señala, la investigación “arqueológica” situada desde la perspectiva medial busca trascender la noción de “archivo” al reconocer la agencia de diversos artefactos y prácticas que no se relacionan directamente con el lenguaje. En consecuencia se analiza cómo es que los medios en su articulación, posibilitan la existencia y mantenimiento de sistemas discursivos. Según el comentario de Jussi Parikka y Erkki Huhtamo (2011), en la configuración del aparato metodológico de la arqueología de medios son relevantes trabajos como el de Sigfried Zielinski, quien hacia finales de 1980 buscó reconocer la interrelación entre “tecnología-cultura-sujeto” en la aproximación al estudio de medios audiovisuales como el cine y la televisión. De igual manera, sobresale el trabajo de Marshal McLuhan, a quien le interesó establecer una relación entre la dimensión material y procesual de los medios en articulación con otras dimensiones de carácter inmaterial, como la de la significación. Además, al tomar en cuenta la inclinación técnica de la teoría de medios germana, muchas de las preguntas que se extienden a los artefactos desde estos términos se encaminan a reconocer “los efectos epistémicos de los medios en la producción y procesamiento del conocimiento” (Huhtamo & Parikka, 2011, p. 9).

Las investigaciones mediales que llevan a cabo “excavaciones arqueológicas” pretenden reconocer el papel de los artefactos como agentes de transformación, en especial al señalar su influencia en el procesamiento simbólico, es decir, en ámbitos epistémicos y semióticos de la cultura. Con este fin se incorporan herramientas que retomadas de disciplinas como las ciencias de la información y la cibernética, a través de las

cuales se analizan los mecanismos de retroalimentación y transmisión de los sistemas de información en particular. Lo anterior deriva por ejemplo, en que para autores como Kittler (1999) los medios resulten definitorios en cierto momento histórico, al constituir factores de posibilidad de los flujos de información determinantes por su modo particular de fijarla [fix] y movilizarla.

Al cuestionar el papel de las tecnologías computacionales desde los términos dispuestos por los teóricos y perspectivas que tomo en consideración, presto atención a las “configuraciones tecno-epistemológicas [...] maquínicas y lógicas” (Ernst, 2011, p. 240) de los artefactos y dispositivos que tomo como casos con el fin de destacar su forma de operación y de procesamiento de información. Para entender las implicaciones que trae consigo comprender a dichas entidades desde estos términos es importante tomar como ejemplo el trabajo de Kittler en relación a la noción programación. El autor enfatiza la relevancia de los medios en la cultura en un ejercicio que lo llevó a considerar, por ejemplo, a la literatura alemana del s. XIX como un “medio para programar a las personas”. Lo anterior, en razón del vínculo que observó entre el aumento de la alfabetización y fenómenos como: la consolidación y diseminación del concepto de familia nuclear; la relevancia que se dio a la figura del autor; además de la movilización del estado moderno a través de determinados aparatos ideológicos, administrativos y militares. La reflexión de Kittler se da con base en un análisis del proceso de la producción, circulación y consumo de textos –un fenómeno material–, como fuente de reglas con las que en determinado momento histórico se llevaron a cabo prácticas de escritura y lectura que lograron, a su vez, influir en ámbitos como la significación y organización social –fenómenos no materiales–. Para el autor, esto derivó en un proceso que definió como una forma de homogenización cultural (Winthrop-Young 1999).

Además, el análisis del papel de diversos artefactos en la cultura desde la perspectiva medial reconocer su manera específica de procesar distintos tipos de datos. Para Kittler, por ejemplo, fue de interés la “economización” al aproximarse a distintos medios como la máquina de escribir y las computadoras, según lo cual llegó a observar que aquello que caracteriza en específico a las tecnologías computacionales es la reducción al mínimo de discretización que caracteriza al sistema binario: ausencia-presencia [0/1].

Desde esta idea, en el acercamiento a las tecnologías que automatizan al diseño, buscaré por un lado enfatizar “el estudio de los cómputos que hacen posible [a las

máquinas] percibir, razonar y actuar” (Winston 1992, 5).<sup>3</sup> De forma adicional, al reconocer los mecanismos detrás de la operación de los artefactos y dispositivos que traigo a la discusión, será importante reconocer cómo estos logran tener una influencia en cómo se comprende al diseño, no solo en su dimensión práctica. Así, será importante reconocer principios de discretización, organización y manipulación de la información en el funcionamiento de diversas tecnologías, con el fin de rastrear su posible influencia en el acercamiento a la teorización del diseño.

Aquí es necesario señalar que aunado a las consideraciones metodológicas que retomo de la perspectiva medial, también tomo en cuenta algunos principios de análisis de investigadores que se enfocan a los estudios de *software*. Esta aproximación enfatiza la relación que existe entre las prácticas socioculturales y las condiciones dispuestas por las lógicas del *software* y las tecnologías computacionales. De esta manera, comprenderé a la computación en vínculo a la noción de gobernanza, en decir, en su lugar como modelo de cómo debería operar y estructurarse (Bratton, 2015) el diseño.

A través de las herramientas de análisis que señalo en líneas precedentes, el acercamiento que realizo a continuación constituye una aproximación cualitativa, en la que es importante la descripción operativa de diversos artefactos que automatizan una variedad de operaciones y procesos en la práctica, reflexión y enseñanza del diseño gráfico. Esta descripción sirve constituye la base para un análisis exploratorio acerca de las condiciones específicas que dichos artefactos disponen en su forma de posibilitar, por una parte la producción y recepción de los artefactos visuales, y por otra la aprehensión y movilización de una serie de nociones al respecto de lo que significa diseñar.

<sup>3</sup> Cabe a su vez abundar respecto al interés de Kittler por aproximarse al análisis de la cultura en términos de procesamiento; aspecto que se retoma a partir del abordaje de Lacan en su aproximación a la relación entre lo real, lo imaginario y lo simbólico. La teoría lacaniana manifiesta un interés por la oposición binaria similar/distinto, como principio de distinción fundamental en los procesos de objetivación, o según la orientación psicoanalítica, de cientización. Kittler, al retomar el trabajo de Lacan, lleva a cabo un desplazamiento “fuera del ámbito de la vieja escuela del psicoanálisis, la filosofía y los estudios literarios dispuesto por la hermenéutica y [mover a Lacan] hacia el más apropiado dominio post-hermenéutico de la teoría de la información” (Winthrop-Young 1999, xix). Como consecuencia, se da un interés en la investigación de cómo operan los medios en términos de procesamiento de datos, y al retomar herramientas de las ciencias de la información, se vuelve importante señalar los procesos con los cuales diversos tipos de información de carácter continuo, se reducen a unidades discretas con el objetivo de facilitar su análisis y manipulación.

## 1.4.2 Marco conceptual

### Los productos del diseño como artefactos visuales

El interés por hacer referencia a los productos de la práctica del diseño gráfico como artefactos visuales, surge a partir de la perspectiva desde la cual sitúo la investigación. Ubicar un referente en la perspectiva tecno-medial implica reconocer un estatuto activo y relevante en los objetos, las prácticas y los hábitos que participan en la producción y re-producción del diseño. De tal manera, la reflexión al respecto de la artefactualidad constituye un señalamiento hacia el carácter artificial y técnico de los objetos en observancia de su función, así como de su forma de operación y materialidad.

La noción de artefacto que tomo en consideración, recupera los acercamientos de autores como Klaus Krippendorf, Sybille Krämer, Tristan Garcia y Bruno Latour quienes, entre otras cosas remarcan el lugar de los artefactos como objetos resultado de una transformación de carácter técnico, así como su agencia en el ámbito de la subjetividad y la cognición. Krippendorf (2009), por ejemplo, resalta la manera en que los artefactos logran expandir y condicionar la cognición humana, al mediar las interacciones sociales y al participar en la creación de modelos cognitivos –comentario que coincide en gran medida con la perspectiva medial–. Un aspecto que enfatiza el autor es en la interrelación como condición necesaria para la configuración de los artefactos. Por su parte, Krämer ofrece un acercamiento puntual a los atributos de los artefactos relacionado con el fenómeno de la iconicidad que es de interés particular para la investigación en el ámbito de las artes y el diseño. Desde su entendido, en el acercamiento a los artefactos que son producto de la manipulación de signos gráficos, es necesario enfatizar su función como detonadoras de procesos “cognitivo-epistémicos” (Krämer, 2019, p. 1), aspecto de interés para la investigación en el campo de las artes y el diseño. El acercamiento de Krämer conecta de cierta manera con el trabajo de Tristan Garcia (ens postdigital, 2018), al destacar la manera en que se involucra la dimensión subjetiva en el proceso de producción de un artefacto y al señalar la relación entre artefacto, representación e iconicidad.

A su vez, para Latour pensar en los procesos de producción de artefactos visuales constituye una vía para reconocer la serie de operaciones y estrategias con las que se busca convencer a alguien de una nueva manera de pensar en algo, generar aliados, crear

en nuevos hechos y con ello, “domesticar la mente” (Latour, 1986, p. 13). Desde estos términos, Latour trae a la discusión a Max *Weber*, quien al pensar en los artefactos reconoce la apertura de una ventana de posibilidad para el análisis del funcionamiento de diferentes tipos de objetos en torno a la producción de significados y en el devenir de la acción social (Latour 2005, 78).

De tal manera, al retomar la noción de artefacto para hacer referencia a los productos del diseño busco hacer un señalamiento al respecto de su calidad objetual y artificial, a su función medial, y dar cuenta de su estatuto técnico. Por tanto, reconozco como artefacto a los productos del diseño y a los dispositivos que se implican en su configuración y materialización. Lo anterior, se presenta como oportunidad para realizar preguntas encaminadas a dilucidar qué es aquello que logran, qué acciones condicionan o facilitan, qué conductas modelan y con base en qué recursos lo hacen. En consecuencia, hablar de artefactos visuales, constituye una búsqueda por resaltar el papel de los objetos y puntualizar acerca de la interrelación que instancian entre materialidad y significado, al reconocer su agencia en los procesos de sentido. Dado lo anterior, como señala Latour, a partir de dicha noción surge la necesidad de concentrarse en “aquellos aspectos que ayudan a la captación, la presentación, el aumento, el alineamiento efectivo o asegurar la fidelidad de nuevos aliados” (Latour, 1986, p. 5). Así, reconocer la artefactualidad de los productos del diseño implica prestar atención a su lugar como dispositivos artificiales con los cuales se busca detonar experiencias sensibles, procesos cognitivos, cambios de conducta, destacando los mecanismos detrás de su operación.

Un aspecto que quisiera remarcar, es que no considero a la artefactualidad como atributo exclusivo de los productos del diseño u otros objetos físicos sino también de diversos tipos de objetos abstractos que se implican en la construcción de lo humano, y en lo que atañe a la investigación, en la configuración e institucionalización del diseño gráfico. En este sentido, reconozco que las definiciones mismas pueden comprenderse como artefactos, así como las distintas herramientas físicas o abstractas—como textos, esquemas, conceptos— cuya acción e interrelación da como resultado la configuración de la práctica en la que se involucran. La anterior aclaración, se habrá de tomar en consideración para pensar en la pertinencia del segundo capítulo de la tesis donde hablo acerca de diversos casos donde las tecnologías computacionales tienen una incidencia indirecta, pero cuyas lógicas giran en torno a los ejes de análisis que enunció con anterioridad. Bajo este entendido, encuentra cabida prestar atención a artefactos que se involucran en la definición y legitimación del diseño, razón por la cual dedico algunas líneas a la reflexión acerca de artefactos como los métodos de

diseño, los programas de estudio, entre otros que serán observados en su papel como parte de procesos de institucionalización, y por tanto, de estandarización del diseño.

## Inscripción y codificación del diseño

Como señalo en el apartado dedicado a exponer la pregunta específica acerca de la automatización que es de interés para la investigación, uno de los ejes de la discusión girará en torno a la noción de infoproducción. En el presente punto, me doy a la tarea de profundizar al respecto de la noción de inscripción que podrá encontrarse implicada a todo lo largo del documento. Aquí me interesa hacer un puente entre las operaciones de inscripción y de codificación, ya que en adelante buscaré enfatizar acerca de esta misma relación como condición de posibilidad para la traducción de una actividad humana en términos procesables para una máquina.

Entre los autores que tomo en cuenta para comprender el concepto de inscripción se encuentra Bruno Latour, quien propone que las inscripciones son resultado de una serie de operaciones que se involucran en el proceso de reducción de un objeto físico o abstracto, al verbalizarlo o esquematizarlo para plasmarlo en una superficie bidimensional. La tesis de los “móviles inmutables” que propone Latour busca dar cuenta de las ventajas que trae consigo el trato con inscripciones de acuerdo con las características que adquieren, mismas que resumo en los siguientes puntos (Latour 1986, 7-20):

- a) Movilidad: Un objeto inscrito puede ser desplazado de la manera más económica posible sin que pierda sus características particulares. Éste ha de ser presentado de la forma más inmediata e íntegra posible. Según lo anterior, Latour resalta que inscripciones como diagramas, imágenes, esquemas no solo cumplen con el objetivo de ilustrar, sino que se dedican a transportar una serie de discursos.
- b) Consistencia, estabilidad o correlación: Entre inscripción y objeto de referencia, la cual puede ser óptica, estructural, conceptual.
- c) Planitud: El objeto se vuelve portable al circunscribirse a la bidimensionalidad de una superficie.

- d) Escalabilidad: La escala del objeto puede modificarse a voluntad, sin que cambie la proporción interna, de manera que sea suficientemente manipulable.
- e) Inmutabilidad: Atributo que se relaciona con la capacidad de replicar una inscripción. Dichas réplicas, constituyen un rastro –fijan–, producen formas nuevas de interacción espacio-temporal. P.e., muchos momentos en la historia y muchos lugares pueden estar presentes en un mismo libro. Por tanto, permiten identificar cambios a lo largo del tiempo, establecer comparaciones, equivalencias, etc.
- f) Reproductibilidad: Es posible producir copias de la inscripción del objeto de manera económica.
- g) Combinabilidad: Una inscripción puede mezclarse o conectarse con otras. La propiedad de la “consistencia óptica” permite concebirlos como el mismo objeto, y como señala el autor que sus “piezas se mezclen unas con otras”.
- h) Superposición: Dado el tamaño y manipulabilidad de las inscripciones, es posible superponerlas; los patrones, estructuras, teorías, abstracciones son fruto de esta propiedad. Es posible comparar o adherir unidades con el objetivo de conformar una totalidad.
- i) Geometrización: La bidimensionalidad hace posible operar sobre objetos bidimensionales a partir de números, tablas y reglas.

De forma adicional, al reconocer de igual manera a Vilem Flusser como filósofo relevante para la investigación propongo entender a la codificación como un fenómeno de inscripción que se basa en el uso de sistemas de signos, dado que “el código es un sistema de símbolos, [cuyo] objetivo es posibilitar la comunicación” (Flusser, 2007, p. 69). En concordancia con los argumentos de Latour, al usarse códigos, y en concreto sistemas de códigos como el alfanumérico, se da un proceso de abstracción mayor al de planimetrización: la linealización de aquello que se busca inscribir. Siguiendo la argumentación, cabe señalar que en adelante al utilizar el término codificación, hago alusión en específico a la codificación computacional que será un hilo conductor a lo largo de la investigación.

En el trabajo de Latour acerca de las inscripciones, resaltan algunos puntos que comienzan a encontrar relación con las características y problemáticas específicas de la codificación computacional, rasgo de interés para en la argumentación. Muchos de los fenómenos propios de la inscripción en relación al código computacional se relacionan con las características del código lineal basados en códigos alfanuméricos empleados en diversos procesos de formalización verbal, mismos que hacen de sus objetos, artefactos más fácilmente traducibles a un lenguaje manipulable por una computadora que depende de un sistema estructurado con base en un código binario.

Como se podrá observar en diversos momentos, en el proceso de inscripción de diferentes capacidades, procesos y objetos relacionados con la producción de artefactos visuales, estos adquieren una serie de atributos como la abstracción, la geometrización, y la movilización, mismos que se vuelven relevantes para el desarrollo de programas computacionales. Al respecto, Flusser (2007, 2017) destaca que la a-dimensionalidad de la información que procesan, almacenan y transmiten las tecnologías computacionales, implica un grado adicional de abstracción que cambia por completo la forma de relacionarse con los objetos. Lo anterior se muestra como problemática que ubica a la computación como un cambio de paradigma con respecto al comportamiento y ventajas atribuibles a las inscripciones que se pueden encontrar en una superficie bidimensional.

Considero las anteriores reflexiones para llevar a cabo un recorrido por el desarrollo de ciertos artefactos en el diseño que, de una u otra manera, son resultado de la inscripción y codificación de varias aptitudes y capacidades requeridas para la configuración de artefactos visuales. A través del análisis, busco señalar la existencia de una relación entre codificación y automatización del diseño, en medida en que la abstracción que se requiere para la producción de artefactos inscritos constituye una condición de posibilidad para una subsecuente traducción, y nueva abstracción, en términos computacionalmente procesables. El anterior fenómeno es de interés en la tesis, a lo largo de la cual estudio el cambio de formas de producción de artefactos visuales de medios manuales al *software* y de forma posterior hacia otras con mayor nivel de automatización con la IA, a su vez trae consigo una serie de cambios en la forma misma de relacionarse con el diseño. Dichos cambios se relacionan con la estructura misma de la información que procesan las computadoras, así como de los protocolos que ponen en marcha. En este sentido, pensar en la codificación computacional implica pensar en la computación como un tipo de interpretación que ha sido mediada por la tecnología, la ciencia y la economía (Kockelman, 2017).

Así, en el abordaje de la problemática de la codificación y la automatización del diseño, tomo en cuenta también los comentarios que hace Krämer al señalar la ventaja que tiene el formalismo para el campo de la computación, permitiendo a sus usuarios “el remover o desligar de la dimensión semántica de los signos escritos y tratarlos como asignificantes” (en Giardino, 2016, p. 90), lo cual se manifiesta en un abandono del análisis semántico, por un análisis sintáctico de las estructuras de la información. Como se verá en el capítulo 3, el anterior es un rasgo que caracteriza al *software*, en particular si se toman en cuenta las estrategias necesarias para la simulación de múltiples herramientas de dibujo, cuyos efectos se traducen al mismo tipo de datos calculables por la computadora. Es por ello que me interesa destacar la manera en que diversas herramientas usadas para el dibujo manual se simulan a partir de una serie de datos que la computadora trata de forma indistinta. Como se observará en el capítulo 4, con la IA dicha dinámica se perpetua, dado que las principales operaciones que lleva a cabo son la recolección, análisis y clasificación de datos, sean estos provenientes de imágenes, edificios, estadísticas demográficas, patrones de consumo, entre otros (Sadin, 2018).

## Infraestructuras tecno-lógicas

Como ya señalé en líneas anteriores, tomaré en cuenta la noción de infraestructura como idea desde la cual pretendo reconocer el lugar y la acción de determinados artefactos en el modelado de lo que se concibe como diseño, sobre todo al pensar en torno a fenómenos como la codificación y automatización. Observo que la noción de infraestructura tiene una relación cercana con el planteamiento de la perspectiva medial, alrededor de lo cual argumento en este apartado.

Como una definición de inicio, según señala Maurice Godelier (1978) con la noción de infraestructura puede hacerse referencia a: a) condiciones ecológicas y geográficas que enmarcan la producción de los medios de existencia de una sociedad; b) fuerzas productivas (medios intelectuales y materiales) para transformar la naturaleza; c) relaciones sociales de producción. Según dicha comprensión, las infraestructuras inciden en la determinación de las restricciones de acceso a los medios de producción, en el lugar en que se sitúan los procesos y en la definición de quienes se dedican a llevarlos a cabo, al especificar la redistribución de los productos y del resultado del

trabajo. Como se puede apreciar, según la orientación materialista de Godelier, las infraestructuras se reconocen como condición de posibilidad que viene dada por la interacción de una serie de recursos, fenómenos y agentes, al formar parte de sistemas de producción y circulación de valor. Algo a destacar de esta forma de entender a las infraestructuras es el carácter definitorio, relacional y heterogéneo que se les atribuye, al igual que el papel que adquieren como fuente de restricciones.

Propongo observar las coincidencias entre la noción de infraestructura y algunos de los planteamientos de la teoría de medios, tanto con la noción de infraestructura como con la de medio –o más en específico, la de “red discursiva”– con lo que se busca reconocer la agencia que adquieren diversos artefactos en las prácticas culturales. Para entender la relación que planteo señalar, retomo el trabajo de Susan Leigh y Karen Ruhleder (1996) según quienes las infraestructuras establecen una conexión definida con las prácticas en las que se involucran, al modelar y ser moldeadas por las convenciones, limitaciones y características de una comunidad. De manera que las infraestructuras se caracterizan por su forma de corporizar –y por tanto, disponer– estándares, entre otras características que manifiestan una cercanía con la tesis de los mensajeros de Krämer (2015). A través de la noción de mensajero Krämer señala el carácter procesual de la medialidad, y caracteriza a los medios de una manera que encuentra coincidencias con la noción de infraestructura. Aquí destacan el tema de la invisibilidad –el efecto de sublimación de un medio o una infraestructura en determinada práctica, fenómeno por el cual pasan a segundo plano–, es decir, la manera en que suelen pasar desapercibidos a menos de que fallen. También surge como relevante observar a los medios no en sí mismos como objetos, sino en un sentido procesual y como parte de fenómenos, o como sugieren Leigh y Ruhleder (1996): en su forma de ocurrir.

Una de las motivaciones detrás de la adopción del concepto de infraestructura, es el reconocimiento de la relevancia que tiene en la reflexión del lugar de las computadoras en el modelado de la cultura, como se puede observar en el trabajo de académicos como Benjamin Bratton (2015), Paul Kockelman (2017), Luciana Parisi (2019) o Daniel Cardoso (2015). Para estos autores, puede pensarse en la existencia de tecno-infraestructuras, según la función que cumplen ciertos dispositivos computacionales como agentes en la configuración de la subjetividad, al constituir una especie de sustrato que define la toma de decisiones y condiciona la reproducción y movilización de determinados ideales –raciales, científicos, históricos– (Parisi, 2019b).

En los capítulos 3 y 4 implíco la noción de infraestructura para comprender a diversas tecnologías computacionales como las interfaces, el *software* y la IA que automatizan de una u otra manera la producción de artefactos visuales. En dicho análisis, es importante la influencia del trabajo de Luciana Parisi quien destaca la necesidad de observar el lugar de este tipo de tecno-logías como “instrumentos que filtran el mundo” (Parisi, 2019b, p. 39). De forma complementaria, y como tema central del capítulo 3, me dedico al análisis de los procesos de automatización asociados al uso de programas de diseño desde el trabajo de Benjamin Bratton quien caracteriza la relación entre *software* y cultura. Para el autor, el *software* tiene una función infraestructural si se tiene en cuenta que “los usuarios, humanos o no humanos, se cohesionan en relación a las Interfaces [computacionales]” (Bratton, 2015, p. 34), de ahí la relevancia de analizar de manera crítica el *software* y otros sistemas computacionales que en la actualidad sostienen y definen diversos sistemas de decisión y organización social. En consecuencia, identifiqué el papel infraestructural de los dispositivos que son de interés en la investigación al analizar la manera en que las restricciones y posibilidades que caracterizan su desempeño logran fungir como parámetros de explicación y razonamiento que trascienden la producción de artefactos visuales y permean la forma de conceptualizar al diseño.

Cabe aclarar que como infraestructuras entenderé distintos objetos que no necesariamente son físicos, sino también abstractos y que se involucran en operaciones de carácter simbólico, cognitivo, social, organizacional, etc. De acuerdo con esta idea, en el capítulo 2 hablo acerca de diversos artefactos que se involucran en la teorización y enseñanza del diseño como los métodos de diseño, los planes de estudio, así como ciertas normas y estándares que fundamentales para la re-producción de una determinada noción de qué es diseñar. El carácter infraestructural de las tecnologías computacionales se manifiesta en estos casos en la serie de principios de análisis y de organización que se manifiestan como útiles en la reflexión acerca del diseño, y que se implementan en la búsqueda por sistematizar diversos rasgos de la práctica y enseñanza del diseño, aspectos acerca de los cuales me interesa discutir en los siguientes apartados.



# 2

**Codificación y automatización  
del diseño previo al uso  
de computadoras para la  
configuración de artefactos  
visuales**

En las siguientes líneas, realizo un análisis acerca de diversos artefactos en los que se inscribe, y por tanto, codifica el diseño gráfico. Como señalo en el capítulo anterior, partiendo del trabajo de Daniel Cardoso (2015) será importante al situar la codificación del diseño en manifestaciones previas al uso de computadoras para la producción de artefactos visuales en el campo del diseño, lo cual dirige la presente discusión hacia la necesidad de replantear cómo los casos que pongo sobre la mesa pueden entenderse como artefactos donde se codifica al diseño y en cómo lograron modelar la percepción que se tiene del diseño en sí mismo. La idea detrás de esta discusión, es reconocer que existen relaciones entre aquello que motiva el planteamiento de artefactos como los son los métodos de diseño, los planes y programas para la enseñanza universitaria, así como otros que se dedican de una u otra manera a delinear lo que significa diseñar.

Las búsquedas que derivan en la configuración de artefactos como los que traigo a la discusión, otorgan valor a atributos como la racionalidad, la eficiencia, la sistematización, y en su articulación logran conformar un campo definido de acción para teóricos y practicantes del diseño. En este capítulo, dedico un espacio importante a la exploración de los procesos de racionalización y sistematización del diseño por cómo derivaron en acciones de formalización, y por ende, de codificación del diseño. Así, en las líneas siguientes busco argumentar al respecto de por qué puede entenderse a los métodos, los planes de estudio, entre otros artefactos como resultado de procesos de inscripción, con los cuales se buscó visibilizar, registrar y socializar el diseño (Cardoso, 2015a).

En consecuencia, con esta discusión busco visibiliza la manera en que la inquietud de hacer legible el proceso de diseño implica procesos de infoproducción, con base

en los cuales se configuran artefactos como los métodos, los planes de estudio, entre otros que son de interés a lo largo del capítulo. Al recordar que mi interés en esta investigación es visibilizar una tendencia hacia la automatización, a lo largo del capítulo prestaré atención a la manifestación de lógicas como la infoproducción, la abstracción computacional y el análisis estadístico operando en la configuración de los artefactos que busco analizar. Un rasgo que destacará a lo largo de las siguientes reflexiones es la influencia de las tecnologías computacionales en la teorización y modelado del diseño gráfico.

De tal manera, por ejemplo, me interesan los métodos de diseño como ejercicios de codificación en los que es posible observar de manera tangible lógicas propias del *software*, y que de manera previa a la aparición de sistemas de producción de artefactos visuales por medios digitales, definen la manera en que se entiende y practica el diseño. En este caso, resulta relevante prestar atención a lo que sucedió a mediados del siglo XX en la escuela de Ulm, donde resultó relevante retomar principios de análisis y parámetros provenientes de disciplinas relacionadas con el desarrollo informático. De manera adicional, discuto acerca de los planes de estudio para la enseñanza universitaria del diseño, al observar que constituyen formas de inscripción del diseño que permiten la formación sistemática y replicable de diseñadores en numerosas instituciones. Otro caso de interés son diversas instituciones y artefactos que tienen un lugar importante para el delineado de un concepto de diseño que tenga cabida en un contexto global. Lo que se vuelve visible al analizar dichos ejemplos, es el papel relevante de artefactos inscritos y los efectos que trae consigo su implementación.

## **2.1 La racionalización del diseño gráfico en la escuela de Ulm y otros procesos de inforproducción del diseño**

Como se observará a lo largo del capítulo, haré referencia de forma continua a diversos casos y teóricos que formaron parte de la escuela de Ulm lo cual tiene como motivación el reconocimiento de la influencia que tiene en la manera en que se percibe y practica el diseño en la actualidad. En Ulm, profesores como Tomás Maldonado, Max Bense, Horts Rittel, Max Bill, Otl Aicher, por nombrar algunos, dieron prioridad a un enfoque científico que dirigió su inclinación pedagógica, sus investigaciones y producción. Un rasgo por explorar en las siguientes líneas es cómo hacia los años 1950 se configuró una visión al respecto del diseño al tomarse en gran medida principios de análisis provenientes de disciplinas como la informática, la cibernética, entre otros campos del conocimiento que tuvieron auge en el periodo de la Posguerra. Hoy en día, la perspectiva científicista y racional que en buena medida ahí se planteó influye en la reflexión teórica y la enseñanza de la disciplina hoy en día, y es justo esta persistencia junto con las aportaciones percibidas de la perspectiva del Ulm, un fenómeno a destacar en las siguientes líneas. En el presente apartado me parece importante detenerme en el caso específico de los métodos, al proponer que en la exploración que tuvo lugar en esos momentos, estos ocupan un lugar importante como artefactos con los cuales se buscó inscribir el proceso de diseño, lo cual resulta de utilidad para la práctica y la enseñanza del diseño incluso en la actualidad.

Los métodos de diseño pueden pensarse como resultado de operaciones a través de las cuales se formalizan y sistematizan las acciones necesarias para diseñar, así como de la búsqueda por hacer explícitas las motivaciones detrás de dichas acciones. Como

se observará, entre las lógicas en operación en el proceso de configuración del diseño como una actividad legible, como en el planteamiento de métodos destacan características como la manipulabilidad, la eficiencia, la matematización y la transmisibilidad. Uno de mis objetivos en esta discusión es señalar cómo los métodos, son artefactos que contribuyen con los que se logra establecer y la movilizar una idea codificada de lo qué es diseño, alejándolo de la configuración de artefactos visuales y relacionándolo en cambio con una actividad intelectual de carácter proyectual y estratégico.

### 2.1.1 La mirada científica, los métodos y la infoproducción el diseño

En este punto, establezco una discusión acerca de la mirada científica como agente de cambio en la forma de entender al diseño. Distinguir que en el proceso de legitimación del diseño como disciplina independiente del arte se ha recurrido al discurso científico se vuelve necesario al recordar que la producción de artefactos y los procesos de estructuración de diversas prácticas son algunas de las estrategias que subyacen a la delimitación de objetos en la ciencia. Como señala Bruno Latour (2005), rasgos como la comparabilidad y la conmensurabilidad son fundamentales en la construcciones de verdades en el campo de las ciencias exactas, y como se observará esta dinámica influye en gran medida la producción de artefactos como lo son los métodos de diseño. Para contextualizar el proceso de introducción de la mirada científica a la teorización y práctica del diseño, retomo el trabajo de Luis Rodríguez (2006), quien analiza diversas dinámicas que surgieron desde la Revolución Industrial, momento en el que cobró prioridad eficientar los procesos de producción a mayor escala.

La perspectiva desde la cual me planteo, hace necesario reconocer la manera en que diversos tipos de artefactos contribuyen a la transformación de la relación que se da entre las formas de producción y las dimensiones epistémicas de la cultura, en es-

pecial aquellas relacionadas con el procesamiento de información y la significación. Con este objetivo, retomo el comentario de Ranulph Glanville al respecto de los cambios en los procesos de industrialización:

La capacidad de producir, por máquina, múltiples de objetos grandes y costosos que estaban muy por encima de la habilidad y la escala humanas significaba que había una necesidad de poder construir estos objetos en la mente, antes de comprometer a las máquinas (y sus operadores) a la producción (Glanville, 2015, p. 10).

Como se puede apreciar, al instaurarse una lógica de “crear primero, entender después” (L. Rodríguez, 2006, p. 22) se realizaron investigaciones a partir de las cuales pudieran planearse procesos de producción más eficientes. El valor de la cientificación recayó en las ventajas que trajo proceder con base en directrices propuestas desde una observación racional. Así fue posible ahorrar pasos –como la elaboración de pruebas–, evitar errores en la producción de grandes volúmenes, preveer problemáticas, etc. Las transformaciones a las que apuntó la industrialización tuvieron un impulso importante décadas más tarde, en el periodo entre la Primera y Segunda Guerras Mundiales. Los gobiernos invirtieron grandes cantidades de recursos a la automatización de los procesos de manufactura, al reconocerse la utilidad de diversas ideas sobre gestión o administración científica, y en el ámbito universitario se apoyó el desarrollo de disciplinas que contribuyeron la producción de máquinas de control numérico, como la informática, la lógica y las matemáticas, por nombrar algunas (Cardoso, 2015a).

En este contexto, la mirada científica y sus formas de construir verdades trastocaron también al diseño de una manera que, como busco argumentar, guarda una estrecha relación con las lógicas de la automatización sobre las cuales hablo en el capítulo anterior. Los cambios que trae consigo la mirada científica para la comprensión del diseño, se expresan en diversas aproximaciones teóricas que se gestaron en la época, entre las cuales podría citarse la visión de Gui Bonsiepe quien propone que sin una aproximación científica al diseño, este carecería de “cualquier posibilidad de incidencia concreta” (Bonsiepe, 1978, p. 145). Entender las implicaciones que trae consigo el involucramiento de la mirada científica en la comprensión del diseño con el fin de observar rasgos como la infoproducción, la abstracción computacional y el análisis estadístico, vuelve necesario reconocer que la configuración de una práctica racional, objetiva y fundamentada del diseño, implica el uso de artefactos con los cuales sea posible la simplificación, discretización y ordenamiento del proceso de diseño.

En este proceso, el papel de las inscripciones resulta central, dado que “el fenómeno que estamos abordando no es la inscripción *per se*, sino la cascada de inscripciones cada vez más simplificadas que permiten producir hechos más duros a mayor costo” (Latour, 1986, p. 16). En los procesos de producción industrial, por ejemplo, cobraron relevancia diversas actividades analíticas como el registro, las estimaciones y el cálculo, mismas que permitían la anticipación, y con ello la optimización de los procesos de manufactura, al reducir tiempos, errores y costos. Por lo tanto, resultó relevante poder dar cuenta de todas las acciones que componían los procesos de producción, por lo cual, inscripciones como tablas, diagramas, registros –por nombrar algunos– se presentaron como herramientas fundamentales. En relación con lo anterior, habría que pensar en cómo el discurso científico aportó una serie de metodologías –como la descripción, categorización, desarrollo de códigos, etc.– según las cuales se logró delinear al diseño como disciplina.

Según este orden de ideas, una de las primeras transformaciones que trajo consigo la racionalización del diseño es el cambio de paradigma respecto al lugar de la subjetividad en la práctica. Como manifiesta John Zimmerman, se percibe un valor mayor en los datos inscritos con los que se presentan los científicos, en contraposición a las “corazonadas” –inmateriales y no verbalizables– de los diseñadores (en Armstrong, 2021a). Bajo la lógica anterior, en los ejercicios de teorización y la propuesta de métodos que se dieron en escuelas como Ulm se introdujeron estrategias para la investigación y enseñanza del diseño con el fin de sumarle objetividad según la mirada y proceder científico. Ante esta situación, se tuvo la necesidad de explicar y encausar las acciones en el proceso de diseño para evitar que los artefactos resultantes dependieran de manera exclusiva del gusto y la intuición no fundamentada del diseñador. Como consecuencia, la verbalización o formalización del proceso de diseño se posicionó como una problemática central.

La creciente relación entre ciencia y diseño derivó en el establecimiento de una jerarquía diferenciada entre la racionalidad con respecto a la subjetividad, y desde ahí surgió la necesidad de definir argumentos desde tipologías provenientes de la lógica –como lo son la jerarquía, la magnitud–. Lo anterior, es resultado de las estrategias dirigidas a legitimar la objetividad en el discurso científico, según lo cual sólo se puede explicar un objeto desde terminologías y puntos de vista pertenecientes a un nivel de comprensión superior al cual éste pertenece. Para Klaus Krippendorf (2009) con lo anterior se pretende evitar una “circularidad viciosa” –por ello la necesidad de niveles verticales que se suceden en complejidad, donde uno superior explica a su subordinado. Por ello, al considerarse como imposible explicar al diseño

en sus propios términos, la teoría en diseño –como ejercicio de explicación con un fundamento científicista– requirió echar mano de un meta-lenguaje perteneciente a un orden jerárquico necesariamente mayor que tuviera la legitimidad necesaria para ofrecer una explicación: la ciencia.

Como lo menciona Chris Jones, en el campo del diseño los métodos buscan “exteriorizar el proceso de diseño” (Jones, 1992, p. 132) a través de lo cual se pretende llevar a cabo acciones manejables, y sobre todo, verificables y perfectibles. Aquí me interesa argumentar que como inscripciones, los métodos permiten la manipulación del proceso de diseño como si fuera un objeto, dinámica que constituye un ejercicio fundamental de la práctica científica (Rittel, 1971).

En esta dirección, planteo reflexionar al respecto a la utilidad que se observó en la formalización de los procesos de pensamiento, y en particular aquellos que sustentaban la configuración de artefactos visuales. Como señalo con anterioridad, en disciplinas como el diseño los métodos encontraron relevancia cuando comenzó a verse como problemático que la fundamentación de las soluciones propuestas se encontraría en la creatividad y la intuición. Lo anterior debido a que, más allá de lo estético, se consideró que estos habrían de cumplir con requisitos como la funcionalidad y la eficiencia, atributos de creciente importancia según el contexto de la industrialización. Ante dicho panorama, Ulm ofrece un caso relevante en el reconocimiento de cómo la perspectiva científica cambió la forma de observar al diseño. En vista de ello, Neves, Rocha y Pinto señalan que uno de los objetivos principales del enfoque pedagógico de Ulm, “fue mejorar la relación entre educación, ciencia, industria y diseño” (Neves et al., 2014, p. 4) a través de un enfoque científico y el seguimiento de métodos objetivos. De tal manera, en esta escuela se pretendió que los alumnos manipularan y controlaran de manera consciente los procesos de diseño, dinámica que se puede analizar al observar el enfoque y aportes de diversos profesores y directivos que formaron parte de dicha escuela.

Tomás Maldonado, por ejemplo, quien formó parte de la junta directiva de Ulm, destacó el lugar del diseño como práctica cuyo propósito debía ser, en parte, ayudar a “construir la legibilidad del mundo” (Tapia, 2004, p. 25), objetivo para el cual era importante implicar el conocimiento matemático, así como diversos métodos de carácter racional. Por su parte, el matemático, físico y sociólogo Horst Rittel, como profesor de Ulm, impartió temas como teoría de la probabilidad, las propiedades de los logaritmos y la cibernética. En sus clases, Rittel tomó en cuenta el trabajo teórico de académicos como Morris Asimow, cuyo texto *Introducción al Diseño* –con un

enfoque desde la ingeniería— fue material de referencia para sus clases. El enfoque de Asimow fue un paradigma importante desde el cual se refuerza la idea de que la formalización es un proceso relevante para el diseño, algo en lo que el autor hace hincapié al señalar como fundamental el acto de “traer la idea original a una forma comunicable de expresión” (Asimow, 1962, p. 25). Este enfoque, como instanciación del discurso científico pone de relieve a la infoproducción como proceso necesario no solo para la configuración de objetos de estudio, sino del discurso científico en sí mismo.

La infoproducción se traduce en actos de reducción de diversos procesos, fenómenos y entidades, a manera de artefactos fácilmente manipulables, como categorías, conceptos, esquemas, etc. Conceptos como la simetría, la redundancia, la proporción, entre otras, pueden entenderse como ejemplos que se vuelven trasladables a diversos tipos de composición, ya sea bidimensional o tridimensional. Lo mismo puede observarse para acciones como investigación, la sistematización de información, la elaboración de procesos, entre otros que resultan adecuados para la propuesta de artefactos, ya sea visuales u objetuales.

Aquí puedo señalar de nueva cuenta el caso de Ulm, en medida en que se tuvo como objetivo “crear un suelo común para el diseño, un lenguaje, una visión”, previo al proceso de especialización en una de las cuatro áreas que se enseñaban (Krippendorf, 2008, p. 56). Con lo que, a pesar de que muchos de los casos que tomo en consideración se ciñen a la enseñanza y reflexión del diseño industrial —orientación que predominó en Ulm— uno de los fenómenos que busco señalar es justo cómo artefactos como los métodos de diseño, dada su naturaleza abstracta y general, se vuelven útiles en la práctica del diseño sin importar si se trata de arquitectura, diseño industrial o gráfico. La dinámica que esto plantea, enfatiza la necesidad de seguir métodos dado que “la descripción simbólica se convierte en un dispositivo que permite al diseñador utilizar información sobre el concepto para anticipar analíticamente el comportamiento del prototipo” (Asimow, 1962, p. 25).

Artefactos como los métodos de diseño se integran a la práctica de la disciplina en un proceso que resulta en la consolidación de la dimensión intelectual en el diseño como superior a los actos de configuración de artefactos en sí, ya que la acción comienza a ubicarse como subordinada a la idea. De tal manera, con el objetivo de situar los cambios que trajo consigo la implicación de la mirada científica en la comprensión del diseño me interesa señalar el lugar particular que tuvieron las matemáticas, en especial al situar el lugar que tienen la formalización y la abstracción

en dicho ámbito del conocimiento. Para ello, cabe hablar del caso de Christopher Alexander, arquitecto y matemático, otro personaje que participó en Ulm que ocupa un lugar importante en la historia del desarrollo de metodologías para el diseño. Alexander enfatizó la importancia de pensar en las operaciones y los algoritmos como medios para el análisis y síntesis del diseño, esto en función del uso de artefactos como “diagramas de flujo, grafos y notación simbólica” (Neves et al., 2014, p. 21). La perspectiva que se observa en la aproximación de teóricos como Alexander, entre otros que se traerán a la discusión más adelante, llaman la atención a la influencia de las matemáticas en la transformación de la perspectiva acerca de lo que se entiende como diseño. Por tanto, propongo como un punto importante comprender las implicaciones de la codificación del diseño al tomar en cuenta las lógicas, parámetros y directrices que dicta la abstracción matemática.

## 2.1.2 Matemáticas, abstracción computacional y la comprensión del diseño en Ulm

Un fenómeno que destaca al describir las transformaciones en la comprensión del diseño relacionadas con la mirada científica, es el relativo a la calculabilidad o computabilidad que adquiere el diseño cuando se vuelve posible su inscripción y manipulación bajo las pautas de la ciencia y sus métodos. Algo a destacar al respecto es la influencia que tuvieron los avances en la producción de computadoras cada vez más rápidas y con mayor capacidad de procesamiento, tal como sucedió entre los 1950 y los 1970, lo cual puso de realce la importancia de la comprensión matemática y lógica de los procesos. Como se observará en las siguientes líneas, desde dichas disciplinas se vinculan con principios de abstracción computacional y análisis estadístico presentes en diversas búsquedas por repensar el diseño según lo que tuvo lugar en Ulm.

Hacia la década de 1950, la Teoría Matemática de la Información de Claude Shannon y Warren Weaver (1949), la informática –y de forma especial en el trabajo de Von Neumann (Goldstine & von Neumann, 1963)–, junto con postulados y teorías

de otros autores y disciplinas, tuvieron un lugar importante en Ulm. Un ejemplo de ello es el caso de Horst Rittel, quien planteó la utilidad de las matemáticas para el diseño en los siguientes términos:

Las técnicas estadísticas pueden apoyar esfuerzos predictivos; [...] la lógica simbólica puede servir como un medio para describir y analizar la estructura de un problema [...] [Los modelos de simulación] ayudan a anticipar el desempeño de algunas soluciones en determinadas condiciones (Rittel, 1971, p. 24).

Otro caso particular también es el de Max Bense, quien desarrolló una postura estética que tomó en cuenta la teoría de la información y las matemáticas con base en las cuales plantería que: “La información realiza y transmite [...] en la medida en que se basa en un grado de disposición estadísticamente describable, en una complejidad seleccionada o en una distribución de frecuencia de elementos o clases de elementos utilizados” (Bense, 1960, p. 90). Bajo este panorama, la tarea de codificar problemas para encontrar su solución de acuerdo con métodos matemáticos se tuvo como prioridad. Como ya he señalado antes, la infoproducción puede observarse como una de las operaciones fundamentales de las metodologías científicas, aspecto que se enfatiza a su vez el pensamiento matemático.

Prestar atención a la búsqueda por retomar rasgos del pensamiento y métodos de las matemáticas en el diseño resulta relevante al reconocer la trascendencia que tiene esta idea hasta años recientes, como es posible reconocer en la postura del teórico del diseño Francisco Irigoyen, quien propone a la lógica como base para la construcción de los objetos de diseño, y con ello tiende un puente entre la matematización y la posibilidad de materialización de artefactos visuales. Irigoyen señala también que propiedades como la escala, la proporción y la distancia tienen una relación con la identificabilidad y la “sustentación de cualidades” en un ejercicio de diseño (Irigoyen, 2016, p. 56). Cuando el autor habla de identificabilidad, lo hace en referencia a un concepto particular de identificación que se vincula con procesos de discriminación, y por tanto, con actos de discretización. Como se puede observar, la aproximación citada es indicio de una búsqueda por hacer de las entidades con las que se trabaja al diseñar, objetos concebibles y manipulables. Es acerca de este tipo de procesos sobre los que Flusser (2017) reflexiona al proponerlos como resultado de una progresiva abstracción que se distingue por la calculabilidad, la *mathesis*, y por ende la computabilidad.

### 2.1.3 Principios de la automatización en la esquematización del diseño

Observar la importancia de las matemáticas en la forma de comprender el diseño al día de hoy implica prestar atención a las operaciones necesarias para formalizar un proceso como lo puede ser el planteamiento de artefactos visuales. La consigna de describir al diseño como un proceso que sigue una serie de directrices lógicas, implica una actividad reflexiva donde la abstracción y la articulación son parámetros importantes. Como lo señala Rittel, la instrumentalidad que puede alcanzar un conocimiento, depende de que éste logre enunciarse de manera que se definan sus componentes y la relación que existe entre estos, según la fórmula “bajo la circunstancia C, una acción A debe llevar a el estado T” (Rittel, 1971, p. 20). Para profundizar acerca de esta afirmación propongo visibilizar que en el proceso de codificación del diseño –con el objetivo de reducir los esfuerzos, el tiempo y los costos– artefactos como los métodos se plantean con base en la observación y registro de experiencias pasadas, cuyo análisis deriva en la identificación de pasos recurrentes y de una estructura común. Abonando a dicho argumento, Feyerabend propone que detrás de la identificación de estructuras, se puede reconocer una expectativa de regularidad (en Rodríguez 2006), que como pretendo argumentar, tiene una base en operaciones como la abstracción y el análisis estadístico.

Así, propongo que al implicar la mirada matemática al diseño se reconoce que es posible extraer información de previos ejercicios de diseño, al discriminar las determinantes específicas de ejercicio de diseño particulares. De esta manera, al dejarse de lado las especificidades, se abre la posibilidad de visibilizar una “estructura común”. Como se observará en diversos momentos de la tesis, tal idea subyace de diversas maneras a los procesos y artefactos desarrollados para automatizar operaciones necesarias para la configuración de artefactos visuales, fenómeno de interés central para la investigación.

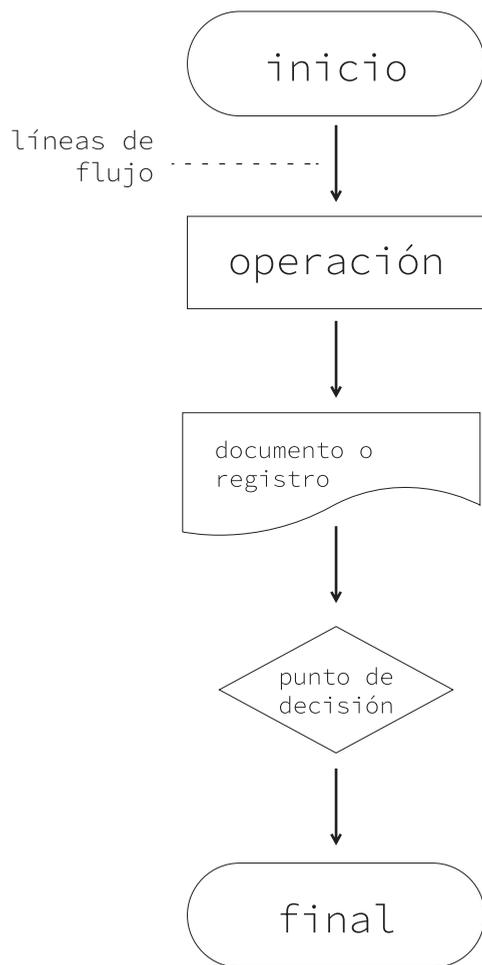
Así, al tener en cuenta la relevancia de este aspecto en los procesos de automatización del diseño, haré un alto en la noción de estructura al retomar en trabajo de Klaus Krippendorff. En el libro *Communicating: Otherness, Meaning, and Information* (2009), el autor hace un análisis del concepto de “estructura organizacional”, en una

reflexión acerca de las dinámicas que caracterizan a la memoria social. Como parte de su búsqueda aborda el tema de la representación de procesos por medio de diagramas de flujo, herramienta que resulta de utilidad a disciplinas de diversos campos —como las humanidades, la informática, las ciencias naturales, entre otras. A través de un diagrama es posible codificar cosas tan diversas como tareas, jerarquías, flujos materiales y temporales, el sentido de la sucesión de operaciones, las series de transformaciones que se hace en un conjunto de datos, entre otros fenómenos y procesos (Krippendorf, 2009, p. 338). Se puede entender la esquematización necesaria para el trazo de diagramas de flujo, es una forma de describir “la estructura organizativa” percibida de este tipo de fenómenos.

Al tomar en consideración la exposición de Krippendorf, comprendo que el reconocimiento de estructuras y la expectativa de regularidad son importantes en la propuesta de métodos de diseño. Mi planteamiento en este sentido es observar a los métodos como resultado de operaciones relacionadas con la infoproducción, la abstracción y el análisis estadístico, ya que constituyen formas de esquematización o diagramación que son posibles al identificar situaciones y problemas recurrentes, además de que en estos se codifican una serie de operaciones susceptibles de repetirse —tras el reconocimiento y comprobación reiterada de su utilidad y eficacia—. Con los métodos de diseño, bajo la premisa de que la información que presentan, pretenden implementarse el desarrollo de rutinas, procesos de regularización, la estandarización de categorías, entre otras acciones que se consideran útiles para llevar a cabo ejercicios de diseño más eficientes. En consecuencia, profundizaré acerca de los métodos de diseño con relación a los diagramas de flujo que como se verá tienen un lugar importante para disciplinas como la informática, la teoría de sistemas, entre otras.

Un argumento que quisiera desarrollar en este punto, es que la infoproducción del diseño que se tuvo lugar entre 1970 y 1990, se vio influenciada en gran medida por disciplinas como la informática, fenómeno que puede observarse de manera clara por medio del acercamiento a lo que sucedió en la escuela de Ulm. Pensar en datos y comandos, direccionalidad, operaciones esquemáticas, discretización, son algunas de las terminologías, operaciones y principios de análisis que se introdujeron o encontraron auge desde el panorama teórico que planteaba la computación entre 1940 y 1950. En este sentido, cabe mencionar la relevancia que tuvo el trabajo de Alan Turing, quien hacia finales de 1930 planteó la posibilidad de formalizar —por medio de comandos traducidos a perforaciones en tiras de papel— diversos actos de cálculo y operaciones lógicas, con lo cual serían susceptibles de ser procesadas por una computadora. Dada la influencia de los avances en el campo de la informática

para los profesores y teóricos en Ulm y con el fin de problematizar al respecto de los métodos, se puede retomar el caso de los diagramas de flujo, artefacto importante para dicho ámbito del conocimiento técnico.



**Gráfico 2.** Símbolos convencionales para el trazo de diagramas de flujo. Trazo vectorial. Elaboración propia.

Como señalo con anterioridad, los diagramas de flujo constituyen descripciones formales del curso de un proceso o fenómeno a través de un arreglo esquemático. Cabe señalar que los diagramas de flujo son artefactos que hacen uso de códigos para expresar diversos tipos de información, es decir, que hacen uso de convenciones representacionales —una serie de símbolos— gracias a los cuales se puede comprender un sentido de dirección en el desarrollo de los procesos, la manera en que se llega de un *input* o estado inicial a un *output* o estado final, así como la serie de pasos necesarios para llegar a un resultado (Gráfico 2). En particular, existen dos elementos fundamentales en la estructura de un digrama de flujo: las líneas y los nodos. Las líneas expresan la secuencialidad entre estados o posiciones de aquello que se busca esquematizar; éstas pueden ser de diversos tipos como rectas, curvas, flechas, continuas o discontinuas, y destacan por su indicialidad, al señalar la dirección de un desarrollo o traslación. Además, otro elemento importante de los diagramas de flujo son los nodos, mismos que hacen referencia a diversos tipos de objetos o procesos según la simbología que se empleé. Un nodo puede representar un determinado estado, proceso, decisión, etc., mismo que llevará a otro al seguir una línea o flecha. En la imagen se ven distintos tipos de nodos que expresan una variedad de procesos o puntos clave en el flujo de acciones a partir de convenciones determinadas.

Los diagramas de flujo se implementaron de manera importante en el ámbito de la producción industrial y la ingeniería —sobre todo desde los años 1930. Cumplieron un papel importante en el campo de la informática, al constituir representaciones idóneas para la visualización de los pasos o decisiones que componen un proceso computacional. La abstracción y sistematización que caracteriza a los diagramas de flujo los hace un artefacto relevante a la hora de escribir un programa con el que se busca que una computadora siga un procedimiento para obtener un resultado. De forma general, es posible entender que los diagramas de flujo describen la ruta entre un estado dado o inicial para alcanzar uno deseado, aquí su utilidad para la descripción del proceso de diseño.

Para profundizar en lo anterior, un aspecto importante a resaltar del trazo de un diagrama de flujo es que la selección de los componentes que lo integrarán y sus relaciones implica una serie de resoluciones relacionadas con “decisión de asunciones e idealizaciones” que posteriormente, han de codificarse a manera de procedimientos ya de forma explícita y descriptiva (Goldstine & von Neumann, 1963, p. 99). Partiendo de este comentario, resalta que el trazo de diagramas de flujo conlleva un acto de abstracción en el que se trabaja con una serie de pautas que resultan prescriptivas a la hora de llevar a cabo un proceso, de manera que se plantean de modo previsorio

con el objetivo de tener una idea clara de los pasos a seguir con el fin de lograr una mayor eficiencia. Las características antes mencionadas son algunas de las que se observaron como útiles para la disciplina del diseño.

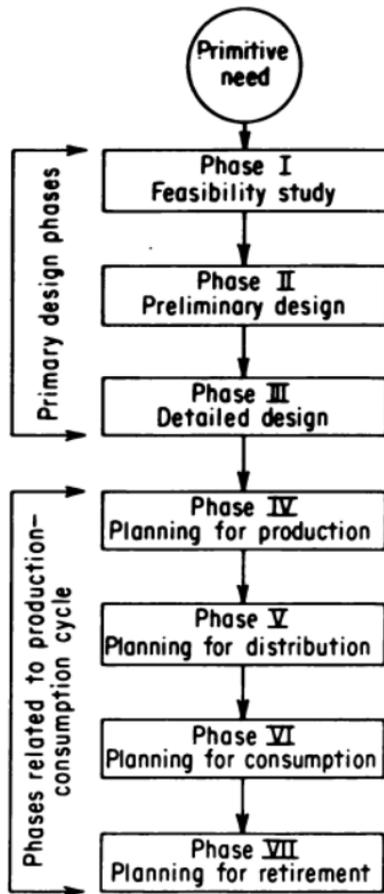


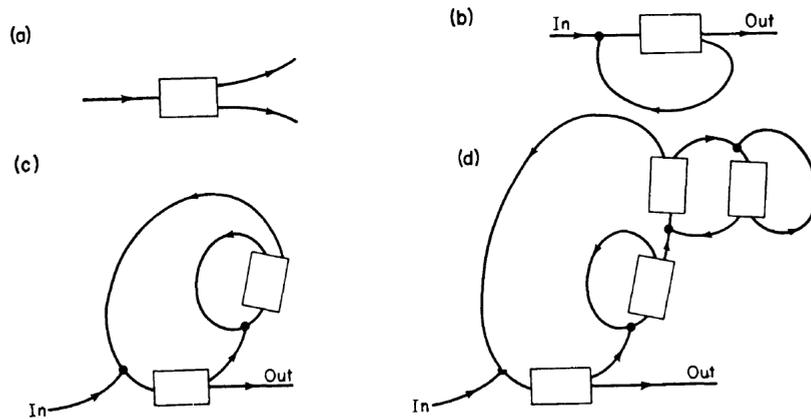
Gráfico 3. Las fases de un proyecto completo. Fuente: Morris Asimow, *Introduction to Design* (Nueva Jersey: Prentice-Hall), 1962, 12.

En el anterior esquema, Morris Asimow (1962) presenta una propuesta de “morfología del diseño” a partir de un diagrama que representa pasos globales en el proceso de diseño estableciendo una relación de sucesión entre estos (Gráfico 3). Como se puede apreciar, el esquema denota un alto rasgo de abstracción –aunque en la fuente se acompaña de una extensa explicación en la que Asimow se dedica a describir en extenso los componentes e implicaciones de cada paso– y presenta a golpe de vista los componentes mínimos del proceso de diseño. Artefactos como los diagramas de flujo, o en este caso los métodos de diseño, involucran un acto de mapeo, de comprensión y preparación que Goldstine y von Newmann destacan por su carácter “macroscópico”, y por tanto, general. Lo anterior debido a cómo describe flujos de procedimientos, estados, etc., sin entrar en detalles, enfatizando en cambio reglas y principios de carácter abstracto. De tal manera, los métodos de diseño poseen un carácter descriptivo y geométrico: mapean relaciones lineales entre los pasos descritos, direccionalidad, la constitución de categorías, la designación de valores, jerarquías, entre otras acciones que resultan en una morfología esquemática. Algo a resaltar es que el trabajo con rasgos generales, categorías, funciones o conceptos es una característica que hace de los métodos de diseño artefactos herramientas útiles en diversos tipos de ejercicios de diseño, justo en razón de la generalidad que los caracteriza.

Siguiendo la argumentación, otro aspecto que me interesa señalar acerca de los procesos de codificación presentes en los diagramas de flujo y los métodos de diseño es que incluso en la informática, la esquematización rara vez se trata de un procedimiento estático y lineal. En el esquema antes citado (Gráfico 3), Asimow divide las fases para llevar a cabo un proyecto en dos grandes bloques. De tal manera se puede expresar el carácter dinámico y no lineal del proceso de diseño, en tanto que se describen conjuntos de acciones que se llevan a cabo de manera iterativa hasta alcanzar el resultado deseado. Esta idea ha sido relevante para la informática, y alude a la utilidad que encuentra la repetición de acciones definidas, que dirigen procesos de progresiva mejora o refinamiento.

Así, contrario a lo que podría pensarse un diagrama de flujo tiene la posibilidad de representar procesos no lineales, y con ello describir secuencias iterativas, bucles, retornos, procesos condicionales, entre otras dinámicas. En el Gráfico 4, se puede apreciar una serie de ejemplos para la representación de procesos no lineales en los diagramas de flujo.

Dado el objetivo de la investigación, un aspecto en el que es fundamental detenerse es la manera en que tanto de los diagramas de flujo como de los métodos de diseño constituyen inscripciones que resultan de diversos procesos de infoproducción. Una de las grandes necesidades que se buscó resolver con el trazo de un diagrama de flujo en el campo de la informática, fue justamente que una máquina tuviera acceso a la información necesaria para llevar a cabo una determinada tarea. Por tanto, un problema relevante fue la descripción de problemas y de los pasos para resolverlos según determinadas variables y funciones, lo anterior bajo las restricciones que la lógica binaria representó para la enunciación. De ahí que Goldstine y von Neumann planteen que “proponer un código para resolver un problema implica, no solo una traducción (texto matemático a código)” (Goldstine & von Neumann, 1963, p. 84). Es decir, que cada procedimiento debía ser susceptible de ser enunciado de forma abstracta en términos de ceros y unos, y por lo tanto, reducirse a los mínimos elementos y acciones.



**Gráfico 4.** Loops e iteraciones en un diagrama de flujo. Fuente: Goldstein y Von Neumann, *Planning and Coding Problems for an Electronic computing Instrument*, (Pergamon Press: Oxford), 1963, 87.

Respecto a ello, los autores antes citados señalan justamente que “la codificación comienza con el dibujo de diagramas de flujo” (Goldstine & von Neumann, 1963, p. 100), operación necesaria para el desarrollo de esquemas de control gracias a los cuales una computadora fuera capaz de llevar a cabo las acciones requeridas. Un problema a resolver puede ser de gran complejidad e involucrar grandes cantidades de variables, por lo que la búsqueda por codificar en términos lo más claros y lógicos situó la necesidad de desarrollar toda una forma de pensamiento. Dado lo anterior, se motivó el nacimiento de la “ nueva rama de las lógicas formales” (Goldstine & von Neumann, 1963, p. 83), mismas que ocuparon un lugar relevante en la creciente demanda de procesos automatizados. Al respecto, Krämer comenta que de forma previa al invento de computadoras `como una máquina física’, la habilidad para computar debía desarrollarse de forma previa como forma de pensamiento (Krämer, 2019, p. 1). Dicha capacidad caracteriza a las diversas estrategias llevadas a cabo para codificar al diseño, ya que requieren de la capacidad de describir procesos de una manera clara y concisa dentro de los parámetros de un determinado sistema formal. Esto define a artefactos como los métodos de diseño.

Para desarrollar dicho argumento, ubico como fundamental el concepto de algoritmo al prestar atención vínculo entre los diagramas de flujo y el pensamiento matemático, ya que como se verá tiene un papel importante en los procesos de codificación y automatización del diseño. Como señala Sybille Krämer, el término algoritmo es una adaptación del nombre del matemático persa Al Chwarizmi, y se desprende de la aritmética. Parte de sus fundamentos recaen en la idea de que las matemáticas eran susceptibles de enseñarse con base en el aprendizaje de fórmulas:

Algoritmar significa descomponer una solución compleja del problema en pasos individuales, resolviendo el problema por medio de su análisis mecánico. En este aspecto nos encontramos con una paradoja: el progreso de la civilización consiste en operativizar dominios del trabajo mental para que tales operaciones se puedan realizar sin referencia a la interpretación, el significado y el sentido (Krämer, 2019, p. 1).

