

DOI: 10.24275/uama.5812.9682

**Universidad
Autónoma
Metropolitana**



Casa abierta al tiempo **Azcapotzalco**

DIVISIÓN DE CIENCIAS Y ARTES PARA EL DISEÑO

Especialización, Maestría y Doctorado en Diseño

**APROXIMACIONES AL ESTUDIO DEL DISEÑO EVOLUTIVO
CON BASE EN LAS REVOLUCIONES PARADIGMÁTICAS.**

**Diseño sistémico aplicado al diseño generativo
de mobiliario para cocina.**

Ricardo Andrés Ríos Ocaña

Trabajo de Tesis para optar por el
Título de Maestría en Diseño y Visualización de la información

Director de Tesis

Dr. Alfredo Garibay Suárez

Codirectora de Tesis

Dra. Yadira Alatríste Martínez

Ciudad de México

mayo de 2022

Dedicatoria

A **Dios**, a mi amada esposa **Gaby** y a todos aquellos que aportaron su tiempo y paciencia para la realización de este proyecto.

Agradecimientos

A todos los que colaboraron en la realización de esta investigación, por su apoyo e interés, les agradezco profundamente.

Al **Dr. Jorge Sánchez de Antuñano Barranco**, por su guía y motivación durante este proyecto, descanse en paz.

Al **Dr. Alfredo Garibay Suárez** y a la **Dra. Yadira Alatraste Martínez** por su dirección y asesoría durante el desarrollo de esta investigación.

Al **Maestro Roberto Bernal Barrón**, por haberme guiado en el mundo del 3D

Al **Maestro Antonio Abad Sánchez**.

A la **Dra. Blanca Estela López Pérez**.

Al Dr. **Luis Carlos Herrera**.

A Sammy y Choco.

Epígrafe

“Diseñar con ayuda del caos determinista sería diseñar objetos tan complejos como se quiera, pero adecuados (o reducidos) a las necesidades físicas, químicas, biológicas, psicológicas y sociales del hombre. Sería reorganizar la extraordinaria complejidad del mundo para encausarla al servicio de los requerimientos peculiares de nuestra especie; en el caso de los aspectos perceptuales, sería diseñar para reducir esa inagotable complejidad a los límites sensibles de nuestra capacidad cognitiva, con el propósito deliberado de alojarla dentro del rango permisible de nuestro atractor extraño cognitivo.”

(Covarrubias, 2010, p.75).

Resumen

Diseñar es un acto proyectivo, que requiere tener la capacidad sensitiva de análisis del contexto y de la acción del sujeto en dicho entorno. El examen señalado parte de la observación sistémica y su análisis fenomenológico y dialectico para generar una síntesis de variables, sólo ello determinará aquellos factores que generan fricción u obstruyen el desenvolvimiento evolutivo del individuo, generando propuestas para abatir dichas tensiones y, en consecuencia, mejorar su calidad de vida.

De acuerdo con Bejan y Zane (2012), un sistema perdura manteniendo su pertinencia en el contexto, siempre que se genere una reestructuración constante en nuevas formas y orientaciones, características que permiten el mejor acceso a las corrientes que fluyen a través de él. La propiedad señalada se ve influenciada por la capacidad de intercambio de información que tenga el sistema con los sistemas adyacentes en un constante diálogo. Durante esta interacción se generan los estímulos necesarios para que el sistema pueda readecuarse estructuralmente, siempre en busca de un óptimo desplazamiento dentro de un suprasistema y así iterativamente. Dicha interacción sistémica constante se detecta a partir de códigos comunes, llamados “isomorfismos”, éstos dictan comportamiento y tendencia. Un isomorfismo congruente con el sistema analizado puede utilizarse como base estructural para el análisis y desarrollo de objetos en el que está inmerso el sujeto, abatiendo fricciones contraproducentes.

Tomando una postura holística durante el proceso de diseño, donde se detecten los diferentes factores contextuales que definen el fenómeno emergente y posteriormente se deduzcan los isomorfismos que comparten los sistemas involucrados, será posible encontrar y analizar los flujos esenciales que conforman la solución a la problemática observada y su tendencia, y en consecuencia, se permitirá la posibilidad de generar un producto de diseño adaptable, capaz de potenciar las capacidades sujeto dentro de su entorno.

Si se otorga al objeto de diseño una capacidad de interacción propia con el entorno, por medio de detectores de diversas variables, se le estaría asignando su propia capacidad de respuesta y reestructuración para mejora continua, es decir, se le proporcionaría una propiedad evolutiva. En calidad de ejemplo, en el estudio de caso presentado en el Capítulo 5 de esta investigación, se presenta la forma en la que se utilizaron variables delimitadas para modulación de mobiliario, con la finalidad de automatizar el proceso de construcción tridimensional de cada módulo y permitir un proceso de diseño y producción más eficiente y adaptable.

Índice	
Dedicatoria	2
Agradecimientos.....	3
Epígrafe.....	4
Resumen	5
Introducción.....	12
1. Capítulo I Metodología	13
1.1. Antecedentes	14
1.1.1. Diseño.....	14
1.1.2. Nuevos paradigmas tecnológicos.....	14
1.2. Planteamiento del Problema	17
1.2.1. Justificación.....	17
1.3. Objetivos	18
1.3.1. General	18
1.3.2. Particulares	18
1.4. Hipótesis	18
1.5. Aportación al Diseño	19
1.6. Tipo de Investigación.....	19
2. Capítulo II, La Naturaleza del Diseño	20
2.1. La función Diseño	22
2.2. Gestión del Diseño.....	24
2.2.1. El oficio de diseñar.....	26
2.3. Forma y espacio	26
2.4. Potenciadores para el diseño	27
3. Capítulo III Revoluciones Industriales y Rupturas paradigmáticas	29

3.1.	De la mecanización a la digitalización	31
3.2.	Disrupción y diseño	32
3.2.1.	Industria 4.0/ factoría del futuro	33
3.2.2.	Movimiento Maker	38
3.2.3.	Fabricación Digital.....	39
3.2.4.	A.I	41
3.2.5.	Computación Ubicua.....	42
3.2.6.	Diseño Generativo	43
3.2.6.1.	Ejemplos de diseño generativo.....	46
3.2.7.	Game of life	47
3.2.7.1.	Herramientas A.I. para el diseño	51
3.3.	Paradigmas sistémicos	64
3.3.2.	Ley Constructal.....	65
3.3.3.	Sistemas.....	68
4.	Capítulo IV Visualización de la Información	71
4.1.	Visualización y Diseño.....	72
4.2.	Taxonomía Comentada de herramental para la visualización	76
4.2.1.	Librerías	77
4.2.2.	Dashboards	80
4.2.3.	Ejemplos aplicados de visualización de la información	95
4.2.4.	Recursos de interés	102
5.	Capítulo V Estudio de Caso	106
5.1.	Caso.....	107
5.2.	Problema.....	108
5.3.	Hipótesis del proceso del proyecto muestra.....	116

5.4. Proyecto muestra	118
5.5. Resultados.....	123
6. Capítulo VI, Conclusiones.....	132
6.1. Conclusiones.....	133
6.1.1. Resultados con respecto a objetivos planteados.....	133
6.1.2. Conclusiones del proceso de investigación	134
6.1.3. Conclusiones sobre visualización	136
6.1.4. Conclusiones sobre caso de estudio	136
6.2. Ventajas y desventajas	137
6.2.1. Ventajas del uso de la aproximación sistémica al proceso de diseño. 138	
6.2.2. Desventajas del uso de la aproximación sistémica al proceso de diseño. 138	
6.3. Problemas encontrados durante el desarrollo de la investigación .	139
6.4. Aportaciones	140
6.5. Conclusión.....	141
Bibliografía	143
Currículum Vitae.....	150

Indice de Figuras

Figura 1 Lo específico del diseño, Autor (Leiro,2006)	25
Figura 2 Línea de Tiempo de las diferentes Revoluciones Industriales y sus efectos (Elaborado por el autor).....	30
Figura 3 Tarte_generator Autor: Sakura_RT	46
Figura 4 Las diferencias en los parámetros permite diversos outputs Autor: Sakura_RT..	47
Figura 5 Izq. Célula muerta, Der. Célula viva Fuente (elaborado por el autor)	48
Figura 6 Etapa Inicial generado en "game of life" usando el software Golly (Elaborado por el autor)	49
Figura 7 50° etapa de generación (Elaborado por el autor)	50
Figura 8 150° etapa de generación (Elaborado por el autor)	50
Figura 9 500°etapa de generación (Elaborado por el autor)	51
Figura 10 Comparativa de un render con la misma cantidad de "pasos", de lado izquierdo con denoiser vs lado derecho sin filtro. (Elaborado por el autor)	52
Figura 11 Interfaz principal de Dain-APP Fuente: https://github.com/BurguerJohn/Dain-App/releases/tag/1.0	53
Figura 12 Página principal de EbSynth, de lado derecho se demuestra los ejemplos aplicados de la integración de "estilo" en varios videos procesados Fuente: https://ebsynth.com/	54
Figura 13 "Persona caminando por la carretera", Autor: Ricardo Esquivel	55
Figura 14 Night Creeper por Zdzisław Beksiński, 1973	55
Figura 15 Resultado generado por el algoritmo de Deep Dream Generator (Autor: Deep Dream Generator)	56
Figura 16 A la izquierda las imágenes "input" y a la derecha las interpretaciones generadas por "AI" fuente: https://phillipi.github.io/pix2pix/	57
Figura 17 de lado izquierdo de cada ejemplo es la imagen de muestra, y a la derecha su respectiva interpretación según el objetivo buscado	58
Figura 18 Interfaz web para manipulación de archivos de video e imagen por medio de "AI" Fuente: https://app.runwayml.com/	58
Figura 19 Página principal de la webapp fuente: Letenhance.io	59
Figura 20 Interpretaciones generadas por Inteligencia artificial de personas inexistentes Fuentes: https://thispersondoesnotexist.com/ y https://github.com/NVlabs/stylegan2	60
Figura 21 Interfáz principal de AIVA fuente: aiva.ai	60
Figura 22 Boceto de ejemplo de boceto base Fuente: http://monstermash.zone/#	61
Figura 23 Modelo 3d generado a partir de un proceso de "inflado" del trazo original Fuente: http://monstermash.zone/#	62
Figura 24 Animación final del modelo generado, Fuente: http://monstermash.zone/#	62
Figura 25 Ejemplo de la visualización de diferentes conceptos de sillas con forma de un aguacate. Es posible variar tanto el objeto a generar, su forma, figura o estilo y el concepto con cual combinarlo. Fuente: https://openai.com/blog/dall-e/	63
Figura 26 Página principal de deepai.org.....	64
Figura 27 Esquema propuesto de delimitación sistémica (Elaboración del autor)	76
Figura 28 Representación de proceso de Recolección y filtración de información de SnowPlow. Fuente: snowplowanalytics	78