Partiendo de la reflexión de Krämer, como un interés en la investigación propongo visibilizar cómo en la elaboración de los métodos de diseño existe una inclinación hacia la automatización. Lo anterior, en razón de su lugar medial entre las etapas de planeación y ejecución, y por cómo se integran en un sistema de artefactos que modelan el proceso de diseño. Al seguir un método, se exige que quien diseña desarrolle las habilidades de abstracción y proyección necesarias para poder circunscribir

sus conocimientos técnicos, así como la información y percepción que posee al respecto de un problema o necesidad dentro de los confines de la estructura y acciones propuestas. Debido a esto, la forma esquematizada del proceso de diseño que se expresa en los métodos funciona como una prescripción.

Aquí considero valioso rescatar y poner en discusión la crítica que hace Gui Bonsiepe (1978) sobre la relación de los métodos de diseño y la noción de algoritmo, al subrayar que las técnicas heurísticas de los métodos de diseño no han de confundirse con algoritmos (p. 148). De inicio cabe indicar que este señalamiento tiene lugar en un momento donde la noción de algoritmo se encontraba influenciada por el desarrollo que las tecnologías computacionales tenían, según lo cual la axiomatización constituía un paradigma importante. Lo anterior significa que para finales de 1970, la escritura de programas implicaba la escritura detallada de procedimientos, funciones y fórmulas necesarias para que un programa llevara a cabo tareas definidas. Desde dicho entendido, se comprenden las motivaciones detrás de la afirmación de Bonsiepe y su forma de contraponer a los algoritmos con respecto a los métodos, mismo que entendía más bien como “reglas generales para conseguir metas generales” (Bonsiepe, 1978, p. 148). Un concepto de algoritmo más actual se contrapone a su comprensión como conjuntos de reglas pre-fijadas de manera precisa, gracias al avance alcanzado por los sistemas de redes neuronales lo cual es un tema que trataré más adelante. Sin embargo, un aspecto que quiero retomar ahora a partir de cómo Bonsiepe caracteriza a los métodos es justo la generalidad, o en otras palabras, la utilidad que trae consigo dejar de lado las particularidades con el fin de proponer reglas y principios operativos, ya que esto encuentra un vínculo importante con la abstracción computacional y la automatización.

Al respecto de lo anterior, cabe mencionar que la segunda mitad del s. XX vio nacer una cultura informatizada que comenzó a cuestionar la validez de un conocimiento no verbalizable, no simbólicamente codificable, computable o transmisible (Cardoso, 2015a). Así, la informática planteó una nueva relación con el conocimiento que trajo consigo transformaciones epistémicas relacionadas con las dinámicas que describo hasta ahora. Tales cambios trastocaron de igual manera al diseño, lo cual queda de relieve en el énfasis que pone Horst Rittel en la codificación como forma de comprensión que, en su opinión, tenía la potencialidad de mejorar y enriquecer al diseño (Krippendorf, 2008). Dicha perspectiva fue compartida por diversos profesores en Ulm, y en décadas posteriores las ideas que ahí se plantearon lograron trascender, movilizándose e implementándose en diversas universidades, influyendo también la práctica profesional de muchos diseñadores.

El fenómeno anterior, se acentuó de forma posterior con la creciente ubicuidad de las computadoras en la práctica del diseño. Así, con la propuesta de métodos, en general se buscó lograr una mayor eficiencia, al promoverse la disminución de tiempos, la rastreabilidad de pasos realizados, y como resultado de lo anterior, el ahorro de esfuerzos innecesarios. Sin embargo, se manera paralela comenzó a materializarse la posibilidad de automatizar, sino todo el proceso de diseño sí diversos pasos mediante el uso de computadoras. En dicho contexto, la automatización y la codificación del diseño se corporiza en artefactos como los métodos de diseño al observar que “una vez trazado un problema y su solución en términos de un diagrama de flujo, la solución puede ser llevada a cabo de manera sencilla y rutinaria, si quien lo implementa está medianamente familiarizado o mínimamente entrenado” (Goldstine & von Neumann, 1963, p. 100).

En búsqueda de establecer una lectura acerca de los métodos de diseño en relación a la automatización, traigo a la discusión la reflexión que hace Jone Chris Jones (1992) respecto a la descripción de sub-rutinas como una necesidad para el desarrollo de autómatas que se encargaran de acciones en el proceso de diseño. Jones propone una serie de planteamientos acerca de la mecanización de aquellos procesos que designa como de “caja de cristal” dada la claridad que se tiene de su acción, y que de manera paradójica constituyen la parte racional del proceso de diseño. Así, consideró que la identificación y formalización de sub-rutinas —es decir, aquellas actividades y toma de decisiones que se pueden pre-determinar, dada la información previamente designada como parámetro—, constituirían actividades realizables por una máquina. Esto supone entonces que existe, por el contrario, un conjunto de actividades que no podrían ser llevadas a cabo por una máquina, por considerarse de “más alto nivel”, con respecto a las de síntesis o configuración. En este sentido, un requerimiento que el autor, a principios de los 1990, encuentra necesario para que un proceso en el diseño fuera susceptible de codificarse sería justamente la sistematicidad y la linealidad. De manera que para que una dimensión del diseño fuera susceptible de trazarse como una sub-rutina lineal, ésta requería ser abordada con “rigidez mental y método” (Jones, 1992, p. 68). Es por ello que el autor plantea que la automatización sería posible en las etapas de convergencia<sup>4</sup> del proceso de diseño, cuando ya de forma previa se llevó a cabo la definición del problema, de los objetivos y de las variables ha tomarse en cuenta —acciones consideradas “de alto nivel”—.

<sup>4</sup> Para Jones (1992), las etapas de convergencia son aquellas en las que se reduce la cantidad de soluciones propuestas a la más adecuada. Dichas etapas se caracterizan por la búsqueda de reducción de variedad y de la incertidumbre, para las cuales el autor señala que serían de utilidad los modelos matemáticos.

Como señalé en el capítulo anterior, en el camino del desarrollo de máquinas que automatizaran el diseño se apostó por la identificación de aspectos concretos de la práctica que fueran susceptibles de aumento y automatización, en lugar de buscar una rutina general para la automatización del diseño en su totalidad (Cardoso, 2015a), perspectiva que prevaleció hasta la década de 1990. Las sub-rutinas se vuelven entonces conjuntos de procedimientos que se ha identificado, no tienen variaciones significativas y por tanto, son susceptibles de ser realizadas de manera automática. Mi propuesta es que la noción de sub-rutina planteada por Jones tiene un fundamento estadístico, ya que una sub-rutina se definiría tomando en cuenta procesos previamente evaluados, y de los cuales se conoce su efectividad y estructura. Aquí se visibiliza un vínculo entre conocimiento, formalización y racionalidad que es importante señalar y que desarrollaré en los apartados subsecuentes.

Como señalo antes, el problema de la automatización según lo que se puede entrever en las anteriores reflexiones, se vincula con el conjunto de reflexiones y artefactos a través de los cuales se ha buscado legitimar y sistematizar la práctica del diseño. Desde las reflexiones que planteo, la formación profesional del diseño se manifiesta como un conjunto de dinámicas y estrategias dirigidas por la búsqueda de eficiencia, de secuencialidad, entre otros atributos que se relacionan con la forma de funcionamiento de artefactos como los métodos y, como pretendo argumentar, de otros casos como lo serían los planes de estudio para la formación de diseñadores en el ámbito universitario.

## **2.2 Automatización y codificación en los procesos de legitimación y la enseñanza del diseño**

En las siguientes líneas busco hacer un análisis de los procesos de automatización del diseño al observar diversas prácticas y artefactos que se relacionan con la enseñanza, así como con una serie de prácticas que han contribuido al modelado de una idea estable, en mayor o menor medida, de lo que significa diseñar. Mi propuesta es caracterizar el papel de los artefactos que traigo a la discusión, y reflexionar acerca de la relación entre su forma de operación y las dimensiones del fenómeno de la automatización que son interés para la investigación. En este punto, el caso de Ulm continúa teniendo pertinencia al tener en cuenta lo relevante que ha sido como modelo para el planteamiento de programas de formación profesional en diseño en diversas universidades donde se sigue dando prioridad a procesos relacionados con la planeación, la racionalidad y el enfoque científico.

## 2.2.1 Racionalización e infoproducción del diseño: cambios de perspectiva entre Bauhaus y la escuela de Ulm

Uno de los primeros y más relevantes referentes de la educación formal el diseño es la escuela de Bauhaus. Mi objetivo al hablar al respecto de los cambios que se puede observar entre la perspectiva de Bauhaus y Ulm, es señalar el papel de las tecnologías computacionales como fuente de principios de organización y análisis que influyeron en la forma de comprender el diseño. En esta búsqueda, me parece interesante plantear que en Bauhaus, se dio una transformación con respecto al paradigma de la enseñanza de las artes, ya que como señala Jeffrey Keedy, antes de acercamientos como los que se dieron en dicha escuela “todos los diseñadores eran auto-didactas o aprendían su oficio como aprendices en el trabajo” (Keedy, 2005, p. 136), sobre todo en talleres artísticos. Por ello, lo que sucedió allí significó un cambio importante en la manera de enseñar y aprender el diseño, y por consecuencia, de entenderlo.

En los inicios de la enseñanza en Bauhaus, hacia 1919 y con la participación de figuras como Walter Gropius, Johannes Itten, Paul Klee y Wassily Kandinsky la enseñanza en Bauhaus se caracterizó por la implementación de una serie de estrategias pedagógicas relacionadas con el movimiento expresionista. Dichas estrategias tuvieron una inclinación subjetiva y se encaminaban al desarrollo expresivo y creativo de los estudiantes. Sin embargo, poco a poco dicha dinámica cambió y comenzó a perseguirse una orientación empírica que sustentara una práctica dirigida hacia la funcionalidad. Entre 1923-25 y con la participación de artistas y diseñadores como Theo van Doesburg y Lászlo Moholy-Nagy, esta etapa se cimentó en la teoría y práctica de la arquitectura en conjunción con las así llamadas “ciencias aplicadas”. Lo anterior, encontró sinergia dado el momento histórico que se vivía a inicios del s. XX: luchas sociales en efervescencia y una creciente presencia de la industrialización. La vocación social y la preocupación por facilitar objetos útiles a un mayor número de personas de estratos sociales bajos llevaron a que los “principios científicos de gestión de los procesos industriales” (Eskilson, 2012, p. 221) cobraran influencia en diversos ámbitos de la cultura.

De tal modo, en Bauhaus se dio un proceso de sustitución de la idea del artista por la del ingeniero, lo se manifiesta en los cambios que tuvieron lugar en la orientación pedagógica de la escuela. Bajo esta lógica, valores como: “coherencia, economía y simplicidad” (Frascara, 2000, p. 41) se ubicaron como un estandarte para Bauhaus, y caracterizaron su orientación pedagógica. Así, a través de miembros que formaron parte de movimientos como De Stijl, como van Doesburg, la escuela comenzó a adoptar un enfoque objetivista que adoptaría metodologías apegadas a la racionalidad científica. La tendencia que se manifiesta en Bauhaus alcanzó otro momento en la escuela de Ulm, donde a mediados del siglo XX personajes como Max Bill, Inge Scholl y Otl Aicher —entre ellos algunos ex-alumnos de Bauhaus—, se integraron como profesores. Al respecto, Aicher (2015) afirma que una de sus preocupaciones como diseñador y docente en dicha escuela fue cuestionar las posturas esteticistas que observaba en las prácticas que tuvieron lugar la Bauhaus, mismas que a su parecer fueron consecuencia de una pérdida de enfoque respecto a los valores funcionalistas que se pregonaron en un momento.

Además, no puedo dejar de resaltar la relación entre la academización del diseño y el desarrollo que al rededor de los años 1950 tuvieron diversos desarrollos tecnológicos y científicos, en específico aquellos relacionados con la informática. En dicho contexto, diversos profesores en la escuela de Ulm mostraron un activo interés en postulados provenientes de la cibernética, las ciencias de la computación, las ciencias de la información, entre otras que alcanzaban avances importantes en ese momento. En particular, Tomás Maldonado y Otl Aicher articularon sus inquietudes teóricas en torno a ideas como el ordenamiento del pensamiento, la formulación de preguntas en el diseño, el planteamiento de métodos, entre otras que condensaron en los trabajos que ambos realizaron para la estructuración curricular de la enseñanza del diseño en Ulm. Como he tratado de señalar, los métodos constituyen un artefacto de especial interés, y en cuanto al tema de la formación de diseñadores me parece importante comentar acerca de la relación entre los métodos y la academización del diseño. En esta temática, Bonsiepe señala que detrás de la inquietud por formalizar y sistematizar el proceso de diseño —o de “proyección”, como los designa el autor— que resulta en la propuesta de los métodos, hay un fuerte interés académico más que operativo en cuanto a la práctica del diseño en sí (Bonsiepe, 1978).

En concordancia, el uso de artefactos inscritos y el planteamiento de diversas técnicas para el desarrollo de habilidades de carácter abstracto son estrategias que se suma a un engranaje dirigido a la constitución del diseño como una disciplina academizada. Dicho sea de paso, como resultado dichos cambios también se ha logrado una

paulatina separación entre las artes y el diseño, proceso que también obedece a los cambios en las dinámicas del mercado identificables desde inicios del s. XX —sobre todo ante la creciente necesidad de agregar valor a los productos y las marcas por medio del dibujo publicitario y el diseño industrial—. Así, el auge de la publicidad justificó la paulatina aparición de programas académicos que se dedicaron en específico al desarrollo de habilidades en el campo del diseño. En México, fue entre la década de 1960 y 1970 que se planteó la necesidad de pensar en un campo de formación específico, lo cual resultó en el establecimiento del programa de diseño gráfico ya hacia 1974 —por lo menos en el caso de la ENAP—. Por consiguiente, me parece necesario considerar el papel que diversos artefactos, como los métodos de diseño, así como otros textos y tratados donde se codifica el diseño, cumplen en el proceso de legitimación del diseño como disciplina con un espacio en las universidades.

## 2.2.2 Codificación y automatización en la enseñanza del diseño

La codificación del diseño resulta en diversos tipos de artefactos inscritos —como libros, artículos y manifiestos— y responde en parte a un interés en el ámbito académico: transmitir aquellos conocimientos que se consideran necesarios para diseñar. Aquí busco discutir acerca del papel de este tipo de artefactos, útiles por poseer atributos como la replicabilidad y la movilidad, útiles para facilitar los procesos de enseñanza del diseño. Me interesa en particular resaltar cómo la academización del diseño, con la mediación de diversos artefactos inscritos, contribuye a consolidar una idea de lo que implica diseñar, legitimando una relación de jerarquía entre la dimensión racional y proyectiva del diseño con respecto a la material y configurativa. Así, planteo reconocer que la enseñanza del diseño se sirve de un cúmulo de artefactos que se producen con el objetivo de comprender y codificar diferentes conocimientos que involucrados con la producción de artefactos visuales. Las inscripciones son

el resultado de diversas acciones de objetivación dirigidas a la comprensión que provienen de diversos lugares y épocas, relacionarse con éstas abre la posibilidad de analizar el proceso de diseño, y con ello enseñarlo y transmitirlo. Acciones de comparación, profundización o refutación, como señala la tesis de los móviles inmutables de Bruno Latour, son algunas de las posibilidades que se abren con base en la info-producción del diseño.

Dado lo anterior, señalo la importancia que cobran distintos artefactos, como libros, artículos, manifiestos, métodos y manuales en los que se llevan a cabo distintas estrategias de info-producción del diseño desde las primeras décadas del s. XX, ya que además de articulan en los procesos de su enseñanza del diseño, además ayudan a modelar y legitimar una definición de lo que significa diseñar. En cuanto a la enseñanza formal del diseño gráfico, se tiene referente claro en aquellos libros clave que año con año se revisan en las clases o que se toman en cuenta para la estructuración y justificación de los planes y programas de la carrera de diseño gráfico.

Por plantear un ejemplo, ubico a las diversas asignaturas que se imparten en los primeros semestres de la carrera, mismas que toman en cuenta los planteamientos de un lenguaje básico y una serie de conceptos fundamentales. Un cúmulo de conceptos y principios de análisis son retomados de textos como *La sintaxis de la Imagen: introducción al Alfabeto Visual* de Donis A. Dondis; *Fundamentos de Diseño*, de Wucius Wong; *Sistemas de Retículas*, de Josef Müller-Brockmann; *Psicología del color*, de Eva Heller, por nombrar algunos. Las reflexiones que se condensan en dichos textos dan cuenta de una serie de actos de síntesis, de combinación y de aplanamiento a través de los cuales distintos autores delimitan elementos gráficos significativos mínimos, a la vez que definen las reglas de su interacción. Se podría traer a la discusión, por citar alguno, el trabajo teórico de Armin Hofmann en el *Manual de Diseño Gráfico*, uno de los textos clave que se toman en cuenta en la formación universitaria del diseño en diversas partes del mundo aún al día de hoy. El texto es relevante por cómo en él se busca comprender y definir un lenguaje gráfico elemental: el punto, la línea y el plano (Meggs & Purvis, 2009).

Como lo señala McLuhan, los libros actúan como artefactos que vuelven disponible cierta información en un mismo lugar para todos los estudiantes, por lo que se desempeñan como “máquinas de enseñar” (McLuhan, 1962, p. 229). Su implementación en la enseñanza ha tenido como efecto la consolidación de una idea sobre lo que es el diseño, ya que desde un agregado de teorías, términos, categorías, etc., se logra delinear definiciones del diseño. Mi propuesta en este sentido es resaltar cómo es-

tos artefactos son resultado de diversos procesos de infoproducción del diseño, y la manera en que al integrarse en las dinámicas de enseñanza operacionalizan lógicas propias de la automatización, al ser vehículos para un conjunto de conceptos, reglas, principios compositivos y especificaciones a implementar de forma sistemática en la producción de artefactos visuales.

Para entender la relación que establezco aquí entre infoproducción y automatización del diseño, traigo a la discusión los sistemas expertos, artefactos informáticos relevantes en el campo de la inteligencia artificial que simulan el razonamiento detrás de la toma de decisiones en concordancia con reglas pre-programadas

Los sistemas expertos son descritos en ocasiones como la primera ola de inteligencia artificial, un término general usado para describir situaciones donde las máquinas llevan a cabo tareas que de manera ordinaria requerirían de la inteligencia humana. Son un ejemplo de una lógica pre-programada donde una serie de reglas son codificadas en un sistema y aplicadas a nuevos ejemplos para llegar a una conclusión. Típicamente, estas reglas son escritas por, o diseñadas bajo la asesoría de, aquellos que tienen suficiente conocimiento del dominio en que la decisión operará (Zahneriute et al., 2019, p. 7).

Como se puede ver en la definición los sistemas expertos dependen en gran medida de procesos de codificación de reglas, mismas que conforman una base de conocimiento que es implementada por un sistema llamado “motor de inferencia”. Las decisiones que se toman de forma automática al usar un sistema experto operan al identificar si en un nuevo caso se cumple con los criterios dispuestos en las reglas, esta será la justificación que se da con respecto a elección elegida. Como señalo en líneas anteriores, el discurso científico recurre constantemente al trazo y seguimiento de meta-explicaciones, que trabajan de manera similar a los sistemas expertos, es decir, a modo de artificios lógicos que servirán de guía y justificación para el establecimiento de verdades o la toma de decisiones. En el campo del diseño, diferentes tipos de textos y manuales que derivan de una serie de ejercicios de teorización del diseño que componen una especie de sistema experto, en el cual diversos individuos que se legitiman de una u otra forma como conocedores en su campo disponen criterios útiles en la práctica del diseño. La idoneidad de una solución de diseño en este contexto depende de si ésta cumple con los criterios de plausibilidad, armonía, simetría, simplicidad, entre otros. Mi planteamiento es observar que dicha dinámica implica un grado de automatismo, dado que la toma de decisión recae en el cumplimiento de criterios pre-establecidos.

Así, considero que al seguir artefactos como los métodos de diseño se genera una dinámica similar a aquella que sucede con los sistemas expertos, ya que ambos ubican una estructura que sirve como guía para llegar a una solución. Para argumentar en esta dirección, Zalnierute, Bennett y Williams (2019) señalan que los sistemas expertos “pueden ser utilizados para la automatización de componentes de los procesos de toma de decisión que recaen en criterios claros, determinados y finitos” (p. 7), comentario coincide con la comprensión de Horst Rittel (1971) acerca de los métodos como formas de acercarse a aspectos procedimentales del proceso de diseño para la descripción de reglas explícitas, lógicas plausibles y comunicables (p. 16), mismas que han sido de utilidad en ejercicios de diseño previos. Justo a raíz de lo anterior es que han surgido críticas a la propuesta y seguimiento de métodos para el diseño, al señalarse la tendencia que se dispone hacia la automatización. Jone Chris Jones, cuyo trabajo es un referente importante en el tema de los métodos de diseño, hace una revisión retrospectiva al respecto de su propio trabajo y plantea observar que una de las problemáticas que trae consigo la implementación de los métodos es justo una “pérdida de control respecto al diseño”, fenómeno que llegó a calificar incluso como una forma de rechazo al sentido común (Jones, 1992, p. 70). Al visibilizar las problemáticas percibidas en el funcionamiento de los métodos tengo el objetivo de señalar la relación que, a su vez, lo anterior encuentra con los artefactos desarrollados para la enseñanza del diseño.

Según lo que argumento hasta ahora, se puede entender que la teorización es un acto de infoproducción que exige una determinada actitud mental hacia la forma que adquiere el diseño en los artefactos a través de los cuales se pretende que sea aprendido. Es decir, que el aprendizaje academizado del diseño implica aptitudes necesarias para la aprehensión de objetos abstractos y de la estructura lineal que adquiere el proceso de diseño, tanto en textos teóricos como en los métodos de diseño. La relación con el diseño mediada por artefactos como los que cito, tiene un efecto que Edgar Allan Poe explica de la siguiente manera: “es cierto que el simple acto de redactar tiende en gran medida a hacer lógico el pensamiento. La escritura lineal y alfabética hizo posible la súbita invención de gramáticas” (Poe 1846, en McLuhan 1962, 38). Así, cabe señalar que la inforproducción del diseño se relaciona con la definición y seguimiento de gramáticas, es decir, de todos aquellos conceptos, categorías y lineamientos de carácter abstracto que se implementan en la configuración de artefactos visuales.

Pero, ¿a qué hago referencia al hablar de una actitud mental, por qué recae en la relación con determinados artefactos? Para responder estas preguntas traigo a la discusión el señalamiento de Sarah Perry, quien reflexiona que: “el dominio de la cog-

nición hipotética «como si» [*as if*] es necesario para funcionar como un adulto en una sociedad tecnológica alfabetizada, y es una característica de un tipo de pensamiento que denomina como “sofisticado” (Perry s.r., en mskala 2018). Por lo tanto, puede entenderse que la habilidad para relacionarse con el principio *as if* es uno de los fundamentos del pensamiento simbólico, en medida en que sostiene la posibilidad de enfrentarse a una inscripción “como si” fuera el objeto o situación, sin necesidad de su presencia. En consecuencia, artefactos como los métodos de diseño plantean una serie de pasos que quien diseña ha de seguir “como si” hubiese tenido la experiencia previa que se necesitó para proponer dichas acciones. Lo anterior sucede de forma similar en la relación que se da con las experiencias y conocimientos que, en su forma inscrita, se integran como recursos en el proceso de enseñanza del diseño. De igual manera, se puede reconocer que durante las clases además de tomar en cuenta textos se recurre a la simulación de situaciones posibles: ejercicios hipotéticos con los que el estudiante ha de enfrentarse “como si” fueran problemas de la vida real.

Además, el fenómeno de la infoproducción del diseño no sólo influye en la relación que establecen los estudiantes con aquellos artefactos que deben analizar y comprender para incorporarlos a su propia práctica, sino que implica que ellos mismos también adquieran las habilidades necesarias para explicar y dar cuenta de sus propios procesos. En la enseñanza universitaria, se espera que “los estudiantes [verbalicen] cómo su trabajo aborda el *brief* creativo, cómo se conecta con su concepto, la audiencia definida y la intención final del diseño” (Agre-Kippenhan & Kippenhan, 2005, p. 133). Esta dinámica es parte de un proceso de legitimación propio del discurso académico, donde se requiere que quienes se circunscriben a sus lógicas posea la capacidad de explicarse a los demás. En el ámbito específico del diseño, Krippendorff comenta que “el discurso utilizado entre los diseñadores y frente a otros es la fuente más importante, aunque poco reconocida, de la identidad de los diseñadores” (Krippendorff, 2006, p. 268). En consecuencia, la alfabetización del diseño involucra la necesidad de desarrollar capacidades de abstracción, de reconocimiento y uso de una serie de códigos, así como facultades para relacionarse con artefactos inscritos, para comprenderlos y producirlos. De tal manera, teorizar el diseño o aprender diseño a partir de artefactos inscritos implica una exigencia por desarrollar cierta actitud mental –o habilidad cognitiva–, fenómeno notable que ha logrado modelar un concepto de diseño que resulta congruente con los procesos de su automatización.

El proceso de enseñanza del diseño de la manera en que se pretende en una institución académica, implica la adquisición de un repertorio determinado de códigos o lenguajes, con lo cual se intenta desarrollar en el alumnado la capacidad de pro-

ducir artefactos visuales de manera deliberada y eficiente. Así, la formación de quien diseñará involucra un entrenamiento para “utilizar los sistemas de signos [de manera] cultural e históricamente especificada” (Krämer, 2018, p. 9). Sin embargo, el dominio de una forma codificada del diseño conlleva una transformación en la relación que se tiene con los artefactos visuales ya que, por ejemplo, se adoptan términos como “fuentes tipográficas”, “puntajes”, “gammas cromáticas”, “modos” y “códigos de color” para implementar y hacer referencia a los diferentes elementos gráficos. Aunado a lo anterior, también se establece una relación con los artefactos visuales mediada por la abstracción matemática, si se tienen en cuenta nociones como las proporciones, los porcentajes, dimensiones, etc. Los fenómenos que se dan en la alfabetización y la enseñanza del diseño según un sistema escolarizado que se fundamenta en el uso de artefactos que se encuentran dados de forma previa —fruto de la teorización y formalización del diseño—, traen consigo efectos como la abstracción, la codificación y la estandarización, mismos que son coincidentes con lógicas de la automatización según el problema que me interesa señalar y analizar en la presente investigación.

### 2.2.3 La “enseñanza programada” del diseño

Ya en el punto anterior tuve la oportunidad de hablar acerca de la estrecha relación que se ha establecido entre la enseñanza del diseño y los artefactos inscritos. En el presente apartado profundizo al respecto de la naturaleza misma de los planes de estudio en el campo del diseño como artefactos y en los efectos que trae consigo la enseñanza del diseño según el paradigma que prima en la formación universitaria en la actualidad. Me parece relevante tratar este punto en particular ya que permite visibilizar una serie de fenómenos que derivan en formas automatizadas de enseñanza.

Como contextualización, cabe señalar que la creciente demanda de profesionales capacitados en diversas áreas así como la accesibilidad que ganó la formación universitaria desde los años 1920, han hecho necesario el desarrollo de estrategias pedagógicas y artefactos que permitan la formación del mayor número posible de estudiantes.

La relación que se tiene con el conocimiento en las universidades puede verse como la instanciación de una aproximación racionalista que rige la división esquemática del conocimiento, a la cual responde también la manera en que se plantean e imparten las asignaturas –inscritas a su vez en artefactos como los planes de estudio y las mallas curriculares–. Dichos artefactos dictan la manera en que se llevan a cabo los procesos de enseñanza–aprendizaje y constituyen un conjunto de regulaciones y procedimientos que rigen la acción tanto de profesores como de administrativos en las instituciones académicas.

Como se puede ver en las siguientes imágenes, en las mallas curriculares se organizan las asignaturas de manera esquemática y se visualizan los contenidos a impartir, divididos en unidades y distribuidos según un orden que muestra cómo se estudiarán las materias en un número definido de semestres (Gráficos 5 y 6).

Estructura curricular		SEMBLANZA DE LA LICENCIATURA	
		<b>Tronco básico (continua)</b>	
1° trimestre	Tronco general	5° trimestre	Diseño de Mensajes Gráficos III
	Fundamentos Teóricos del Diseño I		Metodología del Diseño Gráfico III
	Cultura y Diseño I		Historia del Diseño Gráfico III
	Medios Digitales I		Diseño y Comunicación III
	Lenguaje Básico		Expresión del Diseño Gráfico III
	Expresión Formal I		Tecnología para el Diseño Gráfico III
	Expresión Oral		
Geometría Descriptiva I			
<b>Total de créditos en este nivel</b>		<b>147</b>	
		<b>Tronco Profesional</b>	
2° trimestre	Fundamentos Teóricos del Diseño II	6° trimestre	Diseño de Mensajes Gráficos IV
	Cultura y Diseño II		Teoría y Metodología Aplicada I
	Métodos Matemáticos		Diseño y Comunicación IV
	Sistemas de Diseño		Optativa de Expresión
	Expresión Formal II		Optativa de Tecnología
	Expresión Escrita		Optativa Disciplinar
<b>Total de créditos en este nivel</b>		<b>91</b>	
		<b>Tronco básico</b>	
3° trimestre	Diseño de Mensajes Gráficos I	7° trimestre	Diseño de Mensajes Gráficos V
	Metodología del Diseño Gráfico I		Teoría y Metodología Aplicada II
	Historia del Diseño Gráfico I		Diseño y Comunicación V
	Diseño y Comunicación I		Optativa de Expresión
	Expresión del Diseño Gráfico I		Optativa de Tecnología
Tecnología para el Diseño Gráfico I	Optativa Divisiona		
4° trimestre	Diseño de Mensajes Gráficos II	8° trimestre	Diseño de Mensajes Gráficos VI
	Metodología del Diseño Gráfico II		Teoría y Metodología Aplicada III
	Historia del Diseño Gráfico II		Diseño y Comunicación VI
	Diseño y Comunicación II		Optativa de Expresión
	Expresión del Diseño Gráfico II		Optativa de Tecnología
	Tecnología para el Diseño Gráfico II		Optativa Interdivisional

Gráfico 5. "Estructura curricular", *Resultados de la encuesta aplicada a egresados de la Licenciatura en Diseño de la Comunicación Gráfica*, Universidad Autónoma Metropolitana, 2013, p. 6.



**901 DISEÑO GRÁFICO**  
**Plan Ideal**  
**SUJ**

Primer Semestre	Segundo Semestre	Tercer Semestre	Cuarto Semestre	Quinto Semestre	Sexto Semestre	Séptimo Semestre	Octavo Semestre
EL CONCEPTO DE ARTE A TRAVÉS DEL TIEMPO 4H8C 20744 AT007	MATEMÁTICAS Y COGNICIÓN VISUAL 4H8C 20968 MT054	PRODUCCIÓN DE IMÁGENES I 4H8C 21204 DG011	DISEÑO GRÁFICO IV 6H8C 21201 DG009 <b>21200</b>	PRODUCCIÓN DE IMÁGENES II 6H8C 21205 DG012 <b>21204</b>	DISEÑO GRÁFICO VI 6H8C 21231 DG028 <b>21230</b> <b>22487</b>	ILUSTRACIÓN 4H4C 21239 DG036 <b>22481</b>	DISEÑO GRÁFICO VIII 6H8C 21233 DG030 <b>21232</b>
DISEÑO GRÁFICO I 6H8C 21197 DG005	DISEÑO GRÁFICO II 6H8C 21198 DG006 <b>21197</b>	METODOLOGÍA DEL DISEÑO GRÁFICO 4H8C 21226 DG024	TIPOGRAFÍA II 4H8C 21212 DG018 <b>21202</b>	DISEÑO GRÁFICO V 6H8C 21230 DG027 <b>21201</b>	DISEÑO Y SUSTENTABILIDAD 4H8C 21298 DN007	PENSAMIENTO ESTRATÉGICO 4H8C 21296 DN005	PRODUCCIÓN DE IMÁGENES III 6H8C 22356 DA007 <b>21205</b>
TALLER DE NARRACIÓN 4H4C 21740 LE005	TIPOGRAFÍA I 4H8C 21202 DG010	DISEÑO Y CONTEXTO 4H8C 22461 DT087	DISEÑO Y COMUNICACIÓN 4H8C 21381 DG052 <b>22465</b>	DISEÑO DE INFORMACIÓN 6H8C 22487 DG082 <b>21381</b>	GESTIÓN Y COSTOS PARA EL DISEÑO 4H8C 22488 DG083 <b>22416</b>	DISEÑO GRÁFICO VII 6H8C 21232 DG029 <b>21231</b>	PROSPECTIVA DEL DISEÑO 4H8C 22489 DG084 <b>21296</b>
BOCETAJE Y VISUALIZACIÓN I 4H8C 22460 DG078	BOCETAJE Y VISUALIZACIÓN II 6H8C 22467 DG060 <b>22460</b>	GEOMETRÍA DESCRIPTIVA 4H8C 22818 AQ106	DIBUJO CREATIVO 4H4C 22481 DG081	MEDIOS DINÁMICOS 4H8C 22539 DA016 <b>22538</b>	MERCADO TECNIA PARA DISEÑADORES 4H8C 22631 ME006	DISEÑO TIPOGRÁFICO 4H8C 21229 DG026 <b>21212</b>	OPTATIVA 5 4H8C
TENDENCIAS Y ESTILOS DE VIDA 4H8C 22482 DT088	INVESTIGACIÓN PARA EL DISEÑO 4H8C 22061 DN047	DISEÑO GRÁFICO III 6H8C 21200 DG008 <b>21198</b>	EDICIÓN DIGITAL 4H8C 22538 DA015	OPTATIVA 2 4H8C	OPTATIVA 3 4H8C	PRÁCTICA PROFESIONAL Y DE SERVICIO SOCIAL 2H16C 8793 SS100	OPTATIVA 6 4H8C
DISCURSOS DEL DISEÑO 4H8C 22465 DG079	EXPERIENCIA DE USUARIO 4H8C 22453 DA014	PRODUCCIÓN GRÁFICA 6H8C 22818 DG077	REFLEXIÓN UNIVERSITARIA 1 4H8C	REFLEXIÓN UNIVERSITARIA 2 4H8C	REFLEXIÓN UNIVERSITARIA 3 4H8C	OPTATIVA 4 4H8C	REFLEXIÓN UNIVERSITARIA 4 4H8C
			OPTATIVA 1 4H8C				<b>PRERREQUISITO</b>

Gráfico 6. Plan Ideal, *Licenciatura en Diseño Gráfico*. Universidad Iberoamericana, 2022.

Según el comentario que hace Latour acerca de las ventajas que trae consigo el trabajo con inscripciones, se pueden observar las ventajas que trae consigo relacionarse con el diseño a partir de artefactos como los programas de estudio que son resultado de un ejercicio de aplanamiento donde un conjunto de conocimientos se circunscriben en la bidimensionanidad de un esquema o tabla. En primer lugar, la combinabilidad se percibe en el arreglo que manifiestan diversos planes redactados para numerosas universidades y centros de formación, en los que interactúan conocimientos provenientes de distintos campos del conocimiento y orientaciones. Otro aspecto que habría que resaltar es cómo cada unidad es sustituible o modificable de manera individual sin alterar la estructura del plan. Según lo anterior, resalta la utilidad del arreglo sistemático del conocimiento como atributo que contribuye a la formación

eficiente de diseñadores. En este sentido, la relevancia que adquiere de la sistematización puede verse en la enunciación misma de los objetivos de un plan, como en el ejemplo la carrera de Diseño de la Comunicación Gráfica que se imparte en la UAM –plantel Azcapotzalco– en el que se reconoce que la estructura del programa tiene como objetivo: “formar profesionistas capaces de realizar diseños destinados a la comunicación gráfica; mediante el desarrollo de un proceso sistemático que permita captar las necesidades de comunicación gráfica según las cuales estructurar el problema específico de las propuestas que se le presenten” (UAM-AZC, 1).

Aunado a lo anterior, la codificación de una serie de conocimientos en una estructura secuencial y sistemática como la que presentan los planes y programas ha posibilitado también la movilización y replica de este formato a nivel mundial. La anterior dinámica es señalada por teóricos del diseño como Peter Martin, quien apunta a las consecuencias que trae consigo. Según su crítica, los currículos y las metodologías de enseñanza planteados en universidades como Bauhaus han sido tomadas como fundamento para el desarrollo de planes, sobre todo, en universidades de países considerados potencias económicas. A su vez, instituciones en otros países replican los planes de éstas últimas y desarrollan currículos que no toman en cuenta sus condicionantes culturales locales (Martin, 2006, p. 267).

Para entender las dinámicas que subyacen a la implementación de textos y estrategias que tienen una determinada validez y legitimidad para la enseñanza y aprendizaje del diseño, se vuelve significativo recordar la importancia que tuvo la imprenta para la producción y movilización de inscripciones. Según lo anterior, resulta comprensible el agudo comentario que hace Kittler cuando señala que “el sistema de educación, no sólo continúa el proceso iniciado por el comercio de impresos y la Reforma”, sino que remarca el papel de la educación formal en la reproducción de un “nuevo conocimiento idolatrado, que se limita a letras y libros” (Kittler, 1990, p. 108). Según lo que señala Martin previamente, esta circunstancia deriva en problemas culturales como la uniformidad cultural, así como la exaltación de las cualidades estilísticas del diseño por sobre su papel en la sociedad. Las problemáticas que trae consigo la réplica poco crítica de una forma de entender y enseñar el diseño, involucran una dinámica donde artefactos como los programas de estudio tienen un papel importante. La estandarización y réplica que se propicia con el seguimiento de procesos de enseñanza del diseño como sucede en la actualidad se apegan a lo que Joan Costa (1998) designa bajo el término “enseñanza programada”, noción que resulta relevante analizar en vías de establecer una relación entre la codificación del diseño que se logra en los programas de estudio y los procesos de automatización en el diseño.

Costa propone la noción de “enseñanza programada” hacia finales de los años 1990, momento en el que la presencia de las computadoras en el diseño y en la vida de las personas ya era bastante tangible. Dado lo anterior, resulta útil recurrir a la noción de programa para describir varios atributos que observa en el diseño. Al respecto, en un sentido técnico, un programa constituye la articulación de un algoritmo y una gramática con los cuales se almacenan códigos o instrucciones necesarios para que una máquina los ejecute de manera autónoma (P. Rodríguez, 2012). En el caso de la concepción de la enseñanza como programación, Costa alude al “conjunto de ítems que deben ser transferidos a la mente del sujeto receptor [y que] obedecen a un encadenamiento riguroso concebido lógicamente en todos sus pasos” (Costa, 1998, p. 83). La utilidad que encuentra Costa en el concepto de programa me parece significativa, ya que le da la posibilidad de referir a la organización esquemática secuencial y lógica, de los conocimientos como una estrategia para la enseñanza del diseño lo cual, según lo que he tratado hasta ahora, corporiza una lógica algorítmica.

En vías de comprender los procesos de transformación del diseño que la enseñanza escolarizada del diseño materializa y perpetúa, el factor importante a destacar aquí es la estructura en la planeación de las unidades de enseñanza-aprendizaje, misma que se relaciona con la lógica que Costa describe como requerimientos de la “enseñanza programada”: a) obedecer a “un proceso temporal, secuencial largo” y 2) “la verificabilidad paso a paso de lo aprendido en X antes de pasar a Z” (Costa, 1998, p. 83). Ambas cualidades devienen de las características mismas de las inscripciones, como lo son la superposición, la combinabilidad y la consistencia. Dichos atributos se manifiestan al hacer una revisión de las estrategias que se siguen con el fin de estructurar de forma eficiente a los planes o programas de estudio en diversas universidades y centros de formación profesional.

Según el primer punto propuesto por Costa –relativo a la temporilidad y la secuencialidad–, observo que el encadenamiento en un plan de estudios recae en la intencionalidad de la organización que se propone, según la cual se pretende hacer asequible un cuerpo de conocimiento delimitado en periodos de entre 3 y 4 años. Uno de los objetivos importantes de esta forma de programación del conocimiento, es hacer eficiente el proceso de aprendizaje, es decir, reducir el tiempo que requeriría formar a un profesional, quizá en contraposición, por ejemplo, con el modelo de aprendizaje en taller propio del arte que tenía lugar en tiempos previos a la formación en centros educativos como la universidad. Dicha manera de enseñar una licenciatura permite la formación de un mayor número de alumnos, lo cual en el caso de la enseñanza en taller quedaba limitado a un número reducido de individuos.

En cambio, se puede citar como ejemplo el caso de la licenciatura de diseño en la UNAM en el proceso de selección para ingresar al ciclo escolar 2020–2021, en el que se aceptaron 1,111 alumnos para el total de los planteles donde se oferta la licenciatura de Diseño y Comunicación Visual (Dirección General de Orientación y Atención Educativa, s. f.). Abarcar una cantidad equivalente de alumnos sería inviable al seguir un modelo educativo personalizado o no sistemático, en especial en las instituciones de educación pública. Esta afirmación no implica asumir que un sistema sea mejor que otro, lo que busco enfatizar en cambio son los beneficios percibidos de eficiencia y reducción de tiempos que se tiene al respecto de la formación en diseño con base en un plan estructurado y sistemático.

Además, considero que la revisión de cómo se estructura un plan de estudios en vínculo a la noción de programación, implica un análisis del desarrollo del proceso de enseñanza–aprendizaje a través de etapas donde se estructura la información que los estudiantes han de incorporar siguiendo un orden sistemático. Con un ordenamiento secuencial de las materias se proyectan etapas progresivas de adquisición de conocimiento. En el program” que proponen los planes de estudio, se materializa un “encadenamiento” en la organización jerárquica de las asignaturas. De tal modo, el encadenamiento del conocimiento se dispone en función de temas que serán vertebrales –desde un “repertorio gráfico [y conceptual] elemental” (Krämer, 2014, p. 350)– que se revisan de manera inicial. Se comienza, por ejemplo con “principios básicos” para la comprensión de la forma, la composición, así como diversas técnicas de representación, entre otras que se articularán con conocimientos, ya en lo particular, de forma progresiva conforme se avanza en los estudios.

Otra característica que Costa observa como propia de los procesos de “enseñanza programada” es la verificabilidad, misma que se relaciona con la oportunidad que trae consigo el uso de artefactos inscritos de regresar los pasos y realizar acciones de comprobación que permitan corregir errores o cambiar el rumbo de la acción. Verificar, en el caso de la formación en diseño se relacionaría en primer lugar con los mecanismos que se implementan para determinar si existe una adecuada asimilación de los conocimientos a transmitir a lo largo de un semestre en una determinada asignatura. Esta búsqueda se materializa en los mecanismos de evaluación que cada centro educativo adopta. Entre las estrategias que se reconocen se cuentan los exámenes teóricos o la valoración de la calidad y eficacia de los productos que los alumnos proponen a partir de los proyectos hipotéticos propuestos. Exámenes, ensayos finales, listas de asistencia, tablas donde se asientan calificaciones, entre otros, se articulan como inscripciones con las cuales se puede llevar a cabo esta verificación, todos estos artefactos y estrategias hacen posible una dinámica de *feedback*.

Aunado a lo anterior, los procesos de evaluación en el ámbito de la formación en diseño resultan una herramienta que permite medir la eficacia y lo adecuado del modelo educativo en general. El papel de los artefactos en este sentido es hacer del proceso de enseñanza-aprendizaje un fenómeno medible, al codificarse en tablas y diagramas una serie de números que se vuelven índice del éxito y efectividad de las estrategias pedagógicas que se implementan en cada universidad. La codificación y programación de la enseñanza derivan en formas de análisis estadístico, si se tienen en consideración los indicadores que se toman en cuenta para evaluar y mejorar “la calidad y eficiencia en las instituciones” (Universidad Autónoma Metropolitana, 2013, p. 4). La eficiencia terminal, el promedio logrado al tiempo de titularse, entre otros indicadores como aquellos relacionados con la empleabilidad (Gráfico 7), se toman en consideración para la definición de la idoneidad y pertinencia de los contenidos y estrategias pedagógicas que las universidades toman en cuenta y que implementan año con año.

**¿ACTUALMENTE ESTA BUSCANDO EMPLEO?**

RAZONES	%
Sí	52.5
No, decidí poner negocio propio	3.0
No, continúo en el empleo que tengo	34.7
No, continúo estudiando	4.0
No, encontré empleo sin buscar	5.9
Otro	2.2
Total	100

**Gráfico 7.** “¿Actualmente estas buscando empleo?”, *Resultados de la encuesta aplicada a egresados de la Licenciatura en Diseño de la Comunicación Gráfica*, Universidad Autónoma Metropolitana, 2013, p. 31.

Tanto en los métodos de diseño como en los textos que resultan de la teorización, así como los planes de estudio y las currículas que se implementan en la formación de diseñadores en diversas instituciones académicas participan en la definición de un conjunto de conocimientos y habilidades que se considera necesarios para practicar el diseño. De tal manera, estos artefactos cumplen una función en un proceso de modelado de lo que significa diseñar, fenómeno en el que se involucran también otro tipo de artefactos e instituciones que configuran y hacen uso de diversos tipos de inscripciones que contribuyen a la legitimación y movilización de una definición, sino definitiva, lo suficientemente uniforme, de lo que es el diseño. En las siguientes líneas, busco hablar acerca de esta problemática al analizar algunos casos en los que es posible identificar el funcionamiento de lógicas como la infoproducción, la abstracción computacional y el análisis estadístico, para argumentar cómo se articulan en un proceso de automatización del diseño.

## **2.3 La configuración de un concepto global del diseño a partir de la codificación y movilización**

Como busco señalar uno los efectos de la inscripción del diseño es la movilización, misma que he pretendido visibilizar al analizar artefactos como los que traigo a la discusión hasta el momento. La facilidad de circulación de artefactos inscritos de diversa índole, resulta en una dinámica que Peter Sloterdijk propone comprender como una “sincronización efectiva de los eventos mundiales” (Sloterdijk, 2013, p. 447). El diseño tiene un papel importante como agente en dichos procesos de sincronización, dada la creciente relevancia de los artefactos visuales en los procesos de movilización de determinados significados y valores culturales, sin embargo, de forma inversa también es sujeto de dichas transformaciones. En este sentido, la proliferación de tecnologías de la comunicación y el aumento de la masa crítica de artefactos inscritos como textos, diagramas y manuales desde los años 1950, constituye un fenómeno que resultó en una paulatina configuración y transformación de una forma de comprender al diseño, que aunque no homogénea, alcanzó cierta estabilidad.

Por una parte, entiendo que las lógicas de la educación universitaria propician procesos de sincronización al tomar en cuenta el uso de artefactos visuales. Un ejemplo de esto es la estrategia pedagógica que consiste en mostrar a los alumnos artefactos propuestos por diseñadores –principalmente europeos y norteamericanos– como

ejemplos de “buenas soluciones de diseño”. Aunado a ello, se tiene la dinámica que menciono con anterioridad, según la cual los planes de estudio de universidades de países conocidos como “potencias” o “desarrollados” que resultan paradigmáticos en la planeación de programas académicos. Al situar estos casos me interesa recalcar la manera en que las propiedades de equivalencia e intercambiabilidad de las inscripciones inciden en la transformaciones del diseño, objetivo que me lleva a trazar un vínculo entre la formación sistematizada en diseño, el uso de artefactos inscritos y la “universalización” del diseño.

Uno de los problemas que me interesa señalar acerca de los casos que menciono con anterioridad es la definición de “propiedades y relaciones globales y universales” (Lachièze-Rey 1995, García 2014, 61) en la práctica y comprensión del diseño, mismas que propongo comprender como formas de abstracción, y en concordancia, de inforproducción del diseño. En este sentido, los fenómenos que retomo hasta ahora, me ayudan a ilustrar una dinámica según la cual podría hablarse de una “conversación global” (Flusser, 2017), misma que resulta en la estabilización de un concepto de diseño. Para establecer una discusión acerca de los efectos de la movilización del diseño por la mediación de artefactos inscritos, retomo el caso del Estilo Internacional, como ejemplo de una serie de procesos de estabilización que encontraron como factor importante el desarrollo y diseminación de diversas tecnologías mediales en la practica y enseñanza del diseño. En este acercamiento, no pretendo realizar un exposición a profundidad acerca del surgimiento y características de esta corriente estilística, en cambio me interesa puntualizar acerca de algunas características que me permiten profundizar acerca de algunos puntos importantes para la investigación.

Comienzo al señalar, por ejemplo, cómo de una manera similar a los métodos de diseño y en la enseñanza formal del diseño, los principios estéticos y compositivos de corrientes como el Estilo Internacional se presentaron como sistemas “que pudiera[n] ser aplicado[s] a cualquier proyecto, en cualquier lugar” (Fuller, 2021). Dado lo anterior, fundamentos de este estilo –como lo fueron la simpleza y la sistematicidad– influyeron en procesos de configuración de artefactos visuales en diversos países. Cabe destacar que la diseminación del Estilo Internacional se dio gracias a artefactos en los que se inscribía de distinta manera al diseño y la posibilidad de su movilización a escala global. Como ejemplo, se puede citar a la publicación *Neue Grafik* [Nueva Gráfica], fundada por Müller-Brockmann, Lohse, Neuburg y Carlo Vivareli en Zurich en 1958, misma que se distribuyó en diversos países. En ésta se podían encontrar revisiones y artículos sobre diseño de todo el mundo, y como Eskilson (2012) señala tuvo un efecto “evangelizador”, dado que las opiniones y

propuestas que se vaciaron en la publicación fungieron como modelo para muchos diseñadores, es decir, como una especie de sistema experto. El efecto dogmático que tuvo –legitimando una voz de autoridad que estableció parámetros para el diseño a nivel global–, fue criticado en su momento lo cual, sin embargo, no impidió que la estética que planteaba se extendiera y tuviera una influencia importante en diversos países.

En consecuencia, ya desde la década de 1960 se dio un “rebajamiento” estilístico o una simplificación al implementarse los principios de orden, simpleza y claridad que fueron estandarte del Estilo Internacional. Algo que me parece importante destacar acerca de este fenómeno, es que dichos principios estéticos llegaron a fungir como una especie de cualidades “comodín” que preconizaban una tendencia “universal” plana (Eskilson, 2012). Al reconocer en este fenómeno características de las inscripciones como la estabilización, la reproductibilidad y el aplanamiento, planteo reconsiderar la uniformidad promovida a raíz de la circulación a nivel mundial de valores estéticos como los propuestos por el Estilo Internacional. Como señala Eskilson la “despolitización” y la flexibilidad de un estilo como el que se materializa en las tipografías Helvética y Akzidenz Grotesk, se presentan como atributos fáciles de dispersar e implementar sin importar la cultura, ni la época –siguen vigentes y son usadas por miles de diseñadores de todo el mundo en la actualidad–. El fenómeno de la circulación de publicaciones de diseño como *Neue Grafik*, no solo resulta en la movilización de imágenes y textos que legitiman un determinado estilo, sino que también se articulan en las dinámicas de formación que tienen lugar en las escuelas de diseño. El papel de las universidades ha sido importante en esta dinámica, al referenciar y legitimar corrientes estilísticas como el Estilo Internacional y diseñadores como ejemplos a tomar en consideración.

Los procesos de aplanamiento y estabilización del diseño encuentran efectividad a razón de un previo proceso de sensibilización de varias generaciones de diseñadores a un cúmulo de principios e ideas sobre lo que se supone debería ser un diseño eficiente, y según “Bifo” (Berardi, 2007) acerca incluso de lo que es ser un “estudiante”. Lo anterior, dado el papel que tuvo la educación universitaria según el nivel de masificación que alcanzó para los años 1960, mismo que el autor reconoce como una de las condiciones detrás del surgimiento del estudiante como figura homogeneizada y estable que en su momento logró articularse como portadora de un conjunto de “valores universales” –hecho que como efecto positivo, propició las luchas estudiantiles que se dieron a finales de dicha década–.

Con la diseminación de tendencias como en el caso del Estilo Internacional, como con la educación universitaria se da un efecto de estabilización, resultado de circulación de artefactos a nivel mundial. Dado lo anterior, en esta discusión me interesa poner sobre la mesa a la estandarización como efecto de un proceso de normalización de la práctica y conceptualización del diseño en el que se logra configurar al diseño como una “experiencia cultural global” (Kittler, 1990, p. 10). A partir de esta idea, creo importante visibilizar diversas estrategias e instrumentos que se articulan en dicho fenómenos, ya que logran funcionar como “estándares técnicos” (Kittler, 1990) para el diseño, e implican distintas acciones relacionadas con la infoproducción, la abstracción y el análisis estadístico.

Con este objetivo en mente, me parece importante contextualizar una dimensión económica en la configuración del diseño como “experiencia global”. En este sentido, Michael Hardt y Antonio Negri (2004) mencionan que la interacción entre corporaciones y aparatos jurídicos de diversos países es un factor que obliga a la generación de un aparato regulatorio a nivel mundial, y aunque en su discusión hablan sobre las dinámicas de los mercados, propongo observar que dicho fenómeno tiene resultados que afectan también el ámbito del diseño. Según lo anterior, debido a la apertura de los mercados y dada la circulación global de información con el uso de los nuevos medios se ubica un escenario donde se vuelven necesarios sistemas y normas para establecer un suelo común, es decir, que abran la posibilidad para la interacción de actores, sistemas tecnológicos, etc., que se encuentran separados por distancias de distintos tipos –espaciales, culturales, socioeconómicas, por nombrar algunas–.

Así, en el caso específico del diseño señalo el surgimiento de distintos sistemas para el establecimiento de equivalencias, organismos con operación internacional, entre otras instituciones y estrategias con los que se pretende regular distintos aspectos del diseño a nivel global. Por ello, al retomar a Siegert pongo sobre la mesa entender cómo en su interacción, esta ecología de instituciones y regulaciones participa en la configuración del diseño en la actualidad como “resultado ontológico de un diseño planetario” (Siegert, 2015, p. 144). Así, sobre todo desde 1950 las definiciones de diseño toman en consideración la propuesta e implementación de estándares y consensos que se redefinen de forma constante con la participación de actores ubicados en diversos países, con la mediación de diversos tipos de artefactos inscritos. De esta manera, en primer lugar me interesa visibilizar la participación de asociaciones con presencia internacional que desde mediados del siglo XX, cumplen con la tarea de “resolver los problemas derivados de la internacionalización de las ciencias mediante la creación de estándares globales” (Siegert, 2015, p. 228).

En específico, diversas asociaciones que han surgido en el campo del diseño dan cuenta de procesos de organización y coordinación a nivel global, y entre sus objetivos está el trazo de un “mapa general” de lo que es el diseño, así como de códigos y lenguajes comunes. Además, uno de sus propósitos más claros es ofrecer parámetros que han de servir como guía para diseñadores, teóricos, así como para instituciones de enseñanza del diseño. En esta dirección se puede citar el ejemplo de la Organización Mundial de Diseño (o WDO, por sus siglas en inglés), entre cuyas tareas está la revisión de estándares académicos, y en términos de la propia organización, la de ser un “puente entre mundos” que ayude a lograr soluciones “con significación internacional” (About, s. f.). El consejo de esta organización se compone de instituciones educativas, gobiernos, diseñadores independientes, entre otros agentes provenientes de casi 50 países. Uno de los resultados logrados a raíz del diálogo entre diseñadores, organizaciones e instituciones que se da en los congresos que organiza la WDO es una definición actualizadas de diseño –en este caso el diseño industrial–. A raíz de la asamblea número 29 llevada a cabo en Gwabgu, Korea del Sur, se llegó a definir por ejemplo que “El diseño industrial es un proceso estratégico de resolución de problemas que impulsa la innovación, construye el éxito comercial y conduce a una mejor calidad de vida a través de productos, sistemas, servicios y experiencias innovadores” (About, s. f.). Además, entre los recursos que ofrece la WDO en su sitio se pueden encontrar códigos de conducta, archivos sobre buenas prácticas y un calendario de actividades como congresos, talleres, certificaciones, entre otros.

Ya de manera específica, en el campo del diseño gráfico está el caso de Icoграда (*International Council of Graphic Design Associations*), integrante de la WDO que opera desde 1963. Uno de los objetivos de esta organización es sentar un suelo común acerca de la definición del diseño, así como de criterios e iniciativas que, entre otros, tienen como objetivo “elevar los estándares globales de las disciplinas del diseño” (About ICoD, s. f.). De forma adicional plantea una idea de “qué es el diseño” y qué se puede entender por un “buen diseñador”, para lo cual se pone especial interés en el apego a una “metodología” y la implementación de ciertos principios –“menos es más”, “diseño centrado en el usuario”, “innovación”, “honestidad” y “coherencia” (About ICoD, s. f.)–. Existen numerosos ejemplos de organismos similares que abarcan tanto el diseño en general como ramas de especialización, como la *International Society of Typographic Designers* (ISTD), *American Institute of Graphic Arts* (AIGA), entre otras. Una actividad importante para estas organizaciones es la infoproducción del diseño con la generación y movilización de definiciones, manuales, revistas, artículos y principios que se toman como referencia por diseñadores e instituciones en diversas partes del mundo.

Como ejemplo de sistemas y acciones cuya creación implica la infoproducción del diseño —y que con ello la configuración del diseño como una actividad normalizada—, otro caso a señalar son los sistemas de equivalencias como Pantone. Dicho sistema desarrollado hacia 1963 tiene como finalidad permitir “coherencia a la hora de seleccionar, articular y reproducir colores de una manera uniforme y precisa, en cualquier lugar del mundo” al servir como herramienta para la organización de “estándares cromáticos” a partir de un sistema numérico” (Pantone, s. f.). Pantone, como otros sistemas de unificación de color, constituyen artefactos mediales útiles en la búsqueda de equivalencias de color al hacer de puente entre dispositivos, diseñadores, diversos programas para la manipulación de gráficos y sistemas de impresión, así como entre medios digitales y análogos.

Otro ejemplo relevante para la investigación, son las unidades de medida estandarizadas en la tipografía. La consolidación de unidades para la medición tipográfica útiles para diseñadores y empresas a nivel mundial tomó varios siglos, desde que Torinella da Novara propusiera el primer Punto como unidad de medida tipográfica a inicios del siglo XVI. La proliferación de talleres que ofrecían servicios de reproducción de materiales gráficos que se dio conforme se popularizó la imprenta, derivó en la entrada en escena de una diversidad de actores que se involucraron en la movilización de artefactos inscritos, fenómeno que resultó en la creación de numerosas unidades de medida con diferencias no sólo entre países, sino incluso de taller a taller. Los sistemas de medidas tipográficas de Fourier y el de Didot, son ejemplos de propuestas que buscaron establecerse, sin mucho éxito, en aras de la unificación. Sin embargo, no fue sino hasta que se desarrollan programas de publicación que se basan en el lenguaje PostScript hacia 1990, que se consolida el llamado Punto DTP (*Desk Top Publishing point*) o Punto PostScript como unidad estándar a nivel mundial. John Warnock y Charles Geschke, desarrolladores de Adobe PostScript, platearon dicha unidad, equivalente a 1/72 de una pulgada internacional (*Points - DTP point*, s. f.). Así, planteo reconocer que el Punto DTP y el sistema Pantone puede ser entendido como artefactos que dan cuenta de un proceso de codificación que logra un efecto de estabilización en el diseño.

Dichos artefactos se producen en la interacción de actores de diversas nacionalidades que hacen uso de lenguajes, códigos y sistemas de producción diferenciados, como una búsqueda de lugares comunes y posibilidades de interrelación. Los efectos del uso y movilización de este tipo de artefactos, se articula a su vez con aquellos que resultan de las dinámicas propiciadas por la educación y teorización del diseño como aquellas que analicé con anterioridad. Con esta discusión busco poner de relieve la

transformación del diseño –tanto en una dimensión práctica como conceptual– que deriva de la operación de diversos artefactos en los que se infoproduce el diseño. El caso del lenguaje PostScript que retomo en líneas anteriores, es un ejemplo relevante que me permite articular la discusión acerca del papel del *software* como tecnología que también contribuye a la transformación del diseño, no solo en cuanto a la manera en que se producen artefactos visuales, sino también en la comprensión que se tiene al respecto de qué es diseñar. En el siguiente capítulo, me concentro en explorar las implicaciones que trae consigo la adopción de computadoras y *software* para el diseño, en medida en que me permite problematizar el papel de este tipo de tecnologías en el proceso de codificación y automatización del diseño.



# 3

**Tecnologías que  
automatizan  
procesos en la  
configuración de  
artefactos visuales**

En las siguientes líneas me intereso por algunas tecnologías computacionales que se integran a la práctica del diseño al facilitar o aumentar diversas acciones relacionadas con la producción y manipulación de gráficos. Uno de los objetivos principales del capítulo es situar el lugar de las interfaces y el *software* que se utilizan para diseñar en su lugar como infraestructuras que condicionan y modelan la producción gráfica. Lo anterior con el fin de observar la relación entre codificación y automatización según se materializa en los mecanismos que garantizan los modos de operación de las tecnologías que traigo a la discusión. Al plantearme desde la perspectiva medial y los estudios de *software* en la reflexión que elaboro en este capítulo, me interesa visibilizar las implicaciones del uso e intervención de las interfaces, los programas para la producción gráfica, así como las lógicas que imponen para la práctica y comprensión diseño.

En esta dirección, propongo llevar a cabo una lectura discursiva del desarrollo de dichas tecnologías, así como de los algoritmos con base en los cuales trabajan al situarlas como mediadoras entre quien diseña y los artefactos visuales que produce. Entre los casos que propongo analizar, en primer lugar se encuentran las interfaces, aquellas tecnologías que posibilitan la interacción entre usuario y computadora – como lo son las pantallas, el *mouse* y las Interfaces Gráficas de Usuario (IGU)–. Este tipo de tecnologías se vuelven de interés por la mediación específica que logran en el proceso de diseño, circunstancia que invita a prestar atención a la serie estrategias que operan en su forma de sustituir la implicación humana. La segunda parte

del capítulo, la dedico a hablar acerca del *software* dedicado a la configuración de gráficos, para lo cual comienzo al hablar acerca de los primeros programas para el dibujo por computadora, ya que estos sientan las bases para el posterior desarrollo de programas especializados en el diseño. En dicho recuento, me concentro en programas y funcionalidades que, de manera particular, logran automatizar la actividad del dibujo, problemática que me parece central al tener en cuenta los objetivos de la investigación.