Figura 29	Página principal de Parse.ly donde muestra sus principales funciones. Fuente: parse.ly.....	78
Figura 30	Por medio de un mapa visual, se representa las posibles variantes de recolección de información que se pueden adquirir a través de Woopra. Fuente: Woopra	79
Figura 31	Página principal de FoxMetrics, Fuente: Foxmetrics.....	80
Figura 32	Chartbeat genera visualización de información enfocada en los intereses del posible usuario fuente: Chartbeat.....	80
Figura 33	Tableau se enfoca en la transformación de información en datos simplificados. Fuente: Tableau.....	81
Figura 34	D3 es una librería que permite realizar gráficos interactivos para visualización de información. Fuente: D3.....	82
Figura 35	Any Chart es una librería para generar diferentes visualizaciones de datos. Fuente: Anychart	82
Figura 36	CanvasJS, es igualmente una librería para generación de gráficos interactivos, basada en HTML5 Fuente: Canvasjs.....	83
Figura 37	Librería basada en Javascript enfocada en la visualización de la información. Fuente: Zoomcharts	84
Figura 38	Herramienta de captura de posición de mouse para posterior análisis de user experience. Fuente: mouseflow	84
Figura 39	Página principal de Google Analytics. Fuente: Google	85
Figura 40	Interfaz principal de DataHero. Fuentes: DataHero.....	85
Figura 41	Página principal de Raw Graphs. Fuente (https://rawwgraphs.io/)	86
Figura 42	Interfaz principal de dygraphs. Fuente: Dygraphs.....	86
Figura 43	Página oficial de InstatnAtlas. Fuente: InstantAtlas.....	87
Figura 44	Librería basada en JavaScript para visualización de información. Fuente: Modestmaps.....	87
Figura 45	Página oficial de Leaflet. Fuente: Leaflet.....	88
Figura 46	Herramienta en línea para visualización de información. Fuente: InetSoft.....	88
Figura 47	Herramienta para generación de Dashboards interactivos. Fuentes: FusionCharts.....	89
Figura 48	Página de descarga de la JS InfoVis Fuente: JavaScript InfoVis Toolkit.....	89
Figura 49	Página principal de OpenLayers. Fuente: Openlayers.....	90
Figura 50	Página principal de Nodebox. Fuente: Nodebox.....	90
Figura 51	software para la generación de diversos mapas de relación Fuente: Gephi	91
Figura 52	Página principal de InvisionAp. Fuente: InvisionApp.....	91
Figura 53	Herramienta web para el desarrollo de prototipos de UI y UX. Fuente: Marvelapp.....	92
Figura 54	Página principal de matomo. Fuente: Matomo	92
Figura 55	Proyecto Open-Source Open web analytics. Fuente: Open Web Analytics	93
Figura 56	Adobe Analytics. Fuente: Adobe (2020)	94
Figura 57	Herramienta para generar gráficos interactivos. Fuente: Google.....	94
Figura 58	Página principal de Observable, contiene muestras y proyectos realizados en diferentes ámbitos. Fuente: Observable.....	95
Figura 59	OEC, ofrece información relevante sobre la economía mundial. Fuente: The Observatory of Economic Complexity	96

Figura 60 Visualización de los diferentes "covers" realizados de éxitos de música. Fuente: Galaxy of Covers	96
Figura 61 Proyecto de representación visual de "Space Oddity". Fuente: OddityViz.....	97
Figura 62 Proyecto de visualización aplicada en página web. Fuente: Cleverfranke	98
Figura 63 Representación visual de relaciones en el anime "Sakura Card captor". Fuente: datasketch	98
Figura 64 Mapa dinámico de relaciones de los personajes del "MCU". Fuente: StraitsTimes.....	99
Figura 65 Visualización del impacto del ser humano y la extinción de diversas especies a través del tiempo. Fuente: Dribble	100
Figura 66 Representación de habitabilidad de las ciudades en Europa, representadas por medio de corales generativos. Fuente:Towards data science	100
Figura 67 Proyecto "Figures in the Sky". Fuente: Visual cinnamon	101
Figura 68 Mapa dinámico para visualizar el impacto del armamento nuclear. Fuente: NUKEMAP	101
Figura 69 Página principal de Processing. Fuente: Processing	102
Figura 70 Página Web de Interactive Design Foundation. Fuente: Interactive Design Foundation.....	103
Figura 71 Página web enfocada en visualización de información. Information is Beautiful	103
Figura 72 Herramientas open source para la visualización y transformación de información. Fuente: Open Data Tools	104
Figura 73 Blog enfocado en visualización de información. Fuente: Visualizing.org.....	105
Figura 74 Página principal de FlowingData. Fuente: Flowing Data	105
Figura 75 Proceso de diseño de mobiliario en WAO Kitchen Design. Autor: Oscar Monsalve Cuervo, Diseño: Gabriela Isabel Fernández Martínez	108
Figura 76 Plano ejemplo de distribución modular (Elaborado por el autor)	111
Figura 77 Render de ejemplo de Proyecto (Elaborado por el autor)	112
Figura 78 Render de Gabinete básico para cocina (Elaborado por el autor)	113
Figura 79 Render de Alacena básica para cocina. (Elaborado por el autor)	114
Figura 80 Modelo básico de módulo torre (elaborado por el autor)	115
Figura 81 Estructura base del módulo de mobiliario para cocina (Elaborado por el autor)	116
Figura 82 Esquematación comparativa de viabilidad de propuestas. WAO (Elaborado por el autor)	117
Figura 83Propuesta FrontEnd para algoritmo de diseño de mobiliario Autor: (Elaborado por el autor)	121
Figura 84 Rediseño sintetizado de interfaz de usuario (Elaborado por el autor)	123
Figura 85 Algoritmo en funcionamiento dentro del software Rhinoceros 6. (Elaborado por el autor)	123
Figura 86 Algoritmo final de diseño generativo para diseño de cocinas, generado en Grasshopper®. (Elaborado por el autor)	125
Figura 87 Posibles variaciones de módulos generados (Elaborado por el autor).....	126
Figura 88 Variaciones generativas de gabinetes (elaborado por el autor).....	128
Figura 89Variaciones generativas de alacenas. (Elaborado por el autor)	129

Figura 90 Variaciones generativas de torres para horno (elaborado por el autor) 130

Indice de Tablas

Tabla 1 Diferentes "fork" de Blender 37

Introducción

A través de la historia humana se han registrado cuatro revoluciones tecnológicas importantes, provocadas por los avances científicos aplicados en el desarrollo de instrumentos que eficientizan la producción de objetos. Estos cambios generan una serie de rupturas paradigmáticas relevantes, pues al permitir una forma más eficiente de adquirir, visualizar y transformar información del entorno, abren una nueva gama de aproximaciones a problemáticas emergentes con soluciones innovadoras. Con cada revolución tecnológica se desarrollarán nuevas técnicas de innovación y nuevas áreas de investigación, generando una constante evolución tecnológica.

Por otro lado, una disciplina profesional se enfoca en dar solución a problemáticas propias de su área por medio de la praxis. Así mismo, el profesional apoya su conocimiento y práctica en el uso de un instrumental adecuado que permita realizar los análisis pertinentes y desarrollar de forma eficiente un producto que solucione de la mejor forma la problemática descubierta.

En el capítulo 2 se plantea una síntesis del diseño como disciplina profesional, puesto que busca detectar las posibles fricciones contextuales que presenta un sujeto dentro de su entorno, para posteriormente analizarlas, sintetizarlas y generar una solución apropiada a los requerimientos detectados. Ahora bien, con el apoyo de las tecnologías emergentes de la cuarta revolución industrial, (abarcadas en el capítulo 3), el diseñador dispone de nuevos potenciadores para generar soluciones adaptables no sólo al sujeto sino al mismo sistema, proveyendo al objeto de diseño una posible capacidad evolutiva a través de su diálogo con el contexto.

En el capítulo 4 se plantean herramientas de síntesis y su inserción dentro de diversos sistemas para poder hallar los flujos contextuales pertinentes. Por último y a modo de ejemplo aplicado, en el capítulo 5 se desarrolla un proyecto de diseño generativo para el desarrollo automatizado de módulos de mobiliario.

1. Capítulo I Metodología

1.1. Antecedentes

1.1.1. Diseño

El propósito principal del diseño es dar soluciones factibles para las problemáticas encontradas dentro del contexto de un sujeto, esto se logra por medio de la concreción material de un objeto con la intención de mejorar el flujo del individuo dentro de su entorno, o bien, para mejorar su calidad de vida (Peñalva, y otros, 2006, p.52). Para ello el diseñador debe ser capaz de observar y analizar el contexto que rodea al sujeto, siempre en busca de posibles mejoras. Al respecto Peñalva (2006, p.16) señala: “el proceso de diseño exige básicamente el desarrollo de un tipo de pensamiento: “el pensamiento proyectual” que requiere un particular modo de observación, reflexión y acción”. Considerados los aspectos mencionados, posteriormente se debe conceptualizar una solución que pueda traducirse en un objeto recodificado, que el sujeto pueda incorporar a su entorno y con ello mejorar su flujo contextual.

En atención a lo señalado por Chaves (2001), es posible considerar al acto de diseño como una actividad disruptiva, un proyecto revolucionario, pues tiene como principal objetivo deconstruir y mejorar el discurso contextual establecido en busca de un mejor lenguaje, también es necesario remarcar que los avances tecnológicos abren la posibilidad de diseñar herramientas que potencien el trabajo del profesional, tanto para el desarrollo de soluciones innovadoras, como para la exploración de nuevas áreas de investigación. Será necesario comprender el flujo que acarrearán estas nuevas tecnologías para poder integrarlas al área profesional (siendo el diseño el enfoque de esta investigación) como potenciadores de la disciplina.

1.1.2. Nuevos paradigmas tecnológicos

Los cambios paradigmáticos tecnológicos generan nuevas formas de recolectar, transformar y transmitir información cada vez con mayor eficiencia. A lo largo de la

historia, han surgido cuatro revoluciones industriales que generaron importantes cambios en la forma de producir herramientas y soluciones en sus respectivas épocas. La primera revolución industrial, trajo consigo los avances de la máquina de vapor como principal exponente, la segunda revolución industrial, la producción en masa, la tercera la automatización, y por último, todavía afectando la actualidad, la cuarta revolución industrial 4RI¹ la cual sigue generando innovaciones de solución para las problemáticas presentes, creando nuevos campos de exploración y nuevos paradigmas a enfrentarse. Esto favorece en gran manera la forma en que se puede realizar diseño, si se abarca de la manera adecuada.

El enfoque de la 4RI se concentra en la generación de productos inteligentes que interactúen entre sí, generando un sistema interconectado de información siempre con una óptica en la intercomunicación de elementos. En palabras de Guiu y Agüera (2019):

“Pretende aplicar todas las tecnologías 4.0 en el proceso de creatividad del «diseño de los productos y servicios» (smart design) para innovar y mejorar la competitividad fabricando «productos inteligentes» (smart products) y comercializarlos, distribuirlos y seguir su ciclo completo de posventa y vida, empleando la inteligencia que proporcionan en todas las etapas del ciclo de vida las tecnologías de la sociedad digitalizada” (p.76).

Ante los avances emergentes de la 4RI, se generará un nuevo campo de desarrollo y exploración pues surgirán nuevas rupturas paradigmáticas durante su avance; Schwab (2016) puntualiza: Las propuestas generadas por la 4RI ponen en evidencia cambios profundos en todas las industrias, marcados por la emergencia de nuevos modelos de negocio, la disrupción de beneficios y la remodelación de la producción, consumo, transporte y sistemas de entrega. (p. 8).

¹ Cuarta Revolución Industrial e Industria 4.0 se abreviará 4RI

En entrevista con Leslie D'Monte, en el marco del World Economic Forum (WEF) 2019 Kay Firth-Butterfield, responsable del área de Inteligencia artificial y Machine Learning en el WEF2, explica el impacto que podrían tener las tecnologías de inteligencia artificial propias de la 4RI:

“The world is going through a workplace revolution that will bring a seismic shift in the way humans work alongside machines and algorithms, according to new research by WEF. By 2025, more than half of all current workplace task will be performed by machines as opposed to 29% today. Such a transformation will have a profound effect on the global labour force. However, in terms of overall numbers of new jobs, the outlook is positive, with 133 million new jobs expected to be created by 2022 compared to 75 million that will be displaced.” (D'Monte, 2019)

Esta proyección, en conjunto con el rápido desarrollo de aplicaciones de las tecnologías de la 4RI en diferentes áreas profesionales, confirma un surgimiento de nuevos campos laborales, con requerimientos provenientes de nuevas formas de recolectar y transformar la información. En consecuencia, aquellos incapaces de generar este nuevo diálogo contextual con los medios técnicos, creativos y productivos, se irán disolviendo hasta desaparecer.

We are witnessing profound shifts across all industries, marked by the emergence of new business models, the disruption of incumbents and the reshaping of production, consumption, transportation and delivery systems.” (Schwab, 2016, p.8,)

Esta es una aproximación herramental de las virtudes otorgadas por la 4RI, sin embargo, el análisis contextual de esta tendencia tecnológica se encuentra en el cambio discursivo que contiene una nueva posibilidad de diálogo entre el diseñador, el sujeto y la tecnología.

² World Economic Forum

1.2. Planteamiento del Problema

Ante las promesas tecnológicas que surgen con la 4RI, es necesario replantear la forma en la que se realizan ciertos procesos productivos y proyectuales, proporcionando al profesional la capacidad de servirse del instrumental que esta revolución tecnológica provee, además de comprender las tendencias emergentes y diseñar soluciones factibles, para su mejor adaptación al medio en el que se desarrolla.

La 4RI provocada por una nueva infraestructura tecnológica, principalmente en el manejo y transformación de información, replantea la forma en que se producen los objetos. El diseño no queda exento de los cambios tecnológicos que podrían percibirse como amenazas para su labor, debido a estas nuevas tecnologías tendrían la capacidad de generar soluciones con mayor eficiencia y menor costo. Sin embargo, las diferentes aproximaciones metodológicas para el diseño que han surgido en los últimos años, resultan ser procesos técnicos reiterativos de un proceso estructurado, racional y metodológico de diseño, que en general terminan siendo, en palabras de Norberto Chaves (2018), prótesis para diseñadores discapacitados, haciendo alusión al uso dependiente de estas herramientas para lograr realizar acto de diseño, y por lo mismo, en cuestión pragmática, limita la capacidad propia del diseño de evolucionar naturalmente en su entorno.

Esto último supone que el constante flujo y desarrollo de las diferentes disciplinas, permite que estas puedan perdurar en el tiempo y responder ante los estímulos del entorno, resolviendo las fricciones que vayan surgiendo. Definitivamente habrá cambios, sin embargo, se pretende analizarlos y visualizar diferentes alternativas que permitan integrarlos al proceso de diseño, para poder potencializarlo y así lograr hallar la tendencia que tomará la disciplina durante su evolución.

1.2.1. Justificación

Ante el surgimiento de nuevos paradigmas productivos y tecnológicos, generados por las nuevas tecnologías emergentes de la revolución 4.0, es necesario construir una aproximación congruente para el diseño y aprovechar lo mejor posible esta

tendencia, por lo que se busca analizar y entender hacia donde desemboca esta revolución, permitiendo generar una estrategia sintetizada para acoplar estas nuevas tecnologías y utilizarlas como potenciadores, apoyando de esta forma, la evolución de la profesión.

Abarcando el diseño desde una perspectiva sistémica, desde un enfoque holístico, el profesional tendría la capacidad de servirse de una exploración interdisciplinaria, para la detección y análisis de sus isomorfismos y determinar aproximaciones de solución, por medio de una síntesis óptima para el desarrollo del objeto de diseño, permitiendo de esta forma su crecimiento dentro de un contexto específico. Es decir, el diseño como acto profesional se enfoca en mejorar el flujo conceptual del sujeto, por ello el objeto de diseño debe responder a las variables difusas que rodean al sujeto, labor imposible de realizar por medios técnicos iterativos.

1.3. Objetivos

1.3.1. General

Analizar las tendencias tecnológicas y conceptuales que pueden potenciar la labor del diseño, considerando las ventajas de la obtención y transformación de datos, para poder generar síntesis estructurales capaces de dialogar con el entorno y con ello forjar variantes innovadoras de solución a las problemáticas observadas.

1.3.2. Particulares

- Realizar un análisis de las tendencias, herramientas conceptuales y de desarrollo generadas en la cuarta revolución industrial.
- Analizar la labor de diseño como sistema evolutivo en un contexto actual.
- Generar una estrategia de delimitación sistémica que posibilite hallar las bases esenciales para generar diseño evolutivo.

1.4. Hipótesis

Por medio de una aproximación sistémica al proceso del diseño, es posible generar una síntesis estructural mínima, un código sintético propio del futuro

objeto, lo que permitiría insertarse dentro de diversos contextos creando un diálogo particular con cada uno de ellos, facilitando el desarrollo de un tropismo particular e incluso generando mutación para su mejor adaptabilidad y flujo contextual, dando paso a su propia evolución como sistema vivo.

1.5. Aportación al Diseño

Realizando un análisis de la estructura del proceso de diseño y su interpretación como sistema, para determinar sus isomorfismos con sistemas vivos y la integración de tecnologías emergentes, esta investigación busca generar una aproximación al proceso de diseño con enfoque sistémico, para desarrollar objetos de diseño adaptables a un entorno en particular. Así mismo, generar la infraestructura apropiada, para futuras investigaciones del desarrollo de herramientas y procesos para generar diseño evolutivo.

1.6. Tipo de Investigación

Esta investigación es de tipo mixta ya que se integran un estudio teórico del diseño como actor disruptivo, al igual que como un proceso cuantitativo, donde se presenta un caso práctico de aplicación del modelo de síntesis presentado. En el caso de la parte teórica de esta investigación, se presenta un estudio de los factores que influyen las rupturas paradigmáticas tecnológicas, el papel del diseño como disciplina profesional y la integración de factores sistémicos como la “ley constructal”, geometría fractal y teoría general de los sistemas, como factores a considerar al delimitar un proceso holístico de diseño. Por otro lado, en la parte práctica, se muestran y analizan herramientas potenciadoras que apoyan el desarrollo de diseño innovador. De igual forma, se presenta un ejemplo aplicado de la integración de diseño con enfoque sistémico, en el desarrollo de un proceso generativo de módulos de cocina para una empresa de diseño de mobiliario.

Con lo anterior, se pretende ampliar el panorama con respecto al proceso de diseño, por medio de la yuxtaposición de conceptos interdisciplinarios y la integración de potenciadores tecnológicos.