En consecuencia, entre los aspectos que me interesa destacar a lo largo del análisis, por una parte se ubican la serie de ejercicios de definición, inscripción y manipulación simbólica de las acciones relacionadas con la producción gráfica —el dibujo, la creación tipográfica, composición, entre otras— que han sido de utilidad para el desarrollo de programas para la manipulación de gráficos como es el caso de Illustrator. De esta manera, será posible observar que el ordenamiento, la búsqueda y organización de datos son procesos computacionales que tienen un origen en operaciones mecánicas o físicas, así como en estrategias de gestión de la información planteados antes de 1940 (Manovich, 2013, p. 135). Además, me interesa problematizar acerca de algunas de las implicaciones que trae consigo la producción de soluciones de diseño mediante computadoras, al observar este fenómeno como un proceso de traslado de agencia de quien diseña hacia un dispositivo tecnológico.

Siguiendo la clasificación de Manovich, entiendo que los dispositivos y programas para la producción de gráficos discutidos a lo largo del capítulo presentan un bajo nivel de automatización al ejecutar una serie de comandos y motores de cálculo que interpretan la operación de un usuario, y que por tanto dependen en mayor o menor medida de la misma (Manovich, 2013, p. 128). Busco reconocer cómo en las tecnologías que traigo a la discusión se automatizan diversas capacidades relacionadas con la configuración de artefactos visuales según preconcepciones al respecto de lo que dichas capacidades significan. Así, también consideraré la posterior traducción de dichas ideas a descripciones formales, cálculos y algoritmos que, como quise visibilizar en el capítulo anterior, constituyen prácticas y objetos centrales en la búsqueda por hacer del diseño una práctica racional, eficiente y sencilla. Por lo tanto, a lo largo del capítulo busco ubicar la relación que existe entre la codificación de distintas habilidades relacionadas con el dibujo y el desarrollo de sistemas que automatizan dicha capacidad.

## 3.1 Interfaces computacionales y la automatización de habilidades vinculadas con el dibujo

El uso de interfaces que gestionan el *input* y *output* de información entre un usuario y la computadora marcó una serie de cambios importantes en la relación que se tiene con la producción de imágenes en el diseño. En las siguientes líneas, establezco una reflexión acerca de cómo para el desarrollo de dichas tecnologías se definió y codificó la capacidad que logran aumentar o sustituir, misma que por lo general se relacionó con el uso de instrumentos y superficies para el dibujo, la maquetación de texto, entre otras. Además, me interesa situar la manera particular en que dichas interfaces intervienen en la producción de artefactos visuales. Del conjunto de dispositivos que se implementan en el campo del diseño, en las siguientes líneas llevo a cabo una lectura de casos como las pantallas, el *mouse* o las tabletas, así como las interfaces gráficas de usuario.

Entre los primeros intereses que animaron la exploración en torno a los sistemas de visualización y manipulación de gráficos por computadora estuvo la posibilidad de visualizar y manipular objetos o fenómenos abstractos propios de ciencias como las matemáticas, o difícilmente visibles como aquellos a los que se enfrenta la química o la física. Además, el ejército y la industria armamentística invirtieron recursos importantes para el financiamiento de investigación y desarrollo en sistemas de visualización gráfica, así como de sistemas que facilitaran la interacción máquina usuario, para con ello disminuir los accidentes y aumentar la eficiencia en el uso de los recursos federales (Cardoso 2015). En cuanto a interfaces como las pantallas, ya se tenía un antecedente en la televisión, misma que para mediados del s. XX ocupaba un lugar importante en el campo del entretenimiento. El trabajo adicional que se requirió al pretender su interacción con las computadoras consistió en lograr la coordinación de su funcionamiento con la lógica de la información digital, que como se verá más adelante posee características específicas que hubo que considerar para posibilitar el despliegue de gráficos procesados por las computadoras.

### 3.1.1 Primeras interfaces para el *input* y *output* de información: codificación de la percepción visual y el gesto manual

Como señala Alejandro Tapia (2004), las pantallas disponen una dinámica particular para la lectura y la manipulación de datos, y aunque no profundizaré en la historia del uso de las pantallas y su desarrollo –dado que para los años 1970, la pantalla de televisión ya se había posicionado como artefacto para el despliegue de imágenes en el imaginario de las personas previo al uso de computadoras–, me interesa retomar algunos puntos relacionados con nuevas problemáticas y exigencias que implicó su articulación con un equipo de cómputo. En este sentido, me parece significativo hablar al respecto de cómo se resolvió técnicamente el problema de la visualización de información digital, útil para la manipulación y producción de gráficos en el campo del diseño, para lo cual hubo que considerar las lógicas de las estructuras de información gestionadas por las computadoras.

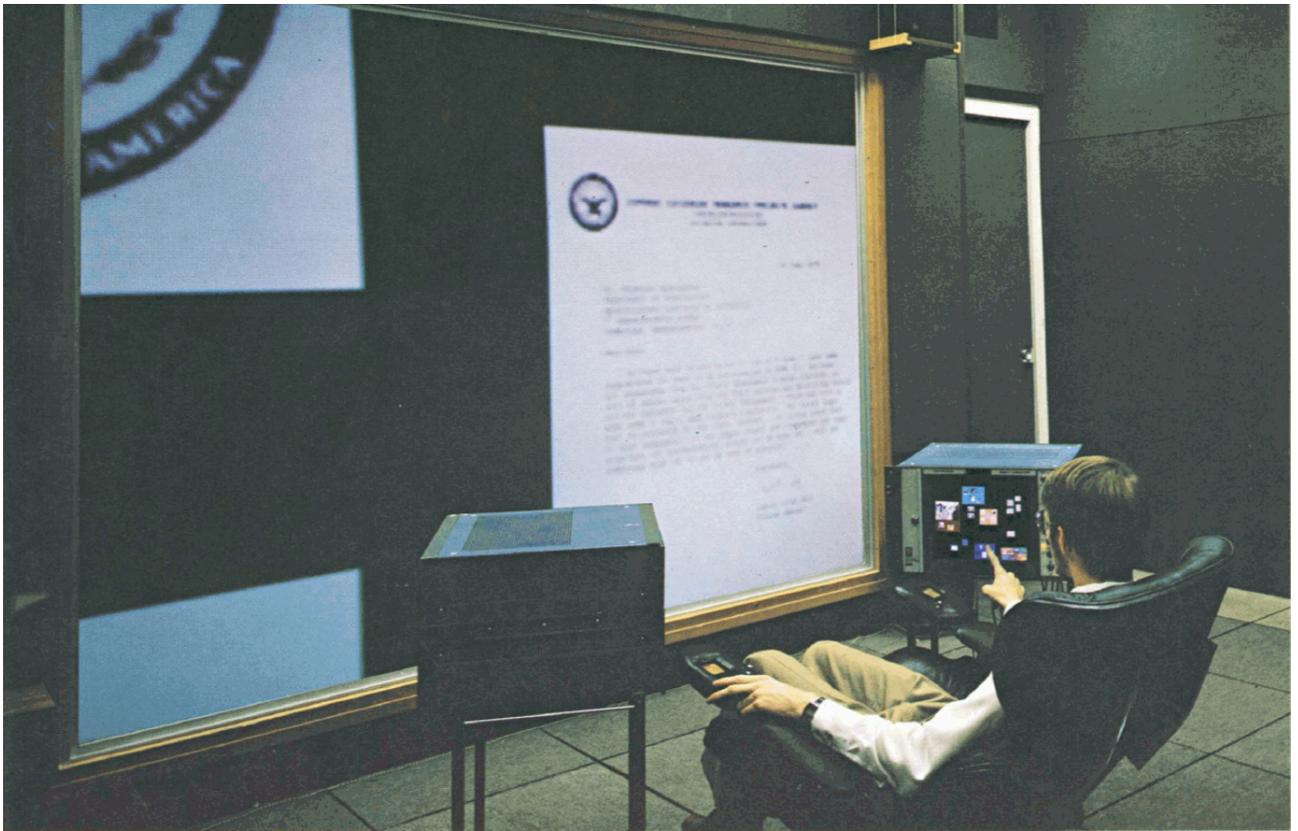
Previo al desarrollo de programas para la manipulación directa de gráficos, ya existían dos tipos de pantallas que se usaron en el campo de la informática que cumplían con la función de desplegar imágenes. Por un lado, se encontraban los *displays* de texto, o caligráficos, en los que un rayo de electrones se movían a lo largo de líneas individuales o caracteres para desplegar imágenes. También se hacía uso de pantallas de trama –como las antiguas televisiones– que mostraban imágenes conformadas por un haz de rayos catódicos que se direccionaba hacia una pantalla de cristal (Sutherland, 1970). El segundo tipo fue el de uso más frecuente con las primeras computadoras; eran fáciles de producir, además de económicas dado el desarrollo previo en su producción como parte de aparatos de televisión. La forma específica de funcionamiento de estas pantallas definió mucho del trabajo necesario para desarrollar programas que posibilitaran la manipulación de imágenes con base en su mediación.

En este sentido me interesa traer a la discusión el fenómeno de la visualización de un espacio virtual a través de un dispositivo físico, problemática en la que ubico dos temas relevantes para los objetivos de la investigación. En primer lugar, ubico la dinámica que se dio al entablarse una nueva relación con información visual de

carácter virtual –binaria y abstracta–. Previo a la presencia de pantallas capaces de desplegar gráficos, la información almacenada en una computadora debía ser localizada de modo nominal o simbólico, es decir que podía buscarse y manipularse a partir de códigos. En este sentido, la línea de comandos –que trabaja según una lógica de directorios y carpetas– permitía acceder a la información y a diversas funcionalidades por medio de instrucciones textuales. De tal manera, contar con pantallas dispuso una nueva relación con la información almacenada en una computadora.

La búsqueda por acceder a la información a partir de iconos y no de texto fue de interés para diversos actores e investigadores, entre los cuales destaca el *Architecture Machine Group* del MIT, en el que se exploró la gestión espacial de la información (Bolt, 1979). Su trabajo giró en torno a la pregunta por la relación cognitiva de los seres humanos con el espacio y en la forma de implementar pautas que dicho conocimiento trajo consigo para el diseño de un espacio virtual. La investigación que este grupo llevó a cabo derivó en diversos ejercicios, uno de los cuales consistió en la producción de una instalación inmersiva. Ésta consistía en una sala del tamaño de una oficina dentro de la cual se encontraba una pantalla de grandes dimensiones llamada *world view*, situada frente a una silla Eames con dos monitores sensibles al tacto a cada lado. Cerca de los monitores ubicaron una superficie con un *joystick*, un *pad* sensible al tacto y un micrófono. El ambiente se completó con 8 bocinas colocadas de manera que se creara un efecto ambiental. Los teclados se evitaron de manera intencional con el fin de propiciar el involucramiento de la visualidad y la orientación espacial por parte de las personas que se integraron al estudio (Gráfico 8).

Como componente virtual del sistema se desarrolló un “territorio informacional” llamado *DataLand*, incorporado a la configuración de un Sistema de Gestión Espacial de la Información que tenía como fin generar la noción de un ambiente explorable. A partir de la mediación de los monitores –mismos que desplegaban este espacio a manera de mapa– los usuarios podían desplazarse sobre la superficie de *DataLand* como si lo sobrevolaran con un helicóptero. El *joystick* permitía el desplazamiento al reaccionar a la intensidad de la presión ejercida por el usuario. Uno de los rasgos a señalar de este ejercicio es la inquietud por esquematizar la experiencia espacial de los usuarios con el fin de disminuir la potencial desorientación en su encuentro con este espacio virtual (Bolt, 1979). De tal modo, la estructura de *DataLand* en sí misma fue resultado de una simulación de cómo podría comportarse un espacio informacional, lo cual constituyó un ejercicio de investigación en torno a las posibles exigencias cognitivas dispuestas por la virtualidad que se le presentarían a usuarios como diseñadores e ingenieros. La necesidad facilitar la ubicación



**Gráfico 8.** Configuración de World View, desarrollado por el Architecture Machine Group (MIT).  
Fuente: Bolt, R. (1979). *Spatial Data-Management*. Massachusetts Institute of Technology, p. 11.

y navegación en un espacio abstracto virtual de información procesada por una computadora llevó a retomar principios conocidos acerca de la relación que se tiene con el espacio físico. De manera que fue de utilidad la búsqueda de referencias que hicieran posible orientarse y relacionarse con este nuevo tipo de espacio. El caso de *DataLand* tiene importancia para la investigación ya que planteó diversos criterios relevantes para el posterior desarrollo de interpretadores gráficos de comandos (o *graphic shells*) –como el Finder desarrollado para Mac–, mismos que permitieron “la manipulación gráfica de objetos en un arreglo espacial” (Hertzfeld, s. f.). Lo anterior implicó diversas formas de comprensión, y en particular, de codificación de la cognición espacial humana.

Otro problema relacionado que creo importante traer a la discusión es el de la gestión de este nuevo espacio informacional según su visualización en una pantalla. En la industria del entretenimiento, las imágenes que se producen para su despliegue en la pantalla de un televisor buscan ajustarse al tamaño de las pantallas desde el momento de su generación y muestran objetos existentes en el mundo físico. De manera contraria, en el caso de la computación el espacio virtual y abstracto donde existe la información no se condiciona por dimensiones físicas. En este sentido:

El tamaño tácito de un “campo” de información que se va a representar en gráficos por computadora no necesita estar limitado por el tamaño de la pantalla física. Dado que es virtual, su tamaño aparente y organización gráfica están abiertos a la definición del usuario en el sentido ilimitado de la caracterización de Ivan Sutherland de una pantalla de computadora como “una ventana en el país de las maravillas de Alicia (Bolt, 1979, p. 9).

Así, en los primeros ejercicios de manipulación de gráficos por computadora se dieron fenómenos extraños que eran resultado de la no-dimensionalidad de la información digital. Por ejemplo, se documenta que al dibujar una línea al llegar al límite de la pantalla su continuación aparecía del otro lado de la misma, extendiéndose en dirección contraria a su trazo (Sutherland 1970). En consecuencia, fue necesario plantear una estrategia que consistió en la disposición de un área virtual para el despliegue de gráficos que excediera los límites de la pantalla, además de marcos o ventanas de visualización simulados a partir de los cuales se organizara el espacio virtual acotado por el límite que constituía la pantalla física (Gravina, 1980). El cómputo de este sistema de marcos fue conocido por los desarrolladores como *windowing*, e implicó una serie de cálculos geométricos que tenían como objetivo preparar la información para su despliegue en pantalla según el propósito proyectado y las funcionalidades del programa que se usara. Hoy en día procesos como el *windowing* son una parte fundamental del funcionamiento de una computadora y son dados por hecho por usuarios que han interiorizado las lógicas del comportamiento de las imágenes que ve en la pantalla. Como señala Sutherland, “el *windowing* parece ser una parte natural de la manera en que la pantalla funciona” (Sutherland, 1970, p. 69), y sin embargo implica una serie de cálculos que buscan ajustar el comportamiento de la información digital a la cognición humana.

Como señala Friedrich Kittler, las imágenes que se despliegan en un televisor son resultado de un proceso de traducción de señales entre el *input* –un set de televisión– y un *output* –los rayos catódicos proyectados hacia una superficie de cristal–, lo cual

implica una serie de operaciones relacionadas con el cálculo de señales dirigidas al cambio de dimensión de la información, de tres a dos dimensiones. En cambio, lo que sucede en las computadoras es un cambio de dimensión contrario dado que la información digital es a-dimensional, por lo que las imágenes “emergen en la superficie del monitor a través de la aplicación de sistemas matemáticos de ecuaciones” (Kittler, 2010, p. 228), o en otras palabras, algoritmos que buscan traducir la información digital en términos perceptibles para un ser humano. En este sentido, me interesa visibilizar el hecho de que las imágenes visibles en la pantalla de una computadora resultan de una serie de procesos de infoproducción de la cognición humana en consideración de las lógicas propias de la abstracción computacional, lo cual queda ejemplificado con ejercicios de investigación como el llevado a cabo con *DataLand*.

De forma adicional, además del *output* o el despliegue de información a través de una pantalla otra de las problemáticas que hubo que enfrentar en esos momentos del desarrollo de interfaces fue el procesamiento de la acción humana como información de entrada, de manera que ésta fuera gestionable por una computadora. Entre los dispositivos desarrollados con este objetivo, estuvo el bolígrafo de luz o *light pen* que se usaba para dibujar en una celda fotosensible y el tubo de rayos catódicos de las pantallas disponibles en esos momentos (Gráfico 9). La pluma, además del trazó de gráficos también tenía la capacidad de mover objetos en el área de trabajo, así como otro tipo de acciones. Para esto el usuario:

identifica un punto específico en la pantalla al producir un pulso breve cuando los rayos de electrones hacían un barrido sobre dicho punto. Esto le dice a la computadora que un objeto que el archivo de visualización despliegue debe ser cambiado. La computadora de alguna manera debe ser capaz de relacionar cada objeto en el archivo de visualización con su equivalente en el archivo de la base de datos que posibilitó su aparición (Sutherland, 1970, p. 66).

Otro de los dispositivos que se produjeron con un objetivo similar fue la tableta RAND (Gráfico 10), desarrollada por Thom Ellis, cuya superficie recababa información acerca de la posición de la punta del stylus y de si ésta tocaba o no la superficie. Como se puede observar, la tableta RAND operaba de manera cercana a las actuales tabletas gráficas usadas para la producción de artefactos visuales en el campo del diseño.

Además, un caso importante a analizar es el del *mouse*, mismo que se incorporó a la navegación de las interfaces gráficas de usuario, respecto a las que hablaré más

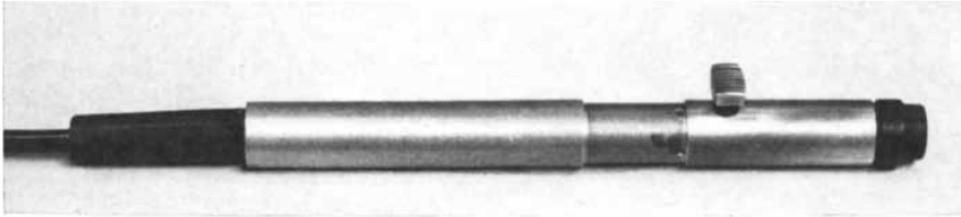


Gráfico 9. Light Pen. Fuente: Ivan Sutherland. "Computer Inputs and Outputs", en *Scientific American* 215(3), 1966, p. 90.

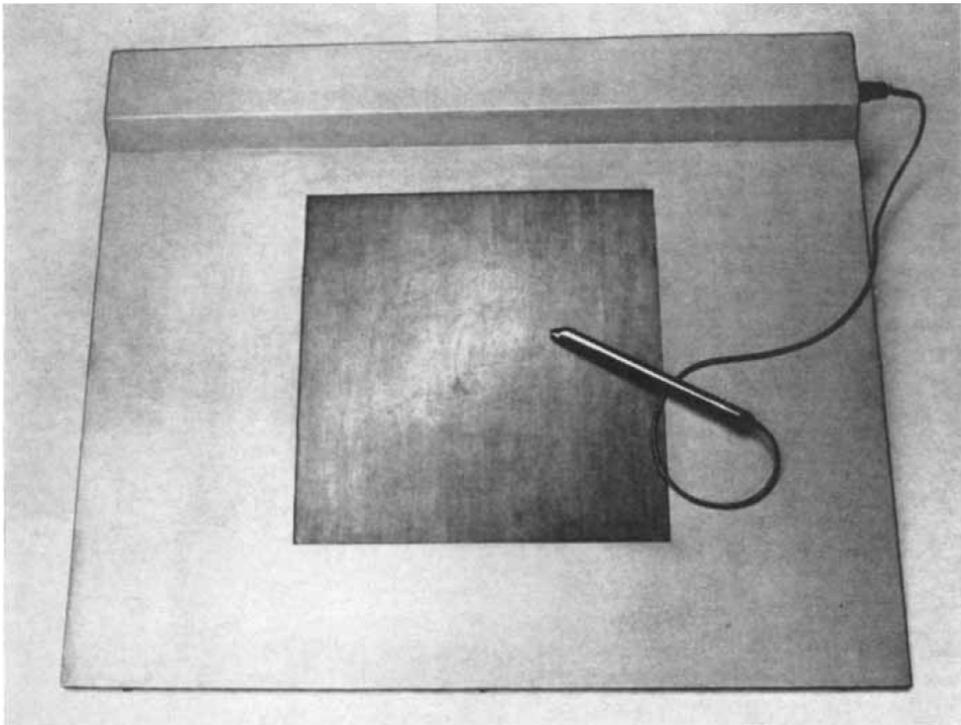


Gráfico 10. Tableta Rand. Fuente: Ivan Sutherland. "Computer Inputs and Outputs", en *Scientific American* 215(3), 1966, p. 90.

adelante. Douglas Engelbart y Bill English llevaron a cabo investigaciones para producir el primer prototipo del *mouse*, trabajando en el Instituto de Investigación de la Universidad de Standford en los años 1960. Sus hallazgos fueron retomados como referencia por un equipo en la compañía Apple donde nació el modelo que de inicio fue nombrado como “Indicador de posición X-Y para un sistema de visualización”, mismo que marcó la pauta que caracteriza a aquellos que se utilizan hoy en día. De forma inicial, más allá del trazo de imágenes el *mouse* fue un artefacto pensado para que el usuario pudiera ubicar su acción en el espacio de la pantalla con base en el señalamiento de un puntero vinculado al movimiento del dispositivo. Algo a destacar de la forma de operación de este tipo de tecnologías que traducen la acción humana es que vuelven innecesario observar lo que hace la mano, por lo que además de interpelar a los usuarios a desarrollar las habilidades manuales para poder usarlas requieren también generar habilidades cognitivas dirigidas a relacionar los movimientos de la mano con el desplazamiento del puntero.

En este sentido, a pesar de lo sencillo que en la actualidad pueda resultar usar un *mouse* para ciertos sectores sociales y en un momento donde se tiene tanto involucramiento con las computadoras, a principios de 1980 su presencia constituyó un nuevo reto para las personas. Para ilustrar esta circunstancia se puede citar el caso que relata el desarrollador Steve Capps, quien habla sobre un problema recurrente que tenía lugar cuando los primeros usuarios de estos dispositivos intentaban respaldar la información contenida en un disco. La operación implicaba “tomar” el ícono en la pantalla y “arrastrarlo” hacia su carpeta de destino. Algo que el grupo de desarrolladores del equipo de Apple no tuvo en mente fue la dificultad a la que se enfrentarían usuarios poco experimentados para presionar el botón del *mouse* y mantenerlo sostenido mientras se le deslizaba. El equipo —un conjunto de personas usuarias de computadoras de forma constante como parte de su trabajo cotidiano— no tenían ningún problema al llevar a cabo esta acción, por lo que sólo el uso de usuarios sin experiencia logró detonar errores que se buscó resolver a partir de la programación (Capps, 1984), y no al buscar que los usuarios desarrollaran las habilidades necesarias.

Algo a destacar del desempeño de las tecnologías que describo es que su acción en ningún caso deriva en una modificación tangible de la superficie sobre la cual se deslizan, sino que en cambio “la computadora se coloca ‘en efecto’ entre la ‘punta del lápiz’ y el ‘papel’, [por lo que] el dibujo se configura directamente en la memoria de la computadora” (Sutherland, 1966, p. 95). En este sentido, la operación de estos dispositivos implica una serie de procesos de codificación del gesto humano que condiciona el papel activo de la computadora con respecto al acto de dibujar.

La operación del *mouse* en conjunto con las pantallas es de interés para la investigación dado que ocupan un lugar importante como tecnologías que operan en el proceso supresión de la acción del cuerpo en la configuración de artefactos visuales. Bajo este entendido, algo a recalcar de la relación que se establece entre el *mouse* y el cuerpo es justo la sustitución de determinadas acciones y capacidades físicas. Como señalan Cliff Kuang y Robert Fabricant (2019) “el cursor del *mouse* sustituyó a la mano, cuando el mundo fue una pantalla” (146), fenómeno que los autores ven complejizarse con la aparición de las pantallas táctiles. En este sentido, es importante reconocer que con en el funcionamiento de estos dispositivos

las manos no manipulan ciegamente: ellas están bajo el control de los ojos. La coordinación de las manos y los ojos, de la *praxis* y la teoría, es uno de los temas de la existencia humana. Tuvieron que pasar millones de años antes de que aprendiéramos a mirar primero y manipular después, a hacer imágenes que sirvieran de modelos para una acción subsecuente (Flusser, 2017, p. 30).

Al considerar el comentario del Flusser, entiendo que la operación de la computadora mediada por este tipo de tecnologías tiene en su fundamento una lógica similar a la que manifiestan artefactos de inscripción como los métodos. Lo anterior, al pensar que la habilidad de manipular aquello que se ve en pantalla sin observar la mano abre una distancia entre el cuerpo y el acto de dibujar de manera similar a la relación que se establece con un problema de diseño: no existe la necesidad de poner manos a la obra en la configuración de un gráfico, sino que la acción se ubica en la distancia que se instaura desde la abstracción al tratar con un artefacto conceptual como un método. Ya en un apartado más adelante abordaré esta problemática al hablar en específico del *software* en el diseño, sin embargo, aquí me parece pertinente seguir la discusión al hablar acerca de las interfaces gráficas de usuario, mismas que operaron en conjunto con las tecnologías que describo con anterioridad.

## 3.1.2 Interfaces Gráficas de Usuario

Como señalo antes, previo al desarrollo de ciertas interfaces quien pretendiera hacer uso de las primeras computadoras se enfrentaba a una terminal de línea de comandos, por lo que uno de los más relevantes logros de las interfaces gráficas de usuario (en adelante IGU), fue permitir a los usuarios un acceso a las capacidades de las computadoras aún sin saber programación. Entre los primeros dispositivos con los que se exploró la idea de proporcionar un sistema gráfico para facilitar la interacción humano/computadora fue el sistema Dynabook (Gráfico 11), cuya ejecución se basó en el lenguaje de programación orientado a objetos llamado Smalltalk. Entre el equipo de ingenieros en Xerox PARC (acrónimo para Palo Alto Research Center), que trabajaron en este sistema estuvieron Alan Kay, Dan Ingalls, Ted Kaehler y Adele Goldberg.

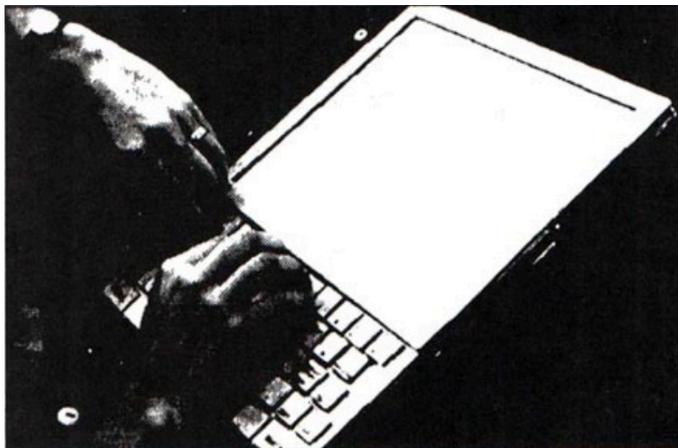


Gráfico 11. Dynabook. Fuente: Alan Kay, *The Early History of SmallTalk*, s.f.

**Página opuesta.** Resultado de la solicitud de gráfico mediante el prompt “*black and white, 1970 tech magazine image of Ivan Sutherland with a 1970s Dynabook*”. Producción con el modelo Midjourney, 1 de agosto de 2023, usuaria @artefactual\_dream [yo].



Aunque el sistema SmallTalk se implementó con mejoras en las primeras computadoras Xerox, me interesa retomar el caso de Dynabook por la agenda pedagógica e ideológica que enmarcó su desarrollo. El objetivo al plantear un sistema portátil e interactivo como éste era acercar la computación al mayor número posible de personas, bajo la idea de su potencial utilidad para la educación. Los desarrolladores que trabajaron en la producción del *hardware* y el *software* de Dynabook y el lenguaje Smalltalk, son algunos de los primeros referentes en cuanto al tema de la usabilidad y las IGU, su acercamiento dirigido a facilitar la interacción humano/computadora ubicó una piedra miliar en la historia de la computación personal. La interfaz gráfica de Dynabook ya mostraba funcionalidades como las ventanas, y una aplicación de dibujo (Gráfico 12).

Por su parte, entre las primeras computadoras personales comerciales en presentar una IGU estuvo la Xerox Star (Hertzfeld, 1982), misma que se lanzó al mercado en 1981 sin mucho éxito. Apple retomó muchas pautas de aquello que Xerox planteó en la década de 1970, tanto para el desarrollo de la computadora Lisa como para su sucesora, la computadora Macintosh a principios de 1980. Estos sistemas significaron un paso más en el proyecto planteado por Xerox, al proponer funcionalidades como el buscador [*Finder*], diferentes tipos de archivos, entre otras. Después del lanzamiento de Lisa por Apple en 1983 la empresa Microsoft lanzó Windows, su propia versión de un sistema operativo que ejecutaba una IGU controlable con el uso de un *mouse* (Hertzfeld, 1983a).

En el desarrollo de *SmallTalk*, fue importante tomar en cuenta a educadores como Jean Piaget, junto con John Holt y Shinichi Suzuki, así como el trabajo de filósofos de la visualidad como Rudolf Arnheim y Ernst H. Gombrich. Según el comentario de Alan Kay al respecto, fue importante también la observación de niños interactuando con el Dynabook, ya que gracias a esto se establecieron muchas de las pautas que aún el día de hoy son relevantes en el aspecto de la usabilidad en la interacción humano/computadora, en especial en lo relativo al concepto *user-friendly*. La observación de niños ayudó al planteamiento de un entorno gráfico que mostraba ventanas, menús *pop-up*, entre otras funcionalidades que facilitaron acciones como copiar y pegar o la selección de texto para su edición. Posterior al trabajo en Xerox, está además el trabajo de personajes como Bruce Horn, desarrollador que trabajó

**Gráfico 12.** [Página opuesta] Interfaz gráfica de Dynabook, lenguaje Smalltalk '76.  
Fuente: [https://en.wikipedia.org/wiki/Xerox\\_Alto#/media/File:Smalltalk-76.png](https://en.wikipedia.org/wiki/Xerox_Alto#/media/File:Smalltalk-76.png).



en Apple y que contribuyó en la producción de las primeras IGU. Horn fue parte de un equipo que logró posicionar a la empresa como paradigma importante en el tema de la usabilidad, reputación que la empresa conserva al día de hoy. Los avances logrados en este sentido, se produjeron bajo la idea de que la interacción de objetos en la pantalla debía tener un comportamiento parecido a cuando los humanos manipulan objetos en el mundo físico. Horn, por ejempló, desarrolló la acción *drag and drop* basada en la idea de tomar algo, moverlo y soltarlo en el lugar deseado.

En consecuencia, un aspecto que es necesario señalar al respecto de la operación de las primeras interfaces gráficas es la importancia que tuvieron las metáforas y las referencias a fenómenos y principios físicos reconocibles. Al respecto, Kuang y Fabricant (2019) señalan que el recurso a la metáfora fue una estrategia a seguir en los primeros años de introducción de las tecnologías digitales en la vida de las personas. En las primeras IGU, podían verse ventanas superpuestas, objetos arrastrables, carpetas donde introducir los archivos, etc. De este modo, conforme las interfaces gráficas se fueron posicionando como paradigma en la computación personal cobró relevancia la representación visual, tanto en los sistemas operativos como los programas. En 1983 que Susan Kare realizó una propuesta para el diseño del panel de control de la computadora Macintosh (Gráfico 13). Del diseño destaca la ausencia de texto, más allá de los números, y el recurso a diversas metáforas –como la tortuga y el conejo para la configuración de velocidad–. La lógica de las metáforas definió que la iconografía generada para las IGU siguiera un principio esqueumórfico<sup>5</sup> basado de forma particular en la imaginería de la oficina: un escritorio, carpetas, basurero, entre otros.

Estos ejemplos son muestra de que “los programas no codifican pura lógica, sino el comportamiento social humano también” (Cox, 2013, p. 26). Este señalamiento resulta importante en el campo del diseño dado que la cultura, así como diversas dimensiones de orden social y humano, constituyen la materia prima con la que se trabaja al proponer distintos artefactos tecnológicos. La codificación de dichas dimensiones abre la posibilidad de incorporarlas como parámetro en el diseño de

<sup>5</sup> El esqueumorfismo es una técnica de diseño que busca retomar estructuras o formas de operación de ciertos objetos para el planteamiento de ciertos artefactos, a partir de lo cual la relación del usuario con éstos sería más “intuitiva”. Un ejemplo de ello son los iconos en forma de carpetas, que buscan aludir a la familiaridad que las personas tienen con este objeto en la vida cotidiana, para facilitar a un usuario relacionarse con la manera en que se almacena la información en la computadora.

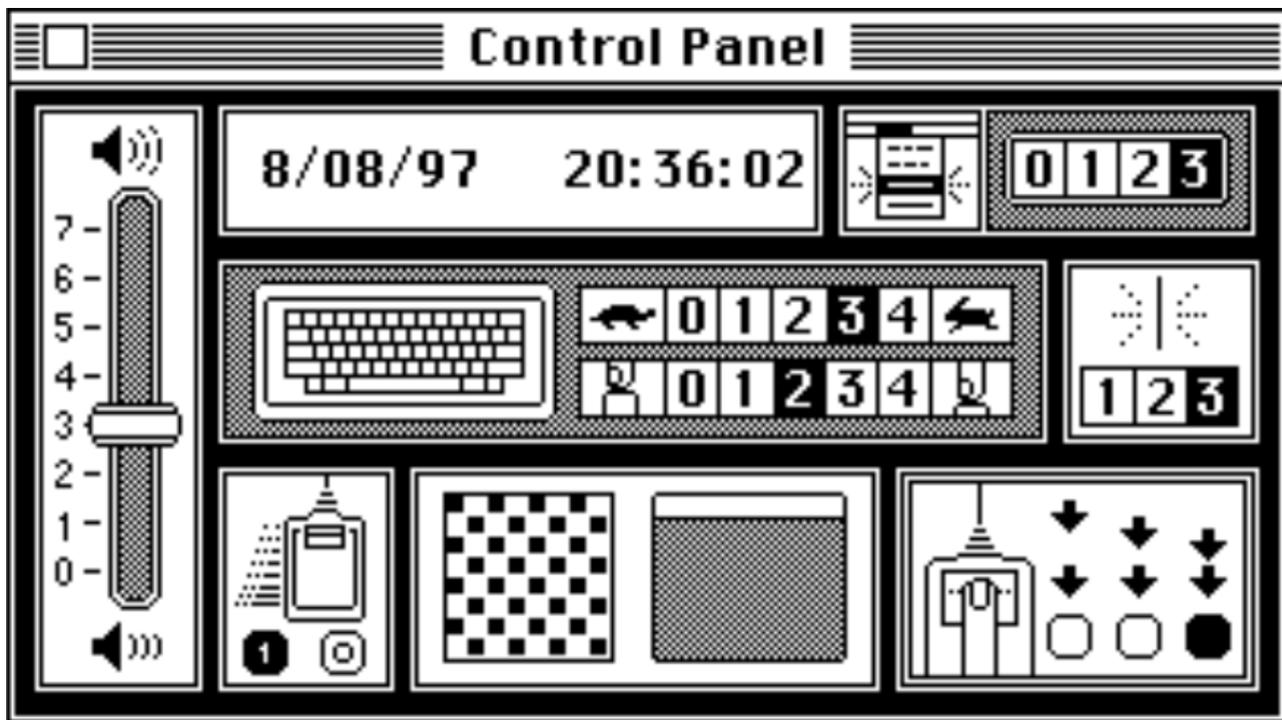


Gráfico 13. Propuesta de Susan Kare para la interfaz gráfica de usuario de un panel de control. Fuente: Andy Hertzfeld. *Desk ornaments*, 1983. [https://www.folklore.org/StoryView.py?project=Macintosh&story=Desk\\_Ornaments.txt](https://www.folklore.org/StoryView.py?project=Macintosh&story=Desk_Ornaments.txt)

sistemas como las IGU. De manera tal que tanto las IGU al igual que dispositivos como el *mouse* o las *stylus* son resultado de diversos estudios de la forma en que los seres humanos perciben el mundo y operan en él. Las observaciones resultantes, se traducen como parámetros y funciones calculadas y computadas, lo cual da como resultado una serie de artefactos que permiten al usuario una forma de interacción más sencilla o intuitiva. Por tanto, en este apartado busco visibilizar que el desarrollo de IGU implica un proceso de infoproducción de ciertos objetos y fenómenos del mundo físico, así como de la cognición humana.

Así, en referencia al caso de dispositivos como la ya mencionada tableta RAND, Kay expresa que ésta fue inventada por Tom Ellis “para capturar gestos humanos”, lo cual se articuló con el trabajo de Gave Groner quien “escribió un programa para reconocerlos y responder a ellos de manera eficiente” (Kay, 1993). La efectividad de estas estrategias resulta en una ilusión de naturalidad que se refleja en el caso que presenta Alan Kay en el video “Doing with Images Makes Symbols”, donde presenta a una

niña de menos de dos años usando la aplicación MacPaint. La niña, toma el disquete del programa, lo inserta en la computadora, ejecuta el programa, crea un proyecto nuevo, usa las herramientas para crear formas, abre una nueva ventana para crear nuevas imágenes, etc. Según expresa el investigador, se estimaba que la niña contaba con un 70% de literacidad en el uso del programa (Alan Kay, 1987).

Así, hablar de las IGU según los objetivos de la investigación implica reconocer las especificidades de su forma de mediar la relación humano-máquina. Como ya he señalado, las IGU disponen un espacio gráfico donde se puede establecer una relación de las intenciones del usuario con los cálculos, códigos y algoritmos con base en los cuales funciona la computadora. De esta manera, por mediación de las interfaces los programas se presentan como tecnologías comprensibles y fácilmente manipulables, al ocultarse los complejos procesos que ocurren detrás de la pantalla, como lo es el cómputo del efecto de *windowing* ya referido con anterioridad. De tal modo, las interfaces facilitan un efecto de superficialidad, según los términos que propone Flusser (2017), ya que al mediar “entre una serie de ecuaciones y el sistema perceptivo” (Kittler, 2010, 228), logran encubrir la forma de operación de la computadora, al hacer visible sólo los efectos de su trabajo.

Estas tecnologías, como infraestructuras tecno-lógicas, operan al “simular un diálogo” con base en un “acceso selectivo” (Bonsiepe, 1978, p. 4), limitando la acción del usuario a un conjunto acotado de funcionalidades. Aquí se puede observar la materialización de un proceso de encubrimiento en el que las operaciones de traducción, cálculo y cómputo que lleva a cabo la máquina permanecen como procesos de “caja negra”. Mi propuesta aquí es observar las implicaciones de esta relación interfaceada con la configuración de artefactos visuales, ya que es una dinámica en la que encuentro una relación con los fenómenos de infoproducción y codificación del diseño que trato en el capítulo anterior. Para profundizar en la problemática, en el siguiente punto me doy a la tarea de hacer un breve recuento de algunos casos relevantes en el tema del *software* de diseño, con el fin de analizar en su forma de operación instancias de los procesos de automatización que busco analizar.

## 3.2 *Software* para la configuración de artefactos visuales: la automatización del dibujo

A grandes rasgos, el objetivo de este apartado es argumentar acerca del lugar del *software* como infraestructura para la producción de artefactos visuales en el campo del diseño. Para situar la agencia de los programas en el modelado de una idea acerca del diseño, resulta necesario entender las lógicas que disponen para la configuración de artefactos visuales según su forma de operación. Bajo este entendido, cabe traer a la discusión el comentario que hace Benjamin Bratton, al expresar que el *software* se conforma por “tecnología lingüística, así como una forma de lenguaje que es tecnológica” (Bratton, 2015, p. 17), comentario que deja entrever la relevancia que adquieren las operaciones de inscripción que se implementan en el desarrollo de programas que logran automatizar diversos procesos para la producción y manipulación de imágenes. De esta manera, a lo largo del capítulo me doy a la tarea de visibilizar que el desarrollo de programas de diseño implica una serie de acciones relacionadas con la infoproducción, la codificación y la abstracción de diversas operaciones que se involucran en la configuración de artefactos visuales.

Como expondré más adelante, la adopción de computadoras y *software* para producir artefactos visuales logró potenciar la idea de que los procesos de proyección e ideación tienen una jerarquía mayor por sobre actividades como el dibujo. Lo anterior, debido a que las computadoras se integran a la práctica del diseño facilitando la producción de imágenes al reducir la necesidad de procesos manuales. En consecuencia, la argumentación que llevo a cabo en el capítulo 2 constituye un peldaño a partir del cual problematizar la presencia y funcionamiento de una serie de tecnologías desarrolladas principalmente en la década de 1970. A partir de su análisis, observo que son resultado de ejercicios de codificación de diversas aptitudes humanas, y que se integran al proceso de diseño gestionando la forma de manipular gráficos y condicionando lo que es posible ver en la pantalla. Así, el *software* para la manipulación de gráficos presenta una serie de rasgos relevantes que es necesario revisar para comprender su influencia en la práctica y conceptualización del diseño el día de hoy.

En la carrera por el desarrollo de programas para la manipulación de gráficos en un principio fue prioridad resolver la visualización de imágenes de objetos “no-observables” –como el comportamiento de un objeto matemático, una reacción química– o aquellas cuyo costo de visualización por otros medios era sumamente elevado. De ahí el gran impulso que se dio, por ejemplo, al desarrollo de estos sistemas de visualización para su integración a simuladores de vuelo para el entrenamiento de pilotos. Como señala Ivan Sutherland (1970) las primeras investigaciones en cuanto al Diseño Asistido por Computadora (CAD) fueron costeadas por el gobierno estadounidense, y en su momento estuvieron destinadas a la automatización de operaciones relacionadas con el diseño y manufactura de equipos bélicos. Entre los semilleros de innovación para la producción de sistemas y programas para la manipulación de gráficos se pueden encontrar al MIT, los Laboratorios Bell –organismo de investigación de la compañía AT&T, en operación desde la década de 1960– y a Xerox PARC, una división de investigación de la compañía Xerox que se fundó en California a principios de 1970.

En general, una de las primeras dificultades que se dieron en el desarrollo de programas que pudieran implementarse en el diseño se relacionó con los costos y esfuerzos necesarios para generarlos, así como con el desarrollo técnico alcanzado. Según los avances de la informática hacia 1970, la idea detrás de la producción de programas de diseño se basó en la premisa de que un programa tendría que “contener en forma latente todo el espectro de diseños [...] que concuerden con los conceptos de diseño de los creadores” (Asimow, 1962, p. 82). Este paradigma llevó a considerar la relación costo-beneficio en la generación de programas útiles para la disciplina, ya que implicaba invertir cuantiosas sumas de dinero en tecnología y un equipo de programación numeroso.

En lo relativo a la producción gráfica en el campo del diseño se dio un cambio importante con el lanzamiento de la computadora Macintosh hacia 1984, misma que marcó una pauta en el desarrollo del *desktop publishing* (Kirschenbaum, 2003, p. 137), y con ello, en la producción de programas que automatizaran en cierta medida la generación de artefactos visuales. Las primeras exploraciones en este sentido lidiaron con las limitantes en la capacidad de procesamiento de aquellas primeras computadoras, así como con la resolución de las pantallas y dispositivos de salida. En las siguientes líneas, me doy a la tarea de analizar el surgimiento y funcionamiento de diversos programas que se fueron incorporando, primero a la producción digital de imágenes y aquellos que más tarde se integraron como herramientas para el diseño.

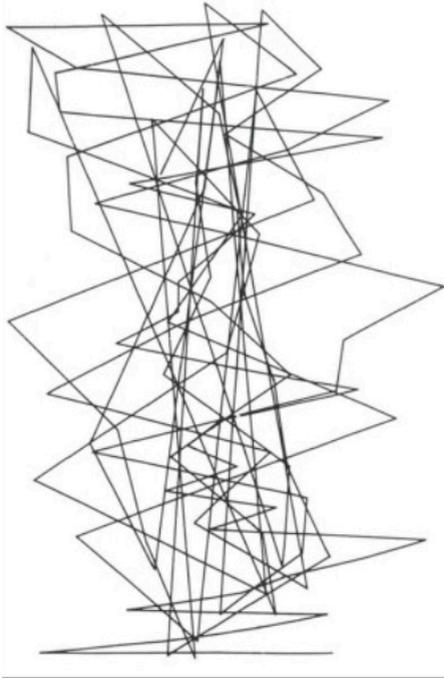
Me interesa en especial retomar lo relativo al dibujo vectorial, en lo cual me concentro dadas las implicaciones que significó su presencia en el proceso de digitalización de la práctica del diseño.

### 3.2.1 Primeros programas para manipulación digital de gráficos

En el campo del arte, la década de 1960 en especial fue una época de exploración en el desarrollo de sistemas de escaneo de imágenes y producción gráficos por computadora. La mayor parte de los artefactos visuales que ahí se produjeron fueron resultado de códigos y ecuaciones escritas por los artistas, mismos que componían comandos que eran interpretados por un programa que controlaba un sistema de impresión. El Gráfico 14 es un ejemplo del tipo de imágenes que comenzaron a generarse a partir de código, se produjo siguiendo un algoritmo según el cual una ecuación cuadrática determinó la dirección de los trazos a partir de ciertos parámetros.

Dibujar imágenes con un haz de electrones bajo el control de una computadora (Sutherland, 1970) fue uno de los objetivos persiguídos en los centros de investigación informática que de manera inicial se concentraron en la manipulación y visualización de gráficos digitales. Así, se tuvo como prioridad el desarrollo de programas con los cuales una computadora pudiera desplegar imágenes en las pantallas de tubo de rayos catódicos. Según Sutherland, el objetivo principal de estos programas era, en general, “representar objetos de algún tipo y proporcionar un medio para manipularlos” (Sutherland, 1970, p. 65). Aunque existen diversos ejemplos de los primeros programas escritos con tal fin, un ejemplo que creo significativo es el de SuperPaint.<sup>6</sup>

<sup>6</sup> Existe un programa de edición de gráficos homónimo escrito por William Snider, que se lanzó al mercado en 1986 por la compañía Macintosh. Decidí analizar este software en específico debido a que es uno de los primeros dedicados a la manipulación de gráficos, en un momento en que el desarrollo de esta clase de herramientas se encontraba en un estado inicial, lo cual permite observar diversas dinámicas que ilustran las implicaciones que trajo consigo la creación de artefactos visuales en sus comienzos.



**Gráfico 14.** Gaussian-quadratic. Fuente: Michael Noll, *First-Hand: Early Digital Art At Bell Telephone Laboratories, Inc., ETWH*, [https://ethw.org/First-Hand:Early\\_Digital\\_Art\\_At\\_Bell\\_Telephone\\_Laboratories,\\_Inc](https://ethw.org/First-Hand:Early_Digital_Art_At_Bell_Telephone_Laboratories,_Inc). ©1965 A. Michael Noll.

Este sistema fue desarrollado en PARC por un grupo de ingenieros y programadores como Richard Shoup, Alvy Ray Smith, Bob Flegal y Patrick Baudelaire entre 1972 y 1974. SuperPaint fue uno de los primeros resultados comerciales en la búsqueda por “encontrar formas para que un usuario humano [creara] e [interactuara] con imágenes 2D a todo color y, más tarde, animaciones” (Shoup 2001, 32). El programa fue escrito en lenguaje Pascal y su interfaz ofrecía utilidades como brocha para dibujo libre, trazo de líneas e ingreso de tipografía, además de una opción de entrada de video. SuperPaint no solo se trataba de un programa, sino que estaba compuesto por todo un sistema de *hardware* que requería todavía de la conexión y reconexión de cableado para llevar a cabo diversos procesos.

Otro programa para la manipulación de imágenes relevante para la discusión es MacPaint,<sup>7</sup> programa lanzado en 1984 que fue escrito por Bill Atkinson y presentaba

<sup>7</sup> En el siguiente link se puede hacer uso del software MacPaint en su versión 1.5, en un simulador del sistema operativo de las primeras Macintosh: [https://archive.org/details/mac\\_Paint\\_2](https://archive.org/details/mac_Paint_2).

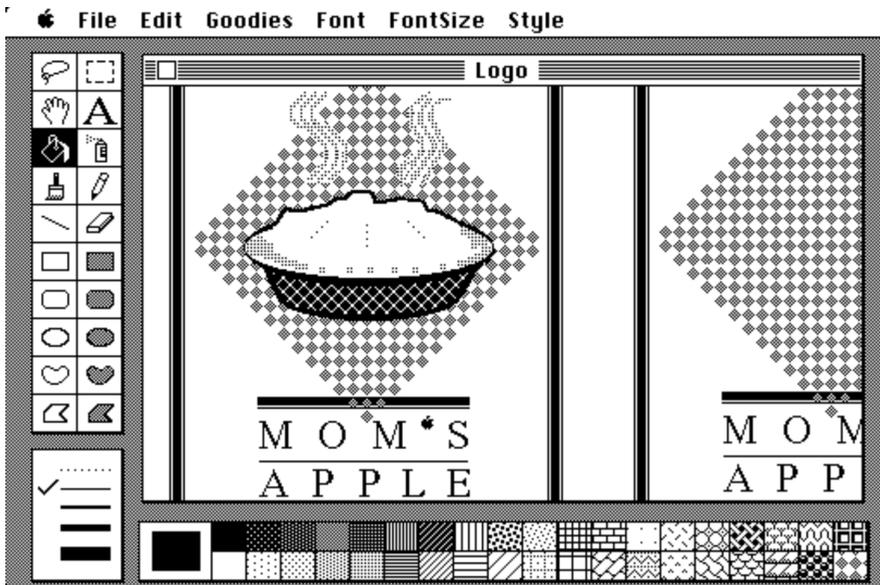
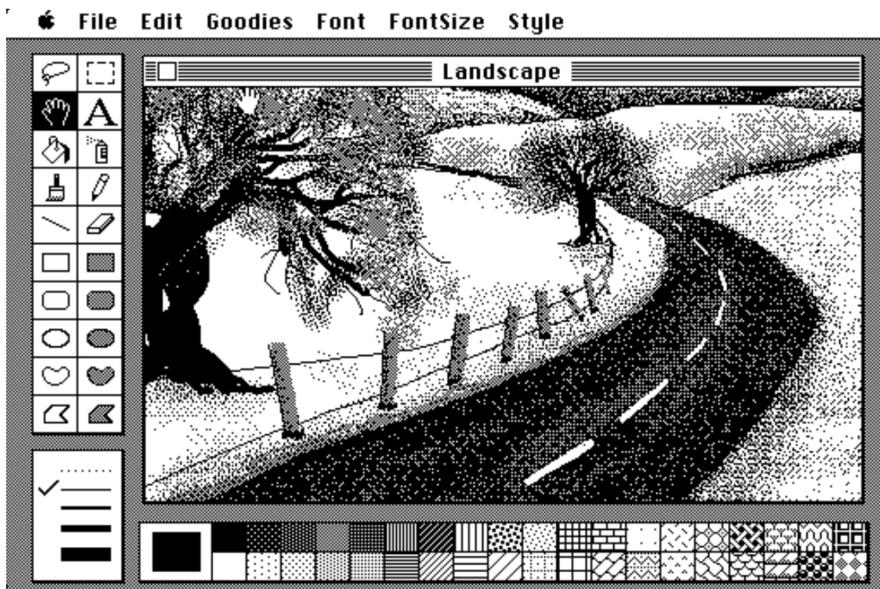


Gráfico 15. IGU del programa MacPaint. Fuente: MacPaint Products, Claris, 1997. <https://web.archive.org/web/19970616124944/http://www.claris.com/products/claris/macpaint/macpaint.html>

un diseño de interfaz realizado por Susan Kare (Knight, 2014). Éste era capaz de procesar imágenes de hasta 576 x 720 píxeles, únicamente a blanco y negro (*MacPaint*, s. f.). Algo a destacar es que constituyó de los primeros programas para la creación de imágenes accesible por medio de una IGU que permitía la usabilidad a una gran cantidad de usuarios. En la descripción de MacPaint empleada para promocionar su venta –cuando dejó de ser de uso libre– se resaltó la idea de que podría usarse para crear imágenes o logos incluso “si nunca antes se había usado una computadora [...] en cuestión de minutos” (*MacPaint Products*, 1997). En el Gráfico 15, presento dos capturas de la IGU de MacPaint versión 1.5 y ejemplos del tipo de imágenes que podían crearse.

Si se tiene en cuenta que uno de los objetivos de la investigación es visibilizar cómo la forma de operación del *hardware* y *software* para la configuración de artefactos visuales encuentra una influencia en el modelado de la práctica del diseño, cabe señalar la manera en que el uso de este tipo de tecnologías logró definir una estética que, como señalan Ricardo Cedeño y Christina Vagt (2018), es producto de una transición de procedimientos físicos a procedimientos relacionados con el procesamiento numérico y de datos (p. 3). Por lo tanto, para profundizar en la influencia de estos primeros programas en la producción de gráficos es necesario analizar su forma de funcionamiento, misma que se debió al desarrollo de circuitos de memoria integrados que permitieron la construcción de sistemas de memoria digital en las computadoras (Shoup, 2001). Tal avance en la parte del *hardware* potenció a su vez la operación de un sistema de búfer<sup>8</sup> de fotogramas basados en píxeles que almacenaba una representación en la memoria que menciono con anterioridad.

Dicha representación contenía información como el color, la ubicación, y según los avances posteriores, el grado de saturación de cada pixel (*Framebuffer: Historia y modos de visualización*, s. f.). como pasa en la actualidad, el archivo que contiene a la imagen se componía del agregado de información “*byte por byte*, *fila por fila*” (Bourke, 1993) de cada pixel en el mapa de bits, y su peso depende de la resolución o cantidad de píxeles por pulgada procesable por el sistema. Es a raíz de lo anterior que resultó necesaria la reducción al mínimo de información de cada pixel para que los programas pudieran ejecutarse en aquel momento del desarrollo tecnológico en los que se contaba con capacidades de memoria restringidos. Cada pixel se limitó a informar tanto al respecto de su ubicación, como de si presentaba o no color, es

<sup>8</sup> Un búfer es una región de un almacenamiento de memoria física que se utiliza para almacenar datos temporalmente mientras se mueven de un lugar a otro (hmong.wiki, s. f.).

decir, se reducía a la distinción de dos estados: 0 si se trataba de color negro, o 1 si se trataba de color blanco, cada estado se interpretó como un color (Bourke, 1993). Dado lo anterior, las imágenes en blanco y negro que se pudieron producir en estos programas presentaban una profundidad de color de 1 bit por pixel. Más adelante, el desarrollo en la capacidad de almacenamiento y procesamiento de las computadoras permitió el manejo de escalas de grises (8 bits de almacenamiento por pixel), lo cual resultó en una gama de 256 estados o colores, lo cual ha sido rebasado por mucho en la actualidad.

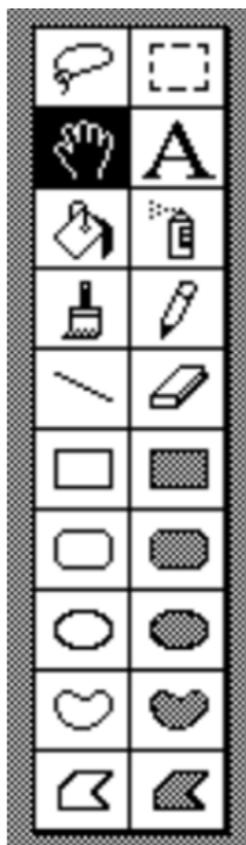


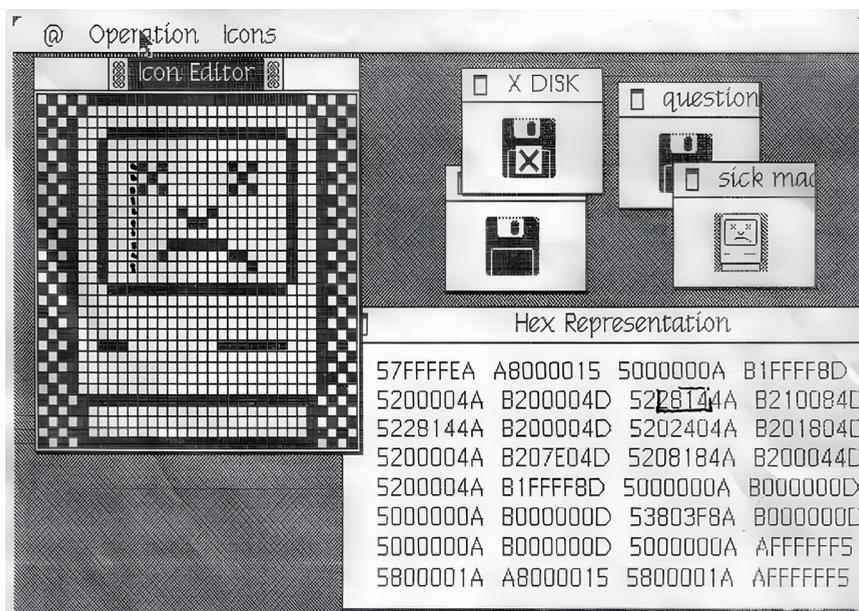
Gráfico 16. Herramientas del programa MacPaint. Fuente: <https://web.archive.org/web/19970616124944/http://www.claris.com/products/claris/macpaint/macpaint.html>

Al seguir los señalamientos que lleva a cabo Manovich al respecto de las computadoras como “máquinas de simulación de otros medios” (Manovich, 2013, p. 56), habría que reconocer cómo para el desarrollo de estos programas –según las posibilidades tecnológicas disponibles– fueron necesarios proceso de traducción, y por tanto de codificación, de los efectos logrados por diversas herramientas de dibujo dentro de los límites técnicos descritos. De tal manera, las herramientas que usualmente se usan para el dibujo análogo que se incorporaron a estos programas –como los pinceles, el lápiz y el bote de pintura, así como las herramientas de trazo de figuras geométricas (Gráficos 16)–, buscaron simularse visualmente para constituir “bloques de construcción para la creación de estructuras representacionales e informacionales, [y en ciertos casos, algunas] que no se habían imaginado de forma previa” (Manovich, 2013, p. 96). La afirmación de Manovich se ilustra de forma clara en herramientas como las texturas que se integraron a manera de “bloque constructivo” que ahorran al usuario tiempo y esfuerzo en el relleno de formas y zonas de una composición. Estos rellenos pueden apreciarse como opciones en la parte inferior de las pantallas que se muestran en el Gráfico 15, y se encuentran aplicados en distintos tipos de sombreados en la composición.



Gráfico 17. "Japanese Lady" o "Apple Geisha". Fuente: Susan Kare, *MacPaint 1.0*, 1984. [https://www.blogartesisuales.net/general/las-mujeres-diseno-susan-kare-icono-simbolo/attachment/susan-kare\\_applegeisha/](https://www.blogartesisuales.net/general/las-mujeres-diseno-susan-kare-icono-simbolo/attachment/susan-kare_applegeisha/)

De forma complementaria, para analizar los alcances de la reflexión de Manovich, traigo a la discusión dos acercamientos a la producción de artefactos visuales que se dieron a partir del uso de programas para la manipulación de mapas de bits que son relevantes para la disciplina del diseño. En primer lugar, retomo el trabajo de la diseñadora y artista Susan Kare, pionera del *pixel art* quien ya referida con anterioridad por su participación en el desarrollo de la IGU de Macintosh. Sobre su trabajo, cabe realizar una reflexión acerca de cómo operaron discursivamente los artefactos que la artista diseñó en Apple. Parte de la labor de Kare consistió en producir imágenes para explorar la herramienta MacPaint, lo cual fue importante en la etapa de desarrollo para la detección de fallos y el planteamiento de herramientas. Como ejemplo se puede ver "Japanese Lady" (Gráfico 17) un gráfico compuesto por Kare (Hertzfeld, 1983b) a partir de la obra "Mujer peinando su cabello (retrato de Kodai Tomi)", un grabado en madera del artista Goyo Hashiguchi de 1920. Éste, entre otros acercamientos se incluyeron en anuncios que tenían como objetivo mostrar al público general el potencial de las primeras computadoras personales. Como señala Bill Atkinson, un papel relevante de este *software* de dibujo digital fue que "mostró a la gente lo divertida y creativa que podía ser una computadora con una pantalla gráfica y un *mouse*" (B. Atkinson, 1979), por lo que las obras de Kare lograron visibilizar los resultados alcanzables.



**Gráfico 18.** *Hex Representation.* A la izquierda, se aprecia la ventana del editor de iconos (Icon Editor), y a la derecha se encuentra la ventana del visualizador de código hexadecimal que representa dicho icono. Fuente: [https://www.folklore.org/images/Macintosh/sad\\_mac.jpg](https://www.folklore.org/images/Macintosh/sad_mac.jpg)

Otro aspecto por discutir con base en el caso de Kare es la codificación que subyace a la configuración de artefactos visuales por medio de la computadora. A la izquierda del Gráfico 18 es posible apreciar un editor especial conocido como *Fat Bits* desarrollado por Andy Hertzfel hacia 1983, mismo que se integró al programa MacPaint. Éste permitía crear de manera sencilla los iconos que formaron parte de la IGU de las primeras Macintosh. El mismo gráfico a la derecha, muestra una ventana nombrada *Hex Representation*, utilidad destinada a visualizar la representación en código hexadecimal de artefactos como aquellos creados por Kare (Hertzfeld, s. f.). La representación codificada de los iconos permitió su incorporación al código fuente del ROM [Read Only Memory] de la Mac, y se ejecutó siguiendo la estructura de información de los mapas de bits –acomodo de pixeles en una retícula– y con base en los procesadores computacionales, reduciendo los datos que componían a la imagen a un código alfanumérico binario. El ejercicio de configuración y traducción de las imágenes que ilustra el funcionamiento de la utilidad *Hex Representation* permite reconocer algunos de los cambios que trajo consigo la incorporación de las computadoras en la producción gráfica entre los cuales destacan, por una parte la necesidad de traducir las imágenes en términos procesables por la máquina, y por otra las nuevas cualidades que adquieren las imágenes como artefactos susceptibles de dicha traducción.