2. Capitulo II, La Naturaleza del Diseño

Este apartado se enfoca en un estudio del diseño como sistema, realizando un análisis de la disciplina en función del tiempo, el método y el entorno.

El diseño es un proceso proyectual enfocado en la alteración contextual, con el objetivo de mejorar la adaptabilidad de un sujeto a su entorno, sugiere una reestructuración del dialogo del sujeto y su ambiente, generando nuevas formas y orientaciones para lograr un estado armónico. Esta aproximación sistémica se relaciona con lo mencionado por Bejan (2011) en su libro *Design in nature*, que sugiere que todo lo que se mueve es un sistema de flujo, el cual generará forma y estructura a través del tiempo para adaptarse de la mejor manera al entorno que lo contiene.

Será necesario considerar al sujeto como un sistema vivo, capaz de evolucionar dentro de un entorno específico y, por su necesidad innata de supervivencia, buscará adaptar los elementos que tiene a su alrededor, transformarlos y redistribuirlos para mejorar su calidad de vida. También es posible considerar al diseño como recursividad, inserto metodológico en un suprasistema que demanda evolución, re-estabilización y optimización constante del flujo proyectual que le conforma durante su existencia temporal.

El diseño surge a partir de un proceso secuencial, que tiene como objetivo disminuir los elementos que obstaculizan el desarrollo de un organismo dentro de un entorno. Este proceso abarca la detección de la problemática principal, su análisis, así como también el desarrollo de una solución factible y adecuada al contexto del sujeto; Por lo tanto, se requiere de un análisis racional y proyectivo que permita sintetizar los elementos primordiales necesarios para su desarrollo. Bejan (2011) expone:

“To design is human. It is human to absorb images that invade us, or reflect upon them in our minds and to use them as personal catapults to make our drawings and devices so that we become a better and better species moving more easily on the landscape” (Bejan & Zane, 2011, p. 56)

Es importante discurrir que la necesidad de supervivencia y comodidad propician la visualización de posibles mejoras, su planificación, pruebas y desarrollo, con el objetivo de mejorar la calidad de vida de uno o de varios individuos. Por esto, el ser humano ha diseñado un sinnúmero de objetos que han facilitado su desenvolvimiento contextual, desde las tareas más cotidianas hasta las más específicas. Guiu & Agüera (2019) exponen: el hombre se ha distinguido por haber aprendido a explotar su entorno, con el fin de satisfacer sus necesidades cada vez más sofisticadas; a utilizar los elementos que la naturaleza le ofrece, para crear herramientas que le permiten procesar materias primas y obtener productos que no existían antes de manera natural.

Por tanto, el diseño es un proceso proyectivo en busca de una mejora en la calidad de vida de un sujeto, al cual se le otorgan herramientas para transformar su entorno y desenvolverse de manera más eficiente para seguir adaptándose.

2.1. La función Diseño

A lo largo de su evolución, el hombre, en su contexto, ha desarrollado herramientas que le permitan completar una tarea específica de manera más eficiente y con mayor precisión; estas tareas se vuelven más complejas con el paso del tiempo, surgen nuevas necesidades para responder a los requerimientos del renovado contexto y, de manera recursiva, nuevos desarrollos surgen para responder de manera adecuada al entorno. El desarrollo de nuevos dispositivos que potencien la transformación del entorno, para la adecuada adaptación del sujeto ha estado presente desde tiempos remotos, y paulatinamente prepararon el camino a las Revoluciones Industriales de los siglos XVIII y XIX (Miguez 2011, p.11)

El diseño, como disciplina, busca analizar las diferentes necesidades encontradas en diversos contextos y determinar las bases estructurales en términos técnico-productivos, estético-simbólicos y sociales de un sujeto dentro de un contexto para generar objetos que sean propicios para su óptimo desenvolvimiento.

Consecuentemente, provocado por el estímulo disruptivo en contra de las fricciones generadas dentro de un suprasistema, se genera un paulatino cambio contextual impulsando al sistema-entorno en donde se encuentra el individuo para comenzar a evolucionar.

Ahora bien, una labor técnica, planteada en un paradigma establecido, permite la manipulación y transformación de la materia para su inserción al dialogo contextual, sin embargo, por sí misma es una aproximación reiterativa en busca de un resultado efectivo y constante, una auto afirmación contextual comúnmente enfocada en el desarrollo productivo de un objeto determinado, sirviéndose de un paradigma base y un proceso delimitado a resultados preestablecidos en un universo cerrado. En contraste con la actividad profesional que busca proporcionar la solución adecuada al contexto analizado, desarrollando soluciones contextuales abiertas permitiendo la variabilidad y la innovación. Al respecto, Herbert (2016) explica: la acción de diseñar es el núcleo de todo entrenamiento profesional: es la principal marca que distingue las profesiones de las ciencias. Lo anterior no quiere decir que la labor técnica es ajena al acto de diseño profesional, este es un aspecto clave dentro del proceso mismo del diseño, por lo mismo, todo profesional tiene la capacidad de realizar diseño para dar soluciones factibles a las problemáticas halladas, generando innovación dentro de su ámbito. En ese sentido Peñalva (2006) menciona que el diseño se basa en un conocimiento previo de la sociedad, de sus individuos y de las múltiples redes de comunicación, busca comprender los lenguajes de dichas comunicaciones y desarrolla mensajes a partir de dichos sistemas para ser decodificados por el entorno y sus componentes individuales y grupales. Establece actos de simbiosis, en tanto su objeto son los lenguajes, códigos y signos del entramado social. (Peñalva, y otros, 2006, p. 53)

En síntesis, el diseño como profesión, permite proporcionar soluciones en diferentes contextos si se abarca de forma holística, o bien, con enfoque sistémico, que simultáneamente permite una aproximación interdisciplinaria de solución. En este sentido Gutiérrez, et al. (1992) reafirman:

“La ciencia, la tecnología y el arte como momentos del acto diseñante son intrínsecamente diferentes de la ciencia, la tecnología y el arte como actos independientes(...) El diseño es un acto distinto propio, integrado, científico-tecnológico-estético: una tecnología estética-operacional o una operación -estético-tecnológica sui generis.” (Gutiérrez, et al, p. 20)

Se debe mencionar que, con el paso del tiempo, la disciplina incorporó un enfoque técnico en su proceso, centrada en modelos establecidos para poder delimitar los fenómenos emergentes y generar soluciones objetivas y factibles para el mercado industrial

“Los diseñadores, integrándose al mundo corporativo e industrial, tomaron la manera racional de interpretar la problemática del diseño, el modo educativo y el sistema de valores formulado por la Bauhaus, no como una manera de estudiar el fenómeno visual sino como un modo superior de hacerlo.” (Peñalva, et al, 2006, p. 13)

Esto último, sin embargo, genera un enfoque centrado en el mercado y no en el sujeto, a quién (acuñando términos mercantiles) se le nombra “usuario”, lo que conlleva a la búsqueda de productos que se irán disipando en un contexto mercantil y económico, no precisamente dentro de un contexto en beneficio del flujo contextual del sujeto. En palabras de Chaves (2001): no es la solución de aquellos problemas, de aquellas necesidades del usuario, sino la incorporación de un elemento de innovación, es decir, la creación de un acontecimiento atractivo para el mercado”. (Chaves, 2001, p. 28).

2.2. Gestión del Diseño

Para el desarrollo de un objeto de diseño, el proceso mismo debe tener presentes diversos aspectos del entorno, no sólo en su aspecto técnico productivo y funcional, también en su integración al contexto sociocultural y simbólico, “La gestión específica del diseño es la de posibilitar la socialización y la culturización de las entidades artificiales” (Leiro, 2006, p. 31). Esto supone que es parte fundamental de

toda gestión de proyecto de diseño, su adaptación, supervivencia, percepción contextual, diferenciación y capacidad de diálogo con el entorno.

Es necesario comprender las áreas específicas del diseño, para abarcar de manera enfocada cada proyecto que se presente englobando toda la información contextual relevante. Leiro (2008) propone tres aspectos diferentes del diseño: El primero es el área técnica, la cual abarca los métodos y maneras de realizar alguna labor; la segunda es la usabilidad, en donde se estipula la utilidad misma del objeto, su uso, aspectos ergonómicos, entre otros enfocados a la percepción y manipulación física del objeto por un sujeto, finalmente la significación, que integra aspectos simbólicos, de percepción y socialización, permitiendo al objeto ser percibido, y darle coherencia en su nuevo entorno (Figura 1 Lo específico del diseño, Autor (Leiro,2006). Al respecto Donald Norman (2011) indica que el diseño apropiado minimiza la necesidad de conocimientos o experimentaciones arcanas, sin embargo, al vivir en una sociedad, y a su vez al vivir de forma confortable en el mundo moderno, es necesario que entendamos el papel que juegan las interacciones sociales, los grupos y la cultura misma (p.98) .