Posteriormente, la segunda mitad de la década de 1980 se vio marcada por el creciente número de diseñadores que se aventuraron a incorporar las computadoras a su práctica. Ya para el momento existían diversas empresas que se aventuraban al desarrollo de sistemas para la manipulación de gráficos –Quantel Paintbox de Quantel–, equipos de cómputo personales –como las primeras Sinclair, o de forma posterior las PCs, de Microsoft– y *software* de diseño –PageMaker (*desktop publishing*), LetraStudio de la compañía Letraset (diseño tipográfico)–. En este contexto emergente, otro caso relevante que permite analizar el papel de las tecnologías digitales en la práctica del diseño es el trabajo de Zuzana Licko, quien se aproximó al desarrollo de fuentes tipográficas digitales según las posibilidades de la computadora Macintosh hacia 1984.

La estructura que ofrecía el *bitmap* para la producción gráfica y la pantallas de baja resolución para la visualización fueron medios que la diseñadora aprovechó para la producción de fuentes. Un rasgo relevante a destacar es la nueva metodología que se

**Bitmap Fonts**

Our bitmap fonts are designed for use on the Apple Macintosh and ImageWriter and are optimized for their 72 dpi resolutions. These fonts may be printed out on the ImageWriter with any software, such as MacWrite or MacPaint. (Only MacDraw or MacPaint will generate LaserWriter printouts of bitmap fonts.) Most fonts come with both smoothed and regular versions and both are included in each font order if available.  
 \$15 per font + \$12 shipping & handling charge per order

---

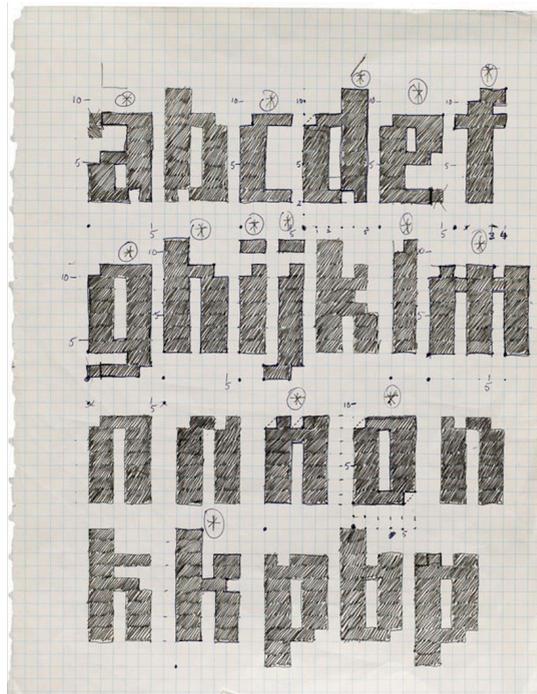
**B I T M A P**

OAKLAND 6	HOW DOES ONE BECOME AN EMIGRE? YOU
OAKLAND 8	How does one become an Emigre? You
OAKLAND 10	How does one become an Emigre? You m
OAKLAND 15	How does one become an Emigre?
ENIGRE 8	How does one become an Emigre? You
ENIGRE 10	How does one become an Emigre? You
ENIGRE 15	How does one become an Emigre?
ENIGRE 14	How does one become an

Gráfico 19. Anuncio para la adquisición de tipografías diseñadas por Zuzana Licko. Fuente: *Low-Resolution Process Work*, p. 15. ©Emigre Inc. Disponible en: [https://archive.org/details/lfaemigre0096/LFA\\_Emigre\\_0096\\_008.jpg](https://archive.org/details/lfaemigre0096/LFA_Emigre_0096_008.jpg)

planteaba a los diseñadores tipográficos, basada en el uso de los píxeles del mapa de bits como bloques de construcción. Con el fragmento de anuncio siguiente (Gráfico 19) se publicitaron las tipografías Oakland y Emigre al mostrarlas en diversos puntajes.

En el Gráfico 20, se puede ver una aproximación a la metodología que Licko siguió para el planteamiento de tipografías. La retícula geométrica de filas y columnas dispuesta por la matriz del *bitmap*, fue simulada por la cuadrícula de un cuaderno sobre el cual Licko exploró la construcción de las letras. Según lo que comenta la diseñadora, muchos de los estilos de las tipografías que diseñó fueron resultado de un diálogo con las capacidades tanto de las computadoras como de los programas (Licko, 2016). Las exploraciones iniciales de Licko junto con las de otros diseñadores se integraron a lo que posteriormente se designó como la familia Lo-Res, que se caracteriza por su estética pixeleada.



**Gráfico 20.** Proceso de creación tipográfica de Zuzan Licko con base en la retícula de un cuaderno. Fuente: *Low-Res Process Work*, p. 4. © Emigre Inc. Disponible en: [https://archive.org/details/lfaemigre0096/LFA\\_Emigre\\_0096\\_002\\_mid.jpg](https://archive.org/details/lfaemigre0096/LFA_Emigre_0096_002_mid.jpg)

Además de ser un caso significativo como ejemplo de los primeros acercamientos a la producción de artefactos visuales por medios computacionales, la obra de Licko se vuelve relevante al discutir al respecto de las transformaciones en la práctica del diseño que se dieron con la automatización de una buena parte del proceso de producción. En estas primeras experiencias, se aumentó la productividad como resultado de la simplificación de muchos de los procesos asociados con la configuración de artefactos visuales, aspecto a tratar más adelante en este capítulo.

Sin embargo, por ahora es importante señalar cómo la incorporación de sistemas con mayor capacidad de memoria y procesamiento pudo dejarse atrás la estética condicionada por el mapa de bits, en particular con herramientas para la manipulación de vectores que facilitaron el trazo de líneas curvas y diagonales continuas. En este sentido, en las siguientes páginas propongo una reflexión acerca del lenguaje PostScript como tecnología cuyo funcionamiento permite comprender muchas de las características de los artefactos visuales que se producen por medios digitales y además, reflexionar respecto a las implicaciones que su forma de operación trae consigo para práctica del diseño.

### 3.2.2 PostScript, Illustrator y la automatización del dibujo

En este apartado, propongo observar que el desarrollo e implementación del lenguaje PostScript constituye un fenómeno importante en el proceso de integración de tecnologías computacionales que automatizan algunas acciones en la configuración de artefactos visuales en el campo del diseño gráfico. Considero que esta discusión resulta fundamental ya que este lenguaje constituye una de las condiciones de posibilidad para el desarrollo de muchos programas de diseño que se implementan en la actualidad, y además debido a que su análisis permite observar la forma de operación del *software* como un conjunto de cálculos y códigos que se encuentran operando detrás de aquello que permiten ver las interfaces. Para comenzar este punto, creo necesario dar un paso atrás para visibilizar la problemática técnica que se buscó resolver con el desarrollo de un lenguaje como PostScript, ya que esto ayudará a comprender mucho de su funcionamiento. Al respecto John Warnock detalla que

Desde la época de Gutenberg, el texto y los gráficos se han tratado por separado, y esto también sucedía en Xerox. Las impresoras láser de Xerox tenían 240 puntos por pulgada (dpi), mientras que las pantallas de las computadoras tenían 72 dpi. Ambos son dispositivos de trama, que forman imágenes coloreando puntos seleccionados muy próximos entre sí (llamados píxeles); el número de puntos por pulgada determina la resolución del dispositivo (Warnock, 2012, p. 365).

Las diferencias de resolución entre dispositivos derivaban en una gran variación entre la forma en que se visualizaban los gráficos según su particular capacidad para procesarlos y mostrarlos (Gráfico 21). Producir un sistema que ayudara a resolver los conflictos que comenzaron a darse con la interacción de tecnologías dedicadas al despliegue y la impresión de gráficos con diversas capacidades fue el objetivo de un grupo de desarrolladores e ingenieros que trabajaron en la empresa Adobe —entre quienes podían contarse Doug Brotz, Ed Taft, Chuck Geshke, John Gaffney y John Warnock—. Este equipo logró identificar la necesidad de configurar una representación computacional con la flexibilidad necesaria para garantizar una mejor implementación y procesamiento en distintos tipos de dispositivos.

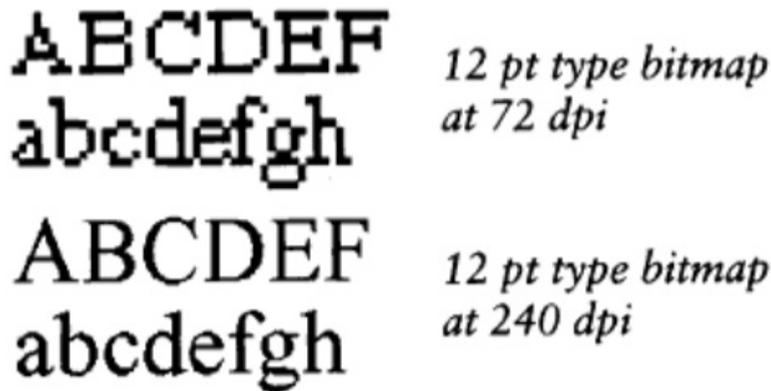


Gráfico 21. Visualización de la tipografía Times New Roman en dispositivos de salida de 72 dpi y 240 dpi. Fuente: Warnock, "Simple Ideas that Changed Printing and Publishing", *Proceedings of the American Philosophical Society*, vol. 165, no. 4 (2012), p. 365

De esta manera, el lenguaje PostScript<sup>9</sup> se escribió con el objetivo de describir artefactos conocidos modelos unificados de representación de gráficos (*Graphic Imaging Model*, en adelante MRG), para lo cual también se requirió el planteamiento de una interfaz de programación asociada que fuera útil en este nuevo ecosistema de dispositivos (Warnock & Wyatt, 1982). La “independencia del dispositivo” fue relevante en esos momentos, y en el caso de la producción de gráficos logró, por una parte resolver los problemas de traslación de información entre diversos dispositivos, y por otra reducir la necesidad de grandes cantidades de código que esto implicaba. La noción del modelo de representación o MRG es fundamental para la discusión, ya que ilustra cómo trabajan los programas de manipulación de gráficos y permite reconocer las características de los gráficos digitales que fue posible producir con este lenguaje:

El modelo de imágenes del lenguaje PostScript es la metáfora a través de la cual se representan los gráficos en los dispositivos de salida. El modelo de imagen consiste en reglas y mecanismos específicos por los cuales una imagen se describe, y su comportamiento es exactamente predecible (Adobe Systems Incorporated, 1988, p. 37).

El sistema que Wyatt y Warnock idearon se componía de una serie de interfaces que tuvieron el propósito de mediar entre dispositivos, bajo el entendido de que “una de las ideas clave para hacer que las aplicaciones sean independientes de los dispositivos es definir sistemas de coordenadas y aislarlos entre sí” (Warnock & Wyatt, 1982, p. 315). Los sistemas de coordenadas son un arreglo espacial en el que es posible ubicar y aislar los píxeles que componen una imagen. Cada dispositivo de *input* o *output* de imágenes –pantallas de diversas resoluciones, salidas de color, así como dispositivos de impresión, entre otros– basa su trabajo en un sistema particular de ubicación y direccionamiento de píxeles. Con el planteamiento de un sistema de coordenadas virtuales (*Virtual Coordinate System*, en adelante SCV) se buscó aislar y compaginar dichos sistemas de coordenadas. El VSC se ubicó en un lugar medial común a los sistemas que buscaba conectar, y como lo señalan Wyatt y Warnock fungió como un “suelo común para las implementaciones de dispositivo y las aplicaciones de usuario” (Warnock & Wyatt, 1982, p. 315). Así, cada dispositivo se encargaría de gestionar la imagen del sistema de coordenadas virtual propio y no los sistemas de coordenadas del sistema ubicado en el extremo opuesto.

<sup>9</sup> Este lenguaje, se basó en el trabajo previo que Warnock y Gaffney había realizado en la compañía Evans & Sutherland, el cual tuvo como resultado un lenguaje intepretativo llamado Design System.

Un rasgo que resalta de la solución planteada por Wyatt y Warnock es que los modelos de imágenes proveen una “abstracción ideal de la apariencia de una imagen desplegada en un medio perfecto” al “abstraer la apariencia de la imagen” (Warnock & Wyatt, 1982, p. 313). Con el término “apariencia” los desarrolladores hacen alusión a las propiedades geométricas y de color de una imagen, mismas que son extraídas al tomar dos criterios en cuenta: por un lado, la calidad global de la imagen, y por otra que la abstracción logre ser significativa para la renderización de una imagen en cierto dispositivo con la mayor fidelidad posible. En este sentido, resulta importante destacar el tratamiento geométrico de la imagen ya que esta versión rasterizada dotó a diversos artefactos visuales de nuevas cualidades y posibilidades de manipulación.

Warnock dejó su trabajo en PARC donde había desarrollado el sistema antes descrito para emprender su propia empresa: Adobe. El lenguaje PostScript, en el que Warnock trabajó por su cuenta se basa en el MRG llamado, de igual manera, Adobe. Con este sistema se logró la mencionada independencia del dispositivo, característica que definió que PostScript se posicionara como un lenguaje universal que al día de hoy permite el intercambio de diferentes tipos de archivos (Adobe Creative Cloud, 2014), mismos que mantienen su integridad sin importar el dispositivo que los transmita o despliegue. Este lenguaje es parte de los Lenguajes de Descripción de Página (*Page Description Languages* o PDL), y como tal, se desarrolló con el objetivo de leer el contenido de una página haciendo uso del sistema de coordenadas antes descrito al controlar la apariencia de texto y gráficos en un monitor o *display* (Adobe Systems Incorporated, 1999). En consecuencia, la implementación complementaria que tuvo el lenguaje, además de servir para la descripción de una imagen a un sistema de visualización o impresión, fue también posibilitar su composición.

Prestar atención a PostScript al hablar de la automatización del diseño se vuelve relevante al observar los efectos de su integración como parte de diversos programas para la configuración de artefactos visuales. A partir de los modelos de representación y con la articulación de sistemas de coordenadas que describo de forma previa fue posible el funcionamiento de “los programas de aplicación, como los sistemas de composición de documentos, los ilustradores y los sistemas de diseño asistidos por computadora, [mismos que] generan descripciones de página PostScript automáticamente” (Adobe Systems Incorporated, 1999, p. 2). Como se observa en el comentario anterior, este lenguaje constituye un componente que se integra a un sistema que logra automatizar una parte importante del proceso de configuración de gráficos, por lo que resulta necesario considerar algunas de sus características.

El lenguaje PostScript trabaja al manipular definiciones formales de objetos conocidos en las matemáticas como vectores. Una característica de los vectores es que conforman artefactos manipulables con secuencias de operaciones, muchas relacionadas con las matrices aritméticas.<sup>10</sup> De esta manera, las posibles modificaciones de la forma —p.e. rotación, traslación, escalamiento— resultan de una serie de operaciones que se concatenan de manera secuencial. Los gráficos que se manipulan a través de los programas escritos en lenguajes como PostScript dejan de estar condicionados formalmente y limitados por la matriz de puntos, o el mapa de bits, y adquieren atributos que surgen de la abstracción matemática. Dicha liberación potenció las capacidades y posibilidades en la manipulación de gráficos por computadora:

La matriz de transformación de PostScript que se dirige del espacio del usuario al espacio del dispositivo es una matriz lineal [matriz notacional] de seis elementos. Esto le permite realizar todas las operaciones habituales de traducción, rotación y escalado. Como ejemplo, cualquier cuadrado se puede convertir en otro cuadrado de cualquier tamaño, en un rectángulo, un paralelogramo, un punto o una línea, en cualquier ángulo de rotación en cualquier lugar dentro o fuera de su página. Hay momentos y lugares en los que desea ir más allá de lo lineal y realizar transformaciones no lineales más complejas sobre la marcha. Los ejemplos obvios incluyen la perspectiva y las letras de La Guerra de las Galaxias, o el mapeo de imágenes en servicios aparentemente no planos (Lancaster, 1990, p. 387).

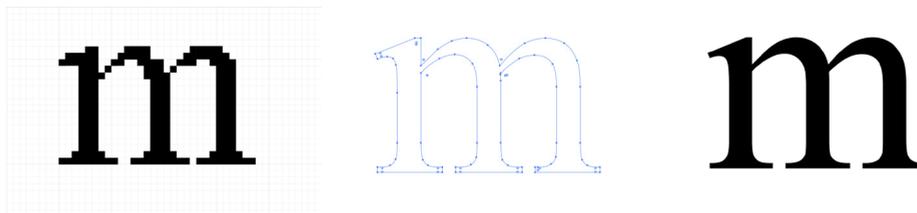
Aunque las nuevas capacidades de los programas que incorporaron PostScript fueron diversas en cuanto a la composición de páginas en general, un aspecto que me interesa destacar es el del trazo vectorial, tema relevante para la práctica y teorización del diseño. En este sentido, con el fin de problematizar al respecto de la abstracción computacional como motor para la definición y la manipulación de la forma tomando en cuenta la integración de lenguajes como PostScript al *software* de diseño, me doy a la tarea de profundizar acerca del funcionamiento de las curvas de Bèzier, ya que su integración trajo consigo la posibilidad de trazar líneas continuas —ya sea rectas, diagonales o curvas— así como tipografías.

<sup>10</sup> La descripción de cómo se representan y operan las matrices notacionales que operan detrás de la manipulación de gráficos en PostScript puede consultarse en el libro *PostScript Language Reference* de la compañía Adobe Systems Incorporated (1999), entre las páginas 187 y 189.

## Curvas de Bèzier

A diferencia de las líneas rectas, para una computadora resulta extremadamente complejo trazar una línea curva, por lo cual lograr su cómputo al definir las en términos matemáticos resultó un avance importante para la producción de gráficos por medios digitales. En este sentido, cabe discutir el papel de las curvas de Bèzier, como un artefacto matemático que facilitó el cómputo de líneas curvas, así como su integración a los primeros programas de manipulación de gráficos. Como una definición inicial se puede decir que éstas “son curvas no uniformes generadas matemáticamente [...] definidas por cuatro puntos de control” (Meggs & Purvis, 2009, p. 489). Reciben su nombre a partir de uno de los personajes que exploraron la implementación del trazo geométrico de líneas curvas, el ingeniero Pierre Bèzier, quien trabajó en el campo del diseño automotriz a principios de 1960. Cabe señalar que existe también un antecedente en el trabajo del físico y matemático Paul Casteljaou, quien planteó un método para la representación, evaluación y cálculo de curvas a partir de puntos de control hacia finales de 1950. En ambos casos fue importante tomar en cuenta los polinomios de Bernstein que proponían un algoritmo para el manejo de superficies curvas y triangulares, mismo que constituyó una base teórica importante para el diseño geométrico asistido por computadora.

Al continuar con el caso de la producción tipográfica a partir de medios digitales que ya había retomado con anterioridad, se pueden comparar las principales diferencias entre el trazo de fuentes a partir del mapa de bits y el trazo con líneas definidas matemáticamente tal como lo posibilitó la composición gráfica desde el lenguaje PostScript al implementar las curvas de Bèzier (Gráfico 22).



**Gráfico 22.** Trazo de la letra m, tipografía Times New Roman. Construcción de la letra a partir de una cuadrícula simulando la matriz de puntos; vectores en la construcción de la letra; visualización de la letra. Ilustración digital, elaboración propia, 2023.

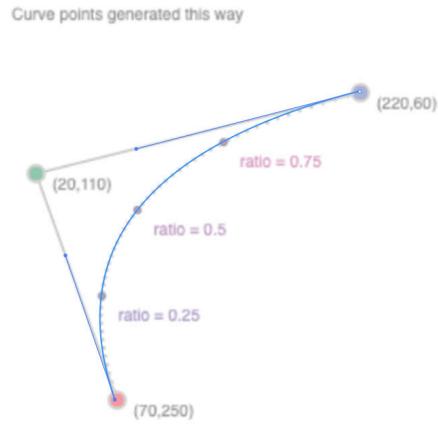
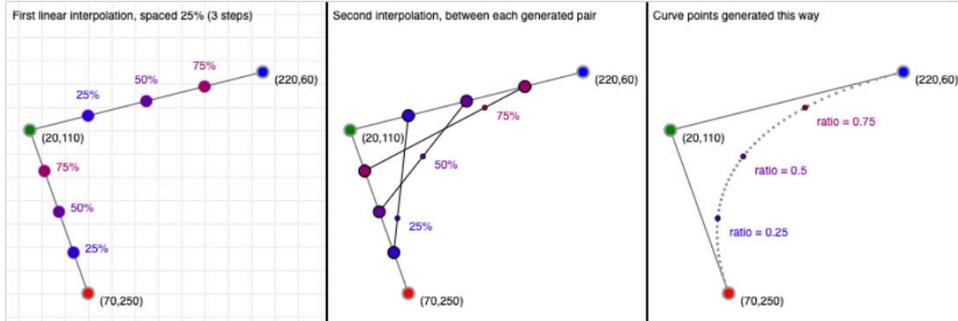


Gráfico 23. Interpolación lineal con la que se define una curva de Bèzier. Fuente: Pomax. (2013, junio 13). *A Primer on Bèzier Curves*. <https://pomax.github.io/bezierinfo>

Gráfico 24. Trazo de una línea curva para ilustrar el funcionamiento de las curvas de Bèzier en operación detrás del uso de programas como Illustrator. Captura de pantalla, trazo vectorial, elaboración propia, 2023.

Al igual que para la descripción y el trazo de una línea recta en términos matemáticos, una curva de Bèzier se define a partir de la ubicación de puntos de inicio y término en un sistema de coordenadas. En el caso de las líneas curvas los punto intermedios que definen su arco se calculan partiendo de una función paramétrica. En el Gráfico 23, se puede visualizar la serie de operaciones a través de las cuales se define una curva al calcular las coordenadas de los segmentos intermedios.

En el Gráfico 24, tomo el último fragmento de la ilustración anterior y con la ayuda de Illustrator trazo una línea curva al modificar los nodos a cada extremo de una recta. Como se visualiza con los trazos en color azul que se superponen a la imagen, los manejadores o controladores que ayudan al modelado vectorial de la curva funcionan como interfaces que muestran al usuario los resultados de los cálculos que el programa lleva a cabo a partir de las modificaciones que lleva a cabo. Al seguir con los manejadores las líneas del polígono del Gráfico 23 en dirección al vértice ubicado en la posición “20, 110” se logra modelar una curva que coincide de forma precisa con la del ejemplo.

La incorporación de PostScript a los programas de producción gráfica implicó un cambio radical que impulsó en gran medida la incorporación de *software* a la práctica del diseño. Dicho lenguaje posibilitó el desarrollo de algunos de los primeros programas para el diseño de páginas como Page Maker –de la compañía Aldus–, y el editor de gráficos vectoriales Illustrator –de la compañía Adobe–. Según los objetivos de la investigación, resulta importante poner de manifiesto cómo la operación de este tipo de herramientas automatizan parte del proceso de configuración de artefactos visuales, con base en ecuaciones matemáticas y códigos computacionales. La motivación detrás de traer a la discusión de las curvas de Bézier como uno de los atributos relevantes del lenguaje PostScript se vincula con las posibilidades que trajo de sustituir un gran número de operaciones involucradas con el dibujo de formas y el trazo de letras. En el caso particular del dibujo sustituye acciones que solían llevarse a cabo mediante el uso de escuadras, escalímetro, reglas francesas, compás, entre otros instrumentos. En consecuencia, aquellos gráficos generados en función de lenguajes como PostScript constituyen objetos computables, es decir interpretables y procesables por una máquina y por tanto poseedores de características particulares que devienen de la abstracción computacional.

Siguiendo a Daniel Cardoso (2015), propongo que entender el funcionamiento de los programas que en la actualidad son parte tan importante de la práctica del diseño es una forma de observar cómo han contribuido a transformar la percepción del diseño como acto de ideación más que de configuración de imágenes. Lo anterior se ve reflejado en los fenómenos que se dieron con el lanzamiento de Illustrator, uno de los primeros sistemas para la configuración de imágenes destinado para el diseño que ofreció una interfaz amable detrás de la cual entran en operación funcionalidades como las que describo con anterioridad.

## Illustrator y la configuración automatizada de artefactos visuales en el campo del diseño

Como señalé, a su salida de PARC John Warnock fundó la empresa Adobe, donde además del sistema que describo en el punto anterior trabajó en uno de los productos que revolucionó en buena medida la forma de producir artefactos visuales: el *software* Illustrator. Warnock tuvo interés por proponer un programa de este tipo dada la cercanía con el trabajo de su esposa, la diseñadora Marva Warnock, gracias a lo cual pudo identificar una potencial oportunidad en la implementación del lenguaje PostScript como motor de un sistema para la producción de gráficos. La primera versión de Illustrator se lanzó en 1986 y ofreció una interfaz amable para un diseñador sin formación en programación o matemáticas que traducía de manera directa los cálculos hechos por la computadora con base en el lenguaje PostScript.

Un aspecto importante a discutir al respecto de la presencia de programas como Illustrator fueron las transformaciones que trajo a la práctica del diseño. Ya para la segunda mitad de la década de 1980, se podía encontrar una variedad de programas que se habían comenzado a integrar al diseño, en particular en el ámbito del diseño editorial. Sin embargo, Illustrator constituye un caso particular que fue definitorio en el proceso de adopción de las tecnologías digitales y en la transformación de los procesos de producción de imágenes en el ámbito del diseño. Incluso, la portada del *software* en la que se cita a la pintura renacentista “El Nacimiento de Vénus” de Sandro Botecelli (Gráfico 25) buscó hacer referencia al papel del programa como un evento que marcaba “una nueva era en la producción de gráficos por computadora” (R.K., 2017).

La interfaz del programa conservaba similitudes importantes con aquella que desplegaban los primeros programas de manipulación de gráficos como el caso de MacPaint. Una de las principales diferencias recayó en la incorporación de nuevas herramientas de trazo vectorial y manipulación de texto que fueron posibles gracias al procesamiento gráfico a partir de PostScript. Entre estas herramientas destaca la utilidad de trazo libre con la que la computadora interpretaba el gesto del usuario como segmentos de línea con vectores intermedios que se ajustaban haciendo uso de manejadores o volantes (Gráfico 26).

Un fenómeno que me interesa problematizar al respecto del papel de este tipo de programas es la transformación radical de los modos de producción que trajo consigo su incorporación para la práctica del diseño. Para observar lo anterior, y desde

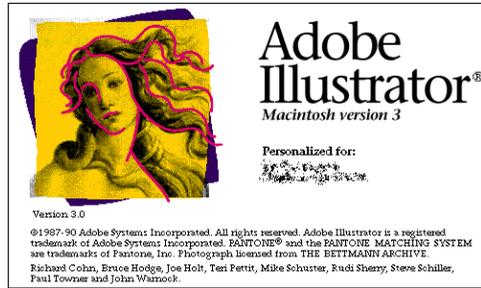


Gráfico 25. Portada Illustrator v. 3, 1990. Fuente: <https://xdr2k.medium.com/adobe-illustrator-evolution-ce6e42daa917>

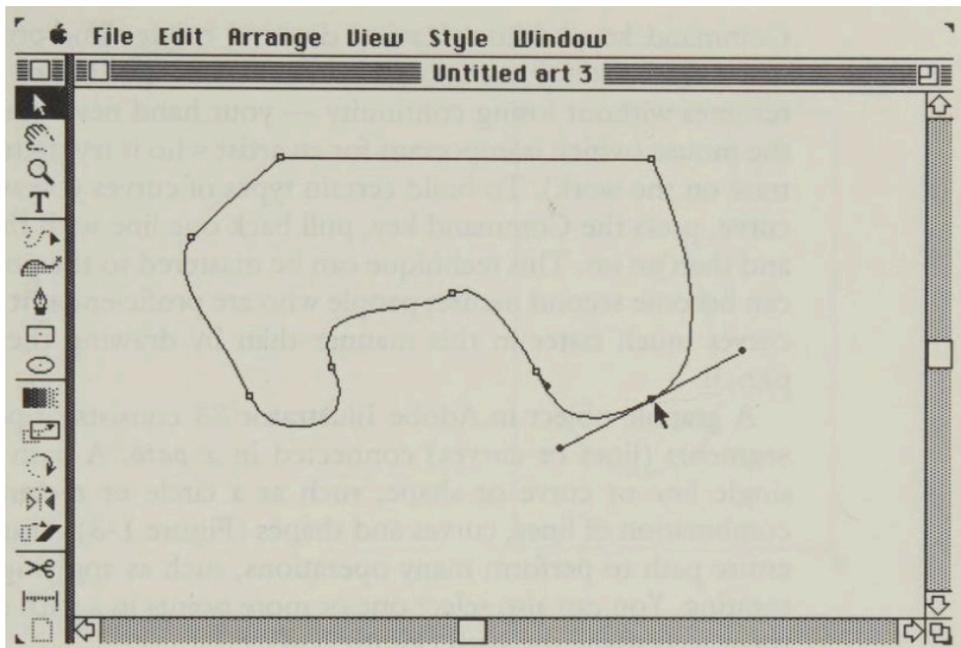


Gráfico 26. Trazo de formas a partir de la manipulación de puntos de control en trazos vectoriales. *Adobe Illustrator 88: The official handbook for designers*, 1988, p. 9.

perspectivas como los estudios de *software*, una característica a señalar del funcionamiento de los programas computacionales es la capacidad de articulación con otros sistemas, funcionalidad que resulta en gran medida gracias a la manipulación de información digital y no de objetos físicos. La funcionalidad de dibujo vectorial diferenció a Illustrator de previos programas de dibujo existentes en la época, sin embargo, de forma adicional la incorporación de PostScript permitió “automatizar el proceso, desde la creación hasta la impresión, sin limitar tu *output* a la resolución de las impresoras láser” (Bove et al., 1988, p. 5), con lo que también se logró la articulación del programa con diversos sistemas tanto de *software* como de *hardware*, rasgo importante de su funcionamiento.

En este sentido, Lucía Villagrán (2018) señala que “el proceso de construcción de las formas vectoriales se asemeja poco al sistema convencional de dibujar. Por tanto, es necesario conocer estos mecanismos de estructuración y organización de formas para saber representar y trasladar una idea a la pantalla” (Villagrán, 2018, p. 52). Lenguajes como PostScript y ecuaciones como las curvas de Bèzier constituyen algunos de los mecanismos en operación detrás del funcionamiento de programas como Illustrator. De manera que los gráficos visibles en la pantalla son resultado de una serie de cálculos y códigos que interpretan el gesto del usuario. Así, el *software* se incorpora de manera activa en el proceso de configuración de artefactos visuales.

Con el fin de profundizar acerca de las transformaciones que trajo consigo la incorporación del programa a la práctica del diseño me parece importante la referencia que constituye el fenómeno de la adopción de Illustrator como programa para la configuración de artefactos visuales. En general, la salida al mercado de computadoras y *software* para diseñar tuvo una curva de aceptación y adopción, por lo que con el fin de introducir el producto se llevaron a cabo talleres donde se invitaba a diseñadores con cierta influencia en el medio a aprender a usar el programa. Como embajadores, su experiencia y comentarios servirían después para sembrar curiosidad en otros colegas del gremio.

Algo que identifiqué es que buena parte de la aceptación de Illustrator recayó en la manera en que la nueva experiencia se distinguió con respecto a los largos procesos de configuración de imágenes por medios tradicionales. Como se describe en la serie de videos “*The Story Behind Adobe Illustrator*” (2014), el diseño pre-computadoras implicaba una cantidad de tiempo excesiva para tareas de dibujo, maquetación, montaje de imágenes, entre muchas otras. Los diseñadores que dan su testimonio hablan de los pasajes “aterrorizantes”: manchas de tinta por derrames de los es-

tilógrafos sobre trabajos que estaban a punto de terminarse, el embrolloso ajuste de ciertas partes de una imagen; los innumerables cambios solicitados por los clientes, por nombrar algunos.

Así, casi dos décadas después del ejercicio de simulación de cómo sería integrar una computadora al proceso de diseño llevado a cabo por Cross y su equipo hacia 1970, la manipulación en tiempo real de líneas curvas que podían editarse gracias a puntos de anclaje móviles junto con otras de las herramientas –aunque escasas todavía– incluidas en el programa comenzaron a aceptarse con gran entusiasmo. En los años subsecuentes creció tanto el número de usuarios de estas nuevas tecnologías como las posibilidades de costear los equipos de cómputo y las licencias de *software*.

Al observar el fenómeno de adopción del programa se puede reconocer un cambio radical en las acciones necesarias para la configuración de artefactos visuales que se caracteriza por la automatización de un cúmulo de procesos manuales. La nueva dinámica fue bien recibida al percibirse que este tipo de programas aumentaban “la complejidad, la velocidad, la flexibilidad y la organización” (Emigre, 1989, p. 14). Este punto en específico sirve como peldaño a partir del cual abordar la problemática de la percepción del *software* como simple herramienta para el diseño, según lo cual suele quedar velado su papel como agente que trastocó la relación que se tenía con los procesos de producción de artefactos visuales. En adelante destaco y analizo el funcionamiento de los programas de diseño con el objetivo de reconocer los mecanismos que sostienen la configuración automatizada de gráficos, así como los efectos que traen consigo para la práctica del diseño.

### 3.3 *Software*, codificación y automatización

Hasta el momento, he intentado analizar el funcionamiento de una serie de dispositivos y algoritmos que sostienen la operación de programas que comenzaron a integrarse a la práctica del diseño al retomar el caso de Illustrator. Como uno de los intereses centrales en la investigación, en el recuento anterior reflexiono acerca de cómo la operación de tecnologías que automatizan diversas acciones y capacidades necesarias para la configuración de artefactos visuales implica diversas formas de codificación y abstracción. En este punto me doy a la tarea de discutir acerca de algunos fenómenos e implicaciones relacionados de manera específica con el papel del *software* en la transformación de la práctica del diseño.

Según la perspectiva conceptual que adopto por la investigación, el funcionamiento de las computadoras y los programas se caracteriza por formas de operación y ordenamiento de información que tienen una influencia tanto en la forma de llevar a cabo una determinada acción, como en la manera misma de conceptualizarla. Bajo este entendido, al día de hoy resulta difícil comprender al diseño sin analizar las lógicas bajo las cuales funcionan las tecnologías que materializan su producción. Es por ello que Cardoso propone que los estudios del *software* constituyen una aproximación para comprender la realidad social y material que se vive en la actualidad, en medida en que implica pautas “para entender la forma en que diseñamos y construimos el mundo” (Cardoso, 2015b, p. 4).

Friedrich Kittler plantea que “la tecnología computacional significa simplemente ser serios al respecto del principio digital” (Kittler, 2010, p. 225). El principio digital se relaciona de manera estrecha con la lógica del funcionamiento de los códigos y las computadoras, no solo por el proceso de traducción de diferentes objetos y dimensiones de la vida humana a un lenguaje interpretable y procesable por una computadora, sino por una serie de rasgos que surgen a partir de dicho proceso. Digitalizar, como señala Sybille Krämer (2018), implica un proceso en el que “un continuo se divide en elementos individuales, desarticulados, que luego se pueden combinar de acuerdo con reglas establecidas arbitrariamente y se re-combinan. Las fuentes, especialmente las alfanuméricas, forman prototipos de lo digital” (Krämer,

2018, p. 9). Pensar en la digitalidad en dichos términos, implica reconocer que en el funcionamiento del *software* se dan diversos procesos de infoproducción que influyen en la práctica que median, como el diseño en este caso.

En consecuencia, en el capítulo presente toco el tema de los efectos que trae consigo el uso de estas tecnologías en la conceptualización del diseño. Mi argumento gira en torno a la influencia de un “pensamiento computacional” –con principios como la sistematización, la racionalidad y la lógica formal– como determinante para la disciplina desde mediados del s. XX, según una tendencia que se acentúa con la integración de las computadoras y el *software* en la práctica del diseño hacia los años 1980. De esta manera propongo analizar una serie de distinciones que se establecen entre el dibujo manual y el dibujo digital, al acentuar que este último implica una relación con estructuras de datos con características particulares que definen las nuevas posibilidades que trae consigo el uso de programas para la producción de gráficos.

### 3.3.1 Dibujo manual vs dibujo digital

Programas como MacPaint comenzaron a ofrecer herramientas que dan muestra de diversos grados de automatización de procesos específicos asociados con el dibujo. Anteriormente, referí algunas funcionalidades incorporadas en los primeros programas de manipulación de gráficos –como el trazo de líneas y formas, el bote de pintura, etc–. La posterior incorporación de PostScript en programas de dibujo vectorial como Illustrator marcó la posibilidad de aumentar en gran medida la cantidad de acciones que era posible llevar a cabo en un programa de manipulación de gráficos, al sumarse, entre otras, la capacidad de realizar trazos de forma sencilla, sin las limitantes del formato *bitmap*. En consecuencia, el proceso de adopción del *software* para diseñar marca un distanciamiento respecto a la actividad manual del dibujo, lo cual que significó un gran atractivo para los profesionales de la disciplina en vistas del tiempo y esfuerzo que ahorraron en el proceso de configuración de artefactos visuales. Para los primeros usuarios de computadoras esto sugirió un cambio radical en su práctica:

Cuando trabajé por primera vez con Adobe Illustrator hace años, sentí que estaba frente a herramientas de artista, similares a pinceles y lápices. Esto se debe a mi formación en arte tradicional; sin embargo, las aplicaciones en el mundo digital del diseño y el arte han reemplazado las herramientas tradicionales de los artistas (Elmansy, 2013, p. 12).

En los testimonios de los primeros diseñadores que usaron programas para diseñar, personas como Luanne Seymour y Russell Brown describen el largo proceso que implicaba la creación de artefactos visuales por medios análogos al usar diversos instrumentos de medición, de trazo, o para la aplicación del color. En especial, el uso del estilógrafo –dada la posibilidad de que este chorreara de manera inesperada, arruinando el trabajo de horas o días– y el complejo proceso del acomodo tipográfico en especial son referidas como actividades extenuantes y en cierto modo incontrolables. El *software* ofreció una posibilidad de alejarse de dichos inconvenientes y de acercarse a su vez a una práctica del diseño ordenada, limpia, rápida y controlable. Uno de los comentarios que más llama mi atención en este sentido es el del diseñador Russell Brown, quien expresa: “estoy tan complacido de no tener que volver a lidiar con eso nunca más” (Adobe Creative Cloud, 2014). Los discursos detrás de estos testimonios, ubican al diseño digital como una práctica mas precisa y deseable con respecto al dibujo manual. Lo anterior se puede visibilizar también en los comentarios que hace Ivan Sutherland al respecto del uso de artefactos como *light pen* o la tableta RAND: “perfeccionar las técnicas de dibujo con una stylus harán a la stylus y la computadora más fáciles de usar que el lápiz y el papel” (Sutherland, 1966, p. 96).

Me parece relevante detenerse para analizar algunas de las diferencias más notables entre el dibujo manual y el dibujo digital, las cuales se relacionan justo con el carácter matemático del trazo de formas a partir de una computadora: la geometrización y la implementación computacional de retículas con base en sistemas de coordenadas. Los estudios de *software* buscan prestar atención a este tipo de problemáticas, y desde esta perspectiva planteo una lectura acerca de los mecanismos que sostienen el funcionamiento de programas que automatizan el trazo de gráficos, como los son el trazo vectorial y las curvas de Bèzier. Al respecto, Lucía Villagrán comenta que:

queremos determinar que el vector es el concepto gráfico de una trayectoria con una ubicación espacial que se representa con flechas direccionales indicando su origen, destino y longitud, dando como resultado una situación concreta en un espacio definido por unas coordenadas. Estas particularidades gráficas de los vectores en los que actualmente se basa el sistema de representación del dibujo vec-

torial se fundamentan en los estudios y teoremas aportados por grandes científicos a lo largo de la historia (Villagrán, 2018, p. 52).

Como el recuento al respecto del funcionamiento de los programas que traigo a la discusión en puntos anteriores permite observar, los artefactos visuales que se producen de manera digital adquieren nuevas características, como lo sería, la geometrización, la computabilidad y su ubicabilidad en un sistema de memoria digital. Al respecto, el caso de Ulm vuelve a ser un ejemplo relevante para observar la importancia que tuvo contar con un sistema de coordenadas cartesiano para la manipulación de gráficos. Además de lo referido acerca de las metodologías y la codificación del proceso de diseño en una dimensión teórica, en Ulm se dieron transformaciones a nivel práctico en lo respectivo a la configuración de imágenes que manifiestan una clara relación con la lógica computacional. Así, para profesores como Tomás Maldonado fue relevante encaminar la enseñanza del diseño en la dirección a la que apuntaba el funcionamiento de las computadoras. Como estrategia pedagógica del dibujo contempló la necesidad de ubicar las imágenes a trazar sobre una matriz [*Grid*] de puntos, esto como una metodología para simular manualmente la forma en que una computadora podría componer las imágenes (Neves et al., 2014).

A diferencia de los dibujos análogos, aquellos realizados a través de la computadora se asientan en una estructura numérica cartesiana, computable, que se codifica en el lenguaje no-pictórico y matemático de las computadoras. En este sentido, se puede recordar que en la historia de la representación las retículas ocupan un lugar fundamental para técnicas como el dibujo en perspectiva y la cartografía; son un artefacto que facilita la disposición de un lugar para cada objeto dentro de una inscripción. Según Siegert (2015), las retículas son técnicas culturales dignas de atención debido a que a través de ellas se imponen una serie de ordenamientos de carácter estético y epistémico —es decir una cultura visual determinada— a los objetos en su proceso de inscripción.

Para comprender a la matriz computacional como mecanismo de ordenamiento, resulta útil hacer una revisión de los avances que sucedieron en el Renacimiento con el planteamiento de la técnica de dibujo en perspectiva. Dicha técnica, se planteó como resultado de una comprensión particular acerca de cómo se mira. Así, los tratados de perspectiva son el resultado de la búsqueda por comprender el fenómeno de la visión desde una serie de parámetros deseables para la creación de imágenes. Como se señala Martin Kemp al respecto del trabajo del artista y arquitecto J.B. Alberti, algunos de sus escritos tuvieron el objetivo de “instruir al pintor acerca de

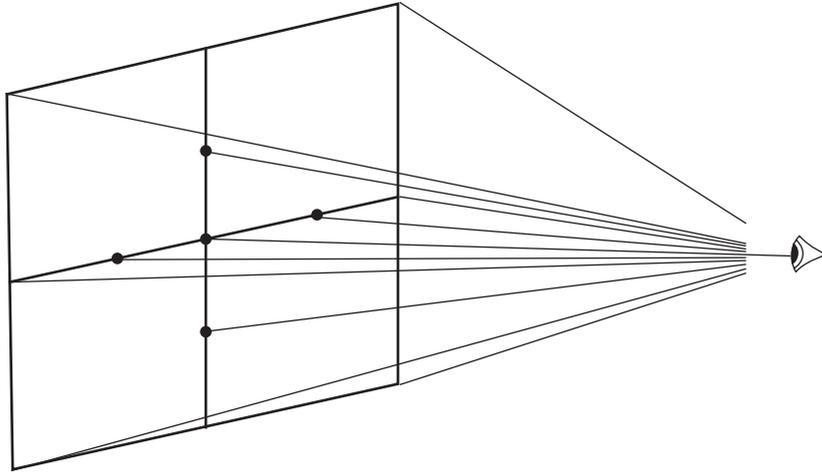


Gráfico 27. Esquema que muestra el funcionamiento de la pirámide visual. Trazo vectorial a partir de: Alberti, L. B. (2004). *On Painting*. Penguin Book, p. 41.

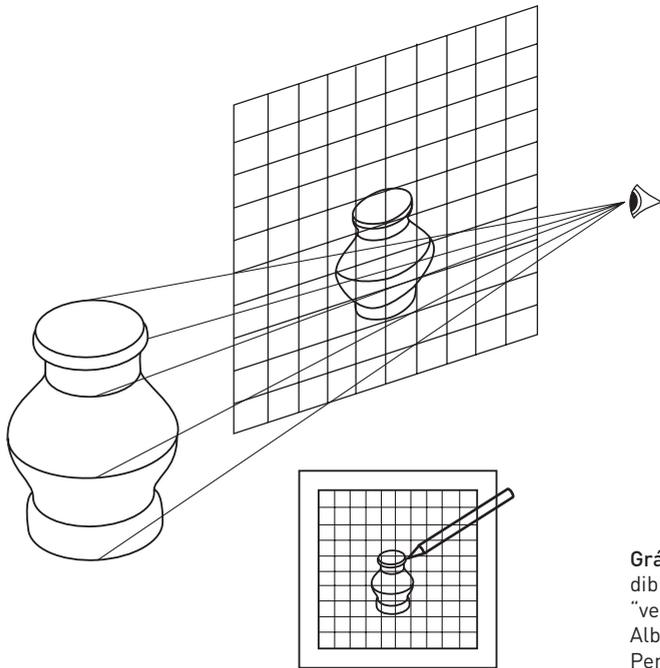


Gráfico 28. Esquema de proceso de dibujo de un objeto al recurrir al "velo". Trazo vectorial a partir de: Alberti, L. B. (2004). *On Painting*. Penguin Book, p. 66.

cómo presentar con las manos aquello que había entendido con su mente” (Kemp, 2004, p. 14). En el Renacimiento, el fenómeno de la visualidad se esquematizó con el fin de comprenderlo y enseñarlo al describir la relación que se establece entre la mirada y los objetos por medio de los “rayos visuales” (Gráfico 27).

Con el fin de hacer asequible el dibujo en perspectiva, Alberti recurrió a la metáfora del velo —o *velum*—, la cual constituía una invitación a imaginar un tejido delgado extendido de manera perpendicular entre quien miraba y el objeto a inscribir. Dicho lienzo debía “dividirse por medio de hilos más gruesos en tantas secciones cuadrangulares como se quisiera” (Alberti 2004, 65), por lo que constituyó un sistema de coordenadas cartesiano que buscó facilitar el dibujo al disponer un espacio delimitado donde las formas podían ubicarse de manera más fácil. Lo anterior, al establecerse un sistema de relaciones entre las diferentes partes de la composición y las líneas o intersecciones de la cuadrícula (Gráfico 28). Al analizar el planteamiento del velo, reconozco que sus principios de funcionamiento tiene una naturaleza algorítmica ya que constituyen una serie de pasos definidos de naturaleza geométrica y computable, como lo serían: el trazo de línea de horizonte, la designación de uno o varios punto de fuga, el trazo de líneas de fuga, dibujo del objeto.

A este respecto, Siegert (2015) señala que los principios de construcción de la imagen que se plantean con artefactos como el velo y la pirámide visual son “la base para los procedimientos técnicos de visualización” (p. 99), razón por la cual ocupan un lugar relevante en el desarrollo de las técnicas y tecnologías para la manipulación y visualización de imágenes por computadora. Para comprender la importancia de estos procedimientos para el cómputo de gráficos se puede citar el comentario que hace Sutherland acerca de la manera en que se despliegan las imágenes en una pantalla de tubo de rayos catódicos:

La información que se proyectará en la cara de un tubo de visualización de la computadora se especifica en términos de un sistema de coordenadas que cubre la cara del tubo. Este sistema de coordenadas se puede considerar como una cuadrícula de puntos que cubre la cara del tubo aunque la cuadrícula no esté realmente grabada en el vidrio (Sutherland, 1970, pp. 58-59).

En consecuencia, me interesa recalcar el papel de los procesos de codificación de diversos aspectos del diseño como fuente de parámetros, principios de composición y enunciados, que han sido útiles para el desarrollo de programas computacionales para el diseño. Así, al ser resultado de un ejercicio de formalización, artefactos como

la pirámide visual logran que aquello que codifican y aplanan constituyan entidades computables. Como señalan Grossberg y Nayar “la perspectiva lineal ha servido como el modelo de representación [*imaging model*] dominante en la visión por computadora” (Grossberg & Nayar, 2001, p. 108), por ello, resulta relevante reconocer la forma en que las computadoras implementan el método de aplanamiento que constituye la perspectiva lineal. En el Gráfico 29, se muestran los parámetros que es necesario definir para que una computadora logre computar la proyección en perspectiva. Definida esta información, y una vez trazada cierta vista de un objeto, la computadora es capaz de producir de manera automática diferentes vistas del objeto al calcularlas implementando el principio geométrico de los triángulos de la perspectiva, ubicando el origen del sistema de coordenadas en la supuesta posición del usuario mirando la pantalla (Sutherland, 1970).

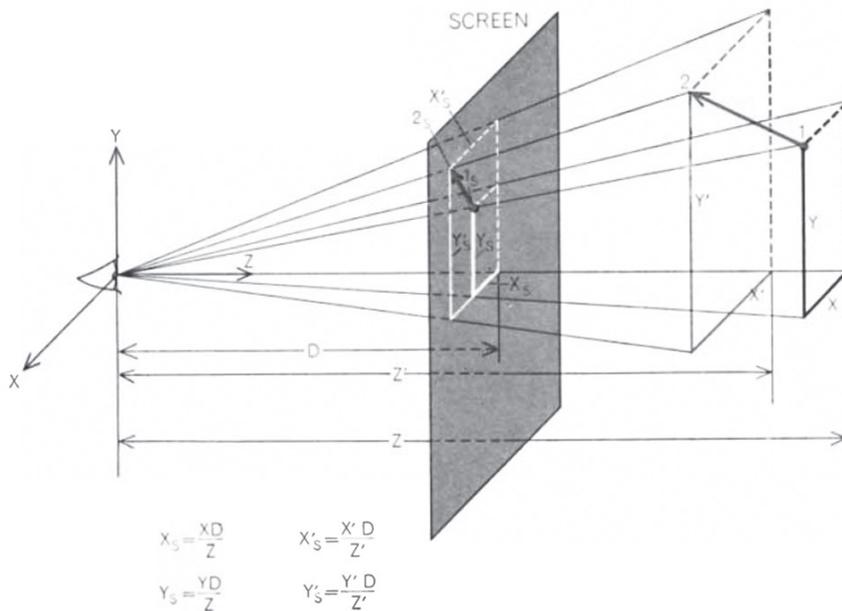


Gráfico 29. Cómputo de la perspectiva lineal. Sutherland, I. (1970). Computer Displays. *Scientific American*, 222(6), 56-81, p. 74.

Otro caso a discutir al respecto de la producción automatizada de artefactos visuales con base en principios constructivos definidos, formalizados y codificados, es el de la construcción tipográfica con metodologías y criterios planteados en el Renacimiento. En dicha época se retomaron principios geométricos como la proporción áurea para la definición de diversos rasgos de una tipografía, y además se plantearon una variedad de estrategias de corrección óptica. Dichas estrategias e información fue tomada siglos más tarde por Donald Knuth para el desarrollo de TeX, un *software* para la producción de tipografía digital. Como señala el autor, parte de su trabajo consistió en la implementación algorítmica de nociones de belleza propuestas en el Renacimiento, tanto para la definición de las formas, el interlineado, así como los ajustes de párrafos (Knuth, 1986, p. 28).

Aunado a lo anterior, la confianza en un sistema de coordenadas persiste en el *software* de diseño que se usa al día de hoy, así como en diversas herramientas incluidas en las IGU, un ejemplo importante es la funcionalidad *autogrid*. En programas como MacPaint, *autogrid* se integró como herramienta que imponía una retícula a todo lo que se dibujara —a excepción de cuando se lleva a cabo trazo a mano alzada o se usan las brochas (Claris Corporation, 1987)—. Por su parte, en programas para la manipulación de gráficos como Illustrator se encuentran funcionalidades como *ajustar a cuadrícula* o las *guías inteligentes* que condicionan que todos los elementos de una composición se apeguen a un sistema de coordenadas, así como a coincidencias en la ubicación entre elementos en sentido tanto vertical como horizontal. Lo anterior, en suma a funcionalidades que automatizan el trazo de la perspectiva —como la herramienta *cuadrícula de perspectiva*—.

Un aspecto relevante que se desprende de esta discusión es el relativo a la agencia en el proceso de configuración de artefactos visuales. En este sentido, la misma herramienta del velo propuesta de Alberti en su momento levantó cuestionamientos sobre si su uso sería contraproducente para los pintores ya que este tipo de ayudas podrían “hacer al artista incapaz de hacer las cosas por sí mismo” (Alberti, 2004, p. 67). Sin embargo, el uso de retículas para Alberti era una forma de facilitar el trabajo, para él lo relevante recaía en la semejanza de la pintura con respecto a aquello que buscaba inscribirse no en la cantidad de trabajo realizado. La presencia del *software*, constituye un fenómeno que actualiza las anteriores preocupaciones al automatizar en muchos sentidos el proceso de producción de artefactos visuales y propiciar una discusión al respecto del lugar del diseñador.

Con base en lo anterior avanzo la reflexión acerca de la automatización y la problemática de la agencia en la práctica del diseño, preocupación central de la investigación. Con respecto de este fenómeno, analizo la manera en que se percibe el papel del *software* como agente, o para ser más precisa, en el ocultamiento de la agencia que adquiere el *software* y las computadoras como sistemas que automatizan en gran medida el proceso de configuración de artefactos visuales. Como se verá más adelante, en múltiples ocasiones esto deriva en una serie de enunciaciones en las que se habla del funcionamiento de los programas como magia.

### 3.3.2 *Works like magic*: opacidad y lo deseable del *software*

El periodo de la Guerra Fría es una etapa que se caracterizó por la fe que se tuvo en los sistemas computacionales como herramientas para legitimar la superioridad de un país, ya que se vio en ellos motores de transformación material y social, fue aquí donde se consolidó la idea de que el uso de las computadoras podría significar una liberación del trabajo físico. En dicho contexto se enmarca el proceso de adopción de las computadoras como medio para diseñar. Con relación a lo anterior, la magia se manifiesta como una noción a la que se alude con frecuencia en los discursos que rodean al uso de *software* para la configuración de gráficos.

Según la previa argumentación, de forma reiterativa se habla de las ventajas del uso de programas para la producción de diseño al compararse con lo difícil y laborioso que resultan los procesos manuales. En una dimensión discursiva es frecuente encontrar alusiones a la magia cuando se habla acerca de funcionalidades de los programas que por lo general implican un ahorro importante de trabajo. Lo anterior se puede observar ya desde los primeros programas de dibujo como MacPaint, para cuya promoción se resaltó que “Dibujar líneas rectas a veces puede ser una tarea ardua con papel, bolígrafos y reglas. No es así con MacPaint” (Claris Corporation, 1987, p. 9). Con el fin de atraer a posibles usuarios, la magia fue un término con el que se describía la forma de operación de diversas herramientas que automatizaron en cierto grado diversos procesos de dibujo. Un ejemplo es la funcionalidad *Snap-*

*shot screen* del mismo programa, que permitía hacer la captura de un determinado estado de progreso de un dibujo para regresar a él en caso necesario. En el folleto de promoción del programa se podía leer: “Tome una instantánea para guardar su pintura en cualquier momento. Edite las áreas que necesitan mejoras. Luego, aplique el “borrador mágico” a las áreas que le gustaría restaurar a la instantánea original” (*MacPaint Products*, 1997). Se caracteriza a la herramienta de borrado como mágica ya que permitía “regresar en el tiempo” a un estado anterior del trabajo.

El diseño pre-computadoras requería de un gran número de procesos que iban desde la preparación de la superficie a inscribir, el dibujo de las formas con el uso de un importante número de herramientas, la preparación de negativos, etc. La incorporación de texto, sumaba a este proceso otro conjunto de pasos dependiendo del tipo de técnica que se implicara. Aunque estas operaciones siguen realizándose en diversos ejercicios análogos de configuración de gráficos, facilitar y acelerar la producción de imágenes resultó un alivio para muchos diseñadores en su momento. Los testimonios que se citan con anterioridad, ofrecidos por el grupo de diseñadores que se relacionó por primera vez con Illustrator abonan a la discusión, dadas las numerosas menciones a las ventajas del dibujo digital con respecto al manual. Entre los comentarios que se llevan a cabo en el video que cito con anterioridad, se puede retomar el que expresa el ilustrador Ron Chan: “Nunca habías visto algo así antes. Puedes hacer cambios y las cosas pasan de manera instantánea, es como magia” (Adobe Creative Cloud, 2014).

Además de la dimensión temporal, otro cambio relevante en el proceso de configuración de artefactos visuales al incorporar del *software* es la facilidad con la se pueden realizar cambios y correcciones, sucediendo en tiempo real frente a quien diseña de una forma bastante cercana a aquello que se vería materializado al imprimir o publicar, sin la necesidad de producir tardadas y costosas versiones físicas de prueba. Este tipo de funcionalidades implicaron un cambio importante en la forma de configurar imágenes diseñadas. *WYSIWYG* (*What You See Is What You Get*) es un acrónimo con el que se hizo referencia a la reducción de pasos y tiempo necesarios para acceder a la visualización del estado final de un artefacto diseñado. Otra de las manifestaciones de este fenómeno se puede encontrar en la disminución del número de personas involucradas en la configuración de artefactos visuales. En la época pre-digital, la producción de imágenes se dividía entre múltiples especialistas, como compositores de página, cajistas, armadores, operadores de cámara, entre otros (Meggs & Purvis, 2009). Para los años 1990 todas estas actividades pudieron llevarse a cabo por una sola persona con el uso de una computadora.

Acerca de esta dinámica, Cramer (2005) pone énfasis cómo la ejecución de declaraciones que hacen funcionar al *software* encuentra comunes con la forma de operación de la magia. Lo anterior debido a cómo los hechizos y los programas funcionan con base en formalismos, en la creación de lenguajes y la ejecución de declaraciones. Al describir la forma de funcionamiento de la magia, Cramer propone observar cómo su práctica se caracteriza por el ocultamiento de “su naturaleza técnica y formal” (p. 18), fenómeno que se puede observar también en la generación digital de imágenes. Algo que es necesario señalar acerca de la percepción de las ventajas del uso del *software* como magia, es su condición como síntoma de un proceso de encubrimiento de los procesos que lleva a cabo la computadora. En el caso de Illustrator, por ejemplo, este efecto “mágico” es sustentado por el trabajo de traducción gráfica que el programa hace del lenguaje PostScript, mismo que se encarga del cálculo geométrico de las formas que traza quien diseña. La visualización directa que despliega la interfaz gráfica del programa encubre aquello que sucede detrás de la pantalla.

En una lectura discursiva, Cardoso (2015a) señala que la percepción del funcionamiento del *software* como algo inmediato da cuenta de una forma específica de percibir las economías materiales y simbólicas propias de las técnicas y tecnologías informáticas actuales. Conforme las versiones de los programas avanzan, se integran nuevas funcionalidades que automatizan actividades del proceso de diseño, y entre ellas, se pone especial énfasis en aquellas que suelen ser más laboriosas y que consumen demasiado tiempo. Así, procedimientos como la remoción y sustitución de fondos, el mejoramiento de texturas, el trazo vectorial, entre otras tareas que solían mantener a quien diseñaba horas frente a la pantalla, ahora pueden realizarse en un par de clicks, de manera muy sencilla. Para Cardoso, la transformación de la percepción del diseño se ha dado en un movimiento que se aleja cada vez más de la materialización, lo cual a su vez deriva en una pérdida de control y autoridad del diseñador sobre el artefacto que produce. El discurso de la magia da cuenta de este proceso al denotar un traslado de agencia que se oculta detrás de un velo de misticismo. Como discutiré en el siguiente capítulo, dicha tendencia se agudiza cuando los modelos de IA se vuelven capaces de llevar a cabo el proceso casi en su totalidad, de forma autónoma.

Según la perspectiva de críticos como Steven Heller, la facilidad que proporcionan los dispositivos y programas para hacer diseño resulta en un proceso de “devaluación” y en su comentario destaca la manera en que se habla respecto a la democratización que trae consigo un fenómeno como el DIY (*Do It Yourself*). A su parecer, que el diseño sea una práctica que pueda estar al alcance de un mayor número

de personas –gracias en buena medida a la facilidad de uso de diversos programas, resulta en la “pérdida del estatus de élite” que da credibilidad a la disciplina (en Atkinson, 2010, p. 144). Así, los procesos de configuración de artefactos visuales por medios digitales se ubican en un lugar importante en los procesos de legitimación del diseño, según los cuales se pretende establecer una distinción con respecto a prácticas “no-profesionales”.

De acuerdo con lo anterior, resulta interesante analizar el efecto de inmediatez en el que deviene dicho encubrimiento y las implicaciones que trae consigo para la conceptualización del diseño. En esta dirección, Kittler observa cómo la traducción que llevan a cabo las IGU permite ver “solo la piel de cebolla exterior de toda una serie de trucos de prestidigitación que primero deben ser inventados, calculados y optimizados” (Kittler, 2010, p. 46), dinámica que dispone una nueva forma de relacionarse con el proceso de configuración de imágenes. Con la discusión que propongo en este punto, busco enfatizar el papel que ha cumplido el *software* como factor decisivo en el proceso de separación de la producción intelectual del diseño con respecto a la dimensión material del dibujo y cómo esta situación marca un desplazamiento de la agencia del diseñador a la máquina. De este fenómeno, según los objetivos particulares de la tesis, algo a destacar son los procesos de codificación que participan en dicha separación, y en cómo contribuyen a la automatización del diseño.

### 3.3.3 *Software*, formalización y codificación

Como busco visibilizar hasta ahora, la producción digital de diseño marca una separación con respecto al gesto de la mano y la materialidad del dibujo en una dinámica que deriva, por un lado en un aumento de eficacia, pero también en una pérdida de agencia de quien diseña como generador de artefactos visuales. Esta pérdida de agencia queda velada por la mediación de las interfaces. La pantalla y otros instrumentos como el *mouse*, las tabletas de dibujo, entre otros dispositivos, encubren el funcionamiento interno de los programas, y en su artificio facilitan la ilusión de que existe una relación directa entre los gestos de la mano y lo que se configura en la pantalla.

La pérdida de agencia en cuanto a las habilidades necesarias para la producción de diseño por medios análogos que trae como consecuencia el uso de *software* define la necesidad de desarrollar una serie de habilidades de carácter abstracto, necesarias para establecer una relación entre el intelecto, la mirada y las interfaces. Como el mismo Warnock señala, Illustrator marca el inicio de “un nuevo concepto de una computadora que podía dibujar las formas por ti” y un rasgo importante del posicionamiento del desarrollador se ilustra en su percepción de que el uso del programa introducía “toda una nueva forma de pensar” (Adobe Creative Cloud, 2014). El propósito de hablar en el capítulo anterior de los métodos y la teorización del diseño que se materializa en posicionamientos como los que llevaron a cabo en Ulm, es justo señalar la relación que estos fenómenos tienen con respecto a la transformación del diseño. En primer lugar, se tiene la consideración del diseño como una actividad estratégica e intelectual que se sustenta de forma eficiente y racional al implementar herramientas analíticas como los métodos de diseño. En segundo lugar, se tienen las serie de transformaciones que, además, ha traído consigo la adopción del *software* en la práctica del diseño. En ambos casos es relevante señalar cómo en estos dos fenómenos se vuelve necesario una forma de pensar diferente, tanto en lo referente al requerimiento de nuevas habilidades analíticas e intelectuales para hacer diseño, como en las nuevas capacidades que el diseño con medios digitales hace necesarias.

Si se toma en cuenta lo anterior, se pueden apreciar de mejor manera las implicaciones que se dan al involucrar determinadas tecnologías mediales en diversos ámbitos de la vida humana. En relación con esto, me interesa tejer un puente entre los anteriores razonamientos y la reflexión que llevo a cabo en el segundo capítulo respecto a los métodos y la matematización. Como expresa Cramer (2005), la matematización puede ser vista como continuación de un “proyecto pitagórico”, es decir, el reconocimiento y aplicación de un código numérico universal a diversos ejercicios de cognición y acercamiento a la realidad. El autor encuentra un vínculo entre matematización y el actual “modelado de la cultura a través del *software*” (Cramer, 2005, p. 25), por cómo el funcionamiento de los programas denota una búsqueda por racionalizar y codificar diversas prácticas con base en principios de carácter algorítmico. En búsqueda de complejizar la relación del diseño gráfico con el *software*, llama la atención en primer lugar la ya referida búsqueda por matematizar al diseño, y a su vez, la búsqueda por implicar la perspectiva informática, tal cual se observa en ejemplos como la propuesta de los métodos de diseño.

A través de esta discusión reconozco que las lógicas del *software* logran una influencia importante en la manera en que se comprende al diseño, ya que disponen una

serie de estándares que influyen en cómo se piensa al respecto de su funcionamiento y sus objetivos. Parte de las transformaciones que se dan al involucrar tecnologías digitales en el diseño quedan de manifiesto al surgir la necesidad de inventar “un vocabulario visual que reemplaza la manipulación por el cálculo de formas” (Latour, 1986, p. 13). Por ello resulta notable la utilidad que se percibe en la codificación de diversas operaciones dentro de los márgenes una retícula geoméricamente definida, fenómeno que se manifiesta en la perspectiva de catedráticos como aquellos que se integraron a la escuela de Ulm. En este sentido, una matriz geométrica regida por la abstracción computacional llegó a definir los parámetros de lo óptimo, lo eficiente, lo racional, y por tanto, lo deseable en el diseño. Perspectiva que asociada al discurso científico permea la práctica, enseñanza y conceptualización del diseño en muchos casos en la actualidad.

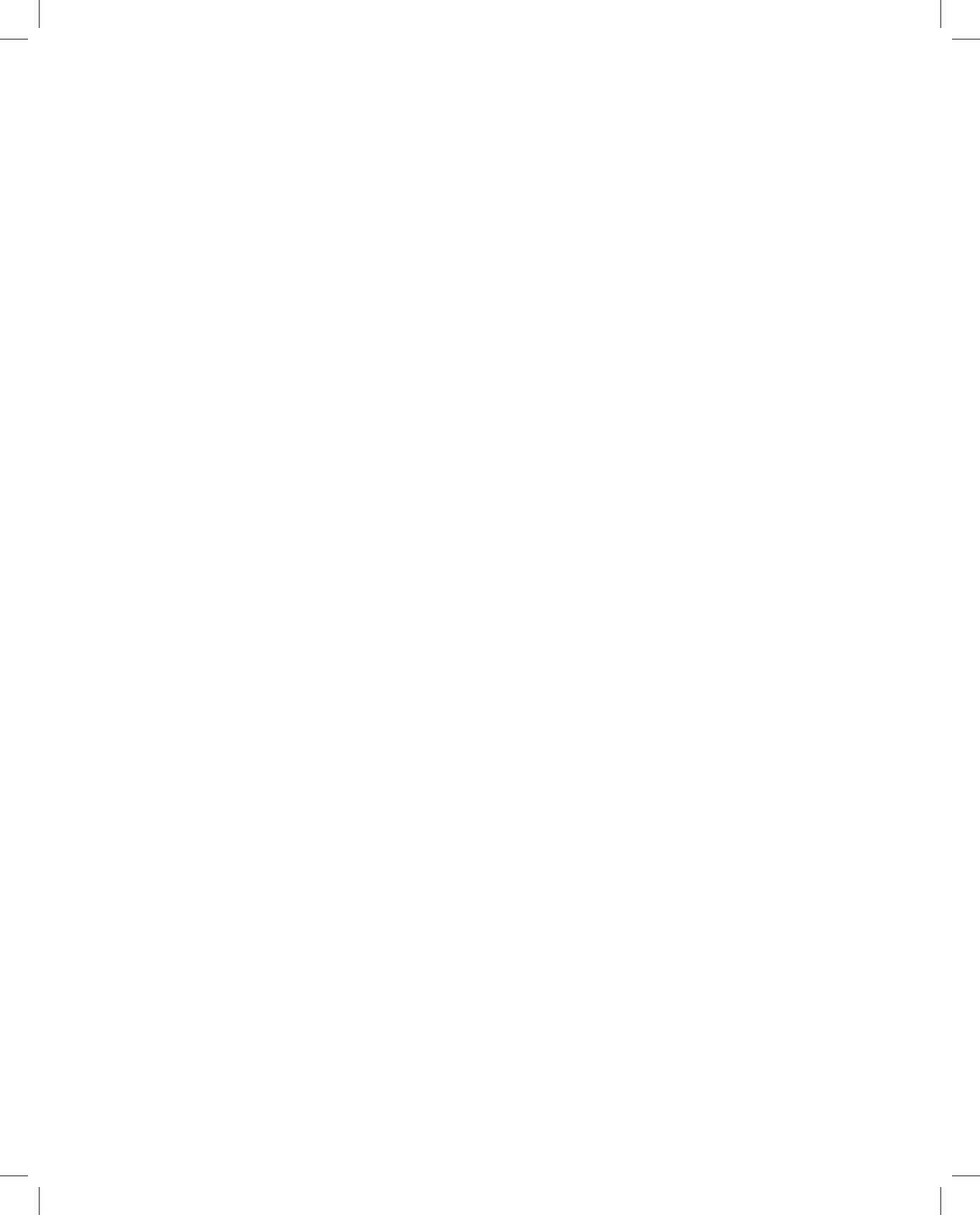
Al tomar cuenta el apartado dedicado a los métodos y la discusión al respecto de las interfaces y los programas para la manipulación de gráficos, resulta significativo reconocer la distinción que se hace entre las habilidades requeridas de un programador, en contraposición de las que se esperan de un diseñador. Según Donald Knuth, es deseable que un diseñador tenga “buen ojo y una sensibilidad altamente desarrollada hacia los matices de la forma”, mientras se espera que quien programa tenga “un talento inusual para el razonamiento abstracto y habilidades desarrolladas para la expresión formal de ideas intuitivas” (Knuth, 1986, p. v). Como se observa en el comentario de Knuth, la formalización y el pensamiento abstracto constituyen habilidades que se reconocen como necesarias para el desarrollo de programas, éstas se diferencian de la “sensibilidad” y el “buen ojo” que por el contrario se pide de quien diseña. Sin embargo, dicha distinción entra en conflicto con la propuesta por seguir métodos como herramientas en el proceso de diseño, ya que con ello se pretende evitar que los artefactos resultantes del proceso de diseño dependan únicamente de la intuición o la sensibilidad.

Un aspecto a destacar en esta línea de argumentación es la necesidad de “descripciones de alto nivel” y algoritmos que permitan el desarrollo y funcionamiento de un programa, capacidades necesarias para un programador. Automatizar las acciones necesarias para llevar a cabo una tarea requiere que el conjunto de habilidades y pasos necesarios seas descritos y representados formalmente, según las restricciones impuestas por los lenguajes de programación y las capacidades del *hardware*. Como pretendo señalar, lo anterior definió “las primeras formulaciones teóricas del rol de las computadoras en el diseño” (Cardoso, 2015a, p. 36) y tuvo una influencia en la reflexión teórica acerca de lo que significa diseñar, como se puede apreciar en el

trabajo teórico que se dio en Ulm. La formalización y descripción –tanto en el caso de los métodos como en el desarrollo de *software*– constituyen fenómenos sobre los cuales me interesa profundizar.

Ya en el segundo capítulo y a partir de las reflexiones de Klaus Krippendorf, tuve la oportunidad de hablar acerca de la ciencia como discurso según el cual se busca construir verdades al producir explicaciones o descripciones de un “orden superior” para diversos fenómenos, con base en la propuesta e implementación de meta-lenguajes. En este apartado, busco establecer una relación entre esta dinámica y el desarrollo de programas computacionales. A este respecto, Donald Knuth hace hincapié en que la producción de tipografías digitales con el lenguaje de programación METAFONT involucra un ejercicio de descripción y análisis que trasciende la definición y creación de una tipografía en específico. En sus palabras, “el “META” de METAFONT hace referencia al interés por desarrollar descripciones de alto nivel que trasciendan cualquiera de las fuentes individuales que se describan” (Knuth, 1986, p. 1). De tal manera, producir tipografías a partir de código es entendido como un proceso de mayor complejidad con respecto a la creación de una tipografía en sí misma, debido a que cada uno de los principios que es necesario describir y codificar contribuyen no sólo a la producción de más de un rasgo de la tipografía por crear, sino que incluso pueden integrarse más adelante en la creación de nuevas tipografías.

Pensar en la teorización del diseño y el desarrollo de artefactos como los métodos de diseño como actos de codificación, permite establecer una relación estrecha entre su forma de operación y las lógicas a partir de las cuales funciona el *software*. Propongo observar que los diversos ejercicios de formalización que analizo implican la elaboración de descripciones “de alto nivel” de las acciones que integran el proceso de diseño en general, y no de pasos específicos para la resolución de casos concretos. La propuesta de metodologías de diseño, como parte de los discursos con los que logra legitimarse al diseño como una actividad proyectual más que material, es un factor que se articula con las transformaciones que trae consigo, además, la adopción de tecnologías que automatizan la producción de artefactos visuales. En suma a lo anterior, las dinámicas que busco señalar con anterioridad se complejizan ante la presencia de modelos de redes neuronales que ofrecen la posibilidad de automatizar casi en su totalidad el proceso de diseño. En el siguiente capítulo abordo la reflexión acerca del desarrollo de sistemas de inteligencia artificial que se involucran en la producción automatizada de artefactos visuales.



4

**La producción  
automatizada de  
artefactos visuales  
en el diseño**

La inteligencia artificial en la actualidad “posee un marco de referencia para comunicarse con lo simbólico de los lenguajes naturales [...] y programas de reconocimiento de patrones para procesar lo imaginario de formas e imágenes”

Friedrich Kittler, *The Truth of the Technological World*

La automatización del diseño se materializa en una serie de estrategias y dispositivos con los que, a partir de diferentes recursos, busca reducirse la cantidad de tiempo y esfuerzo implicado en el proceso de producción de diseño. Con este objetivo, el *software* se incorpora a la práctica profesional de la disciplina facilitando en gran medida la configuración de gráficos al simular los efectos de las capacidades que antes se esperaban de un diseñador en su interacción con diversos instrumentos. De unos años a la fecha, a este fenómeno se suman diversos sistemas de IA que se incorporan de manera paulatina a la práctica del diseño al automatizar casi en su totalidad la configuración de diversos tipos de gráficos. En el presente capítulo me doy a la tarea de hablar acerca de algunos de estos sistemas, al comenzar por aquellos que funcionan con base en plantillas o *templates* que los usuarios pueden modificar de manera sencilla, para hablar a continuación de los modelos de redes neuronales y el *machine learning* que comienzan a integrarse a la producción de diseño. Según los objetivos y metodología que planteo, resulta útil la descripción del funcionamiento de las tecnologías que traigo a la discusión, a partir de lo cual propongo una argumentación acerca de las implicaciones que trae consigo su integración a la práctica del diseño.

Con un acercamiento al funcionamiento de los sistemas computacionales según lo que se desarrolla en el capítulo precedente, planteo poner de manifiesto la importancia de la codificación para el funcionamiento de las computadoras y el *software*, y con ello hablar acerca de cómo dicha operación logra influir en cómo se practica y entiende el diseño. En las siguientes líneas, busco hacer una reflexión similar al prestar

atención a los mecanismos que hacen funcionar a las redes neuronales que producen gráficos de forma automática, para de manera posterior ofrecer una reflexión acerca de los cambios que comienzan a observarse en la percepción del diseño conforme estos sistemas se integran como medios de producción.

En primer lugar analizo los sistemas Canva o Figma, mismos que disponen una serie de herramientas y recursos que facilitan a los usuarios la producción de diversos tipos de artefactos, ya sea impresos o digitales. Dichas plataformas, presentan un nivel mayor de automatización que los programas de diseño, dado que además de facilitar herramientas de edición y producción de gráficos, ofrecen una serie de plantillas como base que son propuestas por el equipo de desarrollo de la misma plataforma o también son creadas por otros usuarios. Dichas plantillas se replican y modifican según las necesidades específicas de cada proyecto. En ambos casos, las plataformas facilitan la producción de artefactos visuales al disponer un punto de partida, y en muchos casos suelen sustituir la necesidad de diseñadores con formación profesional —sobre todo en el caso específico de Canva—. En la lectura que propongo, me interesa discutir acerca de cómo estas plataformas corporizan de forma particular diversos valores y lógicas relacionadas con la automatización, en específico en relación a los procesos de codificación, el análisis estadístico y el procesamiento computacional.

En un siguiente momento hago una reflexión acerca de la automatización según se observa en la implementación de modelos de IA para la producción de artefactos visuales. En este punto, comienzo con un recuento del desarrollo de sistemas que automatizan diversas capacidades relacionadas con la producción gráfica, y que han sido perfeccionados para dar paso a sistemas que comienzan a incorporarse a la práctica del diseño. En el acercamiento a estas tecnologías, resulta necesario comprender las lógicas que se encuentran en operación para el filtrado, organización y clasificación de datos que caracteriza a la IA. De manera posterior, con el fin de abordar la temática específica de la producción de imágenes de forma automatizada, discuto acerca de la incorporación de IA en la suite de diseño de la compañía Adobe, así como de la incorporación de sistemas como lo son Midjourney, DALL-E o Nikolay Ironov en el proceso de diseño. Con el análisis que propongo al respecto del desempeño de dichos sistemas busco establecer una serie de distinciones con respecto al funcionamiento del *software*, y con ello, llamar la atención acerca de la manera en que la IA comienza a disponer una serie de circunstancias particulares que habrá que tomar en consideración en los próximos años al situar su papel como infraestructura para la producción de artefactos visuales.

## 4.1 Sistemas para la producción semi-automatizada de artefactos visuales en el diseño

Desde hace algunos años han surgido diversas plataformas y aplicaciones que ofrecen una serie de herramientas y recursos para la producción de artefactos visuales de forma semi-automatizada. En los siguientes puntos hablo acerca de dos de estos sistemas, cuya discusión me parece relevante por el lugar que ocupan en la producción de gráficos en el campo del diseño en la actualidad: Canva y Figma. Catalogo a estos sistemas como semi-automatizados al tomar como referencia la clasificación de Manovich (2013) que ya menciono con anterioridad y que considera el grado de acciones necesarias por parte del usuario para llevar a cabo una tarea. En este sentido, tanto Canva como Figma facilitan la producción de gráficos al disponer una serie de plantillas y herramientas que simplifican en gran medida el proceso de diseño, avanzando un paso más el proceso de automatización que ya se venía dando de forma previa con el uso de programas de diseño, al abrir la posibilidad de que un mayor número de personas puedan generar gráficos de manera más sencilla y rápida. En las siguientes líneas busco discutir este fenómeno, mismo que propongo observar en su relación con lógicas que subyacen al funcionamiento de las tecnologías digitales, mismas que me ha interesado analizar a lo largo de la investigación.

### 4.1.1 Canva

Es una *start-up* con base en Australia y que desde 2013 ofrece una plataforma para la producción de gráficos. La idea detrás de Canva fue propuesta por Melanie Perkins – en su momento estudiante de comercio y comunicaciones– alrededor de 2006, bajo la idea de crear un sistema que permitiera la edición de gráficos de manera sencilla. Con este objetivo, de manera inicial ella y su pareja, Cliff Obrecht, emprendieron

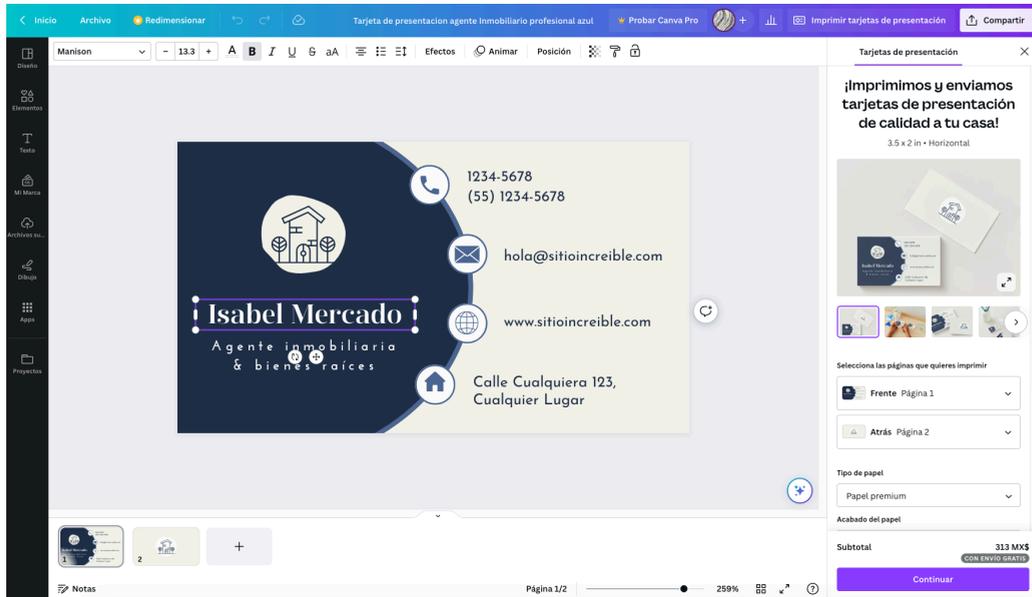


Gráfico 30. Layout de la plataforma Canva. Captura de Pantalla. 20 de julio 2023.

un negocio digital llamado Fusion Books, que vendía el servicio de un sistema de edición editorial basado en *web* que facilitara la producción de anuarios escolares (Stanton & Griffith, 2018). Sin embargo, desde este punto de partida y al lograr financiamiento para la contratación de ingenieros en *software*, diseñadores y la compra de equipo, en algunos años llegaron al planteamiento de Canva, que el día de hoy es útil para diseñar diversos tipos de materiales gráficos, e incluso sitios *web* y videos.

Canva se estructura como un modelo de negocios *freemium*, es decir que ofrece una serie de características y plantillas gratuitas de base, condicionando el acceso a herramientas, plantillas y recursos “premium” al pago de una suscripción mensual. Con los recursos que pone a disposición de los usuarios pueden componerse artefactos visuales ya sea con las plantillas o desde lienzos en blanco, al seleccionar una serie de elementos predefinidos y arrastrarlos sobre el espacio de trabajo. Así, pueden elegirse líneas, figuras geométricas, iconos y tipografías de un vasto catálogo, arrastrarse a la composición y editarse en caso necesario.

El espacio de trabajo en su versión *web* –según se despliega en la pantalla de una computadora–, presenta del lado izquierdo un menú con opciones para: a) elección

del tipo de plantilla a usar; b) la integración de imágenes cargadas por el usuario; c) la elección y uso de elementos predefinidos como iconos y formas; d) texto; e) fondos, así como f) música y videos (Gráfico 30). Es posible modificar cada uno de los elementos a integrar a un gráfico con las herramientas que se integran en una barra desplegada en la parte superior del área de trabajo donde se definen grosores de línea, tipos de letra, colores, transparencia, así como diferentes tipos de efecto de animación para la creación de publicaciones para redes sociales y otros promocionales digitales. Es posible también acceder a una versión desde dispositivos móviles que hace de la producción de gráficos una posibilidad accesible a personas incluso si no tienen una computadora, en todo momento.

En el caso del diseño de materiales que se diseminan de forma física –como tarjetas de presentación, *flyers*, entre otros– la plataforma ofrece incluso un servicio de impresión y entrega a domicilio. Además, en su servicio de configuración de páginas *web*, se abre la posibilidad de conectividad con dominios ya contratados, la publicación en un *hosting* gratuito en el servidor de Canva o el servicio de gestión para la adquisición de un dominio propio. Entre las características resaltan de su funcionamiento es que la aplicación ofrece un espacio de trabajo que tanto diseñadores como personas sin formación en diseño eligen usar por su practicidad, por su precio y su facilidad de uso. Las plantillas predefinidas permiten a cualquier persona la producción de gráficos con una apariencia profesional, de manera sencilla y rápida.

## 4.1.2 Figma

En principio, Figma es una interfaz colaborativa de diseño UX y un editor de gráficos que funciona en una plataforma *web* mediante un sistema de nube, aunque también se puede descargar una versión instalable en la computadora. De manera similar a Canva, este sistema ofrece una serie de características limitadas de manera gratuita así como planes para el trabajo profesional, ya sea de individuos o de empresas. Su desarrollo está basado en un modelo de negocios *startup*, que recaudó fondos desde 2012 hasta lograr su primera versión pública, desarrollada en un inicio por Evan Wallace y Dylan Field, lanzada hacia 2016. Entre las características relevantes de Figma está la capacidad de edición de forma colaborativa en tiempo real, así como la posibilidad de desarrollar sistemas de diseño –motivos importantes para que diversas empresas la incorporen en sus flujos de trabajo–.

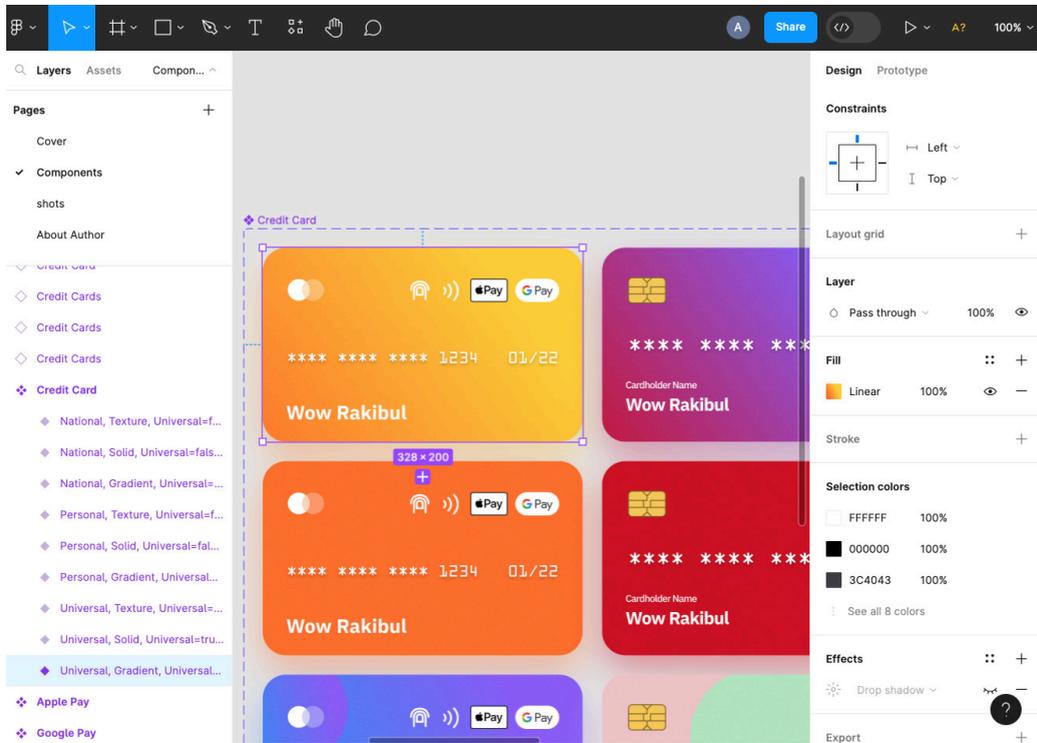


Gráfico 31. Espacio de trabajo de la plataforma Figma. Captura de Pantalla. 20 de julio 2023.

En el espacio de trabajo para la configuración de artefactos visuales que ofrece Figma, del lado izquierdo, se ubica una barra de navegación por las páginas y elementos que componen un proyecto. Las herramientas de edición que están disponibles en el extremo derecho de la pantalla cambian según el elemento gráfico a modificar en una composición, por lo que la barra de herramientas se vuelve dinámica. En la parte superior hay una barra de edición en la que se pueden añadir otro tipo de elementos, como formas, texto, entre otras funcionalidades (Gráfico 31).

En 2022 la compañía Adobe adquirió Figma, que por un tiempo había rivalizado con Adobe XD –una aplicación similar para diseño gráfico y prototipado que ofrecía agilizar el proceso de diseño UX en particular–. Con una fuerte inversión de por medio, la explicación que se da de esta compra enfatiza la carencia del sistema

Adobe XD de soportar el trabajo colaborativo. Esta, es una de las características que me interesa analizar en el siguiente apartado, ya que forma parte de la serie de cambios que se dan en la actualidad en las formas de hacer diseño mediadas por las nuevas herramientas disponibles, en las que la automatización resulta fundamental.

### 4.1.3 La automatización del diseño en las plataformas analizadas

En el análisis al respecto cómo operan algunos de los programas usados para diseñar según el capítulo anterior manifiesta un cambio en la forma de producir artefactos visuales bajo las lógicas de la computación. Manipular imágenes al contemplar acciones y atributos propios de la digitalidad —como la iteración, la multiplicación, la flexibilidad, la simultaneidad, por nombrar algunas—, se acota a las capacidades y limitaciones de una serie de algoritmos y a la inmaterialidad de la información digital. Las plataformas que traigo a la discusión en el presente apartado materializan una serie de cambios en las formas hacer diseño que muestran una mayor integración de dichas posibilidades y formas de funcionamiento.

Según los objetivos de la investigación, me parece necesario señalar que la codificación de “la inteligencia social” (Parisi, 2019a, p. 1) resulta fundamental en el desarrollo de estas plataformas de diseño, ya que buscan articular funcionalidades útiles para los proyectos de mayor demanda en la actualidad, así como aquellos algoritmos que sostengan la operación de las herramientas de edición. En esta dirección, puedo entender que el desarrollo de sistemas como Canva y Figma se fundamentan en un análisis estadístico, ya que las plantillas y herramientas que conforman a las plataformas facilitan la configuración de los artefactos visuales que se producen con mayor frecuencia. Canva, por ejemplo, presenta una serie de plantillas base para múltiples proyectos —páginas *web*, posts fijos y en video para diversas redes sociales, *flyers*, menús para restaurantes, tarjetas de presentación, invitaciones, solo por nombrar algunas— con las cuales los usuarios pueden comenzar sus propios proyectos mediante la lógica del DIY. Por su parte, como una de las características de Figma, por ejemplo,

además de plantillas, se ofrecen decenas de *widgets* y *plugins*<sup>11</sup> disponibles para todos los usuarios de la plataforma –y en ocasiones generadas por ellos– que maximizan las posibilidades iniciales propuestas por la herramienta.

Para argumentar al respecto del funcionamiento estadístico de la forma de operación de estas plataformas habría que considerar, por ejemplo, que en el equipo de desarrollo de Figma los científicos de datos ocupan un lugar relevante, ya que son quienes analizan cómo los usuarios usan la plataforma. A partir de dicha información los desarrolladores llevan a cabo mejoras constantes en la navegación, la usabilidad, la propuesta de nuevas utilidades, etc. (Slack, 2019).

Además, al analizar dichas características desde la pregunta por la automatización que planteo en la investigación, este tipo de plataformas constituyen un ejemplo de la manera en que diversos tipos de medios se integran “como bloques constructivos” (Manovich, 2013, p. 96). Esta característica, se materializa también en la integración de funcionalidades y acciones que rebasan la misma producción de un gráfico en sí. El caso de Canva, por ejemplo, resalta por la oportunidad que ofrece de generar e imprimir o publicar los artefactos visuales desde la misma plataforma, característica que rebasa las posibilidades de otros programas de diseño que se limitan a facilitar la producción del gráfico en sí. A este respecto Manovich señala la serie de cambios que trae consigo la complejidad e interconectividad que permite el funcionamiento de las computadoras, mismas que soportan la gestión de diversos tipos de estructuras de información, a lo cual se suma la interconectividad que permite el Internet.

Otro de los aspectos a analizar en este sentido es el de los sistemas de diseño [*design systems*], cuya producción se potencializa con el uso de herramientas como Figma. Como se puede observar, los sistemas de diseño corporizan una serie de ideales presentes en diversos momentos de la investigación, entre ellos, la sistematización. Al pensar en la noción de “bloques constructivos” propuesta por Manovich, se aprecia la manera en que diversos elementos y principios integrantes de una identidad gráfica pueden con-

<sup>11</sup> Un *widget* es una funcionalidad que puede ejecutarse en una aplicación o programa y que permite acceder a posibilidades adicionales que no se contemplaron en la propuesta de diseño de programa de forma inicial, aparece en el área de trabajo o programa como una “caja flotante” o pantalla suplementaria. Un *plugin*, por su parte, es un pequeño programa que se instala y activa de forma suplementaria y que también abre la posibilidad de añadir una funcionalidad complementaria en un determinado programa o aplicación con la que se conecta. En ambos casos, para su desarrollo en Figma y otras herramientas existe la motivación de disminuir la cantidad de trabajo en la consecución de tareas que se identifican como frecuentes.

figurarse como características preestablecidas que pueden implementarse a lo largo de diversos tipos de artefactos visuales. “Fuentes, dimensiones, colores, anchos de columna, *layout*, entre otros” (Helmbolt, 2020) se unifican y convierten en criterios que definen un lenguaje visual en una librería: un conjunto de estilos que se configuran en un Sistema de Gestión de Contenidos, o CMS (Content Manager System). Los estilos así predefinidos logran funcionar como “bloques constructivos”, y se retoman desde el sistema de diseño para ser aplicados en diversos proyectos, sin importar de qué tipo de artefacto visual se trate, de forma sistemática al realizar pequeños ajustes. Lo anterior, además de la reducción de los tiempos de producción, permite garantizar la homogeneidad de la identidad visual de una compañía a lo largo de todos los materiales y plataformas en los que se presenta y moviliza.<sup>12</sup>

Como se puede apreciar en este breve comentario, la utilidad que se observa en la implementación de una herramienta sistemática que trabaja según lógicas computacionales resulta en acciones como la sistematización, la iteración o la categorización, mismas que se destacan por su utilidad en la búsqueda de eficiencia, como sucede con diversos casos que analizo en los capítulos anteriores. Con estos principios como fundamento, se pretende reducir los esfuerzos al evitar comenzar desde cero al utilizar información y experiencias previa para llevar a cabo nuevas tareas, al confiar en un sistema que disminuye la necesidad de tomar decisiones de forma recurrente o de llevar a cabo tareas repetitivas de forma innecesaria, entre otras ventajas.

Como se observará en los siguientes puntos, la “automatización del intelecto general” (Parisi, 2019a, p. 2) subyace al desempeño de los diversos modelos de RN que se comienzan a integrar al proceso de diseño y que automatizan la acción humana. En el caso de sistemas como Figma y Canva, el modelo de nube con el que funcionan permite el análisis de las acciones de los usuarios por medio de IA, información gracias a la cual se hacen mejoras que permiten ofrecer una experiencia de uso más ágil para los usuarios. En ambos casos, el objetivo es lograr que la personas puedan reducir el tiempo que invierten en la realización de diversos tipos de tareas, esfuerzo que se traslada al *software* o la IA pero que se fundamenta en el conocimiento que se tiene al respecto de cómo se diseña. En lo subsiguiente, me enfocaré en hablar de forma específica acerca del desarrollo y funcionamiento de la IA, en una reflexión en la que busco destacar cómo las operaciones de infoproducción, la abstracción computacional y el análisis estadístico que subyacen a la configuración automatizada de gráficos en el diseño.

<sup>12</sup> Para más información respecto a los sistemas de diseño y su implementación en plataformas como Figma, puede consultarse: <https://www.figma.com/blog/measuring-the-value-of-design-systems/>

## **4.2 Modelos de Inteligencia Artificial que automatizan la visión y la producción de artefactos visuales**

Al seguir la apuesta metodológica que marca la perspectiva que adopto para la investigación y teniendo en cuenta los ejes de análisis propuestos en el recorrido, elaboro una “descripción procesual” de la forma en que los modelos de IA que automatizan la producción de artefactos visuales, capacidad que depende de diversas “operaciones de filtrado simbólico de la realidad” (Siegert, 2017, p. 6). En el presente apartado, me doy a la tarea de analizar algunos sistemas de IA que simulan alguna capacidad o proceso relacionado con el diseño. Con este objetivo inicio con una argumentación al respecto de qué es la IA como campo de estudio, con lo cual busco entender la manera en que se involucran la infoproducción, la abstracción computacional y el análisis estadístico en el desarrollo de redes neuronales generativas.

Aunque ya en el primer capítulo 1 elaboro un acercamiento al funcionamiento de la IA a partir del cual ubico los ejes conceptuales que guían la investigación, a manera de contextualización me parece necesario hacer un comentario acerca de qué puede entenderse como Inteligencia Artificial, en particular en lo que respecta a la producción automatizada de artefactos visuales. Como señalé con anterioridad, la IA comprende un campo amplio dentro de las ciencias de la computación, cuyos inicios se pueden identificar hacia 1950, con el desarrollo de la lógica formal y los perceptrones (Galanos, 2023), respecto a los cuales hablaré más adelante. En estos momentos iniciales de la exploración en el campo, fue fundamental el trabajo de diversos matemáticos, informáticos y computólogos entre los que destacan Alan Turing –quien exploró la idea de desarrollar máquinas capaces de tomar decisiones y resolver problemas–, Allen Newell, y Herbert Simon.

Ya hacia la década de 1970, el avance tecnológico en cuanto a la capacidad de procesamiento y almacenamiento de las computadoras facilitó el cómputo de algoritmos complejos para el análisis de información, y del lenguaje en especial. Para 1980 se

llegó al planteamiento de sistemas expertos —sobre los cuales hablo en el segundo capítulo de este trabajo— que pretendieron simular los mecanismos de decisión humana, siendo resultado del trabajo de personas como Edward Feigenbaum (Rockwell, 2017). Entre 1990 y los 2000 se han realizado avances exponenciales tanto en el desarrollo de sistemas de cómputo como en el planteamiento de algoritmos que se han comenzado a incorporar en diversas dimensiones de la vida humana. Sin embargo, es justo hacia la década de 2010, que se ve “un aumento en el poder de procesamiento computacional y la proliferación de datos generados por usuarios, [que] permitieron el uso de técnicas algorítmicas para la extracción de patrones significativos que podrían utilizarse para la predicción de comportamientos” (Galanos, 2023, p. 7).

Dentro de aquello que se define como Inteligencia Artificial se inscribe el campo de estudio y desarrollo del *machine learning* (en adelante ML), o aprendizaje máquina, que se desarrolló en la década de 1990 bajo la premisa de plantear algoritmos de procesamiento que fueran capaces de aprender a partir de datos sin la necesidad de programas (Parisi, 2019a). Estos sistemas se caracterizan por trabajar con base en reglas autodefinidas, aspecto que ampliaré más adelante. Simultáneamente, dentro de los sistemas de ML se encuentran las redes neuronales (en adelante RN) que constituyen “una forma de *machine learning* que usa representaciones de datos en capas de neuronas artificiales (freeCodeCamp Concepts, 2020).

Así, el desarrollo de distintos modelos que funciona bajo esta lógica ha derivado en la propuesta de modelos conocidos como generativos, y en el campo de las artes destacan aquellos que se implementan en la producción automatizada de texto, audio e imagen —tanto fija como en movimiento. Según los comentarios que hago en el primer capítulo, para el desarrollo de la IA generativa fue fundamental el avance los modelos de procesamiento del lenguaje natural y de reconocimiento de voz,<sup>13</sup> lo cual animó la producción de enormes bases de datos visuales comentadas. En consecuencia, se dio la posibilidad entrenar modelos mediante el análisis de millones de imágenes vinculadas a descripciones.

En este mapeo general, un aspecto a destacar de la investigación en IA es su orientación práctica: todos los conocimientos que se retoman y generan en esta disciplina se implementan con el objetivo de resolver tareas concretas —interpretar el lenguaje, clasificar imágenes, reconocer caras, etc. Al respecto, Henry Winston (1992) destaca

<sup>13</sup> Conocidos como *large language models* (LLMs).

la importancia que tiene la representación, rasgo de interés central para la argumentación que propongo. Por una parte está la investigación científica en el campo de la IA que se encamina a determinar qué ideas acerca de la representación y uso del conocimiento explican determinados tipos de inteligencia. Por otra, se tiene a la ingeniería en IA que se dedica a “la resolución de problemas del mundo real con base en un armado de ideas al respecto de la representación y uso del conocimiento” (Winston, 1992, p. 6). En este sentido, se puede entender que la noción de representación computacional a la que alude el autor, implica la producción de artefactos que resultan del proceso de inscripción de un determinado objeto con base en un conjunto de convenciones y que es útil para la investigación y desarrollo de sistemas de IA. La dimensión práctica de las representaciones se encuentra dada por la necesidad de que éstas sean implementables, es decir que deben servir a una máquina para llevar a cabo una tarea determinada.

En este caso, la noción de infoproducción que es relevante para la investigación se relaciona con el uso y desarrollo de representaciones se involucran en diversos procesos del desarrollo, entrenamiento y funcionamiento de sistemas de IA. De manera que, en buena medida las capacidades que manifiestan distintos de modelos de IA dependen de la elaboración de representaciones adecuadas para el reconocimiento y discretización de regularidades (Aarons, 2008). Dichas acciones se relacionan con los dos ejes restantes en torno a los cuales gira la investigación: la abstracción computacional y el análisis estadístico.

Según el señalamiento de Jeffrey Cliff (2015), para la cognición humana es relevante el encuentro reiterado un ciertos fenómenos u objetos, ya que esto posibilita la fijación y construcción del conocimiento. La coincidencia que esto tiene con la forma en que opera la IA –al detectar regularidades a partir de numerosos acercamientos a distintos objetos dentro de un *dataset*– invita a reflexionar acerca de la cantidad de información requerida para la construcción del conocimiento en general, y en partiuclar a situar el fundamento estadístico detrás del reconocimiento de patrones o la extracción y evaluación de características [*feature extraction o feature evaluation*] (Winston, 1992).

Por otra parte, la abstracción computacional puede reconocerse en las operaciones de “extracción” de características esenciales que permiten a una máquina identificar un objeto, o en otras palabras, que las hace capaces de designarle una determinada identidad. La IA funciona en gran medida al configurar un espacio –o matriz– de coordenadas donde cada características reconocida es equivalente a una dimensión. Cada objeto percibido es analizado, y a cada una de las características que la máquina identifica como

relevantes se le asigna un valor que es ingresado a la antes referida matriz. La identidad del objeto se constituye a partir de un mapeo de las distancias entre los valores de cada una de las características reconocidas. Esta serie de acciones se sustentan en un sistema de algoritmos y dispositivos de almacenamiento y procesamiento que garantizan la aparente “autonomía interpretativa y decisional” (Sadin, 2018, p. 83) de los sistemas de IA.

Con este bosquejo acerca del funcionamiento de la IA como base, en el siguiente apartado abordo la temática de la automatización de la visión, inquietud que comenzó a explorarse hacia finales de 1950 y que abrió paso a tecnologías posteriores relacionadas con la identificación y clasificación de imágenes. Esto resulta de interés al buscar reflexionar acerca de la automatización de diversas capacidades relacionadas con la producción gráfica, y comienza a sentar las bases de discusión para reconocer qué ideas en torno a la percepción rigen a los modelos de reconocimiento y clasificación de imágenes.

## 4.2.1 Automatización de la visión

En este punto de la discusión hago un análisis sobre el funcionamiento de sistemas computacionales que automatizan la visión. Como idea inicial, Kittler (2010) plantea reconocer que las computadoras no se desarrollaron de inicio como máquinas con la capacidad de procesar y producir imágenes. A partir de esto, en el apartado tengo el objetivo de hacer un reconocimiento de cómo en estos primeros acercamientos a la automatización de la percepción visual se materializan determinados paradigmas acerca de cómo esta es comprendida. Tal comprensión se articula sobre la base de los avances que en determinado momento se habrían alcanzado, no solo en cuanto al desarrollo de las máquinas, sino en el estudio mismo del sistema perceptivo y la cognición humana.

Considerando el lugar de las IGU como mediadoras entre el sistema perceptivo y los cómputos que subyacen al funcionamiento de las computadoras y en vías de analizar el proceso de automatización del diseño, aquí refiero el desarrollo de tecnologías que automatizan la función del sistema perceptivo. Tecnologías antes vistas como son las IGU y el lenguaje PostScript fueron desarrolladas para posibilitar, por una parte, hacer accesible al sistema perceptivo humano aquello que calcula una computadora, y por otra, posibilitar la configuración de artefactos visuales en términos procesables

por esta. Continuando la conversación, en este punto es de interés el proceso de desarrollo de sistemas computacionales capaces de percibir y clasificar imágenes.

Para el campo de las artes y el diseño, comprender el fenómeno de la visualidad ha sido un tema de sumo de interés, como resalta John Searle “la visión es un rasgo crítico en la intención humana, y describe una relación entre cómo vemos el mundo, cómo lo percibimos y cómo actuamos dentro y sobre él” (en Roxburgh 2006, p. 148). En el campo de la IA, automatizar la capacidad de dar sentido a la información de carácter visual, implicó ubicar preguntas acerca de cómo ese proceso podría suceder en una máquina. Así, como idea inicial, se tiene que “la visión artificial se basa en patrones de reconocimiento, ya que los algoritmos se entrenan para determinar los datos al recibir miles de imágenes” (Parisi, 2019b, p. 35). Según esta forma de funcionamiento, uno de los primeros acercamientos al desarrollo sistemas de visión automatizada con la capacidad de percibir y clasificar imágenes lo llevó a cabo el psicólogo estadounidense Frank Rosenblatt a finales de 1950, al cuestionarse acerca del almacenamiento y procesamiento de la información de carácter visual en los seres humanos.

## Perceptron

Hacia 1958, Rosenblatt publicó el artículo titulado “*The perceptron: a probabilistic model for information storage and organization in the brain*”, donde visibiliza los resultados de su investigación acerca del sistema de percepción visual humana. En sus búsquedas en torno a la pregunta acerca de cómo perciben los seres humanos, Rosenblatt llegó a la conclusión de que un contacto repetido con un tipo similar de estímulos creaba una serie de conexiones y rutas en el sistema nervioso. Según lo anterior, la similitud tendería a activar los mismos conjuntos de células nerviosas, idea que lo llevó a proponer que “la percepción de similitud depende de la organización física del sistema perceptor”, mismo que se transforma en la interacción con un medio ambiente determinado (Rosenblatt, 1958, p. 389). Su exploración derivó en el desarrollo del perceptron simple, una neurona artificial capaz de percibir y clasificar información extraída de un conjunto de imágenes. El primer experimento con el perceptron consistió en el reconocimiento del género de las personas que aparecían en una serie de fotos, este fue un ejercicio pionero en el aprendizaje máquina y el reconocimiento de patrones. Uno de los aspectos al respecto del funcionamiento de este sistema que es notable para la presente investigación es el hecho de que su forma

de operación se basa es una codificación binaria:

Dado un conjunto ideal de características binarias (tales como oscuro, claro; alto, bajo; recto curvo; etc), 100 clases de estímulos pueden ser distinguidos por la configuración apropiada de solo siete pares de respuestas. En una modificación posterior del sistema, una sola respuesta –por su actividad o inactividad– es capaz de denotar la presencia o ausencia de cada característica binaria (Rosenblatt, 1958, p. 402).

El perceptron marca uno de los primeros momentos en que las imágenes lograron constituir entidades significativas para una máquina. Lo anterior se logró al dividir una imagen en un número determinado de partes a las cuales se les asignó un lugar en un plano: un arreglo rectangular o matriz de sensores artificiales llamado retina (Winston, 1992)– y un valor dentro del rango 0 y 1. En el Gráfico 32, se ilustra la relación entre la retina y las neuronas de una red; en el caso de trabajos como el que llevó a cabo Rosenblatt cada neurona corresponde a un perceptron, los cuales son susceptibles de interconectarse con los que le rodean.

Aunque este tipo de sistemas ha sido rebazado en sus capacidades por mucho en la actualidad, el perceptron de Rosenblatt fue uno de los ejercicios de aprendizaje máquina pioneros en su momento, y sentó las bases para el desarrollo de sistemas de IA como los que funcionan el día de hoy. En dirección a bosquejar algunos hitos

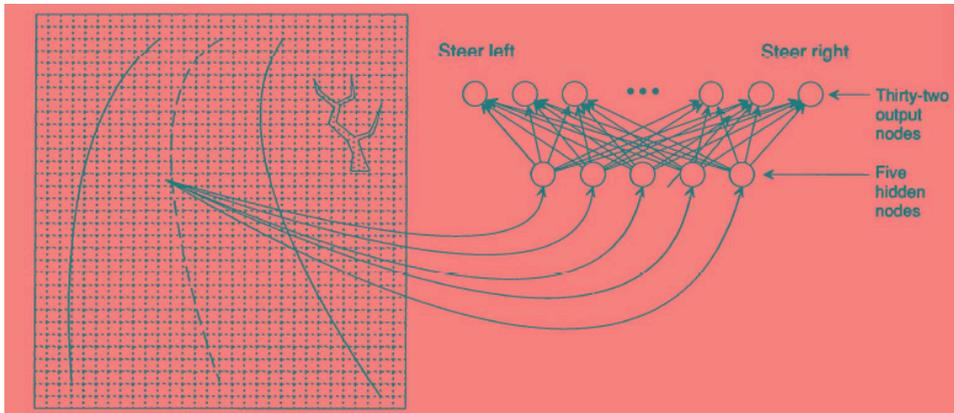


Gráfico 32. Retina y su relación con las neuronas de una red. Fuente: Winston, H. (1992). *Artificial Intelligence* (3ra ed.). Addison-Wesley, p. 459.

relevantes en los procesos de automatización del diseño, un rasgo a destacar es que el tipo de aprendizaje del perceptron interpela a la idea de un sistema pre-programado que se mantendría dentro de los límites de aquello que de inicio se configuró en su código. Es decir, que el sistema determina qué rasgos constituyen características propias de una mujer o un hombre tomando en cuenta la información obtenida del encuentro repetido con un número determinado de casos. Como señala Rosenblatt, al percibir una imagen el sistema procesaba una serie de impulsos y los caracterizaba con un valor. A partir de la percepción repetida de un rango determinado de intensidad en los impulso, el perceptron determinó “áreas coincidentes” (Rosenblatt, 1958). El aprendizaje de esta neurona consistía en la evocación de experiencias previas donde la recurrencia de los estímulos con un valor similar en un área específica condicionó una respuesta repetitiva.

De esta forma, el aprendizaje de un sistema como el perceptron al igual que diversos casos que se traen a la discusión en líneas precedentes implica la “destilación del conocimiento en formas perfeccionadas de utilización” (Hofstadter, 1982, p. 714). Es decir, que el reconocimiento de regularidad implica la construcción de un conocimiento que se amplía y profundiza hasta hacerse implementable. En la presente argumentación, un aspecto a señalar son los “procedimientos automatizados de significación digital” (Berardi, 2019, p. 119). Así, en búsqueda de desarrollar el perceptron, un problema a resolver fue la necesaria traducción de la información que se obtenía de las imágenes a un lenguaje analítico compatible con el álgebra Booleana –basada en un principio binario de tipo verdadero-falso: cero y uno–.

En las tecnologías que surgen de manera posterior al perceptron, como se verá más adelante, la reducción de la complejidad y la codificación constituyen acciones que posibilitan el aprendizaje para las máquinas, facultad que se refina de forma progresiva gracias a los conocimientos surgidos de la búsqueda por conocer cómo funciona la cognición. Dicho conocimientos se articulan con los desarrollos de las ciencias computacionales en el área de la Inteligencia Artificial y los avances en la producción de procesadores capaces de sustentar los cálculos y algoritmos necesarios para el procesamiento, clasificación y cálculo de imágenes. En lo subsecuente, haré una descripción acerca del funcionamiento y desarrollo de sistemas que, de forma posterior, refinan el reconocimiento y clasificación de imágenes, operación fundamental para el desarrollo de modelos generativos.

## Redes Neuronales

Diversas neuronas como el perceptron pueden interconectarse y formar una red, de allí que fuera indispensable referirlo para comprender cómo funcionan estos modelos de IA. Las redes neuronales (o RN), son un paradigma de aprendizaje automatizado que se basa en el procesamiento progresivo de información a través de capas de neuronas. En el Gráfico 33, presento un esquema que muestra una serie de nodos: conjuntos de neuronas organizadas en forma de columnas, cada columna corresponde a una capa. La primera capa a la izquierda, se conoce como capa de entrada y se relaciona directamente con la información que se recibe desde la ya mencionada retina; el número de neuronas de esta capa depende de la capacidad de procesamiento del modelo. Muchos de los modelos de procesamiento de imágenes que están disponibles para un público general, alcanzan a procesar imágenes de menos de 1,000 píxeles por lado.

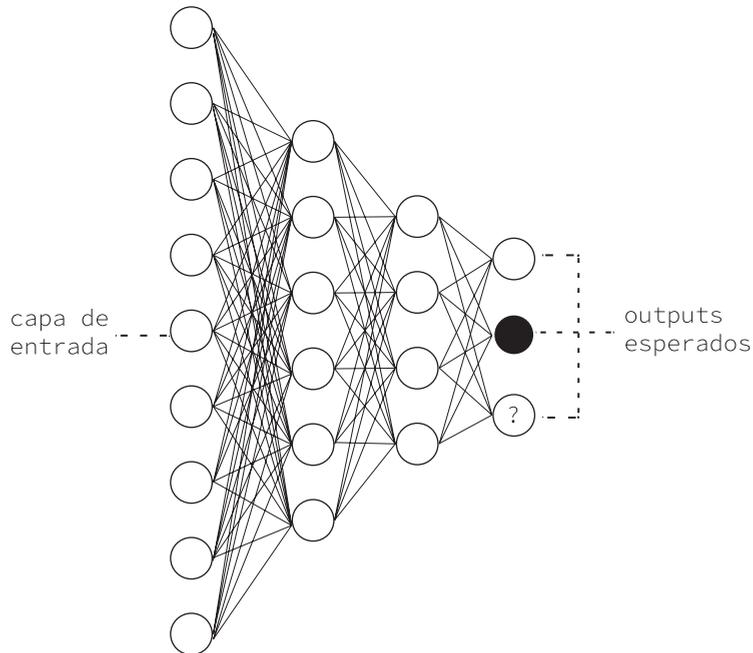


Gráfico 33. Representación de la estructura en capas de una red neuronal. Trazo vectorial, 2023.

En la capa de salida, el número de neuronas está definido por la cantidad de *outputs* que se esperan, en otras palabras, del problema a resolver. En el caso del perceptron de Rosenblatt, como busca representar el gráfico de ejemplo, la capa de salida posee tres neuronas, una para responder “mujer”, otra para “hombre” y una tercera para cuando se obtiene un resultado indeterminado. Si se quisiera, en cambio, que la máquina reconozca un dígito escrito, la cantidad de neuronas de salida serán 11 –los dígitos del 0 al 9, y la posibilidad de no reconocer el dígito–. En cambio, si se deseara ayuda en la definición de si una imagen es pintada por un determinado artista, el número de neuronas podría ser 3 –para responder si, no o para arrojar un resultado indeterminado–.

En principio, el funcionamiento de las RN es muy similar al perceptron. Al recibir una imagen, la RN fragmenta la información que percibe para ingresarla a la red. Previamente, hablé acerca del perceptron como una neurona artificial, pero cabe ahondar en qué significa esto con el objetivo de comprender su funcionamiento en red. Para clarificar, en el campo del ML una neurona puede ser comprendida como una “unidad básica de inferencia” («Perceptrón», s. f.), o como Grant Sanderson propone, una función matemática (3Blue1Brown, 2017). Esta función calcula un número tomando en cuenta los valores que recibe con el objetivo de reducirlos o decodificarlos para producir un *output*. En estos modelos, cada neurona de la red se activa al reconocer diferentes rasgos de la imagen, generando una cifra que se conoce como valor de activación. La siguiente capa, recibe como *input* la información de activación de la capa que le precede, y a su vez crea un *output* que será recibido por las neuronas de la siguiente capa en un proceso de progresiva reducción. Se pretende que el mecanismo de activación de las neuronas opere de manera cercana al funcionamiento de las neuronas en el cuerpo: un grupo de neuronas, condiciona qué neuronas en la siguiente capa serán activadas, produciéndose patrones de activación.

Las RN son tipos de modelos de aprendizaje máquina ya que con cada entrenamiento –cada ejercicio donde se le presenta una nueva imagen por clasificar– esta red logrará un funcionamiento cada vez más exacto, reconociendo atributos de la imagen cada vez más definidos o específicos. Al iniciar el uso de una red neuronal, esta será poco precisa en su clasificación y activará un gran número de neuronas en la capa de salida. Sin embargo, conforme vaya aumentando el número de entrenamientos la máquina llegará a reconocer patrones con criterios que no le fueron programados, de ahí que se hable de estos como modelos de aprendizaje. Entre los tipos de redes neuronales que son de interés para la investigación, en los siguientes

puntos retomo el caso de las redes neuronales convolucionales mismas con las que se refina el reconocimiento de imágenes.

## Redes Neuronales Convolucionales

Las redes neuronales convolucionales (RNC), son un tipo de RN que se especializa en el campo de la visión automática. Entre sus principales capacidades está la de reconocer patrones a través del entrenamiento con *datasets* compuestos por miles o millones de imágenes. Para su desarrollo fue relevante el reconocimiento del funcionamiento en cascada de la visión humana, es decir la manera en que opera la capacidad de identificar numerosas características de una imagen en el cerebro: colores, patrones, texturas, formas, etc., rasgos que en su articulación dan lugar al reconocimiento de un objeto como tal. Como su nombre lo indica, estas redes se distinguen de otras por convoluciones involucradas su funcionamiento.

Una convolución es una operación matemática que se aplica en la integración de dos funciones en un ejercicio de procesamiento de señales. Las convoluciones tienen diversas aplicaciones informáticas, y en el *software* de diseño posibilitan la operación de herramientas como los filtros con efectos que se pueden encontrar en los programas de edición de imágenes como Gimp o Photoshop («Convolución», 2021). Con la convolución se genera un filtro –o *kernel*– que, dependiendo de lo que busque hacerse con la imagen, puede recibir diversos parámetros y valores. Estos filtros se ocupan de procesar secciones pequeñas de información reduciendo las dimensiones de la imagen percibida, y por tanto, el consumo de recursos de procesamiento. Las capas que llevan a cabo operaciones de convolución reconocen dos rasgos: el tamaño de los filtros –altura y longitud– y la profundidad de la capa –número de filtros que ésta posee. Cada capa intermedia se dedica a la identificación de rasgos particulares, como bordes, sombras, brillos, contraste, por nombrar algunos (AMP Tech, 2018).

Las capas añaden definición a la identificación de la característica, y llevan a cabo una compresión también conocida como *pooling*, donde la complejidad del reconocimiento de una imagen se reduce a la identificación de un determinado número de características atómicas, las necesarias para el reconocimiento y clasificación (Dot CSV, 2020). Una RNC se estructura con capas donde se intercalan convolución y *pooling*, en progresivos pasos de compresión (AMP Tech, 2018). El número de capas define la profundidad de un modelo –aquí se puede entender a qué se hace

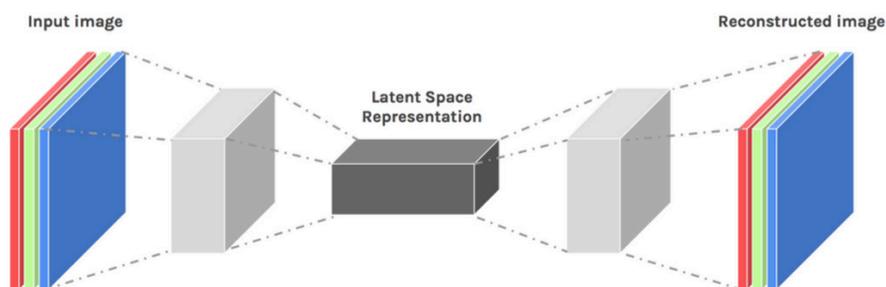
referencia con la profundidad en los procesos de *deep learning*—. En una RNC, los filtros que se configuran a través de la convolución se definen de manera automática conforme el modelo aprende durante su entrenamiento, y cada uno se dedicará de forma exclusiva a la detección de un determinado patrón o característica. Conforme se entrena a estos modelos, cada filtro comenzará por identificar rasgos vagos, como vértices, manchas diferenciadas de color, tono o intensidad. Sin embargo, después de varios ejercicios de identificación las capas se vuelven más especializadas y desarrollan la capacidad de reconocer rasgos definidos —por ejemplo, defensas, espejos, cofres, si se estuviera entrenando a la red con un *dataset* compuesto por imágenes de automóviles—. Es por ello que a las operaciones que llevan a cabo las redes neuronales se les llega a conocer como de extracción de características.

Con el fin de seguir con la argumentación, presto atención al proceso de abstracción que implica la progresión de etapas de filtrado de una imagen percibida por una RNC. El reconocimiento de patrones se da según la acción cada vez más especializada de los filtros mientras se avanza con el procesamiento de la imagen hacia las capas más profundas de la red. Para comprender mejor esta operación de compresión, continuo la discusión hacia el análisis de los codificadores automáticos o *autoencoders*, que tienen un lugar clave en el desarrollo de modelos que automatizan la producción de imágenes.

## Autocodificadores y el espacio latente

En este punto analizo los *autoencoders* o codificadores automáticos, desarrollados desde finales de 1990 y que a la fecha alcanzan un avance complejo que se implementa en la producción de imágenes desde texto, aspecto sobre lo cual se hablaré más adelante. Por el momento, cabe mencionar que estos modelos se destacan de otros ya que su funcionamiento da como resultado una reconstrucción de los datos. Así, si un autoencoder se entrena para analizar una imagen el resultado no será simplemente un conjunto de datos sobre el reconocimiento de un conjunto de rasgos o una clasificación de imágenes, sino una versión comprimida de la imagen original.

A diferencia del caso de las RNC en estos modelos se añaden un conjunto de capas: la capa intermedia y la capa de decodificación (Gráfico 34). La capa intermedia se conoce como cuello de botella o *bottleneck*, y recibe el resultado de la compresión



**Gráfico 34.** Esquema de la organización de capas en un autoencoder. Fuente: Despois, J. (2017, febrero 7). Autoencoders—Deep Learning bits #1. *Hackernoon*. <https://hackernoon.com/autoencoders-deep-learning-bits-1-11731e200694>

que se lleva a cabo en las capas de codificación, allí se configura una representación conocida como representación de espacio latente.

Por su relevancia para entender el funcionamiento de este tipo de redes, dedicaré un espacio para hablar acerca de la representación de espacio latente, artefacto que surge del procesamiento de imágenes por un *autoencoder*, ya que constituye una expresión de cómo se encuentran distribuidas las características de la información extraída en las capas de codificación. El término latente, hace referencia al estado intermedio en el que se ubica dicha representación compacta de información en relación a las capas que la rodean. Por su parte, se habla de un espacio al considerarse la distribución de la información en un sistema de coordenadas cuyas dimensiones vienen dadas por el número de dimensiones que posee el cuello de botella del modelo. Un rasgo importante de las representaciones de estado latente es que son resultado de una distribución de la información en la cual a cada atributo identificado se le designa un lugar, y su ubicación depende de los grados de similitud que hay entre los atributos que le rodean. Aquellos rasgos u objetos que se identifican como similares estarán cerca unos de otros, mientras que aquellos que se distinguen en mayor medida se encontrarán alejados. Una representación de espacio latente es una visualización de esa distribución.