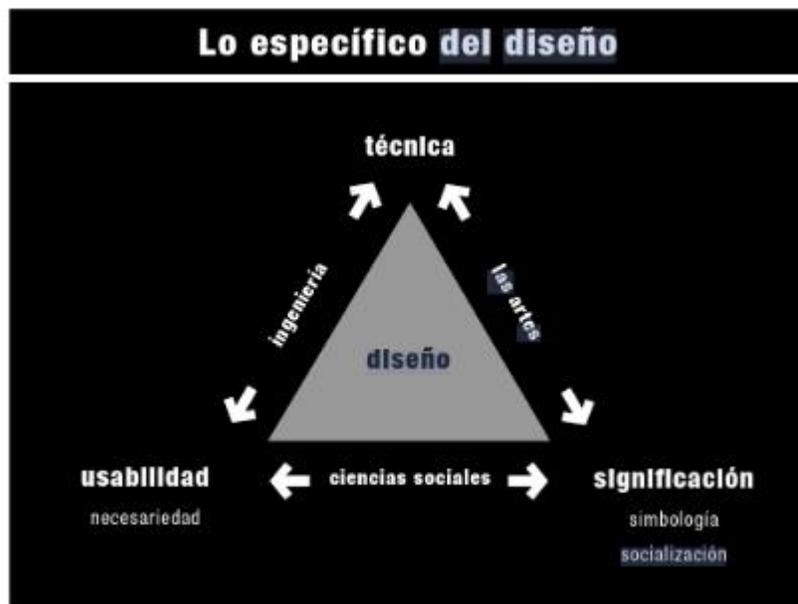


Figura 1 Lo específico del diseño, Autor (Leiro,2006)

En resumen, para que un objeto de diseño pueda integrarse de manera apropiada a un contexto y desarrollar su propio diálogo contextual, este debe proyectarse con base en requerimientos no solamente funcionales, ergonómicos y técnico-productivos, también debe mantener la posibilidad de involucrarse en la percepción estética y sociocultural del sujeto para que este pueda significarlo.

2.2.1. El oficio de diseñar

El proceso de diseño consiste fundamentalmente en entender el contexto (contextualización), sintetizar sus fundamentos, proyectar un objeto adecuado para este contexto (codificación) y materializarlo por medio de la técnica apropiada. Sánchez de Antuñano (1992) propone tres fases secuenciales: Comienza con “la búsqueda y determinación del problema, las alternativas de su solución y realización material de la alternativa elegida” (Gutiérrez & Sánchez de Antuñano, 1992, p.78). Este proceso es similar al método científico, puesto que ambos se enfocan en el proceso de observación previa de un fenómeno emergente, su análisis, generación de hipótesis, experimentación y generación de soluciones viables de aproximación, para poder recodificarlo en un argumento adecuado para el sujeto cognoscente el cual podrá replicar bajo las bases estipuladas.

Lo expuesto supone al diseño como un proceso cuyo objetivo es develar fenómenos emergentes dentro de ciertos contextos y generar soluciones adaptables al entorno para permitir la adaptación óptima de un sujeto con el diálogo generado.

2.3. Forma y espacio

Diseñar es jerarquizar, distribuir los elementos que infieren dentro del contexto de un sujeto para mejorar su calidad de vida. Bejan (2011) resume: El buen diseño involucra la distribución casi uniforme de imperfecciones a través del sistema de flujo entero. De esto es posible derivar que para que un objeto pueda transformarse espacialmente requiere estar definido y delimitado del caos contextual, para ello es importante entender su *gestalt*.

Todos los organismos mantienen un diálogo constante con su entorno, toda acción que realicen tiene un impacto en su sistema; la forma de un objeto, su gestalt, se genera partiendo de su delimitación con el contexto, definiendo sus fronteras; es necesario diferenciar los subsistemas componentes del objeto, las relaciones que comparten entre sí y el ruido externo. Por medio de la cognición, el sujeto es capaz de determinar las relaciones que mantienen los subsistemas con el conjunto, para lograr diferenciarlo del fondo y posteriormente comprenderlo y re-codificarlo. Es decir, un objeto se construye a partir de la interacción de sus componentes con el entorno. Este entorno, no sólo se ve delimitado por aspectos tangibles de su contexto sino de los elementos abstractos: la aprehensión social y simbólica, por ejemplo, también son parte del contexto, lo cual apoya a la percepción del objeto como tal y pueda integrarse de forma natural al entorno, en palabras de Zamora Águila (2006) “Son cosas como las nubes, el fuego o los libros, que al contacto con nosotros se vuelven objetos. Y son objetos a los que se ha adscrito una enorme variedad de usos y valores.”

Ahora bien, durante el proceso de diseño se requiere mantener coherencia en la distribución de los elementos, para permitir una adecuada integración al paradigma perceptual del sujeto. Wong (2011) menciona que la relación espacial corresponde a la disposición de los elementos en el espacio, sus transformaciones, es decir la diferencia en escala, traslación y rotación que mantienen cada uno de los subsistemas con elementos aledaños, generando relaciones perceptuales diversas y crear ritmo, similitud, contraste, o incluso anomalías que otorgan identidad formal a los subsistemas y conforman el objeto dentro de un espacio.

2.4. Potenciadores para el diseño

Las herramientas en apoyo al aspecto técnico de diseño permiten al sujeto transformar la materia en diversos productos, se puede inferir que, mientras más se logre profundizar en el entendimiento de la misma herramienta, más posibilidades de transformación serán visualizadas, en consecuencia, mayor será la capacidad de innovación.

Es importante mencionar que, al mantener un entendimiento autoafirmativo, indagar alternativas en el uso de las herramientas obtenidas, se tiende a utilizarlas como prótesis, por lo que, el profesional se vuelve dependiente a estos dispositivos para realizar las soluciones que propone, si bien, se puede considerar su “productividad” podría ser evidente, su capacidad de innovación y exploración contextual se verán limitadas. Por otro lado, si se entienden las herramientas tecnológicas emergentes de manera profunda, vislumbrando las posibilidades y limitantes que estas poseen, será posible entonces acoplarlas como potenciadores a la labor de diseño, permitiendo de esta forma, aproximarse a análisis y desarrollos innovadores.

Los avances tecnológicos que surgen desde la 4RI han generado nuevas herramientas de desarrollo y a su vez, nuevos fenómenos se desvelan para ser explorados. Al comprender de manera profunda las posibilidades y limitantes que traen consigo las diferentes tecnologías que se presentan, es decir, manteniendo una visión sistémica del proceso técnico, dará la capacidad al diseñador de implementarlas (por medio de la praxis) en su área profesional, tanto al explorar soluciones a desarrollar como en la producción misma del objeto.

3. Capítulo III Revoluciones industriales y Rupturas paradigmáticas

La evolución tecnológica posibilita la innovación y permite vislumbrar nuevas formas de desarrollo para objetos de diseño. El desarrollo de herramental nuevo da la capacidad al sujeto de interactuar con su contexto de forma alterna a su anterior paradigma, lo cual, permite generar una reinterpretación del entorno, contemplar nuevos fenómenos desvelados, y generar nuevas soluciones a problemáticas anteriormente detectadas, de forma más adecuada. Chaves (2001) describe: “la tecnología (nueva o vieja) es, ha sido y será, un componente más de los insumos generales del diseño; y si las tecnologías actuales algo han permitido es, precisamente, una ampliación inusitada de las posibilidades de lenguajes formales.” (Chaves, 2001, p. 63).

Ahora bien, a lo largo de la historia se registraron 4 diferentes revoluciones industriales, que tuvieron un efecto profundo en sus respectivas épocas, donde nuevos discursos se generaron, y en consecuencia se provocaron cambios drásticos en los paradigmas tradicionales, tanto en la forma de transformación de materia prima como en la percepción misma de la realidad. La Figura 2 representa las diferentes revoluciones industriales con los avances que conllevaron en su momento.

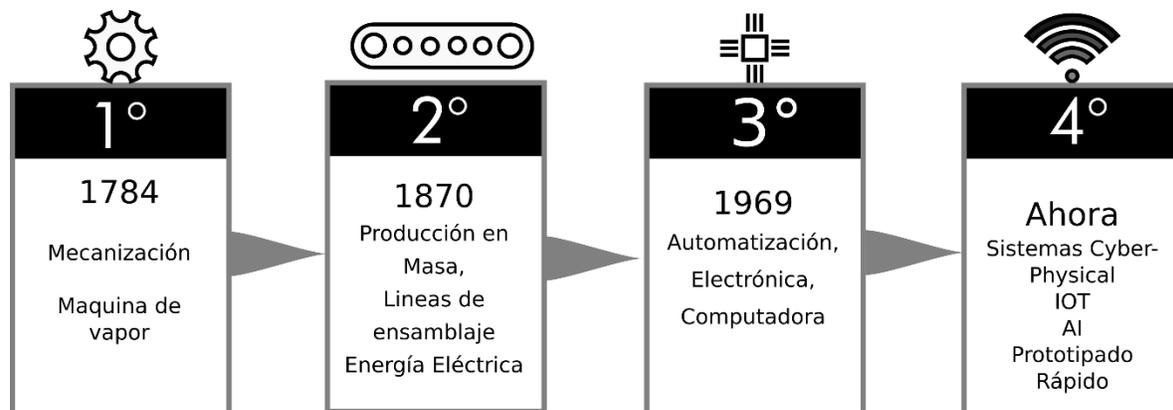


Figura 2 Línea de Tiempo de las diferentes Revoluciones Industriales y sus efectos (Elaborado por el autor)

En los próximos subcapítulos se explora brevemente la evolución del herramental diseñado, además, se enlistarán las tecnologías que surgen en la cuarta y más reciente revolución tecnológica para explorar sus posibles implementaciones dentro del campo del diseño.

3.1. De la mecanización a la digitalización

Las diferentes revoluciones industriales conllevaron drásticos cambios en la forma de transformar la materia prima, lo cual, permitió, visualizar nuevas propuestas para generar diseños innovadores dentro de diversos contextos, que, en consecuencia, produjeron rupturas paradigmáticas de importancia. Estos cambios generan una nueva forma de ver el mundo ya que los cambios paradigmáticos provocan que los científicos observen el mundo que están estudiando de una forma diferente. En la medida en que su único recurso a ese mundo es a través de lo que ven y hacen, se puede decir que después de una revolución los científicos están respondiendo a un mundo diferente (Kuhn, 1966).

Junto con los cambios de paradigma surgen nuevas posibilidades de visualización y desarrollo de soluciones a problemáticas presentes en un contexto. Tomando en consideración lo mencionado por Bejan (2011) cuando refiere que: es natural para cualquier sistema vivo buscar siempre el camino más eficiente de fluir en su entorno, es posible inferir que el ser humano, al enfrentarse a nuevos paradigmas, buscará generar dispositivos que le permitan readecuarse y desplazarse, de la mejor forma posible dentro de su contexto.