Hay que tener en cuenta que un espacio latente puede tener tantas dimensiones como sea necesario dependiendo de los objetivos del modelo. Sin embargo, las visu-

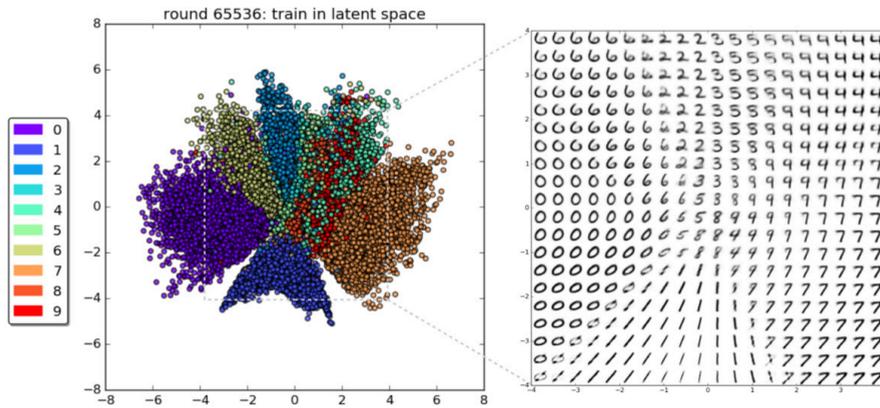


Gráfico 35. Visualización en 2D de un espacio latente. El fragmento de la derecha muestra la distribución de una serie de dígitos con los que se entrenó un modelo. El fragmento de la izquierda, muestra la distribución de cada dígito según fue clasificado en el entrenamiento, cada franja de color representa un dígito reconocido. Fuente: Hendricks, L. (2019). *Variational Autoencoders*. International Centre for Theoretical Physics, p. 18. <https://indico.ictp.it/event/8674/session/155/contribution/1121/material/slides/0.pdf>

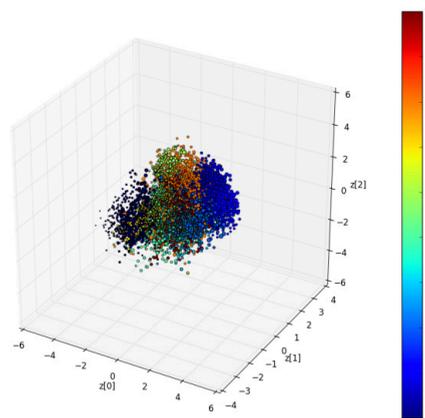
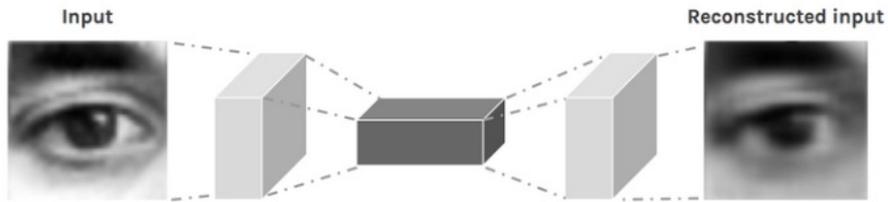


Gráfico 36. Visualización 3D de la distribución de características del ejercicio de entrenamiento de un modelo para reconocer dígitos. Fuente: Asperti, A. (2019). *Sparsity in Variational Autoencoders*, p. 3. <https://arxiv.org/pdf/1812.07238.pdf>



**Gráfico 37.** Codificación y decodificación de una imagen en un *autoencoder*. Fuente: Despois, J. (2017, febrero 7). Autoencoders—Deep Learning bits #1. *Hackernoon*. <https://hackernoon.com/autoencoders-deep-learning-bits-1-11731e200694>

alizaciones que se pueden hacer del espacio latente, se restringen a 2 o 3 dimensiones para su comprensión por parte de un espectador humano. Los siguientes gráficos muestran tipos de visualizaciones, tanto en 2-D (Gráfico 35) como en 3-D (Gráfico 36) de un espacio latente. Existen una serie de herramientas que se puede utilizar para la visualización en pantalla de espacios latentes de más de tres dimensiones (Tiu, 2020), mismas que se adecuan a los diversos propósitos del análisis de la información para los que sirven.

Algo a destacar del funcionamiento de estas redes es el juego de reducción y aumento de dimensiones al que se somete la información; la representación que surge de la compresión de un *input* se utiliza luego para recrearlo. Como su nombre lo indica, la primera capa codifica la información del *input*, la reduce y posteriormente el decodificador busca recrear el *input* con base en la representación de baja dimensionalidad que recibe. El margen de “error de reconstrucción” que existe entre el *input* original y el *output* sirve como información a partir de la cual se lleva a cabo un aprendizaje, según el cual se busca minimizar dicho margen de error (WelcomeAIOverlords, 2019). El modelo busca entonces reconocer de mejor manera la estructura de la información de entrada, con el fin de poder generar una representación cercana a la que recibe de entrada.

Por el lado del *input* se encuentra la imagen que se quiere procesar y en el lado contrario la imagen que el modelo produce, misma que tiene una calidad menor dado el ejercicio de codificación y decodificación que resulta necesario para que el modelo funcione (Gráfico 37). Entender cómo opera una representación de espacio latente ayuda a comprender por qué las RN, y en específico los autodecodificadores, son

de gran utilidad en la consecución de tareas donde la clasificación es indispensable. Dada la reducción de dimensiones de la que es objeto la información de entrada, el filtrado resulta en una serie de rasgos o características “mínimos” con los cuales se puede reconocer qué se está analizando.

## Funcionamiento de los modelos que automatizan la visión

Con el recuento del desarrollo y funcionamiento de los sistemas de IA que automatizan la visión pretendo visibilizar una serie de rasgos que son relevantes para la investigación. En primer lugar reconozco que sistemas como el perceptron constituyen aproximaciones que tomaron como referencia la forma en que, en su momento, se entendió el funcionamiento de la percepción visual humana. Y aunque puede ser que incluso en la actualidad se siga avanzando en el conocimiento de cómo funciona el sistema perceptivo y cognitivo –la hipótesis acerca de cómo se daban los procesos de interrelación entre grupos de neuronas que se especializan en tareas determinadas y que se agrupan en capas dedicadas a pasos de compresión de la información–, en su momento dio pauta para la configuración de las redes que se conocen ahora.

En consecuencia, una de las propuestas de esta investigación es reconocer los mecanismos detrás de la automatización del diseño, y en este sentido considero que saber cómo funcionan las RN que automatizan la visión se vuelve una tarea ineludible, no solo por la implicación que tienen en el funcionamiento de modelos que se dedican a la configuración de imágenes, sino también porque estas tecnologías son definitorias para la automatización de diversas acciones en ámbitos diversos de la vida humana. Del funcionamiento de los modelos describo con anterioridad destaco las acciones de categorización y reconocimiento de patrones, mismas que caracterizan a la forma de operación de los sistemas de visión automatizada que funcionan en muchos de los dispositivos que se usan de forma cotidiana o en diversos sistemas de control que implementan el reconocimiento facial. Como señalan Mimi Onuoha y Mother Cyborg (2018), las capacidades de aprendizaje de las RN para la realización de las tareas para las cuales son creadas –ya sea para la clasificación de imágenes, la detección de texto, el reconocimiento de imagen, etc.–, se fundamentan en el análisis de cantidades enormes de información. Este análisis, se sustenta en la interacción de datos y algoritmos, razón por la cual Grant Sanderson plantea que más que aprender, lo que hacen las RN es calcular (3Blue1Brown, 2017). Como he señalado antes, todos los valores de activación que resultan de la actividad de las capas se organizan en

forma de listas o vectores, que a su vez conforman matrices cuyos cálculos se llevan a cabo con álgebra lineal. Dichos vectores se ubican en las representaciones de espacio latente, de manera que con el término “aprendizaje” se busca designar a todas los cálculos que las máquinas llevan a cabo para encontrar un *setting* válido entre la cantidad de números que procesa para poder resolver un problema.

Además de lo anterior, me parece necesario señalar cómo esta forma de trabajo tienen un carácter recursivo, es decir, que busca la definición de un resultado con base en interpretaciones cada vez más simples o cada vez más probables de un problema u objeto. De este modo, el procesamiento en cada una de las capas se puede reconocer como una actividad de síntesis y discriminación de información, operación que Luciana Parisi resalta debido a que conforma la infraestructura general de un “reconocimiento de patrones algorítmico [*algorithmic patterning*]” (Parisi, 2019b, p. 30). Lo anterior, ha de problematizarse debido a que dichas lógicas cobran terreno como paradigmas en diversas dimensiones de la vida humana, entre ellas el diseño por lo que como señala la autora:

el tema del control automatizado [que] alimenta una variedad de sistemas de inteligencia artificial cada vez más poderosos, con información comercial que identifica a las personas, reconoce lugares y objetos, hábitos y preferencias, asigna comportamientos de raza, clase y género y rastrea el estado económico, así como los deseos y las elecciones de vida (Parisi, 2019b, p. 31).

Con el anterior mapeo como base, en lo sucesivo llevo a cabo una discusión respecto al funcionamiento de los modelos generativos que desde la segunda década de s. XXI se comienzan a posicionar como sistemas que logran automatizar la producción de artefactos visuales en el campo del diseño.

## 4.2.2 Inteligencia Artificial y la producción automatizada de artefactos visuales

El camino que he buscado trazar hasta ahora, me permite hacer una reflexión acerca de la problemática subyacente al surgimiento de IA que diseña. Dicha problemática se relaciona con el nivel de automatización alcanzada en la producción de imágenes, tema al respecto del cual llevo acabo un análisis en los siguientes puntos, al referir diferentes sistemas relevantes para la investigación. Los casos que retomo funcionan con sistemas de RN como los que introduzco con anterioridad: modelos de síntesis que trabajan con los datos resultantes del reconocimiento y clasificación de imágenes. Sin embargo, para entender el funcionamiento de estos modelos generativos me parece necesario comenzar el apartado con una breve alusión a los modelos de clasificación y análisis de texto e imagen que han dado paso a modelos que configuran gráficos de forma automatizada. Posterior a esta discusión, incluyo modelos que desde hace algunos años se han propuesto como acercamientos a la generación de imágenes y que se encuentran al alcance del público en general.

### GPT-3 y CLIP

GPT-3 (*Generative Pre-trained Transformer 3*) se implementa en diversos tipos de tareas como la predicción de palabras faltantes, el completado de texto —ya sea de frases o párrafos—, e incluso en la escritura automática de textos. Los resultados que el sistema logra en este tipo de tareas fueron motivo de revuelo en la comunidad académica de manera reciente debido a las implicaciones éticas que podría tener la producción de textos académicos de una calidad tal que difícilmente se puede diferenciar de un texto producido por un ser humano.

GPT-3 se planteó como una solución a la necesidad de procesar *datasets* de grandes cantidades de datos dirigidos al entrenamiento necesario para lograr la resolución de tareas específicas. Con este objetivo se buscó generar un sistema capaz de llevar a cabo un meta-aprendizaje, con lo cual se hace referencia a lo siguiente:

En el contexto de los modelos de lenguaje, significa que el modelo desarrolla un amplio conjunto de habilidades y capacidades de reconocimiento de patrones en

el momento del entrenamiento y luego usa esas habilidades en el momento de la inferencia para adaptarse rápidamente o reconocer la tarea deseada (Brown et al., 2020, p. 4).

Actualmente, la versión 3 del sistema se ofrece para su uso de forma pública a través de un sitio de la compañía Open AI, bajo el nombre de Chat GPT. Otro sistema que se ha incorporado a los modelos que crean imágenes es CLIP –acrónimo del término *Contrastive Language Image Pretraining*–.<sup>14</sup> Éste ha sido designado como un “aprendiz de representaciones” dado que con su entrenamiento realiza “captura” de las dimensiones semánticas y estilísticas de las imágenes (Ramesh et al., 2022). Funciona con base en los conocidos modelos de difusión, que son redes neuronales que de manera reciente se ocupan en el campo de la producción automatizada de imágenes y que operan tomando en consideración un principio del campo de la física. Con fines ilustrativos, se puede decir que los llamados modelos de difusión, retoman la manera en que una sustancia –altamente concentrada en sí misma– se disuelve al entrar en contacto con otra. En este proceso, de forma progresiva ambas se vuelven cada vez menos distintas hasta alcanzar un estado de homogeneidad (Saharia et al., 2021). Los modelos de difusión ocupan un lugar importante en la actualidad entre los campos de la generación de imagen y video.

En su proceso de aprendizaje, CLIP ha llegado a una especialización neuronal y construcción de campos semánticos avanzados. En su entrenamiento se contempla de manera importante el lenguaje cotidiano, al aprender, por ejemplo, de descriptores que acompañan a las imágenes que se comparten en redes sociales. Por lo que además del procesamiento de imágenes, aprende de manera paralela a establecer una relación imagen/texto en un sentido semiótico. Si por ejemplo, la imagen de un escenario natural subida a las redes se acompaña del tag “paisajes que enamoran ♥”, al vincularse el concepto de enamoramiento con la imagen CLIP es capaz de establecer una relación entre una imagen y una emoción. Así, todas las imágenes en cuya descripción aparezca la misma palabra, en alguna capa de clasificación ocuparán un lugar cercano, incluso aunque no se trate de paisajes. Además, el modelo también implementa un tipo de aprendizaje contrastivo o *contrastive learning* según el cual establecerá determinadas distinciones con respecto a otras imágenes y descripciones que no contengan dicha palabra, o que puedan entrar en un campo semántico de lo que se considera estéticamente agradable o relacionado con lo “romántico”, sin que

<sup>14</sup> A través de la siguiente liga se puede acceder al código del sistema CLIP: <https://github.com/openai/CLIP>

en su descripción se enuncien palabras que puedan vincularse de forma clara con un concepto en específico. Así, el modelo logra un aprendizaje de mayor amplitud semántica.

Este modelo de clasificación potencializa la capacidad de reconocer objetos en diferentes tipos de representación, es decir que le es posible reconocer un objeto en fotografías, dibujos, ilustraciones de diferentes tipos e incluso el caso de artefactos tridimensionales con la forma de dicho objeto. Lo anterior implica una mayor capacidad de procesar conceptos con distintos grados de abstracción. A partir de esta discusión, propongo analizar algunos de los sistemas que han tenido un alcance relevante en la producción automatizada de imágenes, para cuyo desarrollo han sido clave modelos como CLIP y GPT.

## DALL-E 2

DALL-E es un modelo desarrollado por la compañía Open AI a principios de 2021 que emplea aprendizaje profundo para generar imágenes desde descripciones de texto. DALL-E 2, es su sucesor, y fue lanzado en abril de 2022. El nombre del modelo resulta de la unión del prefijo Dall- acuñado por el pintor Salvador Dalí –en razón de su trabajo en la producción de imágenes de acuerdo con verbalizaciones que manifestaran el subconsciente, influido por el psicoanálisis– y una referencia al personaje de Disney, Wall-E. Entre las capacidades de la primera versión del modelo estaban la “antropomorfización de animales y objetos, [la] combinación de conceptos no relacionados, [la] representación de textos y [y la] transformación de imágenes” (DALL-E, 2021).

El Gráfico 38 presenta los resultados de un ejercicio de generación de imágenes a partir del enunciado: “ilustración de un rábano blanco japonés en tutú paseando un perro”. En dicho acercamiento, el modelo mostró la capacidad de transferir actividades, vestimenta y accesorios humanos a objetos no-humanos. El equipo que lo desarrolló señaló la importancia de que el modelo fuera capaz de colocar dichos elementos en posiciones “plausibles”.

Tan solo un año después, haciendo uso de los modelos de difusión DALL-E 2 presentó un desempeño potencialmente superior que su sucesor, al producir imágenes aún más realistas, de mayor calidad y resolución. Lo anterior se muestra en el Gráfico

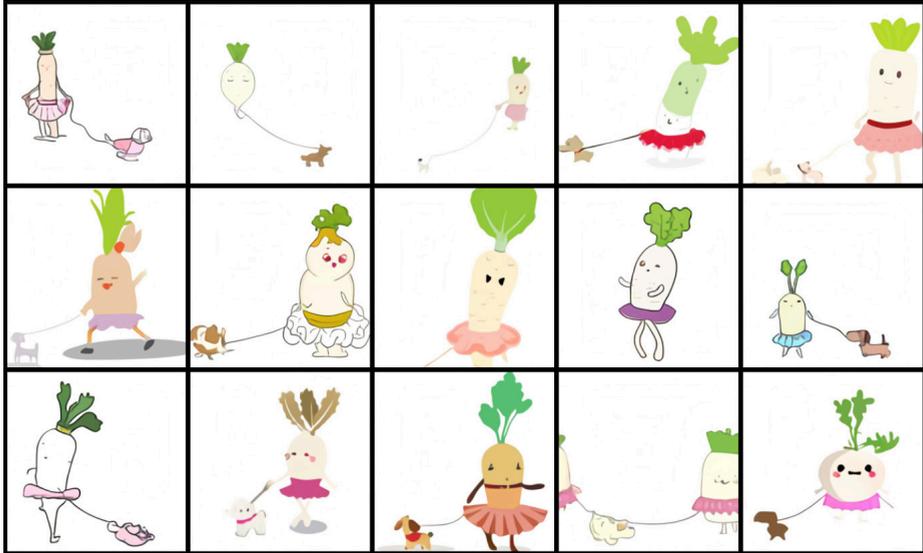


Gráfico 37. Producción de imágenes a partir del enunciado “un rábano bebé japonés con tutú paseando a un perro”. Fuente: DALL-E: Creating Images from Text. (2021, enero 5). [Blog]. *OpenAI*. <https://openai.com/blog/dall-e/>

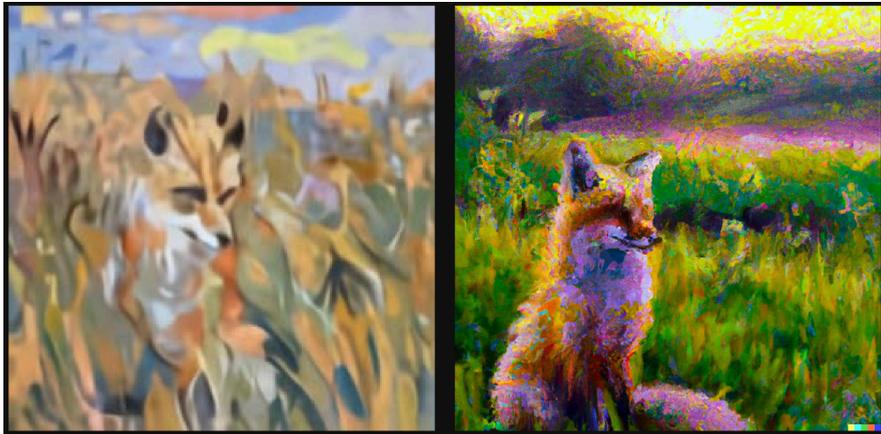


Gráfico 39. Comparación del desempeño de DALL-E (izquierda) y DALL-E 2 (derecha), en el ejercicio de generación de imágenes desde un mismo enunciado. Fuente: DALL-E 2. (s. f.). *OpenAI*. Recuperado 30 de septiembre de 2022, de <https://openai.com/dall-e-2/>



**Gráfico 40.** Ejercicio de image inpainting en GLIDE mediante la solicitud “un auto nuevo en un bosque nevado”. Fuente: Nichol, A., Dhariwal, P., Ramesh, A., Shyam, P., Mishkin, P., McGrew, B., Sutskever, I., & Chen, M. (2022). *GLIDE: Towards Photorealistic Image Generation and Editing with Text-Guided Diffusion Models*, p. 3. <https://arxiv.org/pdf/2112.10741.pdf>



**Gráfico 41.** Ejercicio de generación de imágenes por GLIDE, bajo el descriptor “una pintura al óleo de alta calidad de un hámster-dragón psicodélico” (izquierda) y “una pintura al óleo onírica por Salvador Dalí de un gato jugando ajedrez” (derecha). Fuente: Nichol, A., Dhariwal, P., Ramesh, A., Shyam, P., Mishkin, P., McGrew, B., Sutskever, I., & Chen, M. (2022). *GLIDE: Towards Photorealistic Image Generation and Editing with Text-Guided Diffusion Models*, p. 2. <https://arxiv.org/pdf/2112.10741.pdf>

39, en el que se hace una comparación de los artefactos generados por ambas versiones del modelo al presentárseles la frase: “una pintura de un zorro sentado en un campo al amanecer con el estilo de Claude Monet”.

## GLIDE

El avance que significó DALL-E en cuanto a la producción automática de imágenes dio un paso más con el desarrollo de GLIDE, a finales de 2021, tan solo unos meses después de la socialización de la primera versión de DALL-E. GLIDE (acrónimo para Guided Language to Image Diffusion for Generation and Editing) –también es resultado del trabajo de Open AI– es un modelo que logra mejorar la calidad visual de los gráficos que genera, al aumentar los detalles y complejidad de la representación. Funciona con modelos de difusión (Nichol et al., 2022) que ya tuve la oportunidad de referir con anterioridad.

GLIDE, se ha probado en ejercicios de coloreado y completado de imágenes, fotorrealismo, entre otras acciones. El Gráfico 40 muestra un ejercicio de image inpainting, donde el área verde elegida en la imagen original es sustituida por los elementos necesarios para seguir la descripción que se ingresa en el ejercicio, logrando un resultado realista. A diferencia de las imágenes anteriores, el Gráfico 41 presenta gráficos que se producen sin una imagen de partida. En estas, en cambio, las descripciones se toman en cuenta para seguir una línea estilística; los términos “psicodélico” y “pintura al óleo” guían la búsqueda de un resultado en cuanto a forma de representación, colores, etc.

Estos son solo algunos de los modelos más relevantes que se pueden encontrar en la actualidad de forma pública, referirlos es indispensable para comprender el recorrido que ha seguido la automatización de los procesos de configuración de imágenes. Con estos ejemplos busco sentar una base para poder comenzar una discusión acerca de los sistemas que automatizan el proceso de diseño. Esta referencia se vuelve indispensable al tener en cuenta que aquellos sistemas que ofrecen servicios de diseño automatizado no hacen público, por obvias razones, los modelos y código que utilizan. Sin embargo, se puede pensar que incluyen modelos con un funcionamiento similar a los que describo con anterioridad, en configuraciones particulares y entrenados con *datasets* más específicos que se articulan con algoritmos diseñados para su propósito específico.

## 4.3 Sistemas de inteligencia artificial que automatizan el diseño gráfico

A lo largo de las líneas precedentes, he podido delinear un panorama de los modelos y sistemas que se han desarrollado con el fin de automatizar diversas acciones y capacidades que se involucran en la producción de artefactos visuales, desde la automatización del reconocimiento y categorización imágenes hasta modelos más recientes que generan imágenes. En este apartado me enfoco en aquellos avances tecnológicos en el campo de la IA que tienen un impacto directo en la producción de artefactos visuales en el diseño. En primer lugar, traigo a la discusión el caso de la Suite de Adobe, que durante mucho ha sido relevante en el mercado de *software* para el diseño gráfico. Mi interés aquí es hacer referencia a los desarrollos recientes en los que se ha puesto la automatización en primer plano, exploraré la integración de IA en herramientas como Adobe Sensei para la potenciación de programas como Photoshop e Illustrator. Con dicha integración, se ha buscado simplificar tareas como el retoque de imágenes, la corrección de color e incluso la generación de contenido.

También me interesa dedicar un espacio a las aplicaciones *web* que ofrecen la producción automatizada de identidades gráficas con IA, al tomar como caso a LOOKA que desde hace algunos años se ha posicionado en el mercado como un servicio rápido y de bajo costo para el diseño de logotipos y su implementación en diversos tipos de materiales gráficos digitales e impresos. Mas adelante, introduzco también el caso de Nikolay Ironov, sistema pionero en el diseño gráfico impulsado por IA que se ha integrado a las filas de la firma rusa Art.Lebedev. En este punto será de particular interés hablar al respecto de los discursos que rodean al sistema y su incorporación como diseñador al despacho.

Otro caso que resulta relevante para la investigación es el de Midjourney, herramienta de IA que se ha integra al trabajo de diseñadores de todo el mundo al automatizar la producción de artefactos visuales mediante la solicitud con *prompts*. Esta plataforma se usa para la generación de material gráfico al acelerar de forma drástica la generación de propuestas de logotipos, ilustraciones, interfaces, entre otros. En este recuento, el abordaje al respecto de la dimensión operativa queda descartado, ya que para las empresas detrás de estos cobra relevancia mantener velado el funcionamien-

to de sistemas con los cuales se busca producción de ganancias, de ahí la importancia de tener un panorama previo que pudiera dar una idea de los mecanismos que subyacen a su desempeño. En cambio, en las siguientes líneas se vuelve relevante reconocer los discursos que es posible identificar alrededor de su funcionamiento, así como la serie de transformaciones que su integración como herramientas para el diseño gráfico implica para el proceso de configuración de artefactos visuales.

### 4.3.1 Integración de IA en la suite de Adobe

En años recientes, Adobe hizo el lanzamiento de Sensei, un motor de IA que se puede integrar a la variedad de productos de la marca. En los programas de diseño de la Suite CC 2021 son diversas las funcionalidades que incorporan RN para potencializar los resultados y facilitar las tareas, ya sea en la edición de imágenes, el trazo de formas y la edición de video en general. En Photoshop, por ejemplo, se encuentran herramientas como la selección de sujetos, la remoción de fondos, el reemplazo de cielo, así como diversos filtros y efectos. En InDesign, se integran diversas herramientas relacionadas con la edición de imágenes –como la herramienta de ceñido de texto al contorno de una imagen–, la selección y sugerencia de tipografías según un estilo, entre otras.

Dado el interés que ha tenido Illustrator en la investigación, resalto las herramientas de IA que complementan su última versión. Entre las funcionalidades relevantes estarían diversas opciones relacionadas con la detección y edición de vectores, y una de las que más se agradecen, la “edición global”– p.e. al editar un elemento en un patrón de formas vectoriales dicha transformación se replica en todas sus repeticiones. Este tipo de funcionalidades son formas de automatización con IA que suceden a otras que ya se planteaban en versiones anteriores potenciadas por código, y que ya se encaminaban a la reducción de tiempos de producción en la configuración de gráficos. Se tiene por ejemplo la herramienta de auto-trazado, que ya desde la versión del programa lanzada en 1988 ofrecía automatizar el trazo vectorial de la silueta de una imagen rasterizada (Gráfico 42).

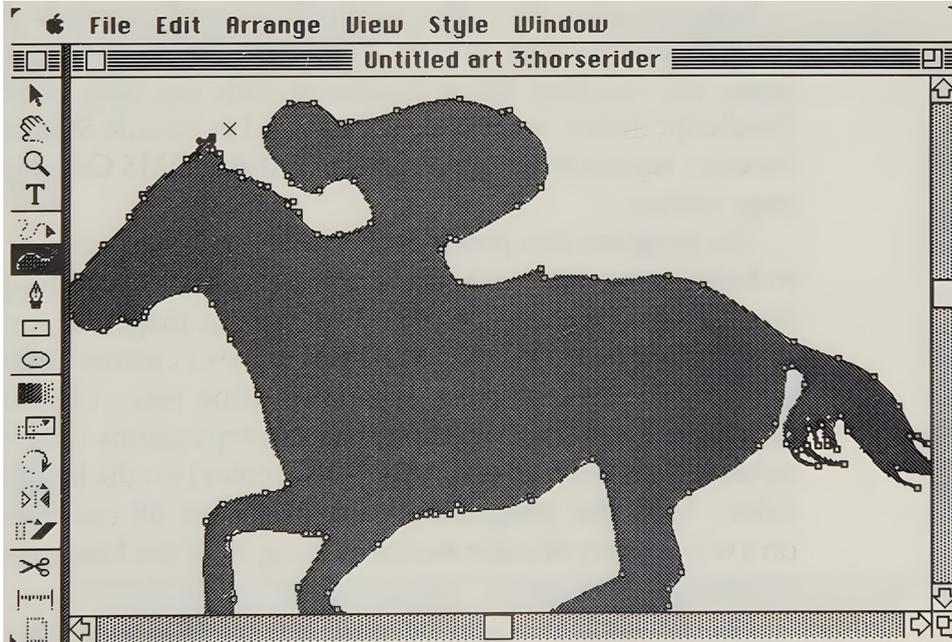
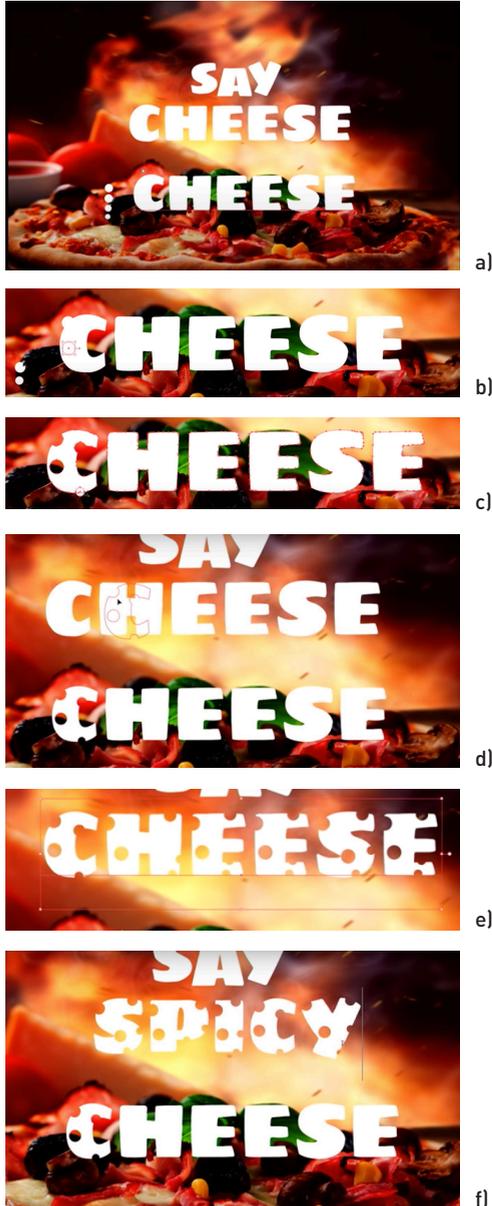


Gráfico 42. Auto-trazado de imágenes rasterizadas, funcionalidad de la versión 88 de Illustrator.  
Fuente: *Adobe Illustrator 88: The official handbook for designers*, 1988, p. 5.

Estas son algunas de las utilidades de IA que se incorporan a programas que ya se usan de forma cotidiana en el diseño, sin embargo, se proyecta que pronto las funcionalidades con motor de IA ocupen un lugar más relevante. Un ejemplo de lo que se proyecta para la suite de ADOBE MAX a lanzarse próximamente, se puede ver en el video “#Fontphoria: Adobe MAX 2018” (Adobe Creative Cloud, 2018b), donde el diseñador Praveen Kumar Dhanuk hace una demostración de las potencialidades que se plantean para la herramienta llamada *Fontphoria*, a integrarse en Illustrator. Ésta sería capaz de detectar cualquier tipografía en una imagen –ya sea una fotografía, un dibujo análogo o digital– y producir una tipografía que reproduzca su estilo, al reconocer solo un par de caracteres. También detectaría cambios realizados a una letra –que podría ser una imagen digitalizada– replicándolos en otras letras y produciendo de igual manera una tipografía desde un estilo detectado. La secuencia de imágenes a continuación muestra un proceso hipotético de creación de una tipografía al usar la utilidad que se proyecta integrará el *software* en un futuro.



a)  
b)  
c)  
d)  
e)  
f)

**Gráfico 43.** Proceso de edición y creación de una tipografía a partir del motor de IA en Illustrator. a) Vectorización del trazo de una tipografía, b) modificación de uno de los tipos, c) replica del estilo al arrastrar el tipo modificado sobre las letras donde se desea implementar; d) en la imagen se puede ver la palabra *spicy* que se escribe con una fuente que recién se creó de manera automática a partir del proceso anterior. Capturas de pantalla. Fuente: Adobe Creative Cloud (Director). (2018, octubre 17). *#Fontphoria: Adobe MAX 2018 (Sneak Peek) | Adobe Creative Cloud.* <https://www.youtube.com/watch?v=eTK7b-mTM7mU>



a)



b)



c)



d)



e)



f)

**Gráfico 44.** Proceso de creación de una tipografía con el motor de IA en Illustrator a partir de una fotografía y montaje de la nueva tipografía en una imagen en tiempo real. a) Imagen análoga donde se aprecia una tipografía creada a mano; b) detección y digitalización automática de la tipografía; c) generación automática de una tipografía desde el reconocimiento de las letras en la palabra "HORN"; d) utilidad de aplicación automática en tiempo real de la tipografía recién creada sobre cualquier tipo de imagen en la que se detecte texto. Capturas de pantalla. Fuente: Adobe Creative Cloud (Director). (2018, octubre 17). *#Fontphoria: Adobe MAX 2018 (Sneak Peek) | Adobe Creative Cloud*. <https://www.youtube.com/watch?v=eTK7bmTM7mU>

## 4.3.2 LOOKA

Se trata de una empresa canadiense que en un inicio se fundó con el nombre de Logojoy. Hoy, bajo el nombre de LOOKA, se trata de una plataforma que desde 2016 ofrece diseño gráfico y que funciona por medio de un algoritmo de IA. Entre los valores que ofrece están la velocidad y un precio costeable («About Looka - A.I. Powered Logo Design Platform», s. f.). El grado de automatización que se alcanza con este tipo de plataformas se puede medir en relación del estimado de logos que se expresa ha generado desde que comenzó a funcionar: al rededor de “10 billones de logos personalizados” para personas en 188 países, con un equipo de al rededor de 50 personas, por lo menos hacia 2018 (Wiggers, 2018).

Crear una identidad gráfica puede tener distintos costos dependiendo de la cantidad de aplicaciones que se requieran. El plan básico solo ofrece la imagen de la identidad con un archivo en formato PNG (sin transparencia) y tiene un costo de \$20 dólares americanos –\$407.25 pesos mexicanos–. El siguiente paquete, “Premium Logo Package”, tiene un precio de \$65 dólares –\$1,323.56 pesos– e incluye varios tipos de archivo del logotipo, cambios necesarios, soporte técnico y “propiedad completa” de la identidad. El siguiente “Brand Kit Subscription” es un paquete incluye tarjetas de presentación, firmas de correo electrónico, cubiertas para redes sociales, manual de identidad gráfica, hojas membretadas, entre otras aplicaciones, y tiene un costo de \$96 dólares anuales –\$1,955 pesos mexicanos.<sup>15</sup>

<sup>15</sup> Cálculo de costo en pesos mexicanos según el tipo de cambio peso/dólar estadounidense en marzo de 2022.

En la presentación del sistema que se hace en el sitio *web* se enuncia: “automatizamos el proceso de diseño sin quitarle la creatividad, visión y diversión que se involucran en la construcción de una identidad de marca” («About Looka - A.I. Powered Logo Design Platform», s. f.). Por su parte, en entrevista el fundador de la empresa, Dawson Whitfield, expresa que con el proyecto se ha buscado que los clientes “sientan que están [trabajando] con un diseñador gráfico” y se jacta de que éste sistema “sabe cómo manufacturar [*craft*] diseño con una apariencia artística” (Wiggers 2018). El proceso de configuración es en realidad muy sencillo: a) introducción del nombre de la empresa o marca (Gráfico 45); b) selección de palabras clave; c) selección de símbolos gráficos que guían el proceso de configuración (Gráfico 46); d) elección de colores; e) selección de símbolos asociados; f) selección de propuestas; g) edición de colores, acomodo o tipografías (Gráfico 47).

### 4.3.3 Art.Lebedev Studio, Nikolay Ironov y el diseño gráfico automatizado

Art.Lebedev Studio es una firma de diseño de alcance internacional con base en Moscú. En 2020 este estudio hizo el comunicado de que un modelo de IA nombrada Nikolay Ironov formaba parte de sus filas de colaboradores como diseñador. El proceso de incorporación de esta RN fue interesante. Con el fin de poner a prueba los resultados que podría lograr no se hizo del conocimiento de sus colegas diseñadores que Ironov se trataba de una IA. Al observar la gran aceptación que se tuvo de los artefactos visuales que proponía, tanto por parte de integrantes de Art.Lebedev como de clientes se hizo público que Ironov era en realidad un sistema artificial.

Como resultado del proceso de investigación que derivó en el sistema que hace funcionar a Ironov “se llegó a la conclusión de que las Redes Neuronales aisladas no llegaba a resultados lo suficientemente diversos que pudieran aplicarse a tareas de diseño reales” (Kulinkovich, 2020), por lo que se llegó a la solución de articular diversos tipos de RN y algoritmos que funcionan a partir de la identificación semántica de enunciaciones de carácter verbal. Se toman como base, por ejemplo,

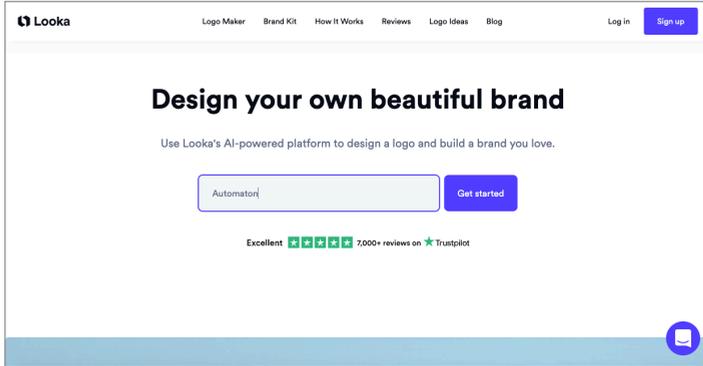


Gráfico 45. Introducción del nombre de la empresa o marca. Plataforma LOOKA. Captura de pantalla, 2021.

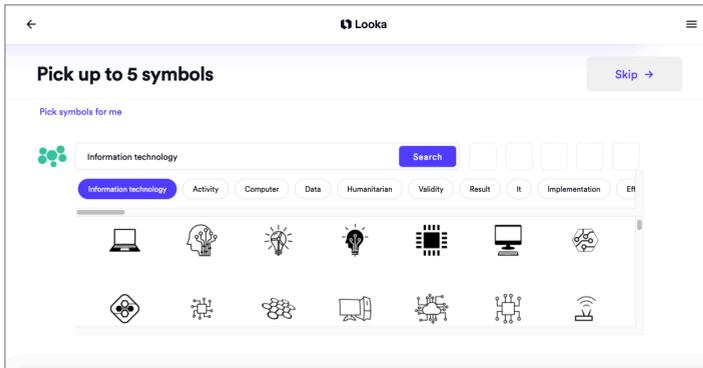


Gráfico 46. Elección de símbolos. Plataforma LOOKA. Captura de pantalla, 2021.

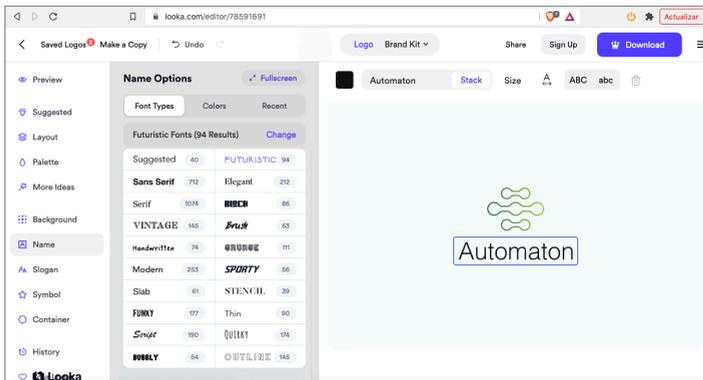


Gráfico 47. Edición de colores, acomodo o tipografías. Plataforma LOOKA. Captura de pantalla, 2021.



Gráfico 48. Ejemplos de logotipos creados por Ironov. Capturas de pantalla. Fuente: Nikolay Ironov—Designer and neural network. (s. f.). Art. Lebedev. [https://ironov.artlebedev.com/?utm\\_source=studio&utm\\_medium=main\\_com&utm\\_campaign=menu](https://ironov.artlebedev.com/?utm_source=studio&utm_medium=main_com&utm_campaign=menu)

inscripciones como la misión y la visión de una empresa, así como el objetivo y particularidades del proyecto (Art. Lebedev Studio, 2020). Ironov define los términos clave de entre dichas enunciaciones y realiza una detección de rasgos relevantes y asociaciones entre estos.

Según el recuento precedente acerca de cómo se entrena una RN, del funcionamiento de Ironov destaca el desconocimiento que hay respecto cómo opera. En sus declaraciones, los desarrolladores de Ironov resaltan que una vez definidos de manera inicial tanto los modelos de IA a usar como los algoritmos que se articularían con estos, Ironov comenzó un proceso de progresivo entrenamiento y refinamiento que deiva en un funcionamiento sobre el que se tienen poca claridad. Un aspecto a resaltar de este fenómeno en una dimensión discursiva, se relaciona con el comentario que hace en específico Roman Kosovichev, quien formó parte del equipo que configuró a Ironov, al señalar que los desarrolladores trasladaron en un principio sus propias limitaciones al sistema pero que conforme el progreso del trabajo de

aprendizaje avanzó el sistema logró autonomía, y con ello, superar esas “limitantes heredadas” (Art. Lebedev Studio, 2020). A raíz de ello quienes participaron en su configuración identifican dos momentos diferenciados, un antes y un después en el funcionamiento del modelo. Al día de hoy, el estudio ofrece una gran diversidad de servicios de diseño automatizado, tanto en el campo del diseño gráfico (Gráfico 48), industrial, arquitectónico y urbano.

### 4.3.4 Midjourney

Midjourney comenzó a dar servicio de forma abierta a usuarios a partir de julio de 2022, con créditos gratuitos con los cuales nuevos usuarios podían probar la plataforma,<sup>16</sup> después de lo cual podían adquirir diversos tipos de planes mensuales o anuales. Este sistema trabaja con un algoritmo de *machine learning* que opera en un *bot* alojado en un canal de chat de la plataforma Discord donde que existen diferentes hilos de conversación donde varios usuarios se conectan de manera simultánea. Para generar imágenes cada usuario escribe un *prompt* —o estímulo— que debe iniciar con el comando */imagine*. Dependiendo del número de usuarios haciendo solicitudes de forma simultánea, la producción de 4 propuestas puede tardar entre 40 segundos y un minuto aproximadamente. Cada una de estas variantes puede ser iterada para producir variantes asociadas, la opción elegida puede ser ampliada en tamaño en un nuevo pedido. Según mis observaciones, Midjourney se usa en particular para la producción de artefactos como logotipos, ilustraciones, *layouts* de páginas *web*, e incluso prototipos de objetos tridimensionales y tatuajes.

El seguimiento del proceso de diversos usuarios permite observar una serie de rasgos que comienzan a caracterizar al proceso de diseño con la incorporación de IA sobre las cuales me interesa discutir a profundidad en un apartado que dedico a la reflexión al respecto de la automatización del diseño con IA. Así, a lo largo de las siguientes líneas retomaré aspectos discursivos que giran en torno al funcionamiento de los sistemas de IA que describo hasta ahora.

<sup>16</sup> De forma reciente la prueba gratuita del sistema fue suprimida debido a supuestos abusos por parte de los usuarios.

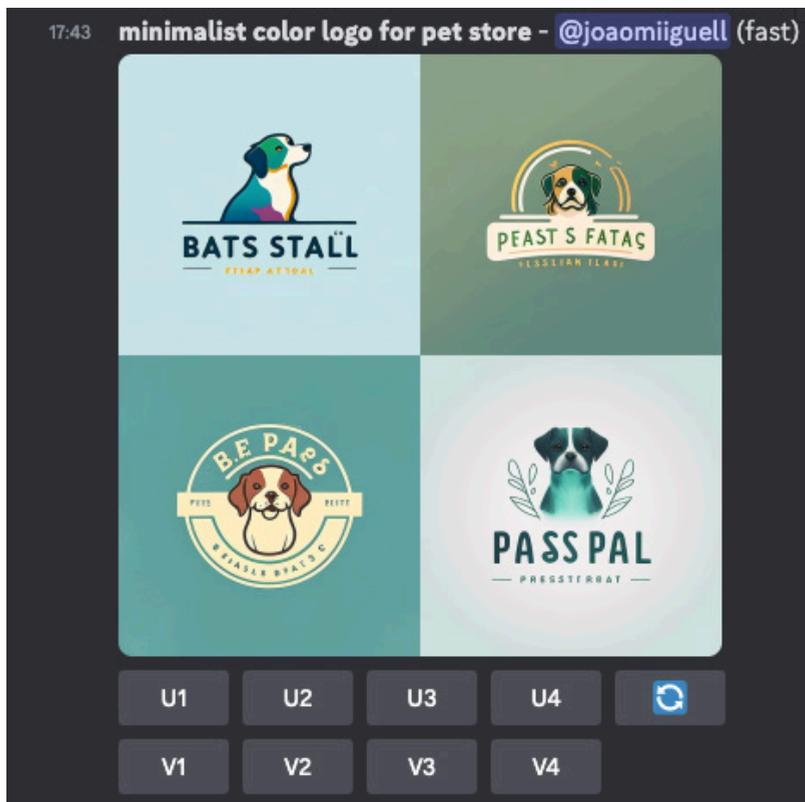


Gráfico 49. Solicitud de generación de un logotipo a partir del *prompt* "minimalist color logo for pet store", usuario @joaomiiguell, 23 de marzo de 2023. Captura de pantalla.

## 4.4 Modelos de Inteligencia Artificial que automatizan la visión y la producción de artefactos visuales

Al observar los sistemas que describo en las líneas precedentes es posible reconocer un panorama del grado de automatización que se ha alcanzado al día de hoy en el campo del diseño gráfico. Aquí, me interesa resaltar rasgos relevantes que surgen en el proceso de adopción de la IA como parte del proceso de producción de artefactos visuales en el diseño. En primer lugar me interesa abordar lo relativo a la transformación del proceso de diseño, misma que obedece a la forma de funcionamiento de los modelos de redes neuronales. En segundo lugar, me doy a la tarea de hablar acerca de los discursos en los que se observa una clara confrontación del ser humano, de sus capacidades y posibilidades con respecto a aquellas de la máquina. Para finalizar el capítulo, me interesa hacer una crítica a la forma en que la automatización materializada por la IA –de manera más acentuada que con el *software* dada su inmediatez y velocidad– logra velar los mecanismos y recursos de los que depende su operación.

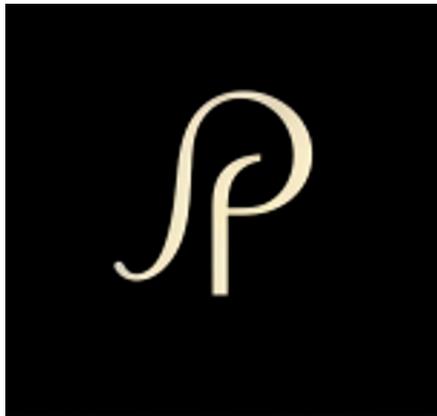
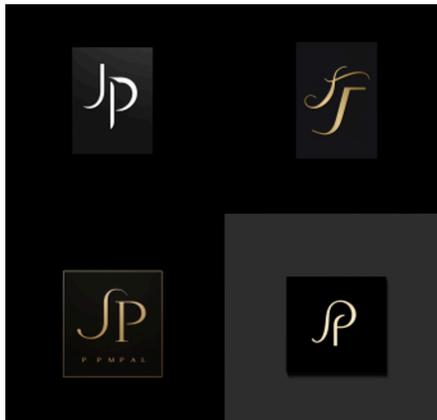
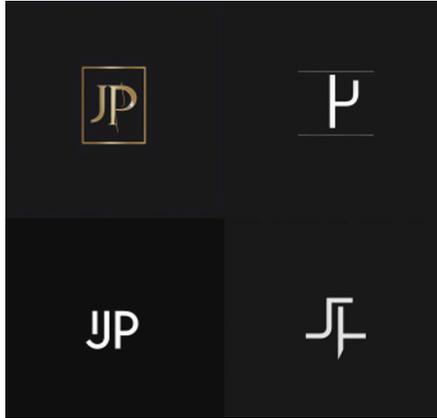
### 4.4.1 *Prompts* y el estilo: la producción automatizada de artefactos visuales

Observar un par de minutos el frenético proceso de solicitud y generación de propuestas de artefactos visuales en el canal de Discord de Midjourney es una manera echar un vistazo a la consolidación un nuevo proceso de diseño. Múltiples usuarios conectados de forma simultánea escriben *prompts* que en términos de segundos – difícilmente un minuto– se tomarán como pauta para la producción de 4 propuestas.

Al revisar los resultados, la redacción del *prompt* es modificada de forma paulatina para encaminar al modelo hacia la dirección deseada. El proceso que se observa con Midjourney marca claras pautas de lo que implica diseñar por medio de IA en la actualidad y aquí me interesa analizar algunos rasgos de este emergente proceso de configuración de artefactos visuales. En la dinámica que reconozco ocupan un lugar preponderante las descripciones verbales en la búsqueda por lograr que las redes neuronales produzcan una solución de diseño que se apegue a la idea del usuario. De tal manera, pretendo argumentar en las siguientes líneas cómo la infoproducción, según lo que discuto hasta ahora, resulta fundamental no solo en el desarrollo de sistemas que automatizan la producción de artefactos visuales, sino también en los nuevos procesos de diseño que se gestan en la actualidad.

Hacia 1960, Steven A. Coons auguraba que en el desarrollo de una posible cooperación entre diseñadores y computadoras podrían darse dos escenarios. Por una parte, se requeriría que quien diseña aprendiera el lenguaje de las computadoras, transformando su forma de pensar y desarrollando un nuevo conjunto de habilidades cognitivas; y por otra, serían en las computadoras en las que habría que trabajar para lograr que comprendiera el lenguaje humano (en Cardoso, 2015a). Como se puede apreciar, los modelos de análisis del lenguaje natural dan razón al segundo de dichos augurios, e incluso es esta capacidad de comprensión del lenguaje la misma que posibilitó el desarrollo de modelos generativos como los que describo con anterioridad. Al prestar atención a la dinámica de configuración automatizada de artefactos visuales partiendo de *prompts*, me interesa hacer una reflexión al respecto del papel que cumplen las descripciones verbales en las solicitudes de generación de propuestas, sobre todo al prestar atención a los estilos ya que esto me permitirá situar el análisis estadístico y las lógicas computacionales como motores de la producción gráfica mediante IA.

Abordar una reflexión acerca del proceso de diseño con base en descripciones constituye un interés fundamental para la investigación, ya que es un rasgo que permite analizar el lugar de la infoproducción en los procesos de diseño automatizado con IA. En la siguiente secuencia de imágenes se presenta la manera en que el usuario @ *Fanneg* modifica de manera paulatina el *prompt* con el que busca generar un logotipo guiando el proceso generativo en una dirección adecuada (Gráfico 50). En los dos primeros gráficos el usuario solicita un logotipo mediante la descripción “Crea un logo profesional con las iniciales JP. Utiliza una fuente estilizada y mantén el diseño simple y minimalista”. En la última imagen el usuario elige una de las opciones y solicita una versión con mejor resolución.



**Gráfico 50.** En orden descendente, proceso de diseño de logotipo del usuario @Fanneg, registrado el 17 de julio de 2023. Canal de Discord del sistema Midjourney. Capturas de pantalla.

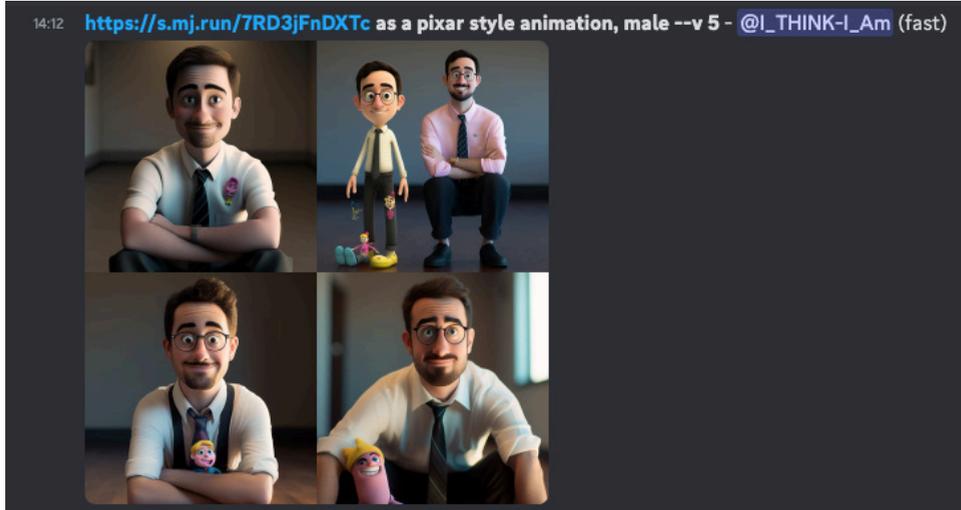


Gráfico 51. Solicitud de modificación de una imagen, usuario @I\_THINK-I\_Am. Registrado el 17 de julio de 2023. Canal de Discord del sistema Midjourney. Captura de pantalla.

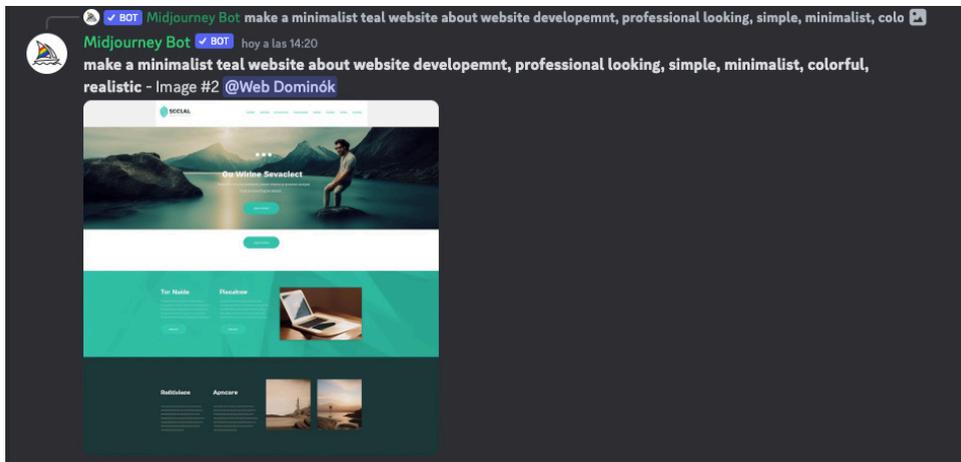


Gráfico 52. Solicitud de diseño del *layout* de una página *web*, usuario @Web Dominók. Registrado el 17 de julio de 2023. Canal de Discord del sistema Midjourney. Captura de pantalla.

De igual manera, documento el proceso de solicitud de un gráfico al sistema Midjourney del usuario *@I\_THINK-I\_Am* (Gráfico 51). Dada la posibilidad de usar imágenes de referencia, en este caso el usuario solicita la modificación de la imagen que llama a través de un link, siguiendo el *prompt* “como una animación de *pixar*, masculino -v 5”. En el siguiente caso el usuario *@Web Dominók* hace una solicitud con el *prompt* “haz un sitio *web* verde azulado que trate sobre desarrollo *web*, de apariencia profesional, simple, minimalista, colorido, realista” (Gráfico 52). En ambas solicitudes, resulta fundamental aludir a diferentes descriptores que el modelo toma en cuenta como referencia para guiar la generación de los diferentes artefactos que le son requeridos, en estos casos se hace referencia a términos como “*pixar*”, “minimalista”, “realista”. Lo anterior es un continuo en las dinámicas de diseño no solo en la plataforma Midjourney, sino en los diferentes modelos que abordo en la investigación. En puntos anteriores, se encuentra el ejemplo de los ejercicios de prueba que se han realizado con DALL-E en los que se apreciaba la alusión al estilo “psicodélico” o de una pintura de Salvador Dalí.

En este punto de la discusión, me parece necesario hacer una exploración acerca del lugar que ha ocupado el estilo en el diseño. Como un primer acercamiento a la conceptualización del estilo, retomo la propuesta que lleva a cabo David Wellbery (1990) desde la teoría de medios, al expresar que “derivado de la noción estilete [*stylus*], o instrumento de dibujo, el concepto de estilo designa una labor de inscripción diferencial que es tanto previa como irreductible al significado” (p. 25). Desde esta perspectiva, resalto cómo Wellbey enfatiza la manera en que el estilo se ubica como un atributo “previo” que tiene una determinada distancia con respecto al significado, y propongo a partir de ello visibilizar que el estilo logra una función de distinción para cada acto de representación con respecto a otros.

En lo respectivo a la conceptualización del diseño, el apego a un estilo ha sido ya motivo de debate. En Ulm, como ejemplo relevante para la investigación, la adopción de un estilo “limpio”, “racional” y “geométrico abstracto” fue percibida por Klaus Krippendorf como una práctica poco reflexiva, lo cual incluso le llevaría a considerar que los productos que se plantearon en las aulas de la escuela denotaban “no estar pensados para las personas” (Krippendorf, 2008, p. 61). Así, en ocasiones el estilo suele relacionarse con nociones como el hábito, como un “ritual de fraternidad” o de forma relevante con la “replicabilidad” (Fuller, 2021). Jorge Frascara (2000), propone que la exaltada presencia del autor en los artefactos que diseña puede llegar a constituir un factor de ruido, cuando la intención comunicativa o funcional se hace a un lado en favor de enaltecer el estilo particular de quien diseña.

De manera similar el apego a un estilo es percibido por Sergei Kullinkovich, como una desventaja que observa entre el desempeño de un diseñador y el sistema de IA Nikolay Ironov. En sus palabras:

Aunque elimines todas las restricciones, el diseñador aún ofrecerá soluciones de diseño estereotípicas, de una manera u otra. Los diseñadores tienen una gran afinidad con su estilo, mismo que desarrollan con los años, ir más allá de ese estilo no es tan fácil como pareciera a primera vista (Kulinkovich, 2020).

En este sentido, se reconoce que el trabajo de Ironov es innovador justo por no obedecer a un estilo personal. El comentario de Kulinkovich, resuena con la aproximación del filósofo y catedrático integrante de la escuela de Ulm, Max Bense, quien hacia los años 1960 y desde su particular aproximación a la estética, establecía a la improbabilidad y la falta de un “estilo reconocible” como factores que permitían a una obra “alcanzar la máxima puntuación estética” (Pias, 2008, p. 119). La perspectiva informacional de Bense resulta relevante por su interés en la descripción estadística de los atributos estéticos y por sus reflexiones al respecto del estilo, mismo que comprendía como “el lugar donde hay un acuerdo más íntimo entre el espíritu estético y el matemático” (Bense, 1998, p. 244). Desde estos términos, al buscar comprender la relevancia del estilo para la generación automatizada de artefactos visuales la aproximación de Bense parece adelantar mucho de lo que se puede el día de hoy en el funcionamiento de Ironov, Midjourney y DALL-E.

Aquí me interesa poner el dedo sobre el renglón acerca de la relación entre el estilo y la toma de decisiones, ya que esto puede arrojar luces al respecto del papel que éste tiene en la automatización del diseño por medio de IA. De tal manera, Christopher Alexander reconoce que “las decisiones tomadas dentro de un estilo están a salvo de la persistente dificultad de la duda, ya que las decisiones son más fáciles de tomar bajo la tradición y el tabú que bajo la propia responsabilidad” (Alexander, 1973, p. 10). A la luz del comentario anterior, se puede reconocer uno de los rasgos problemáticos de la automatización: el traslado de agencia del ser humano a la máquina bajo la idea de disminuir la carga tanto cognitiva como de trabajo corporal. Al diseñar, el apego a un estilo puede ser comprendido como un lugar seguro al que acude un diseñador, retomando el bagaje simbólico y estético del propio estilo para reforzar o asegurar la operatividad de su propuesta.

Resulta notable que no solo la IA haya sido relacionada con la repetición estilística. En su momento, la introducción del *software* a la práctica del diseño levantaba sospe-

chas similares, como lo expresa Malcolm Garret sobre los efectos de la computadora en el diseño en un nivel estilístico:

lo que me intriga de varios avances en la tecnología es una creciente habilidad que se tienen para dibujar a partir de referencias visuales de diferentes culturas y combinarlas de manera no antes vista. A esto lo llamo “Recuperacionismo” [*retraivalism*]. La estética que está emergiendo en día de hoy con la tecnología es la de las nuevas combinaciones. Es ahí donde veo un cambio en el diseño, estéticamente, más que un cambio estilístico inherente a las cualidades de la tecnología, misma que desaparecerá conforme los equipos se vuelvan más sofisticados, permitiendo predominar al estilo o personalidad del diseñador o el cliente («Entrevista con Malcolm Garret», 1989).

En concordancia con el comentario de Malcolm Garret, uno de los problemas que se han previsto en la adopción de modelos de IA para la configuración de gráficos se relaciona con la uniformización y la movilización de una estética homogénea. Lo anterior, se prevé como resultado de “abandonar el intento de establecer cuestionamientos detrás de la creación de formas, [lo cual] deriva en ocasiones en la resurrección de “estilos” y el perpetuamiento de la tradición” (Alexander, 1973, p. 10). Así, al analizar el funcionamiento de los modelos de RN generativos, puede ayudar a comprender el lugar de los estilos en las formas de producción de artefactos visuales que comienzan a adoptarse en los procesos de diseño, en los que se recurre a estilos y estéticas predeterminados con el objetivo de lograr que una IA produzca un artefacto visual apropiado. A su vez, el entrenamiento de los modelos depende del análisis y clasificación de ejemplos previos, cuyo estilo puede después replicar en la propuesta de soluciones.

Así, se vuelve necesario visibilizar que las imágenes con las que se alimenta a un modelo generativo son susceptibles de un análisis estadístico, mismo que garantiza una captura de aquello que puede reconocerse como un estilo. Según el trabajo teórico de Bense, “la información realiza y transmite [...] en la medida en que se basa en un grado de disposición estadísticamente descriptible, en una complejidad seleccionada o en una distribución de frecuencia de elementos o clases de elementos utilizados” (Bense, 1960, p. 90). Según la aproximación del teórico, la “reproducción estadística” (Bense, 1960, p. 91) de los estilos funciona con base en la distribución de frecuencias de rasgos que los modelos reconocen, clasifican y comparan para implementarlos de forma posterior, como parámetros.

Como señalo antes, al análisis meramente formal lo complementa un análisis semántico hecho posible gracias a la descripción textual de las imágenes. Según esta forma

de operación, mediante una “función de correspondencia” se establece una relación entre los atributos de imágenes y la descripción. Con ello el codificador, de manera “intuitiva”, aprende a generar un mayor grado de correspondencia entre “clases correspondientes” (Reed et al., 2016). De tal manera, un modelo genera un gráfico al buscar garantizar estadísticamente una coincidente con el estilo –o clase– solicitado. En el caso de Ironov, en contraste, un requerimiento de novedad en la configuración de su sistema de RN y algoritmos dirige un alejamiento con respecto a estilos reconocidos, en un desplazamiento hacia el lado contrario en el sistema vectorial de una matriz de información. La innovación en Ironov, de igual manera, es cuestión de una serie de cálculos.