Como agente partícipe de un suprasistema vivo, el ser humano es en sí mismo un sistema que busca el óptimo desplazamiento dentro de su entorno apoyándose en el desarrollo de herramientas que simplifiquen su labor y le permitan realizar tareas más complejas con un menor esfuerzo. Al respecto, Álvaro (2009) explica que la invención y desarrollo de máquinas que ayuden al hombre en sus labores, o bien que apoyen al desarrollo de los modos productivos, son conceptos que han existido desde el comienzo de los tiempos, y paulatinamente dieron paso a la primera Revolución Industrial (Álvaro, 2009, p.5)

Esta primera revolución industrial surgió por la construcción de vías ferroviarias y la invención de la máquina de vapor, que permitió el surgimiento de la producción mecánica (Schwab, 2016, p.11) permitiendo generar mayor cantidad de productos

con mayor eficiencia y menor esfuerzo. De forma reiterativa, se tendió a mejorar esos procesos para llegar en su momento a la segunda revolución industrial la cual, inició a finales del siglo XIX e inicios del XX en la que surge la producción en masa gracias a las líneas de producción y a la integración de la electricidad en la maquinaria.

Durante el siglo XX los procesos de producción se fueron perfeccionando, pero con el desarrollo de las computadoras y su implementación en el proceso de producción y desarrollo surgió la tercera revolución, que introdujo la automatización de procesos.

Por último, se tiene la cuarta revolución industrial que se enfoca primordialmente en los procesos Cyber-Physical. En esta última revolución tecnológica, el flujo primario es la obtención y transformación de la información, su integración a diferentes servicios y productos interconectados en una red, generando una hibridación entre sistemas físicos y digitales.

3.2. Disrupción y diseño

Junto con el avance tecnológico, se van desarrollando nuevas herramientas para poder observar, medir y transformar los elementos de nuevos escenarios desvelados. Esto a su vez, genera un replanteamiento de estructuras preestablecidas, generando rupturas paradigmáticas permitiendo que el acto de diseño se vuelve partícipe, para desarrollar soluciones pertinentes a los diferentes escenarios. Respecto a esto, Dans (2010) menciona que:

La difusión de una innovación en la sociedad divide a las personas en función de su velocidad de adopción, y define fenómenos de sustitución que van desde la coexistencia pacífica y progresiva de tecnologías, hasta la llamada disrupción o innovación disruptiva... (Dans, 2010, pág. 33)

En consecuencia, todo proceso de innovación tecnológica genera sistemas más eficientes, sin embargo, también genera fricción dentro del contexto en el cual se involucra, desvelando detractores, quienes, al verse amenazados por estas nuevas alternativas buscan menospreciarlas bajo la búsqueda de sus propios intereses

(Dans, 2010). Por lo anteriormente mencionado, es importante contextualizar las presentes disrupciones tecnológicas, buscando comprender sus tendencias e integrarlas al proceso creativo tanto como apoyo herramental como conceptual.

3.2.1. Industria 4.0/ factoría del futuro

Actualmente, la cuarta revolución industrial sigue abriendo paso a la innovación y generación de nuevas tecnologías y procesos altamente eficientes. Así mismo, permite vislumbrar nuevos escenarios; como la compañía Siemens que comparte su visión sobre el futuro de las fábricas para el 2060 donde visualiza desarrollos subterráneos de plantas ultraeficientes, robots biónicos, controles biométricos y mano de obra cualificada que abandona el trabajo manual por el software, con simulaciones productivas y control de eficiencia (Arrieta, 2015).

Si bien es una visión prospectiva, es viable, porque la tendencia actual se inclina más al desarrollo y uso de software cada vez más avanzado, capaz de realizar procesos complejos permitirá en su momento efficientar inteligentemente los procesos productivos.

Por otro lado, las Tecnologías de la información y comunicación (TI) y las Tecnologías de digitales de transformación (TDT) junto con el concepto intrínseco de la cooperación en línea han generado una acelerada y constante innovación en procesos de diseño y producción. Formas más eficientes de procesamiento y transformación de datos se dan paso como herramientas accesibles a una comunidad creadora y por tanto se generan nuevas infraestructuras que optimizan los procesos anteriormente estandarizados.

Schwab (The Fourth Industrial Revolution, 2016) resalta diferentes aspectos que evidencian el surgimiento y efecto de la cuarta revolución industrial:

- **Velocidad:** La cuarta revolución industrial evoluciona de forma exponencial, debido al multifacético y profundamente interconectado mundo en que vivimos y a que la innovación tecnológica requiere un acelerado desarrollo de tecnología más capaz.

- **Amplitud y profundidad:** Se construye sobre la revolución digital y combina tecnologías que abren el tramo a paradigmas sin precedente en la economía, negocios, sociedad y de forma individual. Schwab afirma que no sólo está cambiando el “qué” y el “cómo” de la forma de hacer las cosas sino el “quién” somos.
- **Impacto Sistémico:** Involucra la transformación de sistemas enteros a través y dentro de países, compañías, industrias y la sociedad como un todo.

Por otro lado, Hermann (2016) Propone la existencia de cuatro principios de diseño en la Industria 4.0:

- **Interconexión:** Habilidad de las maquinas, dispositivos, sensores y personas para conectarse, comunicarse y dialogar entre ellas vía IoT, IoP (Internet of People) dando forma a la IoE o *Internet of Everything*.
- **Transparencia de información:** Posible gracias a la habilidad de los sistemas de información para crear una copia virtual del mundo físico enriqueciendo la información con la ayuda de sensores. La información sensible al contexto es indispensable para los participantes de la IoE permitiendo tomar decisiones apropiadas; puede provenir del mundo real o del virtual.
- **Decisiones Descentralizadas:** Este tipo de decisiones deben basarse en la interconexión de objetos y personas, al igual que en la transparencia en la información, tanto interna como externa de una planta de producción. Gracias a este proceso es posible tomar las decisiones más apropiadas para lo que el sistema Cyber-Physical ³requiera para su evolución.
La distribución y mejor acceso a la información generada a partir de este principio facilita la democratización de la información que permite el desarrollo de objetos innovadores para resolver problemáticas ajenas a las planteadas en durante el proceso de diseño. Anderson (2012), enfatiza que los cambios transformativos ocurren cuando las industrias se democratizan,

³ Que tiene interacción directa entre lo digital y lo físico

es decir, se otorgan las herramientas a quienes saben utilizarlas mejor. Si se utilizan las herramientas para resolver necesidades específicas según el contexto, de manera colectiva se encontrarán todas las capacidades que estas puedan otorgar.

- **Asistencia Técnica.** La habilidad de los sistemas de asistencia para apoyar e integrar a los humanos, agregando y visualizando información facilitando la toma de decisiones bien informadas y resolver problemas urgentes en poco tiempo. También se refiere a la habilidad de los sistemas Cyber-Physical para físicamente apoyar a humanos realizando tareas repetitivas o complicadas. (Hermann, Pantek, & Otto, 2016).

El diseño debe tener presentes las demandas del mercado para hacer un buen diagnóstico de qué queremos lograr con nuestro producto. Para ello, la empresa inteligente es capaz de realizar un análisis predictivo de las necesidades del cliente gracias al manejo de grandes volúmenes de información con sistemas de Big Data⁴. Como resultado tendremos una idea clara de lo que pide el cliente del momento y a lo que debe dar respuesta nuestro producto. (CámaraValencia, s.f.)

Tendencia Colaborativa *Open Source*:

La democratización y acceso libre de la información abre de manera significativa las posibilidades de innovación. Al respecto Arrieta (2015) resalta la importancia del crowdsourcing o co-creación que, por medio de la distribución descentralizada de información, permite la contribución libre de sujetos independientes al equipo primario de desarrollo, aumentando la posibilidad de optimizar y evolucionar el producto de manera orgánica.

Al respecto Sierra y Benítez sostienen:

“El procomún tiene una visión sostenible y dependiente de los bienes comunes, de la reproductibilidad de los recursos para garantizar la transferencia, reutilización y remezcla, en beneficio de la mayoría. Es una

⁴ Bloques de información que son muy grandes o complejos para tratarse de la manera tradicional con software de procesamiento de información.

idea clásica sobre el beneficio colectivo a partir de bienes que pertenecen a todos y que, por tanto, deben contar con una protección y gestión activa por parte la comunidad. Estos bienes son a su vez los que heredamos, los que creamos de forma colectiva en la actualidad y los que queremos dejar en herencia a las próximas generaciones. (Sierra Caballero & Benítez-Eyzaguirre, 2020, p.58)

En un enfoque informático, se vuelven relevantes las herramientas *Open Source* (Código abierto), las cuales se basan en una licencia de tipo *Creative Commons*, y por lo mismo, posibilitan el acceso libre a la información que las componen. Estas se pueden clasificar en Open Hardware y Open Software, los cuales permiten el libre acceso a los planos o códigos que los componen para su uso, modificación y redistribución, lo cual otorga a esta “herramienta de código abierto” una cualidad evolutiva.

Cabe mencionar que, la participación dentro de proyectos Open Source no queda limitado a conceptos estrictamente de programación, esta participación puede realizarse a través de documentación, reportes de errores (*bugs*), enseñanza, entre otras labores que sean coherentes con el proyecto. Dentro de la página web de *GitHub*⁵ es posible encontrar una guía detallada para la generación o bien participación en proyectos Open Source.