Este es un punto fundamental a tratar según los objetivos de la investigación, ya que como se observa, integra los ejes de análisis que propongo como componentes de la automatización del diseño según se materializa con la IA. Así, al situar los mecanismos detrás del funcionamiento de estas tecnologías, puede reconocerse el aparato que garantiza la producción automatizada de artefactos visuales, lo cual a su vez lleva al reconocimiento de que detrás de la aparente inmediatez, existe un traslado de agencia de quien diseña a un sistema de algoritmos y modelos de redes neuronales. Sin embargo, la aparente abstracción de los procesos que se lleva a cabo una IA, implica un problema complejo relacionado con la opacidad respecto al trabajo humano detrás del funcionamiento de las RN generativas.

## 4.4.2 Infoproducción y labor humana: detrás de la magia de la automatización

Si se analiza el funcionamiento de los sistemas de IA que comienzan a integrarse a la producción de diseño, un rasgo importante que he buscado destacar a lo largo de líneas anteriores es el lugar de las descripciones verbales de los artefactos a diseñar. La enunciación verbal –sea en forma de un *brief* de diseño como en el caso de sistemas como Nikolay Ironov y Looka, o a manera de un *prompt* como en el caso de DALL-E o Midjourney– detona el trabajo de procesamiento de los modelos de RN que hacen funcionar a estas tecnologías. Aquí resulta relevante situar al lenguaje

como fuente de aprendizaje para los modelos de visión automatizada. Este modo de aprendizaje ha tenido una gran influencia en los modelos generativos, entre los cuales destacan aquellos que producen imágenes desde descripciones como aquellos que han sido de interés a lo largo del capítulo. A las redes que son de interés aquí se les conoce como sistemas de procesamiento de lenguaje natural (o NLP, por sus siglas en inglés), y para su desarrollo se tomaron en cuenta conocimientos surgidos del estudio del lenguaje y de su procesamiento automático.

La producción de imágenes de forma automatizada comenzó a cobrar una relevancia desde los últimos años de la década de 2010, sobre todo con el lanzamiento de modelos como DALL-E, GLIDE y CLIP —entre los más visibilizados—, mismo que generaron gran revuelo en el campo de la IA. Sin embargo, como señalo en el primer capítulo cabe recordar que uno de los mayores avances en el campo de la IA que ha hecho posible el desarrollo de este tipo de modelos generativos es justo el procesamiento de texto y el lenguaje natural. Me parece en suma relevante señalar este fenómeno dado que la formalización, sobre todo en relación lo relacionado a la verbalización es una temática de interés central para la presente investigación.

En esta dirección, Radford, Kim, Hallacy, Ramesh y Goh (2021) señalan que el desarrollo de modelos capaces de aprender desde imágenes de manera exclusiva tuvo grandes limitaciones en un inicio debido a lo complejo que resultaba la configuración de categorías. Dicha circunstancia llevó a la conclusión de que era necesario contar con *datasets* donde las imágenes estuvieran acompañadas por descripciones textuales, lo cual ampliaría la capacidad de la red para distinguir y clasificar los distintos elementos al interior cada una. Para que las RN logren un desarrollo significativo, el entrenamiento debe considerar miles o millones de imágenes, cuyo etiquetado en condiciones de laboratorio resultaba poco natural y limitado. En consecuencia, “aprender directamente del texto sin procesar sobre las imágenes [constituyó] una alternativa prometedora que aprovecha[ría] una fuente de supervisión mucho más amplia” (Radford et al., 2021, p. 1) —con “supervisión” se hace alusión al texto con respecto al cual un modelo cataloga a los elementos que componen a una imagen—. La amplitud necesaria, se encontró en un inicio en las imágenes disponibles en la red, en particular en plataformas donde las personas cargan sus imágenes acompañadas de descripciones verbales, como el caso de Flickr.

Como señalo, diversos *datasets* con los que se entrenan los modelos de ML suelen provenir de bancos de datos de acceso público en Internet, y son resultado del trabajo no monetizado de millones de “prosumidores” u organizaciones. Se puede traer

a la discusión el ejemplo del *dataset* MS COCO (acrónimo para *Microsoft Common Objects in Context*), que ha sido importante para el desarrollo de modelos de reconocimiento de imágenes. Éste se compone de 2.5 millones de imágenes con un peso de 328kb (Lin et al., 2014). Para su configuración, se eligieron categorías a través de búsquedas en plataformas como Google o Bing, además de lo cual se sumaron imágenes provenientes de la plataforma Flickr, de las que se aprovechó la metadata y las palabras clave, información que constituyó una valiosa fuente de “relaciones contextuales entre objetos” (Lin et al., 2014, p. 744). Otro aspecto que quisiera visibilizar del proceso de construcción de *datasets* como es la necesidad que existe de recurrir al mercado de *crowdsourcing*.

Como se sabe, el *crowdsourcing* es un modelo de colaboración consolidado en años recientes gracias a la conectividad que permite el Internet, y que consiste en la oferta de determinados proyectos a una comunidad de colaboradores independientes bajo demanda. Este modelo de trabajo ha causado polémica por las dinámicas de devaluación del trabajo que ha propiciado, ya que ofrece retribuciones económicas mínimas.<sup>17</sup> Entre los servicios para los cuales se recurre al *crowdsourcing* está justo la curaduría y etiquetado de *datasets*. En la gestión del proceso de etiquetado para el *dataset* MS COCO se involucró a la plataforma MTurk (*Amazon Mechanical Turk*) cuya utilidad, según el sitio de la empresa es que:

permite a las empresas aprovechar la inteligencia colectiva, las habilidades y los conocimientos de una fuerza laboral global para optimizar los procesos comerciales, aumentar la recopilación y el análisis de datos y acelerar el desarrollo del aprendizaje automático (Amazon Mechanical Turk, s. f.).

Entre los beneficios que se ofrecen al recurrir a MTurk están “optimizar la eficiencia”, “incrementar la flexibilidad” y “reducir costos”, este último punto al recurrir al pago de tareas específicas de recursos humanos temporales y bajo demanda (*Amazon Mechanical Turk*, s. f.). Este ejemplo es útil para visibilizar la labor que subyace a la creación de modelos de reconocimiento de imágenes que suelen ser de gran interés para diversas empresas que desarrollan modelos de procesamiento y generación de imágenes. La suite de Adobe Max 2018, es un ejemplo de cómo estos modelos se

<sup>17</sup> En 2023 se encuentran ofertas para trabajar en proyectos de entrenamiento de IA, en los que se pagan \$2 dólares la hora (julio de 2023). Otra plataforma que se dedica al reclutamiento masivo de trabajadores cognitivos que colaboran al entrenamiento de modelos es *Appen*, y que solicita empleados ya sea para tareas de mejoramiento de motores de búsqueda como de modelos de reconocimiento de imagen.

incorporan como herramientas a programas de diseño como un valor agregado, de gran atractivo para diseñadores que se ven frente a la oportunidad de reducir el tiempo de producción y edición de imágenes. A propósito de lo anterior y al profundizar en la discusión acerca de las lógicas del *software*, es necesario señalar que los programas que se presentan a los usuarios ocultan la labor que posibilita su funcionamiento, logrando perpetuar una dinámica que materializa un interés claro por mantener al código y los algoritmos como “cajas negras” con el objetivo de que las empresas de *software* puedan “proteger sus intereses” (Cox, 2013, p. 40).

A propósito de lo anterior, merece la pena recordar el comentario que hace Vilém Flusser (2017) acerca de los procesos de privatización que suele materializar la tecnología. En este sentido, las grandes compañías de *software* e IA se involucran en diversos tipos de “dinámicas de privatización de recursos públicos” (N. Rodríguez, 2008, p. 139), que son en sí mismos la cultura y el conocimiento general procesado digitalmente. Como un ejemplo importante para la investigación, se encuentran los algoritmos y códigos que se implementan para el desarrollo de modelos de IA incorporados a los programas de patente como aquellos que integran la suite de Adobe, o con los que se desarrollan modelos generativos como los que hacen funcionar a Nikolay Ironov y LOOKA. Muchos de los conocimientos necesarios están disponibles en múltiples repositorios y sitios en Internet, donde desarrolladores comparten documentación y ejemplos de uso de diversos modelos de IA. Además existen numerosos foros y tutoriales donde personas que conocen sobre lenguajes de programación o IA ofrecen ayuda de forma desinteresada para la implementación de dichos modelos.<sup>18</sup> Incluso se pueden encontrar a disposición del público general los artículos donde se presentan los avances en el desarrollo de este campo y en los que se habla de los componentes de los modelos, su funcionamiento, así como de tecnologías asociadas. Las grandes empresas de *software* retoman estos conocimientos, ocultándolos y lucrando con un producto cuyos códigos permanecen en “modo protegido” (Kittler 2013).

Dicho ocultamiento se articula con la inmediatez que manifiesta la operación de la IA mediada por interfaces como los sitios *web* de las empresas que ofertan diseño automatizado, o la plataforma de Discord en el caso de Midjourney, lo cual trae consigo un aura de magia que, como pretendo señalar, perpetua un fenómeno que

<sup>18</sup> En la siguiente liga se pude acceder al sitio del grupo *TensorFlow*, que ofrece la oportunidad de aprender el funcionamiento del aprendizaje profundo y pone a disposición del público múltiples recursos para el aprendizaje: <https://www.tensorflow.org/about?hl=es-419>

ya se venía dando con el *software*. En esta dirección, Florian Cramer señala que como característica general “las practicas de magia en sí tiendan a velar su naturaleza técnica y formal, entretejiéndose con la semántica de los objetos y sujetos que intentan afectar” (Cramer, 2005, p. 18). El recorrido previo permite vislumbrar la labor y los cálculos detrás del funcionamiento de tecnologías con las cuales logra sustituirse el involucramiento de diseñadores humanos en la configuración de artefactos visuales, es decir su “naturaleza técnica”.

De forma paralela, la serie de fenómenos que trato en las líneas anteriores se ven acompañados por discursos que se van configurando alrededor de la operación de los modelos de RN generativos. Mi propuesta en los siguientes puntos es reconocer cómo estos discursos comienzan a modelar la manera en que se comprende a la práctica del diseño. En adelante, me interesa rescatar una serie de posturas y aproximaciones que, propongo, revelan ideas pre-concebidas, miedos e instituciones que participan en la configuración del vínculo entre diseñadores y la IA que se comienza a entretejerse. En las siguientes líneas elaboro una discusión de diversas temáticas que, durante el proceso de investigación, han surgido como relevantes en este sentido.

### 4.4.3 Discursos en torno a la distinción diseñador/inteligencia artificial

Un rasgo notable que identifiqué en los discursos que se dan en el fenómeno de integración de la IA a los procesos de configuración de artefactos visuales es la manera en que se confronta al ser humano con respecto a las máquinas. En este apartado, me interesa mapear una serie de temáticas que se dieron de forma reiterativa a lo largo de la investigación, por lo cual me parecieron sintomáticas del escenario que plantea la integración de la IA a una dimensión de la vida humana como es el diseño.

En concordancia, ya en el capítulo anterior pudo reconocerse que existen una serie de ventajas percibidas en la integración del *software* a la práctica del diseño. A pesar de los posibles miedos al respecto de la disminución de la labor del diseñador, como

opinión general se manifestó una tendencia por reconocer el valor del *software* como herramienta capaz de disminuir el trabajo necesario para la configuración de artefactos visuales. A diferencia del *software*, actualmente la IA minimiza casi en su totalidad el trabajo de un diseñador, por lo menos en lo que respecta a la configuración en sí misma de un artefacto visual.

De tal manera, en las siguientes líneas se podrá observar la exaltación de una serie de ventajas entre las capacidades de la IA y el diseñador, con lo que se confrontan incluso una serie de rasgos humanos en su fundamento. Sin embargo, a lo largo de las siguientes líneas, busco reconocer que detrás de los discursos que rodean a la integración de la IA al proceso de diseño subyacen una serie de intereses, en particular monetarios, según los cuales resulta una ventaja disminuir los tiempos de producción, así como el costo detrás de la contratación de diseñadores. Lo anterior, sin embargo, se encuentra velado detrás de una serie de enunciaciones relacionadas con la eficiencia y la velocidad, valores que —como propongo visibilizar a lo largo de la investigación— animan las búsquedas relacionadas con la automatización y la codificación del diseño.

## Capacidad de procesamiento

Entre las ventajas que se resaltan del uso de IA para la configuración de artefactos visuales destaca la enorme diferencia entre la capacidad de procesamiento de una máquina y un ser humano. Para ilustrar el panorama en el que puede situarse a esta distinción, se puede retomar la opinión del informático y matemático John von Neumann, quien hacia 1950 afirmaba que los sistemas computacionales ayudaban a aumentar la eficiencia, la velocidad y la economía de diferentes procesos productivos y de toma de decisiones debido a que se basan en un sistema lógico que, a diferencia del humano, se reduce a la distinción entre sí y no como posibles respuestas. Von Neumann, incluso llegó a situar la presencia humana en la automatización como una desventaja por los costos de procesamiento que implicaba convertir los resultados del cálculo computacional “en términos humanos” (von Neumann, 1963). Además, el autor en su momento cuestionó el interés detrás de la producción de sistemas cada vez más rápidos y con mayor capacidad, si tanto los *inputs* como los *outputs* se encontrarían en algún momento con la poca velocidad de procesamiento —es decir, comprensión e interpretación— de un ser humano.

Dado al “carácter creativo” de la práctica, exaltar la capacidad de las máquinas en contraposición a la de los seres humano fue una opinión que por buen tiempo permaneció lejos del campo del diseño. Una muestra de la distancia que se veía entre el avance de las tecnologías comutacionales y la automatización del diseño se puede ver en Bonsiepe, quien para finales de 1970 reconocía que al tratarse de una actividad que terminaba concretándose en un artefacto físico no predefinido, el diseño era una actividad difícil de simular por medios informáticos. Según su perspectiva, era imposible que “programas para calculadoras electrónicas” (Bonsiepe, 1978, p. 154) —término con el que se refería a las computadoras— sustituyeran al ser humano en la realización de actividades como el dibujo y otras técnicas de representación. Aquí resalto cómo Bonsiepe señala a la configuración misma de artefactos visuales la imposibilidad de automatización. En el momento en que el teórico avanza estos comentarios la mayoría de las computadoras se implementaban en actividades relacionadas con el cálculo y el control mecánico casi de manera exclusiva. El día de hoy, el desarrollo en las ciencias de la computación y de máquinas con mayores capacidades lleva a replantear el “poder del cálculo” y las matemáticas como motor de la producción gráfica, al sostener el funcionamiento tanto del *software* de diseño como el de las RN generativas.

Por su parte, como cito en el segundo capítulo hacia la década de 1990 el diseñador y teórico Christopher Jones aventuraba una reflexión acerca de qué partes del proceso de diseño podrían llegar a ser automatizadas. El autor hizo énfasis en que la búsqueda de soluciones y variables entre el vasto número de posibilidades y propuestas que se generan en el proceso de diseño constituían tareas en las que una computadora difícilmente podría sustituir al ser humano, esto “dado que el programa de computadora necesitaría conocimiento previo de objetivos y criterios de selección, mismos que dependen a su vez de las alternativas disponibles” (Jones, 1992, p. 55). Como se puede notar, la situación que se vive 30 años más tarde cambia el campo de posibilidad de forma crítica dado el poder de procesamiento de información del que esa capaz una computadora, y por lo cual se ha delegado la toma de múltiples decisiones a diversos sistemas informáticos. Por una parte, lo anterior se logra gracias a los avances en el *hardware* y a la acumulación de cantidades masivas de información digitalizada y aquella crean diariamente por millones de personas al rededor del mundo desde hace varias décadas, datos difícilmente gestionables por un ser humano. En cambio, modelos de IA como los que traigo a la discusión se han producido justo con el objetivo de aprender detectando patrones, generando categorías, organizando información al analizar millones de imágenes y archivos.

El problema del manejo de cantidades masivas de información ya había sido considerado de forma previa como preocupación en el campo del diseño grafico. En este sentido, los métodos de diseño se han planteado, en parte, con el objetivo posibilitar una mejor gestión de la información que se integra en la parte de investigación de un proyecto. En Ulm, por ejemplo, se implicaron métodos objetivos y sistémicos en la recolección y el procesamiento de información para producir un artefacto, aproximación que se relacionó de forma estrecha con principios como la estandarización y la producción en masa (Neves, 2013). Así, brindar herramientas y estrategias para la selección y uso deliberado de datos fue prioridad al reconocer la utilidad que tiene aproximarse a un problema y comprender sus lógicas de forma previa a la elaboración de soluciones. Lo anterior sería útil para enfrentarse a “las dificultades técnicas de comprender toda la información necesaria” para llevar a cabo una propuesta de diseño, lo cual podría llegar a estar “fuera de control, y fuera del alcance de un solo individuo” (Alexander, 1973, p. 4).

De forma posterior, cuando se incorporan a la práctica del diseño las computadoras y el *software* comenzaron a ocupar un lugar importante en los procesos de integración de la información. Incluso, la cantidad de información que podía almacenarse y recuperarse a partir de las computadoras en relación con la eficiencia que mostraban llegó a ser motivo de preocupación:

Las computadoras son extraordinariamente hábiles para almacenar información, pero la tasa actual de su acumulación está haciendo que la extracción de conocimiento de estos enormes bancos de datos sea una tarea aterradora. La información sin procesar se vuelve significativa solo cuando podemos acceder a ella de manera integral (Licko & Vanderlans, 1989, p. 1).

La IA, con sus complejos procesos de análisis y clasificación de datos, automatiza –acelerando y aumentando– la capacidad de procesar información a través de estrategias valoradas de forma previa para la práctica racional del diseño: el fraccionamiento –o discretización–, la organización y simplificación –reducción de la variedad (Bonsiepe, 1978)–, la identificación de patrones (Alexander 1973). Lo anterior, debido a cómo estos sistemas analizan una serie de datos de manera que puedan estar disponibles para su uso en cualquier parte del proceso de diseño. La mecanización de dichos procesos con base en la codificación en términos matemáticos y el cálculo, suele resultar en la atribución de una gran eficiencia y capacidades exaltadas a la IA. Como describo al hablar de la forma de trabajo de estos modelos, los algoritmos

constituyen “el material constructivo o la entidad abstracta que permite el diseño automatizado” (Parisi, 2013, p. xii), cuyo funcionamiento, en articulación con la infraestructura cada vez más avanzada de *hardware*, permiten un cálculo en apariencia infinito de variantes y posibilidades.

Como sintomático de esta situación me parece importante mencionar que el modelo GPT-3, implementado en la generación de textos que imitan la redacción humana –del cual se desprende DALL-E–, fue motivo de una discusión acerca de las posibles implicaciones éticas que se desprendían del uso de un sistema que generara textos de una calidad difícilmente diferenciable de un texto producido por un ser humano. En el campo del diseño, este es justo uno de los puntos de comparación entre la capacidad de generación de propuestas de un ser humano y sistemas como Midjourney, capaz de producir 4 versiones de un artefacto solicitado en tiempos de alrededor de un minuto. En el caso de Nikolay Ironov, cuando se habla acerca de las ventajas de su integración como parte del equipo de diseño, se resalta la capacidad que tiene de realizar decenas de propuestas en tiempos mínimos. Como resalta en estos discursos, aunado a la gran capacidad de procesamiento de la IA, la velocidad de producción de artefactos visuales es otro de los discursos que suelen sobresalir cuando se confrontan las capacidades humanas con respecto a la de la IA, punto que me interesa desarrollar en las siguientes líneas.

## Velocidad

Las RN son un ejemplo de cómo la compresión y codificación de grandes cantidades de información resultan en la aceleración de los tiempos de procesamiento. En este sentido, me interesa recalcar que la búsqueda por acelerar los procesos de diseño constituye una preocupación, tanto en la dimensión práctica como conceptual, que no se limita a la incorporación de diversos tipos de tecnologías computacionales. Un rasgo a notar aquí, es que el aumento de la velocidad como resultado de la búsqueda de eficiencia es una característica que acompaña al desarrollo tecnológico en general. Dada la argumentación que presento hasta ahora, ubico que la atribución de valor a la aceleración de los procesos de diseño es un fenómeno que subyace al planteamiento de diversas estrategias y artefactos que analizo a lo largo de la discusión.

Como ejemplo, en el segundo capítulo identifico que la reducción de tiempos en el proceso de diseño se considera como una de las ventajas que trae consigo el tener

como guía una serie de directrices y parámetros de referencia definidos desde un método. La economía del tiempo es un incentivo relevante en la búsqueda de analizar información así como de exteriorizar y codificar –de manera racional y lógica– una serie de procedimientos que se integran al proceso de diseño. De esta manera, al no repetir pasos, al prevenir posibles errores, al rastrear de forma ágil decisiones tomadas y acciones realizadas, entre otras ventajas, se pretende una reducción de costos materiales, y de forma importante, acelerar el proceso de diseño. En esta dirección, en las reflexiones de Chris Jones acerca de los métodos de diseño en el texto *Design Methods*, se manifiesta de forma reiterada que la proposición de estrategias pre-planeadas –es decir de pasos predefinidos– ayuda entre otras cosas a eficientar y acelerar la producción de *outputs*. Como ejemplo puntual de la postura de Jones, cito la ventaja que observa en estrategias como el *brainstorming*,preciado en los procesos de ideación por el “bien recibido aumento en la velocidad con la que pueden generarse los datos relevantes para el problema de diseño en los primeros pasos, cuando la estructura del problema no ha sido percibida o transformada” (Jones, 1992, p. 48).

De igual manera, según lo que abordé en el apartado dedicado al análisis del papel de las computadoras y el *software* en el diseño, la velocidad es una ventaja relevante que se observa en el uso de estas tecnologías. En la década de 1980, numerosos diseñadores comenzaron a aprender a usar herramientas como Page Maker, Page Stream, o Illustrator, cuando de manera previa cada artefacto visual llevaba un proceso manual, largo, que en muchas ocasiones involucraba a varias personas. En consecuencia, quienes vivieron la transición de la producción manual a la digital valoraron en gran medida la posibilidad que el uso del *software* trajo para abreviar el tiempo de producción de ilustraciones, anuncios, maquetas de libros o revistas, entre otros. Algunos de los pioneros en el desarrollo y uso de las tecnologías digitales para el diseño expresan la maravilla con la que vieron los cambios suceder de manera instantánea frente a sus ojos, los múltiples pasos que pudieron ahorrarse en la preparación de un layout, el acomodo tipográfico, entre otras muchas ventajas (Adobe Creative Cloud, 2014). Como muestra, Gordon y Gordon (2005) ponen de relieve las virtudes de la producción de diseño a través de medios digitales con respecto a aquellos analógicos, sobre todo en procesos en los que prima ahorrar tiempo, ya que: a) se abre la posibilidad de hacer un número mayor de pruebas y propuestas, b) la corrección de errores se vuelve inmediata y sencilla, c) es posible duplicar archivos, plantillas o trazos para su reuso, por nombrar algunas.

En este sentido, resalto como un fenómeno particular que se comprenda que es más fácil buscar que los ahorros de tiempo recaigan en el proceso mismo de diseño, ya

que en cambio, los tiempos de producción material —como la impresión por ejemplo— difícilmente pueden acortarse, a reserva de la elasticidad que puede lograr una empresa de producción con el fin de cerrar una venta. Esta situación se modifica también en medida en que surgen nuevas tecnologías para la producción material de artefactos, como el DTP (*Direct To Press*), la impresión digital en general, entre otros.

En este sentido, Norberto Chaves problematiza el valor de la velocidad en relación a la producción de diseño a través de la siguiente afirmación: “la velocidad es una cualidad sin signo: sólo se carga de valor por el valor social de sus efectos” (Chaves, 2001, p. 123). Así, cabe cuestionar el imaginario social que sostiene la idea de que “más rápido es mejor”, y sobre todo, visibilizar los intereses económicos que promueven dicho paradigma. Esta idea afecta de manera crítica a la producción de diseño en razón de la expectativa y cambios en el valor que trae consigo la disminución de tiempos en la ideación y configuración de artefactos visuales. Al cuestionar la percepción del valor del diseño en relación a la velocidad, Chavez propone una situación ideal en la que la disminución de tiempos de producción que se logra con el uso de tecnologías digitales podría traducirse en un tiempo invertido en la ideación de “soluciones con mayor valor agregado” y con ello, alcanzar un “aumento en la calidad del producto final” (Chaves, 2001, p. 124). Sin embargo, como busco problematizar existen una serie de expectativas que recaen en quien diseña, quien se ve obligado a ofrecer tiempos de producción mínimos pero al cuidar un equilibrio que evite que su trabajo sea considerado “demasiado fácil”.

Las dinámicas de mercado en la actualidad y lo que el autor designa como los “mecanismos de “calentamiento” de la economía, (Chaves, 2001, p. 124) resultan factores críticos que se vinculan con la búsqueda del aumento y aceleración del consumo. Dicho escenario se complejiza a partir de la acción de las RN, dado que según sus lógicas y funcionamiento facilitan procesos de definición, discretización y movilización de información de forma acelerada y masiva. En consecuencia, la velocidad es uno de los atributos más atractivos que se resaltan de la producción de artefactos visuales con IA. Se tiene el ejemplo de la descripción del proceso a través de la plataforma Looka: “Haz un diseño en minutos. Olvida buscar genéricos. El *software* de Looka funciona con Inteligencia Artificial para crear un logotipo que coincida con su visión” (*Free Logo Maker & Intelligent Brand Designer*, s. f.). En sintonía con ello, Sergey Kulinkovich destaca que uno de los atributos más relevantes de Ironov es la velocidad con que logra producir decenas de propuestas de una amplia variedad de artefactos, desde logos, hasta iconos y *banners* para diferentes propósitos. El diseñador y desarrollador contrapone esta característica respecto a la capacidad de un ser humano, para quien producir tal cantidad de propuestas “sería inalcanzable” (Kulinkovich, 2020).

Lo anterior deriva en una percepción paradójica en cuanto al valor de la velocidad de producción que se esperan de un diseñador humano con respecto a las RN. Por una parte, a través del uso de una plataforma de diseño automatizado o de una IA se espera poder producir un gran número de artefactos en muy poco tiempo, lo cual es visto como una ventaja de una máquina sobre un ser humano e incluso es un rasgo que se ofrece como valor agregado en los argumentos de venta del servicio de diseño con el uso de este tipo de tecnologías. Sin embargo, a diario, el diseñador humano, se ve ante el constante cuestionamiento que trae consigo la percepción de su trabajo como algo que puede hacerse de manera “demasiado rápida”, lo cual puede llegar a ser motivo para cuestionar su valor. A este tipo de confrontaciones se suma el problema de la creatividad, misma que se manifiesta como temática que se suma a las distinciones que en el presente escenario se manifiesta como críticas para la disciplina del diseño.

## Creatividad

En el campo del diseño, conceptualizar la creatividad ha sido una tarea compleja. Durante la investigación –en concreto al analizar los discursos presentes en diversos momentos del proceso de legitimación del diseño como disciplina– me fue posible identificar posturas antagónicas, entre las cuales por una parte se defiende a la creatividad como una facultad humana y una aptitud indispensable para la actividad del diseño, y por otra se manifiesta una inclinación por denunciar el carácter mitificado de la creatividad, al resaltarse la necesidad de recurrir a la racionalidad para producir artefactos visuales eficientes y de manera fundamentada. En este punto, discuto acerca de esta problemática, en específico al señalar los matices que adquiere en presencia de sistemas que automatizan el proceso de configuración de imágenes, ya sea en parte o por completo. Entre los puntos que me interesa abordar están los cambios identificables en el lugar que se da a la creatividad en las aproximaciones a la conceptualización del diseño. De forma complementaria, ubico cómo la presencia de las computadoras y la IA implica nuevos paradigmas que transforman la manera en que se entiende qué significa ser creativo.

Para iniciar, reconozco que en los procesos de transformación de las posturas entre Bauhaus y la escuela de Ulm se presenta un caso interesante para analizar las diversas concepciones que ha tenido la creatividad en el ámbito del diseño. Como señalé en el segundo capítulo, se dio un cambio de paradigma en Bauhaus, según el cual, atributos como la expresión y la subjetividad perdieron valor con respecto a

la racionalidad y la capacidad de análisis. Lo anterior queda de manifiesto al tomar en cuenta la orientación que seguía Johannes Itten, quien como académico en los primeros años de Bauhaus planificó un curso fundacional de seis meses donde se revisaban principios de diseño y se llevaban a cabo diversas técnicas de “liberación de la creatividad innata de los estudiantes” (Eskilson, 2012, p. 217). Con dicho objetivo y como creyente de que el arte era una actividad espiritual, Itten acudió a recursos pedagógicos no convencionales, como ejercicios físicos y de respiración. Como señalé también, esta concepción cambió al involucrarse una perspectiva científica bajo la tutela de académicos y artistas como Walter Gropius, quien señaló que recurrir a la inspiración y la creatividad constituía una limitante a la hora de plantear un diseño. En Ulm, la anterior situación se exacerbó con la influencia de diversos avances tecnológicos y científicos –en especial desde las ciencias aplicadas y la informática–. Como señala el exalumno de Ulm, Klaus Krippendorf, en dicha escuela “las expresiones de sentimientos fueron tachadas como insuficientes” (Krippendorf, 2008, p. 6). Por tanto, se buscó marcar una distinción con respecto a las escuelas de arte y las prácticas más comerciales del diseño al implicarse una serie de terminologías y métodos propios del funcionalismo.

De igual modo, se ven surgir en diversos momentos posturas antagónicas respecto al lugar de la subjetividad en el proceso de diseño. Según Meggs y Purvis, por ejemplo, Joseph Müller-Brockmann buscó “una forma absoluta y universal de expresión gráfica través de una presentación objetiva e impersonal para comunicarse con el público, sin interferencia de los sentimientos subjetivos del diseñador ni de sus técnicas propagandísticas de persuasión” (Meggs & Purvis, 2009, p. 364). De forma similar, en búsqueda de analizar la dimensión técnica del diseño y situar a la práctica lejos de una dimensión exclusivamente estética, Alejandro Tapia reconoce la poca pertinencia de:

reducir el pensamiento para la invención a la simple idea de creatividad, pues si la responsabilidad y características de una práctica tecnológica se reducen al instante creativo, poco tiene que hacer una noción como el diseño en el marco de una competencia social como la nuestra (Tapia, 2004, p. 29).

En la postura de Tapia, la creatividad podría constituir un atributo insuficiente que reduciría la relevancia de una práctica del diseño que la tiene como justificación exclusiva. De manera que, como lo discuto en el segundo capítulo, el estatuto de diversas partes del proceso de diseño como “cajas negras” se entiende como problemático, ya que su lugar en la propuesta de soluciones resulta en un proceso opaco

y poco explicable. Según Mark Roxburg (2006), ante la necesidad de contrarrestar esta circunstancia con la propuesta de métodos de diseño se comenzó a dar mayor relevancia a los procesos analíticos y sintéticos en la práctica y reflexión del diseño, más que a los “inspirados”. Algo importante a señalar en este sentido es que justo el análisis y la descripción propias de la propuesta de métodos involucran prácticas de inscripción con las que se busca descifrar dimensiones de la práctica del diseño.

Por ello, cabe recordar que una de las ideas que animó muchos de los desarrollos de la IA en sus inicios, fue pensar que la descripción de alguna manifestación de inteligencia lo más detallada posible la haría susceptible de ser codificada y simulada por una máquina (Moor 2006, en Waelder 2022). De ahí la importancia de recuperar y analizar la problemática de artefactos como los métodos de diseño. En su carácter como inscripciones, los métodos de diseño señalan ya una tendencia importante que se articula con una serie de transformaciones del pensamiento de acuerdo con el funcionamiento de sistemas como las RN. Para comprender a qué hago referencia retomo el trabajo teórico de Max Bense, académico de Ulm que ha sido relevante en diversos puntos de la discusión. En su opinión, campos del conocimiento como la computación y las ciencias de la información facilitan nuevos conceptos y perspectivas de aproximación a la comprensión de la creatividad, dado que permiten

interpretar el intelecto y la originalidad con la ayuda de los conceptos de redundancia e información, la racionalidad que le corresponde aparece tanto como una racionalidad de hacer como de reconocer, y se hace cada vez más evidente que en el marco de una civilización técnica, al menos en principio, no existe una diferencia esencial entre la productividad científica y la artística (Bense 1960, 15).

Considero que el caso de Bense es importante para la investigación por la relación que su perspectiva encuentra con el momento actual que vive el diseño, sobre todo en presencia de la IA. Su propuesta de aproximación estética basada en las teorías de la información preconizó muchos de los fenómenos actuales en los que se involucra el procesamiento de cantidades masivas de información, la minería de datos y la posibilidad que estas operaciones abren para la automatización de diversas capacidades humanas. De tal manera, el teórico ya planteaba una estética de carácter informacional, según la cual el proceso creativo se vuelve comprensible y definible a partir de su descripción estadística (Bense, 1960). La postura de Bense, resuena el día de hoy con la manera en que Kulinkovich, al hablar sobre el escenario que ubican los modelos de RN como Ironov, manifiesta que

Aquello que llamamos creatividad, en muchos casos solo se trata de complejidad, y si solo se pasa suficiente tiempo aislando cada uno de los componentes de la creatividad, en algún momento podrás descifrar cómo funciona la magia. También se volvió claro que aquello en que un humano creativo invierte la mayor parte del tiempo puede ser automatizado de manera efectiva. Esto hace posible liberar al ser humano de la rutina, algo que antes solía ser una parte del proceso creativo (Kulinkovich, 2020).

Como ya había señalado al hablar de la magia en la discusión acerca del funcionamiento del *software*, ésta se puede identificar como una noción que funciona al encontrarse frente a procesos de “caja negra” y cuyo funcionamiento permanece velado. Cuando Kulinkovich pone el dedo sobre el renglón acerca de la descifrabilidad de la magia, se puede reconocer un cambio de paradigma en el que ubico una influencia importante proveniente de los desarrollos de la informática y la IA. Lo anterior, por cómo se ha emulado y en muchos casos superado las capacidades de la inteligencia humana sobre la base de cálculos, axiomas y algoritmos. La tonalidad del comentario que el desarrollador hace acerca de la descifrabilidad de la creatividad, resuena con el enunciado propuesto por Larry Tesler, según el cual, “una vez programada determinada función mental, la gente deja muy pronto de considerarla un ingrediente esencial del pensamiento real” (en Hofstadter 1982, 710).

En este sentido, propongo visibilizar que el caso de los métodos de diseño como artefactos en los que se inscribe y codifica el proceso de diseño resulta un tema contradictorio, ya que además de la utilidad que se ha visto en su implementación para guiar y fundamentar la práctica se les ha visto también como limitantes para la creatividad. En consecuencia, se puede traer a la discusión a Horst Rittel quien propone que los métodos pueden dificultar el proceso de diseño al requerir una reflexividad que se contrapone a la “inocencia” e “ingenuidad” [*naivete*], que resultan indispensables para diseñar (1971, p. 16). A su vez, el problema que se observa en los métodos se vincula con una dinámica que denuncia Krippendorff (2009) al respecto de los paradigmas de conocimiento que denomina llama “naturalistas”. Según su perspectiva, la dinámica propia de los ejercicios de observación racional de las prácticas culturales como objeto de estudio, implica establecer una serie de mecanismos para describir su funcionamiento para explicar y formalizar, tanto las dinámicas como las variables que las componen. Como resultado, se acaba tratando con objetos cuyo papel se pone en relación a dichas explicaciones dentro de sistemas delimitados de conocimiento. Situándose desde este marco epistémico, al proponer métodos de diseño se espera que funcionen como una serie de instrucciones pre-

vistas, en un ejercicio que de una u otra manera se circunscribe a dicho paradigma naturalista. Sobre lo anterior, Krämer (2018) hace la anotación acerca de la “carencia de espíritu” que se espera de prácticas como el diseño, en las que pretende alcanzarse la objetividad y la racionalidad según ejercicios de reflexión racionales.

Me parece importante retomar la reflexión de Krämer, dado que posibilita hacer una lectura acerca de cómo las posturas que abogan por el abandono de la subjetividad en pos de la racionalidad y la objetividad, constituyen materializaciones de una transformación al respecto de la forma en que se comprende qué es diseñar. Son numerosos los ejemplos útiles para visibilizar la inclinación que esta transformación sigue. Se tiene, por ejemplo, el comentario que lleva a cabo Jorge Frascara acerca de cómo quien diseña ha de fungir como un intérprete, para lo cual debe borrar toda marca personal así como todo rasgo autoexpresivo en vías de lograr una comunicación efectiva (Frascara, 2000). Por su parte, cuando Kosovichev –al hablar del funcionamiento de Ironov– plantea que una máquina no necesita “darle vueltas al cuarto” (Art. Lebedev Studio, 2020) en búsqueda de inspiración, alude a una imagen común, de un diseñador en soledad resolviendo un problema de diseño, en espera de conjeturar una propuesta. Dicha espera, corresponde a los procesos de caja negra, aquellos propios de la “transformación intelectual y creativa” y la “organización de los elementos” como producto de un “trabajo lógico” (Costa, 1998, p. 63), mismos que, para teóricos como Costa, constituyen aquello que de foma paradójica marca la diferencia en la creación de imágenes entre un ser humano y un sistema automatizado.

Considero que los discursos que traigo a la discusión en este apartado constituyen casos importantes por la manera en que apuntan hacia una despersonalización, al respecto de la cual me interesa discutir, por lo que quisiera poner el dedo sobre el renglón acerca del rasgo humano inherente a la concepción misma de creatividad, lo anterior debido a que la presencia de las máquinas incide en este aspecto de manera importante. Es frecuente que la creatividad se relacione con diversos rasgos que definen a lo humano como tal, involucrando de manera importante la dimensión subjetiva. En este sentido, y como ejemplo en lo que concierne al diseño, Bonsiepe (1978) alude a que el miedo y las inhibiciones constituyen prisiones para la imaginación, liberarse de esta ayudaría al desarrollo de diversas alternativas en el proceso proyectual.

De forma irónica, es justamente esta dimensión humana y subjetiva a la que alude Kulinkovich al resaltar las ventajas de la máquina con respecto al diseñador. Como

señala, Ironov tiene una gran capacidad de innovación debido a que “no tiene miedo de ser criticado”, no tiene una inclinación a su propio estilo y tampoco “tiene bloqueos artísticos”—además de poder trabajar 24 horas al día y no enfermarse— (Kulinkovich, 2020). Me parece interesante además el comentario que hace Kosovichev acerca de cómo la creatividad de Ironov resulta “infinita” en medida en que está libre de limitaciones. Como se puede observar, en esta discusión se manifiestan diversos discursos que apuntan hacia los beneficios de la mecanización como estrategia para superar las limitaciones que caracterizan a los seres humanos. A raíz de lo anterior, un aspecto que hay que reconocer es el propósito cultural que ha cumplido la noción de creatividad.

Junto con el lenguaje, por mucho tiempo, la creatividad ha sido uno de los atributos desde los cuales el ser humano ha buscado diferenciarse de una diversidad de agentes —principalmente animales no-humanos— y de manera particular ha sido una aptitud inherente a las prácticas relacionadas con el arte. Así, el filósofo Tristan Garcia (2014), incluye a la creatividad entre las propiedades que designa como sustanciales, fundamentales en medida en que sirven como distintivas de la condición humana. Uno de los puntos que toca el autor en su reflexión, y que me parece relevante para la investigación, es la manera en que por mucho tiempo las máquinas sirvieron como punto de referencia el distinción que establecía la humanidad con respecto de los animales no humanos —“los humano no son animales por que son más cercanos a las máquinas”—. Sin embargo, según el desarrollo de las máquinas al día de hoy en suma a diversos hallazgos en el campo de la etología<sup>19</sup> desde mediados del s. XX, se ha encontrado una mayor equivalencia entre diversas facultades cognitivas y otras capacidades entre animales no-humanos y la IA con respecto a las humanas. En este sentido, Garcia explica que la búsqueda por desarrollar autómatas y la inquietud por enseñar lenguaje a otros primates, pueden entenderse como la manifestación de una inquietud humana por “construir una identidad de humanos como creadores” (Garcia, 2014, p. 234).

De esta manera, más allá de tratar de responder si el funcionamiento de las RN puede considerarse como creatividad, me parece importante explorar cómo la IA interpela a esta noción como rasgo propio de lo humano, y con ello visibilizar los discursos y las alternativas de aproximación que se ven surgir. En concordancia con lo anterior y a partir de las pregunta y temas que retomo, autores como Florian

<sup>19</sup> Rama de la ciencia que estudia el comportamiento y estructuras sociales de las especies de animales no-humanas.

Cramer (2005) plantean que más allá de buscar responder si los algoritmos sustituirán a la creatividad humana o la cognición, una discusión más relevante se centraría en el problema de la computación como fenómeno. Lo anterior, al pensar que la cuestión de si la computación reemplazará a la creatividad humana es solo una de las aristas de la compleja relación que en la actualidad se entreteje entre algoritmo y mente humana. Así, en el paso de una concepción de la creatividad en relación a la subjetividad a una comprensión en términos estadísticos—como lo planteó ya en su momento Bense—, se pone de manifiesto la influencia que las lógicas computacionales que caracterizan a las formas de procesamiento y significación del ML influyen en la comprensión del funcionamiento de la inteligencia y la creatividad humanas, tal cual se observa en el segundo capítulo al observar la relevancia de la informática en la teorización del diseño.

Un aspecto importante a resaltar en este sentido, son la serie de observaciones que surgen en el campo de la IA en años recientes, mismas que abren un campo de posibilidades que me parece necesario visibilizar. En su momento, Hofstadter (1982) ya adelantaba algunas preguntas acerca de la posibilidad de automatizar la creatividad, reconociendo que articulaba una serie de componentes mecánicos —aún ante la idea de que ésta fuera antagónica a la noción misma de mecanicidad—. Entre sus reflexiones, propone que existe un componente de la creatividad que no es mecanizable o computable: la arbitrariedad —o aleatoriedad—. Me parece necesario retomar esto para discutir acerca de la opacidad del funcionamiento de las RN hoy en día. El desconocimiento de cómo funcionan sistemas como Ironov constituye un caso que se inserta en una más amplia problemática actual que deviene del reconocimiento de que “el razonamiento deductivo no puede describir por completo lo que sucede en el pensamiento lógico de las máquinas” (Parisi, 2019b, p. 42). Este, considero, es un conflicto que se comparte con los diversos acercamientos a la descripción y caracterización del proceso de diseño o la creatividad, si se tiene en cuenta la dificultad que trae consigo explicar su funcionamiento.

Al respecto, Luciana Parisi (2022) retoma el trabajo que hace Alan Turing, en particular en lo relativo a la existencia de postulados no susceptibles de computarse, dado que a) “no podían simplificarse en pasos más pequeños”; o b) “porque el programa no podía conocerlos de antemano” (Parisi, 2019b, p. 41). La creatividad, en este sentido, constituye una noción que puede ponerse en relación a incomputabilidad, misma que ha sido relevante para el desarrollo de la IA en tiempos recientes. La concepción de la existencia de ámbitos fuera del alcance del razonamiento y el cálculo, ha dirigido el desarrollo de la IA hacia la exploración de modelos no deductivos

en los que el eje de distinción verdadero/falso no tiene cabida, y para los que se vuelve relevante, por el contrario, lidiar con la aleatoriedad y la indefinición. En esta dirección, considero que el trabajo de teóricas como Parisi con su propuesta de una “computación trascendental”, en conjunto con nuevas perspectivas al respecto de cómo entender la creatividad –como la noción de “creatividad no antropocéntrica” de Jan Lomann (2019)–, son referentes de un nuevo paradigma al cual prestar atención para re-pensar la noción de creatividad que se involucra en la conceptualización del diseño en la actualidad.

Con la reflexión que propongo hasta ahora he buscado cuestionar la noción de automatización que prima en las aproximaciones al respecto de la IA en el diseño, al identificar una serie de artefactos y prácticas que se han encaminado a la configuración del diseño como una práctica racional, y en particular, cada vez más eficiente. Un aspecto que resalta a lo largo de este recuento es el lugar de las tecnologías computacionales, no solo como herramientas para la configuración de artefactos visuales sino como paradigmas de la operación sistemática y el funcionamiento lógico. Los discursos que se ven surgir, de manera especial en estos últimos puntos, se ofrecen como sintomáticos de las transformaciones que se observan en la práctica y conceptualización del diseño según los diversos procesos de automatización que se viven en la actualidad.



# Conclusiones

Con el recorrido propuesto busqué visibilizar una serie de transformaciones en diversas prácticas y discursos en relación a la automatización del diseño gráfico. Como pretendí argumentar, en diferentes casos analizados se exaltan valores como la formalización, la ideación y la sistematización como relevantes en búsqueda de legitimar el valor y validez del diseño. Esta inclinación encuentra una estrecha relación con formas de procesamiento de información propias de los sistemas computacionales que automatizan la cognición humana, y cuyo desarrollo se apega a un paradigma para el cual la abstracción, la estructuración y la formalización son relevantes. Como está expuesto, diversas estrategias para hacer del diseño un proceso más eficiente – bajo la premisa de lograr objetividad en la propuesta de resultados y la reducción de los tiempos y costos requeridos– es posible encontrar la presencia diseminada de la computación y de procesos útiles para la automatización computacional. Seguir esta pista determinó la orientación general de la investigación.

Así, en la propuesta de investigación que desarrollé a lo largo del texto consideré ejes de discusión que se manifestaron como relevantes al tratar de entender el funcionamiento de los dispositivos y artefactos con los que se logra automatizar –ya sea de forma parcial o casi en su totalidad– la configuración de artefactos visuales en el campo del diseño gráfico. Mi planteamiento consistió en argumentar que

operaciones como la infoproducción, la abstracción computacional y el análisis estadístico son fundamentales para el desarrollo de este tipo de sistemas tecnológicos, lo anterior al reconocerlos como componentes relevantes de la problemática de la automatización del diseño.

Observar diversos ejercicios de infoproducción –es decir, de definición o implementación de parámetros y códigos– como relevantes en el desarrollo tecnológico encaminado a la automatización del diseño gráfico fue clave en la exploración acerca de esta problemática. De acuerdo con ello, se pone de manifiesto que artefactos como los métodos de diseño, las unidades de medida, los sistemas de color, entre otros, son resultado de diversas acciones de definición de parámetros, reglas, códigos y principios que a su vez expresan una percepción específica de cómo funciona o cómo sería ideal que funcionara el diseño.

Un rasgo que fue útil resaltar desde estos términos es que la sistematización y formalización del diseño desde un paradigma regido por la racionalización y el discurso científico logra resultados coincidentes con las lógicas del funcionamiento de las computadoras. Esta circunstancia se agrava además por la influencia que disciplinas como la cibernética, la lógica formal, las ciencias de la información y las matemáticas han tenido en la comprensión y legitimación del diseño en diversos momentos. El caso de diversos teóricos y docentes que formaron parte de la escuela de Ulm es clave en esta investigación por la trascendencia que encuentra en la forma en que se conceptualiza al diseño el día de hoy. En este sentido, destaca la manifiesta inclinación que se tuvo en Ulm por las formas de funcionamiento y las lógicas de las incipientes tecnologías computacionales de mediados del s. XX. Como ejemplo se ubica el caso de los métodos de diseño, que se manifiestan como resultado del involucramiento de la informática y sus principios analíticos como paradigmas de racionalidad y eficiencia tomados en cuenta para la sistematización del proceso de diseño.

Por su parte, tomar en cuenta el concepto de infoproducción me permitió analizar la relación entre procesamiento del lenguaje natural y la forma de aprendizaje de los modelos de IA generativos. La efectividad de un *prompt* en la solicitud de un artefacto visual recae en la posibilidad de que una RN establezca una conexión entre las palabras que componen la solicitud del usuario y lo que aprendió durante sus entrenamientos. Así, la descripción textual se vuelve necesaria en vías de reconocer y clasificar la información en los sistemas de IA –es decir para que estos logren atribuir sentido de forma semántica–.

Además, al pensar en acciones relacionadas con la abstracción computacional fue necesario revalorar la relevancia que ha tenido el discurso científico como paradigma de racionalidad que ofrece una serie de métodos y pautas con los cuales ha buscado legitimarse al diseño como práctica. Encontré que la aproximación racional, sistemática y lógica que persigue la ciencia, no solo sustenta la producción de éstas tecnologías, sino que es coincidente con los lenguajes y principios de la informática, y por tanto, con el funcionamiento de las computadoras. Es por ello que fue importante reflexionar en torno a la influencia que esta operación ha tenido no solo en la forma de configurar artefactos visuales, sino también en la conceptualización del diseño.

Aquí también resultó relevante para mi traer a la discusión el caso de la escuela de Ulm, ya que es un claro ejemplo de cómo el desarrollo de la informática según se planteó a mediados del s. XX dispuso un escenario para la reconceptualización y enseñanza del diseño. Según lo que pude encontrar en el proceso de la investigación y como expuse en el segundo capítulo, los principios de esquematización y formalización con los que funcionaban las primeras computadoras constituyeron una serie de parámetros y criterios percibidos como importantes en la búsqueda por hacer del diseño una práctica objetiva y racional.

Al profundizar al respecto, un acercamiento a la comprensión del funcionamiento de algunos casos de *hardware* y *software* desarrollado para la visualización y manipulación digital de artefactos visuales me permitió reconocer la importancia de la codificación de diversas herramientas y fenómenos del mundo físico, así como de las capacidades perceptuales y cognitivas humanas. En la producción de diversas interfaces y programas resultó útil proponer descripciones formales, ecuaciones y algoritmos que dieran a la máquina la capacidad de simular los efectos de la acción del cuerpo y la cognición sobre una serie de sustratos y herramientas. Sin embargo, al añadir a la ecuación las propiedades mismas de la información digital, a esa simulación se añadieron también otros atributos que caracterizan a la información digital, y por tanto, a los artefactos visuales producidos por medio de computadoras.

En consecuencia, una vez que las tecnologías computacionales se consolidaron como medios de producción en el diseño, tanto los artefactos resultantes así como la práctica misma son ingresados a la matriz cartesiana del espacio informático –regido por las lógicas de la abstracción computacional– donde acciones como la discretización, la reducción y la clasificación son fundamentales. En estos términos, la discusión al respecto del funcionamiento del *software* implicó reconocer el lugar medial de

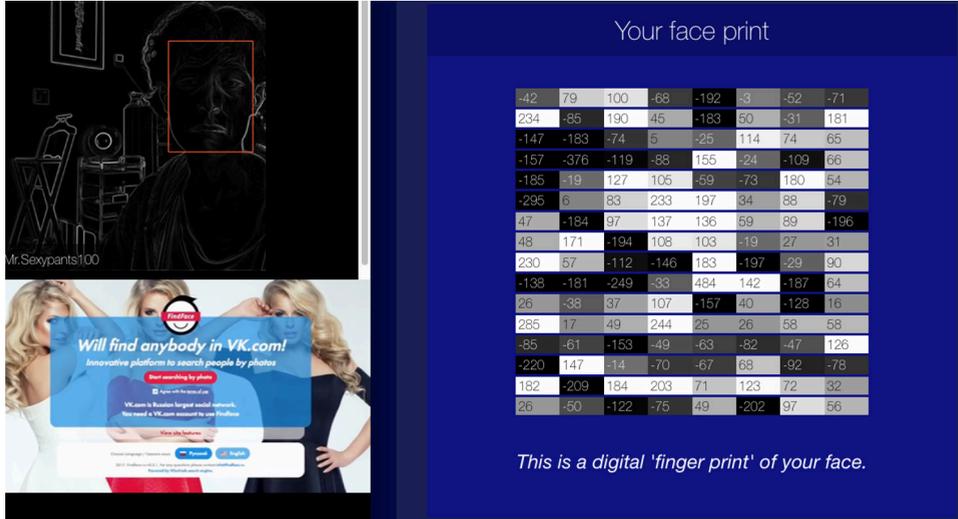


Gráfico 52. Huella digital de mi rostro, producido por un modelo de reconocimiento facial.

Fuente: Proyecto *HOW NORMAL AM I?* esta iniciativa busca visibilizar los parámetros que toman en cuenta algunos modelos de IA en el reconocimiento y clasificación facial. Desde la página del proyecto, al permitir acceso a la cámara de la computadora, toma la imagen de tu rostro y a través de una serie de pantallas, hace un recorrido por distintas dimensiones de información que los modelos están entrenados para reconocer y clasificar, como por ejemplo, la edad, la "belleza", el género, la longevidad, etc. En el recorrido, se muestra la "huella digital" que se genera con base en tu rostro. En el gráfico se muestra la huella que se generó a partir del reconocimiento de mi rostro. A través del siguiente link se puede acceder al sitio: <https://www.hownormalami.eu/> Captura de pantalla, 07 de julio de 2023.

las interfaces y los programas como tecnologías que se presentan al usuario como comprensibles y fácilmente manipulables. De manera que la abstracción que define al funcionamiento de dichos dispositivos, por extensión, logra caracterizar a los artefactos compuestos a partir de su mediación, circunstancia que queda oculta detrás del funcionamiento de las interfaces.

Dicho fenómeno se extiende también a la forma de entrenamiento y generación propias del *machine learning*, donde la extracción de características, la detección de patrones y el cálculo de resultados adecuados están ceñidos a la lógica formal y al álgebra lineal. La infoproducción de los artefactos visuales, en este sentido, implica la elaboración de representaciones de carácter numérico de sus características reconocidas, mismas que son ingresadas en una matriz vectorial (Gráfico 52).

A su vez, pensar en la automatización con referencia a las operaciones de análisis estadístico fue clave para la revaloración de distintas prácticas relacionadas con la conceptualización del diseño. Así, mi propuesta consistió en una reflexión acerca de cómo diversos ejercicios de teorización, sistematización y formalización de la disciplina han implicado acciones relacionadas con la “destilación del conocimiento en formas perfeccionadas de utilización” (Hofstadter, 1982, p. 714). Los métodos de diseño, los planes y programas, entre otros ejemplos se muestran desde estos términos como resultado del reconocimiento de regularidad en la observación de un cúmulo de ejercicios previos de proyección de soluciones y de configuración de artefactos, cuyo análisis abre la posibilidad de construir un conocimiento que se amplía y profundiza hasta hacerse implementable. Mi propuesta ha sido observar cómo los artefactos que surgen con base en esta forma de conocimiento constituyen un material importante para el desarrollo de programas para la manipulación de gráficos, por lo que han sido de gran utilidad para la automatización de diversas operaciones relacionadas con la producción de artefactos visuales.

Muchos principios constructivos y estéticos en el diseño, al ser susceptibles de ser descritos formalmente —como la proporción de las letras, la geometría, las armonías del círculo cromático, etc.— se vuelven parámetros para el desarrollo de algoritmos que permiten su implementación automática. Con ello se volvió tangible la utilidad de la sistematización y formalización del diseño gráfico en el proceso de su automatización. Para ilustrar lo anterior puedo referir el ejemplo del diseño tipográfico que traigo a la discusión en el tercer capítulo, mismo que permite dibujar una línea conectora entre los ejercicios de teorización para el trazo de letras y su implementación en programas como METAFONT. Dinámicas como las presentes en el desarrollo de programas para el diseño se agudizan con la llegada de los modelos de IA generativos. En este sentido, puedo considerar comentarios como el que hace Sergei Kulinkovich, desarrollador de Nikolay Ironov: “Hemos convertido nuestra experiencia en diseño en un producto, ahora las personas tienen acceso a nuestro expertise” (2020). Al tener en cuenta el proceso de entrenamiento de un modelo de RN, se clarifica el papel de la infoproducción y el análisis estadístico en los procesos de automatización del diseño.

## Futuras reflexiones

Según observo a lo largo de la discusión acerca de la teorización del diseño, la adopción de computadoras y *software* para la producción de artefactos visuales ha logrado consolidar la idea de que los procesos de proyección e ideación tienen una jerarquía mayor por sobre la actividad misma del dibujo. Como señala Daniel Cardoso (2015) en este fenómeno las computadoras se integraron a la práctica del diseño facilitando la producción de imágenes al reducir los procesos manuales, con lo cual el valor del diseño hubo de trasladarse a la actividad proyectual. La inmediatez que manifiesta la producción acelerada de propuestas de diseño con solo un *prompt* dispone un nuevo escenario en la anterior problemática.

El *machine learning* según su desarrollo desde la década de 1990, ubica un cambio relevante que ya comienza a influir en las formas de producir y pensar en el diseño. Con el 4to capítulo de la investigación, me interesó resaltar la necesidad de comprender una serie de cambios que según veo serán importantes por cómo definen la manera de producir, recibir y movilizar artefactos visuales. Esta circunstancia, a su vez, ha de tomarse en cuenta para conceptualizar y enseñar el diseño en años siguientes.

Uno de los temas que surge como relevante se desprende de comentarios como el que hace Kulinkovich (2020) acerca de cómo la configuración de los algoritmos y RN que componen a Nikolay Ironov implicó la productificación del *know how* que permitió automatizar gran parte del proceso de diseño. Un rasgo a notar de este sistema de IA, es que una vez desarrollado es susceptible de ser replicado para comercializarse en sí mismo, con lo que el servicio de diseño automatizado puede ofrecerse a través de otras plataformas. De tal modo, diversos despachos podrían ofrecer el servicio de diseño utilizando IA, al lucrar con un producto caracterizado por la replicabilidad e inmaterialidad propios de la información digital, el *software* y los algoritmos. Lo anterior, observo, implica un proceso de reconfiguración del valor que tiene en sí misma la capacidad de configurar un artefacto visual, ya que su valor se pone en entredicho por la inmediatez que se logra con la IA. Lo anterior ya comenzaba a observarse, por ejemplo, en el fenómeno de la propuesta de métodos de diseño, donde se da una mayor jerarquía al proceso de ideación –abstracto–, con respecto a la configuración –concreta– de un artefacto visual. Esta es una inclinación señalada por Cardoso (2015) que la presente discusión ha intentado visibilizar.

En esta dirección, fue relevante ubicar que la infoproducción de la inteligencia humana constituyó una necesidad para el desarrollo de la computación desde la década de 1970, ante la idea de que esto ayudaría al desarrollo de sistemas computacionales autónomos. Así, en la segunda mitad del s. XX se veía lejos todavía la atomización del diseño, como señalaba Gravina: “Dado que aún no se comprende cómo los seres humanos hacen lo que hacen, aún faltan muchos años para que las computadoras se dediquen a actividades similares” (Gravina, 1980, p. 74). Lo que puede verse ahora es que la comprensión de cómo y por qué los humanos hacen lo que hacen se ha vuelto innecesario con el desarrollo del aprendizaje máquina, ya que se ha conseguido que la IA aprenda de forma casi directa de la relación repetida con un conjunto de resultados. Es decir, que al entrenarse con un *dataset* de millones de imágenes o texto, un modelo aprende al observar los efectos de la acción humana y no de la explicación de su funcionamiento.

En concordancia con lo anterior, a manera de proyección considero que se puede ver venir también un cambio en la forma de entender al diseño relacionada con el funcionamiento del ML al contemplarse la noción de simulación. Si de forma previa, la elaboración formal de diversas capacidades humanas fue crucial para el desarrollo de programas, el *machine learning* materializa un cambio de paradigma importante. El aprendizaje directo, destilado a partir del análisis de millones de imágenes dispone una dinámica muy distinta a la que se generó en su momento con el desarrollo de *software*. Y el día de hoy, este cambio comienza a entrecruzarse en la forma en que se entiende la forma de producir de la IA: “Un negocio necesita el resultado, no el proceso, y si la máquina es capaz de crear un diseño decente, pues, ¿por qué no?” (Kulinkovich, 2020). Encima, se ha sugerido que la IA que automatiza el diseño vuelve necesario un cambio acorde en la enseñanza ya que se requerirá que los profesionales desarrollen las habilidades necesarias para “desarrollar y gestionar estos sistemas” al tener en cuenta que “la habilidad de elegir, se vuelve más importante que la habilidad de crear” (Kulinkovich, 2020).

Estas, entre otras temáticas comienzan a manifestarse como relevantes al entender el lugar de las tecnologías computacionales en la vida humana, y sobre todo al tener en cuenta el papel de la IA en dimensiones de la vida humana relacionadas con la toma de decisiones o la producción y diseminación de diversos productos culturales como lo es el diseño gráfico. Como cierre de las reflexiones finales, avanzo un comentario acerca de una temática que se plantea, de igual manera, como crítica al tener en consideración el nivel de involucramiento de las tecnologías computacionales en el diseño como se lleva a cabo en la actualidad.

## Una comprensión posthumana del diseño

Entre los hallazgos significativos de la investigación, ubico el rechazo por la intuición que se manifiesta en discursos que celebran la racionalización del diseño. En este sentido, se pueden referenciar ejemplos como el de Christopher Alexander (1973) para quien una representación lógica del diseño permitía su análisis, así como el refinamiento del conocimiento en torno a éste, y con ello, describirlo y contraponerlo con respecto a prácticas no verbalizables, es decir, aquellas relacionadas con la intuición. Como traté en diversos puntos de la investigación, discursos posturas similares surgen en diversos momentos y un rasgo que me pareció interesante observar en ellos fue el lugar en el que se ubica al diseño y su dimensión creativa e intuitiva con respecto a un paradigma científico y racional. En esta dirección, me pareció importante explorar las percepciones que han surgido en torno a las características de las tecnologías computacionales, en particular al tener en cuenta la lógica inherente a su tipo de funcionamiento.

Al respecto del lugar de los diseñadores en la actualidad, por ejemplo, se dice que “los científicos de datos se presentan con un cúmulo de evidencias. Los diseñadores se presentan con un montón de corazonadas –tienen una intuición informada, pero es imposible probar la intuición–” (Entrevista con John Zimmerman, Armstrong, 2021b). Incluso, se llega a señalar que con la llegada de la IA como medio para la producción de artefactos visuales el diseño gráfico será “realizado por ingenieros” (Art. Lebedev Studio, 2020), y que con ello los bloqueos creativos de los seres humanos no serán más un “cuello de botella” (Kulinkovich 2020) en el proceso de configuración de artefactos visuales. Este tipo de afirmaciones sesgadas pueden entenderse como sintomáticas de la percepción que se tiene al respecto de las distinciones entre el desempeño de un ser humano con respecto a una RN, y además son evidencia de una problemática que ha sido constante en la relación entre el ser humano y la tecnología.

Pensar en las tecnologías computacionales y la IA como infraestructuras, constituye una invitación para revalorar los posicionamientos manifiestos en la discusión al respecto del papel de la IA en el diseño. Por consiguiente, se abre la posibilidad de descentralizar la inteligencia de los sujetos, en un traslado de agencia a diversos actores no-humanos. Resalta, por ejemplo, el trabajo de Alejandra López Gabrieldis (Argentina), quien ha trabajado temas como la datificación, así como la cognición distribuida –tema interesante para los campos del arte y el diseño, y que lleva a replantear cuestiones como la autoría y la creatividad–. Con el concepto de cognición

distribuida se busca reconocer que el pensamiento no sucede solamente en el cerebro o la mente del individuo, sino que se configura también en el medio ambiente y las interacciones que suceden en este, considero que esta postura manifiesta una relación con la noción de infraestructura que fue relevante para la investigación.

Entender el funcionamiento de los modelos de IA que se incorporan a la producción visual me parece un asunto crítico al tener en consideración que su régimen de acción se encuentra modelando ya un creciente número de artefactos visuales que se consumen a diario. Los algoritmos no solo comienzan a estar presentes en la configuración misma de las imágenes, sino en la gestión –diseminación y consumo– de los contenidos con los cuales los seres humanos se relacionan a diario, como es el caso de las redes sociales. Si se reconoce el papel de los artefactos visuales en el modelado de la cultura, prestar atención a los mecanismos que los calculan, los sesgos en la configuración de los *datasets* con los que se entrenan, entre otros rasgos resulta fundamental para entender y afrontar la práctica del diseño que se gesta en estos momentos. Es a partir de tal apreciación que en el capítulo 4 me fue relevante prestar atención al desarrollo y funcionamiento de las RN que se integran a los modelos generativos, previo al tratamiento específico de aquellos que se integran a la producción de diseño.

Coincido con la postura del crítico de arte Pau Waelder, quien manifiesta: “la IA está lejos de ser el fenómeno utópico o cataclítico que deberíamos esperar o temer” (Waelder, 2022, p. 27) (Waelder 2022, 27). La intención detrás de visibilizar en el cuarto capítulo la mano humana detrás del etiquetado y curaduría de los *datasets*, y al reconocer también las intenciones y esfuerzos humanos detrás del desarrollo de sistemas que automatizan el diseño –la privatización del *software*, el ahorro de salarios, etc.–, son aspectos claves que es necesario mantener siempre presentes, en particular con el objetivo de mantener una postura crítica en torno a la incorporación de la IA a la producción de artefactos visuales en el diseño.

## La reflexión en torno a la IA en las artes y el diseño en el ámbito latinoamericano

Quisiera señalar que este trabajo se suma al de compañeras e investigadoras que en el ámbito latinoamericano plantean sumarse a la discusión en torno a la presencia de la IA en la producción propia del campos de las artes y el diseño. Me parece necesario visibilizar algunos casos ante la inmensa cantidad de referentes estadounidense y europeos que prevalece en la producción académica a respecto. Resalta, por ejemplo, el trabajo de Alejandra López Gabrieldis (Argentina), quien ha trabajado temas como la datificación, así como la cognición distribuida, que es un tema interesante para los campos del arte y el diseño ya que puede llevar a replantear cuestiones como la autoría y la creatividad. Por su parte, Doreen Ríos (México) desarrolla temas en torno al arte digital, las prácticas post-digitales y las nuevas materialidades, con una serie de planteamientos en torno al arte que se produce en medios digitales. También me parece importante visibilizar el trabajo de Sofía Sienra (Uruguay), quien se posiciona desde una postura crítica hacia la IA y el aprendizaje máquina, visibilizando la dimensión política de estas tecnologías.

También destaca el trabajo de Néstor García Canclini, quien desde una perspectiva sociológica visibiliza los usos neoliberales de las tecnologías (Néstor García C. 2020, 10). Puntualizar al respecto de la influencia de las lógicas de la computación y la inteligencia artificial, se vuelve una necesidad, si se reconoce que, desde hace ya varias décadas, constituyen un horizonte, o como expresa Eric Sadin “una forma de superyó dotado en todo momento de la intuición de la verdad y que orienta el curso de nuestras acciones individuales y colectivas hacia el mejor de los mundos posibles” (García, 2020, p. 133).

Actualmente también en el posgrado comienzan a establecerse distintos cuestionamientos y búsquedas en torno al tema, por ejemplo, ubico el caso de Ussiel Madera quien se encuentra en proceso de desarrollo de una investigación al respecto de diversas propuestas cinematográficas expandidas basadas en aprendizaje automático. Además, se puede encontrar el trabajo de Alfonso Coronel Vega, quien realiza una investigación relacionada con la IA en la postproducción audiovisual. Los resultados de estas investigaciones constituyen parte de una primera avanzada de preguntas que se establecen desde la Facultad al respecto del lugar de la IA en la producción de artes y diseño, a las cuales se suma la presente investigación.

# Referencias

- 3Blue1Brown (Director). (2017, octubre 5). *¿Pero qué «es» una Red neuronal? | aprendizaje profundo, Parte 1*. <https://www.youtube.com/watch?v=aircAruvnKk>
- Aaronson, S. (2008). *Automata, Computability, And Complexity*. Massachusetts Institute of Technology; MIT OpenCourseWare. <https://ocw.mit.edu/courses/6-045j-automata-computability-and-complexity-spring-2011/>
- About. (s. f.). WDO. Recuperado 19 de agosto de 2022, de <https://wdo.org/about/definition/>
- About ICoD. (s. f.). International Council of Design. Recuperado 8 de junio de 2022, de <https://www.theicod.org/en/council/about>
- About Looka—A.I. Powered Logo Design Platform. (s. f.). Looka. Recuperado 18 de marzo de 2022, de <https://looka.com/about/>
- Adobe Creative Cloud (Director). (2014, mayo 14). *The Story Behind Adobe Illustrator (Part 1 of 3) | Adobe Creative Cloud*. [https://www.youtube.com/watch?v=1gaCKT\\_Ncdk](https://www.youtube.com/watch?v=1gaCKT_Ncdk)
- Adobe Creative Cloud (Director). (2018, octubre 17). *#Fontphoria: Adobe MAX 2018 (Sneak Peek) | Adobe Creative Cloud*. <https://www.youtube.com/watch?v=eTK7bmTM7mU>
- Adobe Systems Incorporated. (1988). *Postscript language program design*. Addison-Wesley.
- Adobe Systems Incorporated. (1999). *PostScript Language Reference*. Addison-Wesley. <https://www.adobe.com/jp/print/postscript/pdfs/PLRM.pdf>
- Agre-Kippenhan, S., & Kippenhan, M. (2005). What's Right with Design Education and Wrong with the "Real World"? En S. Heller (Ed.), *The Education of a Graphic Designer* (pp. 136-140). Alworth Press.
- Aicher, O. (2015). *The World as Design*. Wiley.
- Alan Kay: Doing with Images Makes Symbols, Pt. 2*. (1987). University Video Communications. [http://archive.org/details/AlanKeyD1987\\_2](http://archive.org/details/AlanKeyD1987_2)
- Alberti, L. B. (2004). *On Painting*. Penguin Books.
- Alexander, C. (1973). *Notes on the Synthesis of Form* (7ma ed.). Oxford University Press.

- Amazon Mechanical Turk*. (s. f.). Amazon Mechanical Turk. Recuperado 26 de mayo de 2022, de <https://www.mturk.com/>
- AMP Tech (Director). (2018, junio 20). *Redes neuronales convolucionales CNN (Clasificación de imágenes)*. <https://www.youtube.com/watch?v=ns2L2T6wvAY>
- Armstrong, H. (2021a). *Big Data, Big Design: Why Designers Should Care about Artificial Intelligence* (Kindle). Princeton Architectural Press.
- Armstrong, H. (2021b). John Zimmerman, PhD. En *Big Data, Big Design: Why Designers Should Care About Artificial Intelligence* (Kindle, pp. 32-33). Princeton Architectural Press.
- Art. Lebedev Studio (Director). (2020, julio 14). *Roman Kosovichev about Ironov*. <https://www.youtube.com/watch?v=cRhrTJSAzKg>
- Asimow, M. (1962). *Introduction to Design*. Prentice-Hall.
- Atkinson, B. (1979, abril). *Joining Apple Computer*. Folklore. [https://www.folklore.org/StoryView.py?project=Macintosh&story=Joining\\_Apple\\_Computer](https://www.folklore.org/StoryView.py?project=Macintosh&story=Joining_Apple_Computer)
- Atkinson, P. (2010). Boundaries? What Boundaries? The Crisis of Design in a Post-Professional Era. *The Design Journal*, 13(2), 137-155. <https://doi.org/10.2752/175470710X12735884220817>
- Bense, M. (1960). *Programmierung des Schönen: Allgemeine Texttheorie und Textästhetik*. Agis-Verlag.
- Bense, M. (1998). *Philosophie der Mathematik, Naturwissenschaft und Technik* (Vol. 2). Verlag J.B. Metzler.
- Berardi, F. «Bifo». (2007). *Generación Post-Alfa: Patologías e imaginarios en el semiocapitalismo*. Tinta Limón.
- Berardi, F. «Bifo». (2019). *Futurabilidad. La era de la impotencia y el horizonte de la posibilidad*. Caja Negra.
- Bolt, R. (1979). *Spatial Data-Management*. Massachusetts Institute of Technology.
- Bonsiepe, G. (1978). *Teoría y Práctica del Diseño Industrial: Elementos para una manualística del diseño*. Gustavo Gili.
- Bourke, P. (1993, noviembre). *A Beginners Guide to Bitmaps*. paulbourke.net. <http://paulbourke.net/dataformats/bitmaps/>
- Bove, T., Davis, F., & Rhodes, C. (1988). *Adobe Illustrator 88: The official handbook for designers*. Bantam Desktop Publishing Library. <https://archive.org/details/adobeillustrator0000bove/mode/2up>
- Bratton, B. (2015). *The Stack: On software and sovereignty*. MIT Press; EPUB.

- Brown, T. B., Mann, B., Ryder, N., Subbiah, M., Kaplan, J., Dhariwal, P., Neelakantan, A., Shyam, P., Sastry, G., Askell, A., Agarwal, S., Herbert-Voss, A., Krueger, G., Henighan, T., Child, R., Ramesh, A., Ziegler, D. M., Wu, J., Winter, C., ... Amodei, D. (2020). *Language Models are Few-Shot Learners*. <http://arxiv.org/abs/2005.14165>
- Capps, S. (1984). *Disk Swapper's Elbow*. Folklore. [https://www.folklore.org/StoryView.py?project=Macintosh&story=Disk\\_Swappers\\_Elbow.txt&sortOrder=Sort+by+Date&characters=Steve+Capps](https://www.folklore.org/StoryView.py?project=Macintosh&story=Disk_Swappers_Elbow.txt&sortOrder=Sort+by+Date&characters=Steve+Capps)
- Cardoso, D. (2015a). *Builders of the Vision: Software and the Imagination of Design*. Routledge.
- Cardoso, D. (2015b). *Software Comes to Matter: Toward a Material History of Computational Design*. *Design Issues*, 31(3), 41-54.
- Cedeño, R., & Vagt, C. (2018). Constructing the invisible—Computer graphics and the end of Optical Media. *Communication +1*, 7(1, Art. 2), 1-23.
- Chaves, N. (2001). *El oficio de diseñar. Propuesta a la conciencia crítica de los que comienzan*. Gustavo Gili.
- Claris Corporation. (1987). *MacPaint*. [http://archive.org/details/macpaint\\_201707](http://archive.org/details/macpaint_201707)
- Cliff, J. (Director). (2015, septiembre 28). #uregina120—#73—Artificial Intelligence & Epistemology—YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=3QY7cDs561E>
- Convolución. (2021). En *Wikipedia, la enciclopedia libre*. <https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Convoluci%C3%B3n&oldid=132678165>
- Costa, J. (1998). *La esquemática*. Paidós.
- Cox, G. (2013). *Speaking Code: Coding as Aesthetic and Political Expression*. MIT Press.
- Cramer, F. (2005). *Words Made Flesh. Code, Culture, Imagination*. Willem de Kooning Academy.
- Cross, N. (2001). Can a Machine Design? *Design Issues*, 17(4), 44-50.
- DALL·E 2. (s. f.). OpenAI. Recuperado 30 de septiembre de 2022, de <https://openai.com/dall-e-2/>
- DALL·E: *Creating Images from Text*. (2021, enero 5). [Blog]. OpenAI. <https://openai.com/blog/dall-e/>
- Dirección General de Orientación y Atención Educativa. (s. f.). *Diseño y Comunicación Visual. Oferta Académica UNAM*. Recuperado 7 de mayo

de 2022, de <http://oferta.unam.mx/dise%C3%B1o-y-com-visual.html#:~:text=En%20el%20ciclo%20escolar%202020,demandaron%20la%20carrera%20ingres%C3%B3%201>.

- Dot CSV (Director). (2020, noviembre 12). *¡Redes Neuronales CONVOLUCIONALES! ¿Cómo funcionan?* <https://www.youtube.com/watch?v=V8j1oENVz00>
- Elmasy, R. (2013). *Illustrator Foundations: The art vector gráficos and design in Illustrator*. Focal Press.
- Emigre. (1989). Entrevista con Phillipe Appeloig. *Emigre*, 11, 14-17.
- Enns, A. (2015). The Media Philosophy of Sybille Krämer. En S. Krämer, *Medium, Messenger, Transmission: An approach to media philosophy* (pp. 9-18). Amsterdam University Press.
- ens postdigital (Director). (2018, abril 26). *Surface fabrication, image fabrication—Tristan Garcia & Jussi Parikka*. <https://www.youtube.com/watch?v=1jBsxbdFsvg>
- Entrevista con Malcolm Garret. (1989). *Emigre*, 11, 24-25.
- Ernst, W. (2011). Media Archaeography: Method and Machine versus History and Narrative of Media. En E. Huhtamo & J. Parikka (Eds.), *Media Archaeology: Approaches, Applications, and Implications* (pp. 239-255). University of California Press.
- Eskilson, S. (2012). *Graphic Design. A New History* (2da ed.). Yale University Press.
- Flusser, V. (2007). *O Mundo Codificado: Por uma filosofia do design e da comunicação* (R. Abi-Sâmara, Trad.). Cosacnaify.
- Flusser, V. (2017). *El universo de las imágenes técnicas: Elogio de la superficialidad*. Caja Negra.
- Framebuffer: Historia y modos de visualización*. (s. f.). hmong. Recuperado 1 de septiembre de 2022, de [https://hmong.es/wiki/Frame\\_buffer](https://hmong.es/wiki/Frame_buffer)
- Frascara, J. (2000). *Diseño Gráfico y Comunicación*. Infinito.
- Free Logo Maker & Intelligent Brand Designer*. (s. f.). Looka. Recuperado 18 de marzo de 2022, de <https://looka.com/>
- freeCodeCamp Concepts (Director). (2020, marzo 6). *Machine Learning Fundamentals A - TensorFlow 2.0 Course*. <https://www.youtube.com/watch?v=KwL1qTR5MT8>
- Fuller, J. (2021, abril 1). *Graphic Designers Have Always Loved Minimalism. But At What Cost?* Eye on Design. <https://eyeondesign.aiga.org/graphic-designers-have-always-loved-minimalism-but-at-what-cost/>

- Galanos, V. (2023). *Expectations and expertise in Artificial Intelligence: Specialist views and historical perspectives on conceptualisation, promise and funding* [Tesis doctoral]. Universidad de Edinburgo.
- Garcia, T. (2014). *Form and Object*. Edinburg University Press.
- Giardino, V. (2016). Behind the diagrams: Cognitive issues and open problems. En S. Krämer & C. Ljungberg (Eds.), *Thinking and diagrams – An introduction* (pp. 77-102). Walter de Gruyter.
- Glanville, R. (2015). The sometimes uncomfortable marriages of design and research. En P. Rodgers & J. Yee (Eds.), *The Routledge Companion to Design Research* (pp. 9-22). Routledge.
- Godelier, M. (1978). Infrastructures, Societies, and History [and Comments]. *Current Anthropology*, 19(4).
- Goldstine, H., & von Neumann. (1963). Planning and Coding Problems for an Electronic computing Instrument. En *Design of Computers, Theory of Automata and Numerical Analysis: Vol. V* (pp. 80-151). Pergamon Press.
- Gordon, M., & Gordon, B. (2005). *The Complete Guide to Digital Graphic Design*. Thames & Hudson.
- Gravina, R. (1980). Smalltalk and the Personal Computer. *Creative Computing*, 6(10), 62, 72-80.
- Grossberg, M., & Nayar, S. (2001). A General Imaging Model and a Method for Finding its Parameters. *Proceedings Eighth IEEE International Conference on Computer Vision*, 108-115.
- Hardt, M., & Negri, A. (2004). *Multitud: Guerra y democracia en la era del Imperio*. Debate.
- Helmbolt, A. (2020, enero 28). *Figma on Figma: How we built our website design system* [Blog]. Shortcut. <https://www.figma.com/blog/figma-on-figma-how-we-built-figma-dot-coms-design-system/>
- Hertzfeld, A. (s. f.). *Busy Being Born, Part 2*. Folklore. Recuperado 19 de mayo de 2023, de [https://www.folklore.org/StoryView.py?project=Macintosh&story=Busy\\_Being\\_Born,\\_Part\\_2.txt](https://www.folklore.org/StoryView.py?project=Macintosh&story=Busy_Being_Born,_Part_2.txt)
- Hertzfeld, A. (1982, abril). *And Then He Discovered Loops!* [Blog]. Folklore. [https://www.folklore.org/StoryView.py?project=Macintosh&story=Discovered\\_Loops.txt](https://www.folklore.org/StoryView.py?project=Macintosh&story=Discovered_Loops.txt)
- Hertzfeld, A. (1983a). *A Rich Neighbor Named Xerox* [Blog]. Folklore. [https://www.folklore.org/StoryView.py?project=Macintosh&story=A\\_Rich\\_Neighbor\\_Named\\_Xerox.txt](https://www.folklore.org/StoryView.py?project=Macintosh&story=A_Rich_Neighbor_Named_Xerox.txt)

- Hertzfeld, A. (1983b). *MacPaint Gallery*. Folklore. [https://www.folklore.org/StoryView.py?project=Macintosh&story=MacPaint\\_Gallery.txt](https://www.folklore.org/StoryView.py?project=Macintosh&story=MacPaint_Gallery.txt)
- hmong.wiki. (s. f.). *Búfer de datos Aplicaciones y Búfer de telecomunicaciones*. Recuperado 1 de septiembre de 2022, de [https://hmong.es/wiki/Data\\_buffer](https://hmong.es/wiki/Data_buffer)
- Hofstadter, D. (1982). *Gödel, Escher, Bach: Una Eterna Trenza Dorada*. CONACyT.
- Huhtamo, E., & Parikka, J. (Eds.). (2011). *Media Archaeology: Approaches, Applications, and Implications*. University of California Press.
- Ikoniadou, E. (2015). The Media Question. En E. Ikoniadou & S. Wilson (Eds.), *Media After Kittler* (pp. 1-15). Rowman and Littlefield.
- Irigoyen, F. (2016). *Filosofía y Diseño: Una aproximación epistemológica*. Universidad Autónoma Metropolitana.
- Jones, C. (1992). *Design Methods* (2da ed.). John Wiley & Sons.
- Kay, A. (1993). *The Early History Of Smalltalk*. Worry Dream. <http://worrydream.com/EarlyHistoryOfSmalltalk/#p17>
- Keedy, J. (2005). Experience Versus Education. En S. Heller (Ed.), *The Education of a Graphic Designer* (pp. 136-140). Alworth Press.
- Kemp, M. (2004). Introducción. En L. B. Alberti, *On Painting* (pp. 1-27). Penguin Books.
- Kirschenbaum, M. (2003). The word as image in an age of digital reproduction. En M. Hocks & M. Kendrick (Eds.), *Eloquent Images: Word and Image in the Age of New Media* (pp. 137-157). MIT Press.
- Kittler, F. (1990). *Discourse Networks 1800/1900* (M. Metter & C. Cullens, Trads.). Stanford University Press.
- Kittler, F. (1999). *Gramophone, Film, Typewriter*. Stanford University Press.
- Kittler, F. (2010). *Optical Media. Berlin Lectures 1999* (A. Enns, Trad.). Polity.
- Knight, D. (2014, marzo 16). *MacPaint FAQ*. Low End Mac. <https://lowendmac.com/2014/macpaint-faq/>
- Knuth, D. (1986). *The METAFONT Book*. Addison-Wesley.
- Kockelman, P. (2017). *Art of Interpretation in the Age of Computation*. Oxford University Press.
- Krämer, S. (2014). Mathematizing Power, formalization, and the Diagrammatical Mind or: What Does «Computation» Mean? *Philosophy & Technology*, 3(27), 345-357.

- Krämer, S. (2015). *Medium, Messenger, Transmission: An approach to media philosophy*. Amsterdam University Press.
- Krämer, S. (2018). Der ‚Stachel des Digitalen‘ – ein Anreiz zur Selbstreflexion in den Geisteswissenschaften? Ein philosophischer Kommentar zu den Digital Humanities in neun Thesen. *Digital Classics Online*, 4(1).
- Krämer, S. (2019). *Iconicidad Operativa: Con o sin algoritmos* (A. Quintero, Trad.). 1-2.
- Krippendorff, K. (2006). *The Semantic Turn. A New Foundation for Design*. Taylor & Francis.
- Krippendorff, K. (2008). Designing in Ulm and off Ulm. En K. A. Czempfer (Ed.), *HfG, Ulm; Die Abteilung Produktgestaltung* (pp. 55-72). Verlag Dorothea Rohn.
- Krippendorff, K. (2009). *On Communicating: Otherness, Meaning, and Information* (F. Bermejo, Ed.). Routledge.
- Kuang, C., & Fabricant, R. (2019). *User Friendly: How the hidden rules of design are changing the way we live, work, and play*. MCD/Farrarm Straus and Giroux.
- Kulinkovich, S. (Director). (2020, noviembre 13). *Nikolay Ironov / Design. Experience. Challenges 2020*. <https://www.youtube.com/watch?v=QFrAmWy7Xbo>
- Lancaster, D. (1990). PostScript Insider Secrets. *Byte*, 381-389.
- Latour, B. (1986). Visualisation and Cognition: Drawing Things Together. En E. Long & H. Kuklich (Eds.), *Knowledge and Society: Studies in the Sociology of Culture Past and Present* (Vol. 6, pp. 1-40). Jai Press.
- Latour, B. (2005). *Reassembling the Social: An Introduction to Actor-Network-theory*. Oxford University Press.
- Leigh, S., & Ruhleder, K. (1996). Steps Toward an Ecology of Infrastructure: Design and Access for Large Information Spaces. *Information Systems Research*, 7(1), 111-136.
- Licko, Z. (2016, junio). *Creative Characters: Interview with Zuzana Licko* [MyFont]. <https://www.myfonts.com/pages/newsletters-cc-201606>
- Licko, Z., & Vanderlans, R. (1989). Ambition/Fear. *Emigre*, 11, 1.
- Lin, T.-Y., Maire, M., Belongie, S., Hays, J., Perona, P., Ramanan, D., Dollár, P., Zitnick, C. L., Girshick, R., & Bourdev, L. (2014). Microsoft COCO: Common Objects in Context. *Computer Vision – ECCV 2014*, 8693, 740-755. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-10602-1\\_48](https://doi.org/10.1007/978-3-319-10602-1_48)
- MacPaint*. (s. f.). Apple Wiki. Recuperado 30 de agosto de 2022, de <https://apple.fandom.com/wiki/MacPaint>

- MacPaint Products. (1997, junio 16). Claris. <https://web.archive.org/web/19970616124944/http://www.claris.com/products/claris/macpaint/macpaint.html>
- Manovich, L. (2013). *Software Takes Command*. Bloomsbury.
- Martin, P. (2006). A Step Ahead of Praxis: The Role of Design Problem Definition in Cultural Ownership of Design. En *Design Studies: Theory and Research in Graphic Design* (pp. 256–272). Princeton Architectural Press.
- McLuhan, M. (1962). *La Galaxia Gutenberg: Génesis del «homo typographicus»* (ePub r1.1). ePubLibre. <http://library.lol/main/44DAB2C5E5D5AE02F12CC9DFC8B79E16>
- Meggs, P., & Purvis, A. (2009). *Historia del diseño gráfico* (4ta ed.). RM.
- mškala. (2018, diciembre 10). The imagination gap, part 1. *Ansuz - Mškala's Home Page*. <https://ansuz.sooke.bc.ca/entry/350>
- Neves, I. (2013). The contribution of Tomas Maldonado to the scientific approach to design at the beginning: The case of the HFG of Ulm. *Future Traditions*, 39–50.
- Neves, I., Rocha, J., & Pinto, J. (2014). Computational Design Research in Architecture: The Legacy of the Hochschule für Gestaltung, Ulm. *International Journal of Architectural Computing*, 12(1–26), 26.
- Nichol, A., Dhariwal, P., Ramesh, A., Shyam, P., Mishkin, P., McGrew, B., Sutskever, I., & Chen, M. (2022). *GLIDE: Towards Photorealistic Image Generation and Editing with Text-Guided Diffusion Models*. <https://arxiv.org/pdf/2112.10741.pdf>
- Nikolay Ironov—Designer and neural network. (s. f.). Art.Lebedev. Recuperado 10 de octubre de 2022, de [https://ironov.artlebedev.com/?utm\\_source=studio&utm\\_medium=main\\_com&utm\\_campaign=menu](https://ironov.artlebedev.com/?utm_source=studio&utm_medium=main_com&utm_campaign=menu)
- Onuoha, M., & Mother Cyborg. (2018). *A people's guide to AI*. Open Society Foundation; PDF <https://alliedmedia.org/wp-content/uploads/2020/09/peoples-guide-ai.pdf>
- Pantone. (s. f.). *Acerca de Pantone*. Pantone EMEA. Recuperado 2 de junio de 2022, de <https://www.pantone.com/eu/es/acerca-de-pantone>
- Parisi, L. (2013). *Contagious Architecture: Computation, Aesthetics and Space*. MIT Press.
- Parisi, L. (2019a). Critical Computation: Digital Automata and General Artificial Thinking. *Theory, Culture & Society*, 0(0), 1–33. <https://doi.org/10.1177/0263276418818889>

- Parisi, L. (2019b). The alien subject of AI. *Subjectivity*, 12, 27–48.
- Perceptrón. (s. f.). *Wikipedia*. Recuperado 6 de marzo de 2021, de <https://es.wikipedia.org/wiki/Perceptr%C3%B3n>
- Pias, C. (2008). <<Hollerith ‘Feathered Crystal’>>: Art, Science, and Computing in the Era of Cybernetics (P. Krapp, Trad.). *Grey Room*, 29, 110–133.
- Points—DTP point. (s. f.). Recuperado 15 de junio de 2022, de <http://www.points.radinost.com/dtp-point/>
- Radford, A., Kim, J. W., Hallacy, C., Ramesh, A., Goh, G., Agarwal, S., Sastry, G., Askell, A., Mishkin, P., Clark, J., Krueger, G., & Sutskever, I. (2021). *Learning Transferable Visual Models From Natural Language Supervision*. PDF. <http://arxiv.org/abs/2103.00020>
- Ramesh, A., Dhariwal, P., Nichol, A., Chu, C., & Chen, M. (2022). *Hierarchical Text-Conditional Image Generation with CLIP Latents* (arXiv:2204.06125). arXiv. <http://arxiv.org/abs/2204.06125>
- Reed, Akata, Z., Yan, X., Logeswaran, L., Schiele, B., & Lee, H. (2016). Generative Adversarial Text to Image Synthesis. *JMLR: W&CP volume 48*. Proceedings of the 33 rd International Conference on *Machine Learning*, Nueva York.
- Rittel, H. (1971). Some Principles for the Design of an Educational System for Design. *Journal of Architectural Education*, 25(1/2), 16–27.
- R.K. (2017, febrero 10). 30 Year Evolution of Adobe Illustrator. *Medium*. <https://xdr2k.medium.com/adobe-illustrator-evolution-ce6e42daa917>
- Rockwell, A. (2017, agosto 28). The History of Artificial Intelligence. *Science in the News*. <https://sitn.hms.harvard.edu/flash/2017/history-artificial-intelligence/>
- Rodríguez, L. (2006). *Diseño: Estrategia y Táctica*. Siglo XXI.
- Rodríguez, N. (2008). Producción artística y copyleft en el nuevo entorno digital. En *Propiedad Intelectual Nuevas Tecnologías y Libre Acceso a la Cultura* (1ra ed., pp. 131–152). Universidad de las Américas Puebla / Centro Cultural de España en México.
- Rodríguez, P. (2012). *Historia de la Información*. Capital Intelectual.
- Rosenblatt, F. (1958). The perceptron: A probabilistic model for information storage and organization in the brain. *Psychological Review*, 65(6), 368–408.
- Roxburgh, M. (2006). The Utility of Design Vision and the Crisis of the Artificial. En A. Bennett (Ed.), *Design Studies: Theory and research in Graphic Design*. Princeton Architectural Press.

- Sadin, É. (2018). *La Humanidad Aumentada: La administración digital del mundo*. Caja Negra.
- Saharia, C., Chan, W., Chang, H., Lee, C., Ho, J., Salimans, T., Fleet, D., & Norouzi, M. (2021). Palette: Image-to-Image Diffusion Models. *Archiv*, abs/2111.05826. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2111.05826>
- Siegert, B. (2015). *Cultural Techniques: Grids, Filters, Doors and Other Articulations of the Real*. Fordham University Press.
- Siegert, B. (2017). After the Media: The Textility of Cultural Techniques. En M. T. Cruz (Ed.), *Media Theory and Cultural Technologies* (pp. 1-21). Cambridge Scholars.
- Slack, C. (2019, diciembre 19). *Measuring the value of design systems* [Blog]. Shortcut. <https://www.figma.com/blog/measuring-the-value-of-design-systems/>
- Sloterdijk, P. (2013). *You Must Change Your Life: On Anthropotechnics*. Polity.
- Stanton, K., & Griffith, H. (2018, enero 10). The 30-year-old woman who designed a \$1bn business. *BBC News*. <https://www.bbc.com/news/business-42552367>
- Sutherland, I. (1970). Computer Displays. *Scientific American*, 222(6), 56-81.
- Sutherland, I. (1966). Computer Inputs and Outputs. *Scientific American*, 215(3), 86-97.
- Tapia, A. (2004). *El diseño gráfico en el espacio social*. Designio.
- Tiu, E. (2020, febrero 4). *Understanding Latent Space in Machine Learning*. Medium. <https://towardsdatascience.com/understanding-latent-space-in-machine-learning-de5a7c687d8d>
- Universidad Autónoma Metropolitana. (2013). *Resultados de la encuesta aplicada a egresados de la Licenciatura en Diseño de la Comunicación Gráfica*.
- Villagrán, L. (2018). El dibujo vectorial en la revolución gráfica digital. *El Ornitorrinco Tachado*, 7, 47-55.
- von Neumann, J. (1963). *Design of Computers, Theory of Automata and Numerical Analysis* (A. H. Taub, Ed.; Vol. 5). Pergamon Press.
- Waelder, P. (2022). It was Never About Replacing the Artist: Algorithmic Art, AI, and Post-Anthropocentric Creativity. En R. Kelomees, V. Guljajeva, & O. Laas (Eds.), *The Meaning of Creativity in the Age of IA* (pp. 26-38). Estonian Academy of Arts.

- Warnock, J. (2012). Simple Ideas that Changed Printing and Publishing. *Proceedings of the American Philosophical Society*, 165(4), 363-378.
- Warnock, J., & Wyatt, D. (1982). A Devide Independent Graphics Imaging Model for Use with Raster Devices. *Computer Graphics*, 16(3), 313-319.
- WelcomeAIOverlords (Director). (2019, octubre 28). *Simple Explanation of AutoEncoders*. <https://www.youtube.com/watch?v=3jmcHZq3A5s>
- Wellbery, D. (1990). Prefacio. En F. Kittler, *Discourse Networks 1800/1900* (pp. vii-xxxiii). Stanford University Press.
- Wiggers, K. (2018, noviembre 15). Logojoy raises \$4.5 million for AI-generated logos. *VentureBeat*. <https://venturebeat.com/2018/11/15/logojoy-raises-4-5-million-for-ai-generated-logos/>
- Winston, H. (1992). *Artificial Intelligence* (3ra ed.). Addison-Wesley.
- Winthrop-Young, G. (1999). Introducción a *Gramophone, Film, Typewriter* (De F. Kittler). Stanford University Press.
- Zalnieriute, M., Bennett, L., & Williams, G. (2019). The Rule of Law and Automation of Government Decision-Making. *Modern Law Review*, 19(14).

# Índice temático

- Abstracción**, pensamiento abstracto 73, 144-145, 195; en el funcionamiento de la IA 168, 176, 198, 219; computacional 27, 29, 60-61, 95-98, 109, 123, 127, 132, 160, 221-222; matemática 53, 74; en la manipulación digital de gráficos 124; asociada a los métodos de diseño 52, 55-58, 60, 62, 63, 101, 224; en la teorización del diseño 29, 39, 54-56, 62, 68, 83, 145, 195; y procesos de inscripción 38, 39; y digitalidad 39; como acto de reducción 52; implementabilidad a partir de 52, 54; espacio abstracto 95; objetos abstractos 36, 37, 38, 42, 72-73, 93, 206
- Adobe** (compañía) 18, 121, 123, 128, 150, 154, 181; (Suite) 180, 181, 182, 200, 201
- Aceleración** del proceso de diseño con el uso software 141, 180, 207; de la producción de diseño (con el uso IA) 200, 208; de los procesos de producción 15; como propósito de la automatización 15; como propósito de los métodos de diseño 207
- Agencia** de lo no-humano 21, 23, 31, 32, 226; del *software* 92, 109, 131, 140, 142; diseñador y pérdida de, 72, 143-144, 196, 198; traslado de, 142-143, 196; y el uso de artefactos y herramientas 35, 139; de los artefactos visuales 36, 139, de las interfaces 108
- Alberti**, Jean Baptista 135-139
- Alexander**, Christopher 53, 196, 197, 205, 226
- Algoritmo** 62-63; automatización y, 27; desarrollo de, 223; y producción de artefactos visuales 18, 111, 125, 227; en la comprensión del diseño 53, 63; y métodos de diseño 63; y codificación 39; según G. Bonsiepe 63; dibujo en perspectiva como, 137; reconocimiento algorítmico de patrones 159, 173; en la IA que diseña 185-186, 188, 189; en el *software* 78; polinomios de Bernstein como, 125; relación con la mente humana 215; modelado algorítmico de la cultura 23, 27, 144; lógica algorítmica 78
- Análisis discursivo** 10, 22, 33; de las capacidades y acciones humanas 24, 157; de imágenes 28, 174, 197, 225; del diseño 53, 55, 67, 146, 226; del lenguaje 28, 175, 192; estadístico 27, 29, 56, 80, 155, 160, 172, 192, 220, 223
- Aplanamiento** 28, 37, 38; como linearización 64; del diseño como 70, 76, 84; estilístico 84; procesamiento computacional como, 138
- Apple** (compañía) 100, 104, 106, 116
- Aprendizaje máquina** [*Machine Learning, ML*], 25, 159, 162, 163, 166, 173, 199, 215, 225; en la producción de diseño automatizado 189; aprendizaje contrastivo 175; como cálculo 173; influencia en la comprensión del diseño 225
- Aprendizaje profundo** [*deep learning*] 168, 176, 201
- Arnheim**, Rudolph 104
- Arqueología de medios** 31-33
- Art.Lebedev** (compañía) 180, 186, 189
- Artefactos** 22, 32-35, 36; abstractos 29,

- 42, 58; agencia de, 31, 32, 36, 41; diseños como, 36; visuales 35-36, 51; producción de, 11, 25, 27, 29, 42, 54; matemáticos 125
- Artefactos inscritos** 39, 52-53, 55; en el diseño 42, 45-47, 49, 220; en la enseñanza del diseño 70, 73, 77, 80; y diseminación 83
- Asimow, Morris** 51, 59-60, 110
- Asociaciones internacionales de diseño** 86
- Atkinson, Bill** 112, 116
- Autómata** 24, 25, 26, 64, 214; algorítmico 27; semántico 40, 175, 197; sintáctico 40; actividades analíticas e industrialización 50; de información o datos (IA) 26, 40, 159, 171-172, 197, 200, 204-205; de información (diseño) 204; principios de análisis provenientes de la computación 29, 31, 34, 47, 56, 146
- Automatización** 25; a partir del *software* 19, 130; aparente 161; automatizar 145; como cálculo 172, 198, 205-206; historia de 15; de la cognición 24, 25, 27; de la visión 161-163, 167, 172; del dibujo 17, 133; del diseño 15-16, 64-65, 131, 155, 180, 204, 223; diseño de logotipos automatizado 185-186; diseño automatizado 18, 185-190, 196; software y, 26, 133-134, 143, 181-184; en la enseñanza del diseño 71; en los diagramas de flujo 58, 60; del intelecto 157, 164, 211; en los métodos de diseño 62, 64, 72; nivel de, 17, 18, 92, 150, 151, 174; industrialización y, 24, 49; en la infoproducción del diseño 71; y codificación 40, 145, 211, 223; reconocimiento automatizado 176; perspectiva de abordaje a, 24-30; producción de imágenes automatizada 16, 18, 130, 176-179; en el *software* de diseño 123, 142, 181
- Bauhaus** 67-68, 77, 209, 210
- Berardi, Franco** “Bifo” 10, 24, 25, 27, 84, 164
- Bense, Max** 47, 54, 196, 197, 211, 215
- Bonsiepe, Gui** 49, 63, 68, 108, 204, 205, 213
- Brainstorming** 207
- Bratton, Benjamin** 34, 41, 42, 109
- Búfer** 114
- CAD** (Diseño Asistido por Computadora) 16, 29, 110
- Caja negra**; en el proceso de diseño 210, 213; intelecto como, 212; en el funcionamiento del *software* 108, 212
- Cálculo** 50; de las señales 98; en el funcionamiento de las computadoras y la IA 56, 92, 108, 120, 164, 201, 203, 204, 205, 206, 215, 222; aprendizaje automatizado como 172-173; en la producción automatizada de artefactos visuales 125, 142, 145, 198
- Calculabilidad** 22, 53, 54
- Canva** 152-153
- Capps, Steve** 100
- Cardoso, Daniel** 10, 16, 17, 22, 26, 41, 45, 63, 65, 93, 127, 132, 142, 145, 192, 224
- Capacidad de procesamiento**; de las computadoras 53, 110, 158; en la confrontación entre el humano y la máquina 203-206; en la IA 165, 204
- Categorización** 29, 50, 52, 56, 60, 70, 72, 157, 172, 180, 199, 200, 204,
- Cedeño, Ricardo** 114
- CLIP** [*Contrastive Language Image Pretraining*] 174-176, 199
- Codificación** 38; como forma de comprensión 63; computacional 29, 38-39, 62, 149-150; de la inteligencia social 106, 155, 164; de un problema 54; en la IA 163-164, 169, 171; de objetos y fenómenos 100, 115, 135,

- 221; del diseño 45-46, 55, 60, 62, 63-64, 69, 74, 77, 80, 87, 117, 145-146, 205; eficiencia asociada a, 56, 206; de reglas 71; de la cognición 12, 96, 98, 107; de la acción humana 107; inscripción y, 38-39; de habilidades relacionadas con el diseño 92, 96, 100, 109
- Cognición 97, 98, 107, 144, 160, 161, 164, 221; codificación de, 12, 96, 98, 107; artefactos visuales y, 35; cognición distribuida 226; hipotética 73; espacial 95-96; y la manipulación de información digital 100; transformación de, 25, 35
- Computabilidad** 53, 54, 127, 135
- Computadoras:** y manipulación de gráficos 92, 93, 97, 111-118, 124-125, 137-138; funcionamiento 39, 56, 58, 62, 95-96, 106, 108, 134; agencia de, 143; como infraestructuras para el diseño 16, 29, 34, 39-41, 98, 100-101, 108, 110, 123, 128-131, 135, 141-144, 160-161; influencia en el diseño 29, 56, 135; procesamiento de información con, 98, 205
- Computación** 58, 62, 132; pensamiento computacional 133, 203
- Costa,** Joan 77-79, 213
- Cramer,** Florian 142, 202, 214-215,
- Creatividad;** diseño y, 18, 27, 51, 209-210, 226; automatización y, 186, 211-215; en contraposición con la objetividad o racionalidad 210, 226; como rasgo humano 213-214; incomputabilidad y, 215; bloqueo creativo 226; en la enseñanza del diseño 67; no antropocéntrica 216
- Cross,** Nigel 16, 131
- Crowdsourcing** 200
- Cuello de botella** [*bottleneck*] 168-169, 226
- Curvas de Bèzier** 125-127, 130, 134
- DALL-E** y **DALL-E 2** 176, 195, 198-199
- DataLand** 95, 98
- Dataset** 18, 160, 168, 200, 225,
- Descripción** 179; descripciones de alto nivel 145-146; en los prompts 192, 195; estadística 54, 196, 197, 211; de imágenes 122, 123, 126, 197; en el desarrollo y funcionamiento de la IA 159, 175, 211, 220; textual en la producción automatizada de imágenes 126, 175-176, 179, 186, 192, 197-199; y automatización 26, 34, 64, 211; simbólica 52; computacional 58, 123, 126; en los métodos de diseño 60-62, 72, 146, 211; en los diagramas de flujo 56, 58, 60; de página (PostScript) 122, 123; geométrica 17; de procesos en el diseño 10, 23, 52, 54-55, 58, 60, 72, 215, 223; desarrollo de software y, 26, 146, 221; perspectiva científica y, 50, 212; formal 92, 221, 223
- Desktop publishing** 110, 118
- Diagramas de flujo** 56-58, 60-62, 64; como descripciones formales 58; eficiencia asociada a 64
- Dibujo** 92, 109, 127; herramientas de 40, 115, 195; análogo 115, 130, 133-135, 141, 143; digital 104, 112, 116, 127, 130, 133, 134-135, 140-141; en perspectiva 135-137; vectorial 111, 130, 134;
- Digitalidad** 133; características 39, 155, 224; automatización y, 25; lugar infraestructural de, 227
- Digitalización** 26, 132; de información 26, 204; de imágenes 182; del diseño 111
- Discretización** 29, 54, 132, 205, 221; en la IA 30, 160, 205, 208, 221; en la lógica computacional 33, 34, 49, 54, 56; en la teorización del diseño 49, 54, 56

- Diseño** 70, 85, 86; definición global del 82, 85; propósito de, 51; como actividad intelectual (ideación) 52, 109, 127, 143; academización del, 67-69, 74; legitimación del, 77, 82,
- Do It Yourself** [DIY] 142, 155
- Dynabook** 102, 104,
- Eficiencia:** en la teorización del diseño 45, 48, 56, 84, 92, 145, 205, 216, 219, 220; asociada al uso de métodos de diseño 59, 64, 65, 74, 207; asociada a la automatización 25; en la enseñanza del diseño 77-80; asociada a la IA 200-201, 203, 205, 206; en el funcionamiento de las computadoras 33, 107, 203; racionalización y, 49, 144, 209, 216; aumento con el uso de *software* 120, 157, 205; en los procesos de producción 48, 49, 51; asociada a la tecnología 19
- Encubrimiento:** en la operación de las computadoras 108, 142-143; *software* y, 143, 201
- Engelbart**, Douglas 100
- English**, Bill 100
- Entrenamiento:** del diseñador 74; de la IA 18, 160, 166, 167-168, 170, 174-175, 188, 197, 199, 222, 223
- Espacio:** cartesiano 134, 135, 137, 160; informacional/virtual 94, 95-97, 100, 108, 124, 221; espacio latente 169-171, 173; *software* como espacio de trabajo 152, 153, 154,
- Esquemmatización** 221; métodos de diseño como 56; en los diagramas de flujo 56-62, 64; del diseño 56, 60, 63 de la experiencia espacial 95; en la enseñanza del diseño 75-76, 78; del fenómeno de la visualidad 137; espacio latente y, 169; en la lógica computacional 221;
- Estadística:** análisis estadístico 29; creatividad y, 215; descripción estadística 54, 196, 211; en la infoproducción del diseño 54, 55-56, 65, 223; en la enseñanza del diseño 80; en la producción de *software* 150, 155-156; en la producción automatizada de diseño (IA) 196-198, 223; en la producción automatizada de artefactos visuales (IA) 160;
- Estandarización** 41, 86; enseñanza del diseño y, 37, 42, 74, 77, 205; y artefactos inscritos 83; en el diseño 56, 77, 85-87, 144-145
- Estilo** 195; en los prompts 179, 195; en el diseño 195-196; como repetición 83, 197; y toma de decisiones en el diseño 195, 196; reproducción estadística de, 182, 197, 198; captura estilística de imágenes (IA) 175, 179, 197; y automatización del diseño 182, 191-198, 214; exaltación de, 77; Estilo Internacional 83, 84, 85
- Estructura:** identificación de 55; organizativa 56; de la información 13, 40, 94, 115, 117, 156; en la enseñanza del diseño 68, 70, 72, 76-79; en la teorización del diseño 48, 54, 55-56, 63, 65, 72, 207; de datos 12; en las lógicas computacionales 29, 34, 39, 94, 95, 117, 118, 130, 133, 135, 219; en las inscripciones 37, 38; representacionales 115; en las redes neuronales 167, 171
- Extracción:** de características (IA) 159, 160, 168, 222; de conocimiento 205
- Fabricant**, Robert 101, 106
- FatBits** (editor gráfico) 117
- Feedback** 79
- Figma** 153-154
- Filtrado de información:** IA y, 26, 27, 29, 158, 167, 168, 172; *software* y 42, 167, 173

- Finder** (utilidad) 104
- Flusser**, Vilem 38, 39, 54, 83, 101, 108, 201
- Fontphoria** 182-185
- Formalización del proceso de diseño** 51, 52, 64, 68
- Frascara**, Jorge 68, 195, 213
- Función de correspondencia** 198
- Galanos**, Vassilis 158, 159
- García**, Tristan 214
- Garret**, Malcolm 197
- Glanville**, Ranulph 49
- Geometrización**: en las inscripciones 38, 39; descripción geométrica 17, 223; en las lógicas computacionales 97, 119, 135; en la inscripción del diseño 60, 145, 223; en los modelos de representación gráfica 123, 125, 137; en la producción de artefactos visuales 138, 139, 142, 145; en el procesamiento digital de artefactos visuales 123, 125, 134, 135, 138, 142
- Generalización** 55; en los diagramas de flujo 60; en los métodos de diseño 63
- GPT-3** [*Generative Pre-trained Transformer 3*] 174-176, 206
- Gropius**, Walter 67, 210
- Gutenberg** 32, 121
- Hardware** 26, 93-101, 104, 112, 114, 130, 145, 204, 206, 221
- Heller**, Steven 142
- Hex Representation** (aplicación) 117
- Hofstadter**, Douglas 164, 212, 215, 223,
- Horn**, Bruce 104
- Identificación**: asociada a las inscripciones 38, 55; como capacidad de la IA 29, 158, 160, 161, 167, 168, 169, 173, 205; en el *software* de diseño 18; identificabilidad 54; identificación semántica 186
- Illustrator** (*software*) 127, 128-139, 181-184
- InDesign** (*software*) 181
- Independencia del dispositivo** 122
- Industrialización** 49, 58, 67
- Infraestructura** 40-41
- Infoproducción** 27, 28, 37; y representación 160; y automatización del diseño 27, 71-72, 108, 160, 192, 220-223; en la enseñanza del diseño 71-74; en el desarrollo de sistemas computacionales 107-109, 132-133, 225; asociada al discurso científico 52, 54; del diseño 29, 45, 56, 61, 70-72, 86-88; de la cognición y la inteligencia humana 98, 107, 225
- Información**: digital 39, 93, 97, 98, 114, 117, 122, 130, 155, 204, 221, 224; procesamiento digital de, 16, 17, 26, 27, 32-34, 40, 49, 61, 64, 92, 94-98, 100, 130, 132, 137, 138, 139, 204, 206, 219; transmisión y manipulación de 22, 25, 52, 54, 58, 85; en el proceso de diseño 52, 55, 56, 63, 197, 204-205, 207; en la enseñanza del diseño 70, 79; en el entrenamiento y funcionamiento del *software* y la IA 138-139, 156, 158, 160, 162, 164-167, 169, 171-173, 198, 200, 204, 208, 211, 220; digitalización de 9, 26
- Informática** 12, 47, 49, 53, 56, 58, 60-61, 63, 68, 94, 110, 144, 210, 212, 215, 220-221
- Ingenieros**; en el desarrollo de sistemas computacionales 15, 16, 95, 102, 112, 121, 152; sustituyendo a artistas o diseñadores 68, 226
- Inmediatez** 143, 191, 198, 201, 224
- Inmaterialidad**; de la información digital 39, 97, 155, 224; de los medios 32
- Inteligencia Artificial** (IA); autonomía de 161, 188, 215; desarrollo de, 158-159;

- investigación en 159; ingeniería en 159; entrenamiento de, 18, 160, 166, 167-168, 170, 174-175, 188, 197, 199, 222, 223; y visión automatizada 158-173; modelos generativos (imagen) 174-179; que automatiza el diseño 180-180, 191-198, 207-208, 211-216; en el *software* de diseño 18, 181, 200-201; como infraestructura para el diseño 18, 181, 27, 200-201, 207-208, 211-216, 224-225; diseñador en contraposición a, 202-216
- Intuición**; asociada al diseño 18, 27, 50, 51, 145, 226; asociada a la inteligencia artificial 228
- Inscripciones** 28, 37-38; en la validación del discurso científico 50; papel en la industrialización 50; y calculabilidad 54; como resultado de la infoproducción 61; en la enseñanza del diseño 37, 42, 71, 74, 77, 205; artefactos visuales digitales como, 157;
- Inscripción** 28-29, 37-39, 50; del diseño 29, 45, 46, 53, 69, 73, 92, 101, 211; en el desarrollo de *software* 109, 135, 160 procesos de, 135, 137, 195
- Interfaces Gráficas de Usuario** (IGU) 102-108, 114, 116-117
- Invisibilidad de los medios** 41
- Irigoyen**, Francisco 54
- Ironov**, Nikolay (red neuronal) 18, 20, 180, 186-189, 196, 198, 201, 206, 208, 211-214, 215, 223, 224
- Itten**, Johannes 67, 210
- Jones**, Jone Chris 16, 51, 64, 65, 72, 204, 207
- Kare**, Susan 106-107, 114, 116, 117
- Kay**, Alan 102, 104, 107, 108,
- Kittler**, Friedrich 22-23, 28, 32-34, 77, 85, 97, 98, 108, 132, 143, 149, 161, 201
- Knuth**, Donald 139, 145, 146
- Kosovichev**, Roman 188, 213, 214,
- Krämer**, Sybille 22, 23, 29, 35, 40, 41, 62, 74, 79, 132, 213
- Krippendorf**, Klaus 50, 73, 195, 212
- Kuang**, Cliff 101, 106,
- Kulinkovich**, Sergei 186, 196, 208, 211-213, 223-226
- Large Language Model** (LLM) 159
- Latour**, Bruno 10, 22, 28, 35, 36-39, 50, 76, 145
- Filosofía de la ciencia** 36, 48
- Móviles inmutables** 28, 37-38, 70
- Legibilidad** 45, 48, 51
- Lenguaje**; análisis de, 28, 199; en la automatización 199; procesamiento del, 220; *software* como, 109; de programación 122
- Lenguajes de Descripción de Página** (PDL) 123
- Licko**, Susana 118-120,
- Light pen** (*hardware*) 98, 134
- Linealidad 39, 64, 72, 124, 126; perspectiva lineal 138; álgebra lineal 173, 222,
- Lisa** (computadora) 104
- Lógica** 50; algorítmica 78; simbólica 54; formal 62, 133, 158, 220, 222; binaria 33, 61, 115, 163, 164, 215; computacional 34, 49, 71, 93, 95, 101, 106, 132, 135, 203; en el funcionamiento de la IA 215, 222; en el funcionamiento de las interfaces 101, 106; representación lógica del diseño 53, 78, 226; en la teorización del diseño 54, 101, 207, 221
- LOOKA** (compañía) 185-186, 198, 201, 208,
- Macintosh** (computadora) 104, 106, 110, 118
- MacPaint** (*software*) 108, 112, 114, 116-117, 128, 140-141

- Magia;** funcionamiento del *software* como, 140, 142 funcionamiento de IA como, 201, 212
- Maldonado,** Tomás 47, 51, 68, 135
- Manovich,** Lev 17, 18, 23, 29, 92, 115, 116, 151, 156
- Mapa de bits** [*bitmap*] 114, 117, 118, 119, 120, 124, 125, 133,
- Matemáticas** 62, 93; en la comprensión del diseño 53-54, 62, 220; en la manipulación de información digital 98, 117; y la producción digital de gráficos 125-127, 134, 142, 145, 198, 204
- Matriz:** aritmética 124; de puntos 124, 125, 135; vectorial 222, de información 198; asociada al procesamiento computacional 119, 124, 135, 145, 160, 161; de coordenadas o cartesiana 160, 221; en el funcionamiento de la IA 163
- McLuhan** 10, 32, 70
- Medios:** simulación de 115, 127, 156; digitales 85, 87, 120, 125, 143, 144, 150, 204, 207, 228; análogos 130, 134, 144; para la producción de diseño 120-131, 151-155, 180-190, 191-198, 221
- Mediación** 21, 22, 31, 32, 33, 35, 41; en la relación humano-máquina 91, 101, 108, 161, 221-222; entre dispositivos 121-122; tecnologías computacionales y, 11, 23, 34, 39, 64, 91, 92, 94, 95, 101, 108, 122, 133, 143, 144; automatización y, 12; asociada a los artefactos 36, 69, 72, 74, 83, 85, 87; diseño y, 62, 133
- Meta-** 146; -aprendizaje 174; -datos 200; -explicaciones 7; -lenguaje 51, 146; -medio 11
- Métodos de diseño** 51, 48-53, 212; y abstracción 52, 62, 224; codificación y, 46, 55, 146; y racionalidad 213, 220; como esquemas 56; como algoritmos 63; eficiencia asociada a su implementación 64; como formalización del diseño 68; como sistemas expertos 72
- Midjourney** (IA) 180, 189-190, 192-195, 198
- MIT** 16, 95, 110
- Modelo de Representación;** perspectiva como 138; de Gráficos (MRG) 122-123
- Modelo:** en el diseño 34, 66, 84; modelos educativos 78, 79, 80; de representación, o de imagen 122, 138;
- Modelos** (IA); de redes neuronales 165, 167-171, 174-175, 223, 225; de difusión 175, 176, 179; generativos 176-179, 186, 192, 195-199, 201, 206,
- Mouse** (*hardware*) 98-101
- Mother Cyborg** 172
- MS COCO** (*dataset*) 199
- MTurk** [Amazon Mechanical Turk] 200
- Neue Grafik** (publicación) 83, 84,
- Neurona artificial** 162-168, 172
- Objetivación** (del proceso de diseño) 51, 54, 70
- Onuoha,** Mimi 172
- Open AI** (compañía) 175, 176, 179,
- Otl,** Aicher 68,
- Page Maker** (*software*) 127, 207
- Pantone** (sistema) 87
- PARC** (Xerox) 102, 110, 112, 123
- Perceptron** 13, 162-164, 165, 166, 172
- Perspectiva científica** 34, 48, 50, 85, 93; en la comprensión del diseño 48-53, 67; metodologías 50, 146; en Ulm 50, 51;
- Pantalla** 12, 16, 91, 93, 94-98, 100, 101, 106, 108-110, 116, 118, 123, 130, 142, 143, 152, 171; resolución de 121, 122;

- dde rayos catódicos 94, 97, 111, 137
- Parisi**, Luciana 23, 26, 27, 29, 41, 42, 155, 157, 159, 162, 173, 215, 216
- Piaget, Jean** 104
- Pixel art** 116
- Pooling** (operación en la IA) 167
- Posthumanismo** 22, 214, 226-227
- Privatización** 201
- Prompt** [estímulo] 13, 177, 189, 191-198, 220, 224
- Prosumidor** 26, 199
- PostScript** 120, 121, 161; en programas de diseño 124-125, 127-128, 130; lenguaje de programación 87, 120-123
- Punto PostScript** (o punto DTP) 87
- Racionalidad** 21; en el proceso de diseño 64, 209; racionalización del diseño 220, 226; y computación 220; superioridad asociada a, 50; en la enseñanza del diseño 75
- Reconocimiento**; de patrones 26, 30, 160, 162, 172, 174, 205; automatizado de imágenes 171, 200; algorítmico 173; de regularidades 223
- Redes neuronales** (IA) 166, 172; en el *software* de diseño 181; que diseñan 186
- Redes Neuronales Convolucionales** (RNC) 167-168
- Renacimiento** 135, 137, 139
- Replicabilidad** 77, 181, 224
- Representación** 135, 160; de espacio latente 169-170; de información 16, 29; de procesos 56, 60; en la informática y la IA 58, 61, 106, 114, 160, 171, 176, 179; en la manipulación de gráficos por computadora 111, 117, 134; modelo de, 138; CLIP como “aprendiz de representaciones” 175; estilo y, 195; técnicas de, 204; del diseño 226,
- Retícula**; como técnica cultural 135; computacional 117, 119, 134, 139, 166; en la producción gráfica 119, 139, 145; geométrica 145
- Retina** (IA) 163, 165, 166
- Rittel**, Horst 47, 51, 54, 55, 63, 72, 212,
- ROM** [*Read Only Memory*] 117
- Rosenblatt** 13, 162-164, 166
- Sanderson**, Grant (3Blue1Brown) 166, 172
- Siegert**, Bernhard 22, 85, 135, 137, 158
- Simplificación**; en el procesamiento computacional 205; en el diseño 49, 84, 192, 195; en la producción de artefactos visuales 120
- Simulación**; de las capacidades humanas 17, 19, 24, 27, 221, 225; de fenómenos del mundo físico 95, 100; en el funcionamiento de las interfaces 108; digital de otros medios 11, 40, 115; de la integración de las computadoras al diseño 16, 13
- Sistemas**; de diseño 156-157; de Gestión Espacial de Información 95; de Gestión de Contenidos (CMS) 157; de Coordenadas Virtuales (SCV) 122-123; de equivalencias 87; de procesamiento de lenguaje natural (NLP) 199; expertos 71; de coordenadas 138, 139; Sistematización 58; en la enseñanza del diseño 76, 77
- Sloterdijk**, Peter 82
- SmallTalk** (*software*) 102, 104,
- Software** 63; y abstracción 144; agencia del, 109, 130-131, 142; estudios de 11, 23, 34, 130, 132, 134; encubrimiento y, 142, 201; inscripción y, 109; lógica de funcionamiento del, 92, 109, 115, 157, 224; magia y 142; matematización 144-145; nivel

- de automatización del, 17, 18, 92, 151; como infraestructura 42, 114, 132-133, 144, 145, 222; para la configuración de gráficos 110-120, 133; y sustitución de procesos manuales 109, 131, 133-134, 140; para el diseño 17, 110, 118, 130, 205; pérdida de agencia y uso de, 143-144; aceleración del proceso de diseño y 212
- Superficie**; bidimensional 37, 39, 100, 141; abstracta 95; superficialidad 108
- SuperPaint** (*software*) 111
- Sustitución**: del ser humano 19, 25, 91, 101, 204; del diseñador 9, 10, 11, 19, 20, 150, 202, 204, 214-215; de la acción del cuerpo 101; digital de acciones físicas 127
- Sutherland**, Iván 16, 110, 111, 134
- Tableta RAND** (*hardware*) 98, 107, 134
- Tapia**, Alejandro 51, 94, 210
- Teoría de la información** 22, 34, 53, 54
- Teoría de medios** 9, 21-22, 31-32, 41, 195
- TeX** (*software*) 193
- Tipografía digital** 119, 125; producción de, 139; producción automatizada de 185
- Traducción**; en el procesamiento computacional 56, 61, 98, 108, 117, 124, 128, 142, 143, 164; de señales 97; computacional de la acción humana 92, 98, 100, 106, 107, 132; digital de los efectos de herramientas de dibujo 115, 117
- Turing**, Alan 56, 158, 215
- Ulm** (escuela de); docentes en, 47, 51, 196, 211; perspectiva científica en 50-51, 54, 135, 205, 210; nfoque pedagógico 51, 52, 68, 205; influencia del pensamiento computacional en, 53-54, 56-57, 68, 135, 145, 146, 220, 221
- Unidades de medida tipográfica** 87
- Usabilidad** 104
- User-friendly** 104
- Vagt**, Christina 114
- Vector**; dibujo vectorial 120, 124, 128, 130, 134; en el funcionamiento de la IA 172-173, 222
- Von Neumann**, John 203-206
- Velo** [*velum*] 137
- Verbalización** 63; del proceso de diseño 51; en la enseñanza del diseño 73; proceso técnico de, 137;
- Verificabilidad** 51, 78; en la enseñanza del diseño 78, 79
- Visión artificial** 161-172
- Visualización**; de gráficos por computadora 93-97, 110, 121, 123; de información digital 94; de la distribución de características en un espacio latente 170
- Virtualidad**: espacio virtual 94, 95-97; información virtual 95, 97; sistema virtual 95; exigencias cognitivas de la, 95
- Warnock**, John 121-122, 128,
- What You See Is What You Get** (WYSIWYG) 141
- Windowing** (procesos computacional) 97, 108
- Windows** (sistema operativo) 104
- Winston**, Henry 159, 160
- World view** (sistema de *hardware* y *software*) 95
- Xerox** (compañía) 104, 121