Open Software

Este tipo de software se caracteriza por permitir libre acceso a su código fuente, lo cual, permite al interesado realizar modificaciones al software y acoplarlo a sus necesidades. La evolución de este tipo de software se va generando con la participación de los agentes encargados directamente del software como todos aquellos independientes que quieran generar contenido, actualizaciones y desarrollos del programa. La Fundación de Software Libre (Free Software Foundation, 2020) define al software libre como la libertad de ejecutar, distribuir, estudiar, cambiar y mejorar el software. La fundación enuncia cuatro libertades esenciales que estructuran el concepto de Open Software:

⁵ <https://github.com/open-source>

- *Libertad 0*: Libertad para correr el programa como se desee y para cualquier propósito
- *Libertad 1*: Libertad para estudiar cómo funciona el programa y modificarlo de forma que se adapte mejor a las necesidades particulares.
- *Libertad 2*: Libertad de redistribuir copias del software para apoyar a otros.
- *Libertad 3*: Libertad de redistribuir copias del software modificado.

Es importante mencionar que existe la posibilidad de resignificar este tipo software de forma que se adapte a requerimientos específicos, que posteriormente, podrían convertirse en una nueva función base del programa, o bien, en una variante (*fork*) de este. A Modo de ejemplo de este efecto, se encuentra el software de modelado 3d Blender, el cual, si bien es un programa esencialmente para diseño, visualización y animación 2.5D/ 3D (por mencionar sólo algunas funciones), han surgido variantes basadas en este software, en apoyo a diferentes áreas, ejemplo de estas variantes son:

NOMBRE	ENFOQUE	Descripción	Link
Armor Paint	Diseño 3D	Variación de Blender enfocada en la pintura de texturas con materiales procedurales	https://armorpaint.org/
Armory 3D Engine	Game Engine	Software de diseño se videojuegos basado en Blender	https://armory3d.org/
OrthogonBlender	Medicina	Contiene funciones enfocadas a ortodoncia	https://github.com/cogitas3d/OrthogonBlender
UPBGE	Game Engine	Recupera funciones discontinuadas del blender game engine	https://github.com/UPBGE/upbge
BforArtists	Diseño 3D	Mejoras de UI a favor de la usabilidad para artistas	https://www.bforartists.de/
Fluid Designer	Arquitectura	Enfoque en desarrollo de espacios arquitectónicos	https://github.com/Microvellum/Fluid-Designer
Mechanical Blender	CAE	Enfocado en el apoyo de diseño mecánico	http://mechanicalblender.org/

Tabla 1 Diferentes "fork" de Blender

OPEN HARDWARE

Las libertades esenciales del software libre aplican de manera análoga en el hardware que está clasificado como de código abierto.

La organización OpenSource (2020) explica que el Open hardware refiere a las especificaciones de diseño de objetos físicos, cuya licencia da libertad de ser estudiados, modificados, creados y distribuidos por cualquier persona.

Ejemplo de este tipo de hardware son las impresoras *Prusa*, pues el acceso a archivos de planos, modelado 3D y códigos para la fabricación particular de este tipo de dispositivos, es completamente abierto para su descarga, modificación y redistribución, diversas modificaciones de la impresora *Prusa* base han surgido: desde extensiones de dimensión base para impresiones de gran tamaño, aditamentos que permiten la combinación de filamentos de impresión, ejes rotatorios, cabinas de curado, etc.

3.2.2. Movimiento Maker

La información puede ser transmitida, procesada y transformada en diversos objetos, las tecnologías utilizadas para este propósito se les conocen como *TI*, estas se enfocan en el almacenamiento, obtención, manipulación, transmisión o recepción de datos digitales. E igualmente, se interesan en el modo en que estos usos interaccionan entre ellos. (Riley, 2018).

Análoga a estas tecnologías se encuentran también las TDT, las cuales utilizan la información recolectada para analizarla y procesarla generando diversos servicios y productos.

Ejemplificando las TDT (Kaplan & Haenlein, 2019) enuncian tecnologías como *big data*, *IOT*, y las redes sociales como herramientas comunes de transformación de la información, sin embargo, también incluyen sistemas de inteligencia Artificial.

La TDI y TDT surgen por la necesidad de recolectar y transformar la información de forma más eficiente. Esto a su vez provocó un concepto de democratización de la información, donde ésta puede llegar de forma descentralizada a un gran número de personas, que pueden utilizarla e incluso aportar contextualmente a los procesos

de transformación. En consecuencia, surge el movimiento Maker, donde el libre acceso a la información, sus resultados y aportes son esenciales para construir nuevas soluciones, por lo mismo, desarrollos y soluciones innovadoras han surgido a diferentes problemáticas antes no abarcadas en su totalidad, esto es consecuencia de la misma democratización de procesos e información, pues da libertad a desarrolladores independientes a generar y compartir (referenciando las libertades del *open source*) los diseños que dan solución a problemáticas presentes en una amplia variedad de contextos, de igual forma, abriéndose a la posibilidad de recodificación para adaptarse a entornos nuevos. Anderson (2012) resume 3 características primordiales en el movimiento Maker:

1. La creciente aproximación de las personas a las herramientas digitales de desarrollo, con las cuales son capaces de realizar sus diseños y prototiparlos. Un concepto “*Digital DIY*”⁶
2. La norma cultural de compartir y colaborar con otros individuos en comunidades en línea.
3. El uso de estándares en los archivos de diseño, lo que permite a cualquiera que desee modificar, distribuir y producir, utilizarlos para uso personal o fabricación en masa.

El movimiento Maker fomenta la colaboración interdisciplinaria con un gran número de integrantes que pueden aportar cualquier tipo de información permitiendo la innovación constante del producto a partir de diferentes puntos de vista y contextos para generar soluciones más adaptables.

3.2.3. Fabricación Digital

La fabricación digital se compone principalmente por herramientas de prototipado rápido, las cuales se pueden dividir en dos tipos:

- **Manufactura aditiva:** Esta incluye todas las variantes de impresión 3d, su funcionamiento se basa en la adición de capas consecutivas de algún tipo de material para generar volumen. Sus variantes pueden ser:

⁶ *Do it yourself* o Hágalo usted mismo en un aspecto Digital

- Estereolitografía (*Stereolithography*)
- Fusión de cama de polvo (*Powder bed fusión*)
- Deposición de material fundido (*Fused filament fabrication*)
- Manufactura sustractiva: Este tipo de manufactura se basa en el uso de máquinas controladas por ordenador (CNC) y se caracterizan por la capacidad que poseen de realizar prototipos de alta precisión a partir del desbaste de material con diferentes herramientas de corte. Sus principales variantes son:
 - Corte laser: Este sistema utiliza la incidencia de un láser para realizar desbaste o bien corte en algún material laminar. Existen varios tipos de corte laser los cuales se pueden adecuar a diferentes necesidades. Con este proceso se pueden realizar cortes y desbastes en plano (considerando solamente ejes X y Y) y la altura no puede ser directamente manipulada.
 - Corte con fresadora: Este proceso va retirando material hasta obtener la pieza deseada haciendo uso de algún tipo de cortador o broca. Estas máquinas pueden trabajar a partir de 3 o más ejes de movimiento, lo cual las posibilita para realizar objetos de alta complejidad formal y a detalle preciso. (Córdoba-Cely & de la Cruz Escobar, 2021)

Este tipo de tecnologías de prototipado rápido ha posibilitado el desarrollo descentralizado de productos de mayor personalización, en espacios especializados de desarrollo local llamados FabLab y con ello, la posibilidad de experimentar e innovar fuera de un contexto delimitado por intereses de producción masiva. Según comenta Gershenfeld (2010) ahora la industria deja de significar una producción en masa, centralizada en grandes espacios industriales, ahora significa un recurso local, lo cual permite un nuevo tipo de revolución industrial donde el individuo comparte la información recabada y luego produce en una demanda local. Es pertinente agregar que este tipo de producción local requiere un nuevo tipo de alfabetización que abarque la creación como una habilidad que es tan fundamental como leer y escribir. (Gershenfeld et.al, 2017)

El desarrollo localizado y adaptado al contexto, puede fungir como elemento disruptivo que armoniza con el entorno permitiendo un proceso evolutivo, Córdoba y de la Cruz Escobar mencionan al respecto:

“Los dispositivos tecnológicos modelan de muchas maneras el oficio artesanal, pero, en la mayoría de los casos, es el colectivo artesanal quien incorpora herramientas que extienden la habilidad de sus manos hacia nuevos límites de competencias y experiencias.” (2021: 3)

3.2.4. A.I

La Inteligencia artificial es todo sistema de tecnologías computacionales que imitan en cierto grado la inteligencia humana (IBM Cloud Education, 2020). Su función primaria es generar reiterativamente resultados aproximados a un modelo ideal por medio del análisis de los datos percibidos del entorno, readecuándose al contexto generado con cada iteración, reduciendo su margen de error hasta hallar un resultado óptimo.

Los modelos generados a partir de inteligencia artificial se basan en el concepto de **agente** que significa “aquél que lleva a cabo la acción” (partiendo de su raíz latina *agentis*), el cual puede operar de forma autónoma, percibiendo su entorno, persistiendo sobre un periodo de tiempo prolongado, adaptarse al cambio y establecer y perseguir metas. (Russell & Norvig, 2021 :36)

Schwab (2016) comenta al respecto que este crecimiento se debe al exponencial incremento del poder computacional y por el acceso al big data. De este sistema han surgido software que ha apoyado en el descubrimiento de nuevos medicamentos incluso algoritmos capaces de predecir nuestros intereses culturales.

De igual forma, Russel y Norvig (2021) mencionan que tanto la A.I. y la robótica tienen el potencial de liberar a la humanidad del trabajo repetitivo para incrementar dramáticamente la producción de bienes y a su vez, los servicios podrían presagiar una era de paz y plenitud. La capacidad de acelerar la investigación científica podría resultar en la cura a enfermedades y a soluciones para el cambio climático y al

desabasto de bienes. Sin embargo, los autores también advierten de las posibles amenazas del mal uso de este tipo de infraestructura, tales como su implementación en armamento autónomo, vigilancia y persuasión, los posibles efectos en ciberseguridad, por mencionar algunos.

Es importante recalcar el papel que tienen los sistemas de Inteligencia Artificial, como potenciadores del proceso tanto de visualización como de diseño. Estos sistemas pueden procesar información obtenida por las TDT de forma iterativa para aproximarse a un estado de eficiencia ideal (Kaplan & Haenlein, 2019). Estos sistemas se apoyan esencialmente en procesos de “Machine Learning” donde las computadoras aprenden por sí mismas a reconocer patrones y regularidades en conjunto de datos. Mientras continúan aprendiendo a partir de enormes conjuntos de información, los programas inteligentes van mejorando su rango de éxito. (Meyer, 2020, p.3). Esto da la posibilidad de realizar muchas tareas de manera más eficiente en velocidad y economía no sólo en tareas sencillas sino en labores complejas (Kaplan & Haenlein, 2018)

3.2.5. Computación Ubicua

Este término refiere a sistemas computacionales que tienen presencia en todos lados. Es utilizado para describir sistemas TIC (Tecnologías de la información y comunicación) que posibilitan que la información y tareas a realizar sean accesibles en todos lados. (Poslad, 2009)

Actualmente cualquier dispositivo computacional junto con los objetos integrados al internet de las cosas (IoT) permiten la recolección, transmisión y transformación de datos en una red para solventar las necesidades del individuo en su entorno.

La computación ubicua busca la constante comunicación entre sistemas computacionales y humanos de manera que sea imperceptible para el sujeto. Weiser (1991) Igualmente menciona que estos sistemas toman en cuenta el entorno humano y posibilita a las computadoras mismas desvanecerse en el trasfondo. Esta desaparición es una consecuencia fundamental no sólo para la tecnología, sino para la psicología humana. Cuando el individuo aprende algo suficientemente bien, deja de percatarse de su existencia. (1991)

A su vez Weiser's sintetiza 3 principales requerimientos para la computación ubicua:

1. Las computadoras deben estar interconectadas, distribuidas y accesibles transparentemente.
2. La interacción humano-máquina debe estar oculta.
3. Las computadoras deben poder detectar su entorno para optimizar sus operaciones dentro de este.

Posland (2009) menciona que se consideran aun otro par de requerimientos para la computación ubicua y son:

4. Las computadoras deben poder operar de forma autónoma, sin intervención humana y ser auto gobernables
5. Las computadoras deben poder realizar de forma dinámica diferentes acciones e interacciones, gobernadas por tomas de decisiones inteligentes junto con interacciones inteligentes, para poder manejar:
 - a. Interacciones incompletas o no-deterministas
 - b. Cooperaciones o competiciones entre miembros de organizaciones
 - c. Interacción más rica a través del intercambio de contexto, semántica y objetivos

De igual forma es importante mencionar que el enfoque de la computación ubicua, no se encuentra en generar una red global, sino un sistema local capaz de dialogar con el entorno.

3.2.6. Diseño Generativo

Gershenfeld et.al (2017) explican que el diseño generativo es el proceso que permite a uno describir lo que quiere que realice algún sistema, pero no como debería hacerlo. Este concepto se lleva a cabo por medio del uso de algoritmos para generar variantes interactivas durante el proceso de diseño.

Esta herramienta descriptiva permite automatizar diferentes procesos (a diferentes niveles de delimitación), lo cual, no sólo puede eficientar procesos y tiempos de desarrollo para generar soluciones innovadoras, de igual forma, permite generar un

campo de exploración formal y estructural del desarrollo por medio de la implementación de aleatoriedad como variable de entrada. Osio (2017) define el diseño generativo como:

“un proceso orgánico o inorgánico capaz de producir o crear, de modo autónomo y espontáneo, una forma o una estructura coherente y ordenada. Todo organismo vivo es generativo, en cuanto produce algo nuevo, es decir, se reproduce. Pero también un proceso inorgánico puede ser generativo, en cuanto transforma la materia suya y de los elementos de su alrededor” (Osio, 2017)

El proceso generativo otorga una capacidad evolutiva al diseño, este puede ahora dialogar con el entorno (TDI) y responder (TDT) para generar propuestas específicas y adaptables. Siempre y cuando el objeto de diseño buscado se encuentre estructurado por una base sintetizada sólida de los conceptos esenciales que lo componen, es decir, se codifique su esencia de forma análoga a una modificación genética derivada del ADN en los seres vivos. Al respecto Soddu (1999) explica que el diseño generativo se basa en una presunta homología entre la esfera natural y la artificial y su pertenencia al mundo de los sistemas caóticos. Siguiendo las posibles similitudes entre los sistemas evolutivos naturales como artificiales.

Adicionalmente Frazer (2001) describe el proceso de diseño generativo de la siguiente forma:

1. Se representa el problema con algún tipo de representación genérica.
2. Esta representación se describe en un código genético.
3. Los algoritmos se generan a partir de este código genético.
4. Los diseños se generan a partir de estas secuencias de comandos de código genético a través de alguna forma de desarrollo epigenético en un entorno.
5. Los diseños son evaluados, y los más exitosos son seleccionados. En símil a la selección natural.
6. La secuencia de código seleccionado se transforma por medio de cruce y mutación para generar variantes.

Este proceso de repite recursivamente a partir del punto 4 y en algún punto del proceso se puede detener (Frazer, 2001, p. 255).

Por medio de una aproximación sistémica y una codificación estructurada, es posible parametrizar y automatizar ciertos procesos de diseño para generar un diseño en parte autónomo, Covarrubias (2010) declara que, por medio de herramientas sabias, será posible diseñar objetos como el ADN diseña organismos. Es decir, será posible diseñar síntesis codificadas capaces de dialogar y crecer.

Liu & Liu (2016) en el artículo "*Generative Design supports by tree based Genetic Algorithm*" concluyen que el diseño Generativo es software que apoya al ingeniero (y diseñador) y utiliza el poder de la nube y Machine learning para explorar una vasta serie de nuevas soluciones. Esto abre al ingeniero o al diseñador un universo de soluciones válidas a los requerimientos observados. (Liu & Liu, 2006)

Más allá de una cuestión técnica y metodológica, el Diseño Generativo es una herramienta que consiste propiamente en diseñar de forma recursiva el proceso de diseño de un objeto, convirtiendo al producto final en un resultado autónomo, interactivo y paramétrico del proceso mismo (Osio, 2017). Es decir, se puede considerar al diseño generativo como un proceso de síntesis de un proceso de diseño propio del objeto que, al momento de integrarse en cierto contexto, tendría la capacidad de evolucionar de forma natural. Al respecto, Osio aclara que la relación con la hermenéutica se produce porque la creatividad y la técnica son descubrimiento e interpretación de la naturaleza. Y, en cuanto herramienta creativa e interactiva, el proceso generativo es mayéutico, porque está abierto al potencial del usuario, al que proporciona herramientas y saberes para que este se convierta en creador y en artista.

El proceso supone una estructuración sintetizada de pasos, un algoritmo que rija el comportamiento de los elementos propios del objeto idealizado a materializar. Es importante mencionar que el algoritmo generado permite definir el comportamiento previo a los posibles resultados. Esto supone que la computadora no está controlando una herramienta, la computadora es la herramienta, el programa no está describiendo el objeto, el programa es en sí mismo el objeto (Gershenfeld, 2010)

3.2.6.1. Ejemplos de diseño generativo

A modo de ejemplo se presenta en esta sección un producto de diseño generativo desarrollado por Sakura_rtd⁷, artista 3d que ha desarrollado diversos proyectos procedurales y generativos 3d. En este ejemplo se presenta como producto un modelo generativo para tartas en 3d realizado en Blender 3d y haciendo uso del módulo *Geometry nodes*.

A partir de un objeto 3d sin geometría, la artista desarrollo un algoritmo generativo para generar diversos tipos de tartas, incluyendo el tipo de fruta, cubierta, decoración, dimensiones, forma, etc. Todo esto implementado de forma que se puedan generar variaciones a partir de variables deterministas. En la Figura 3 se muestra la interfaz principal del archivo.

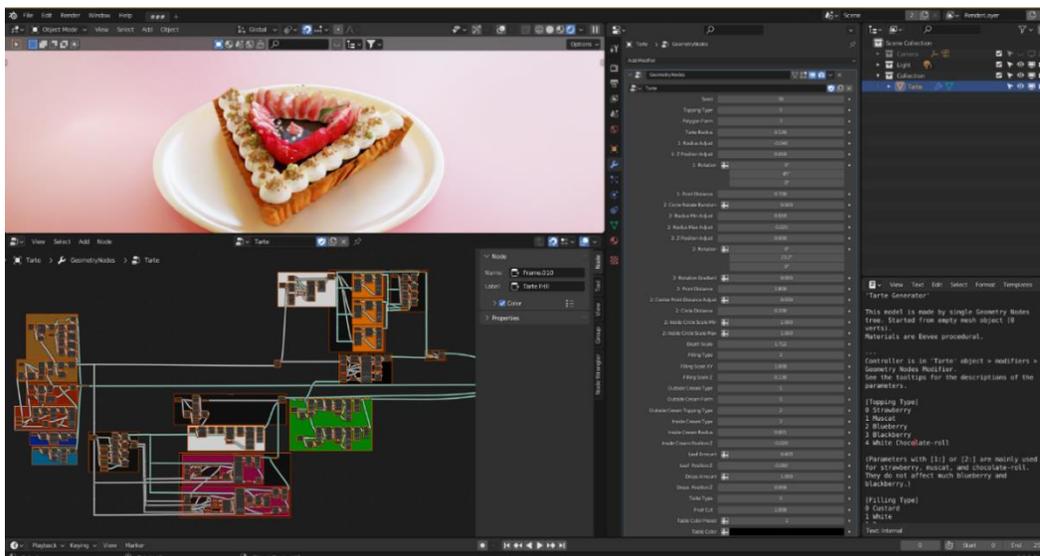


Figura 3 Tarte_generator Autor: Sakura_RT

A partir de algunas variaciones en los parámetros permitidos, es posible generar una gran cantidad de outputs. En la Figura 4 se presentan algunos outputs generados.

⁷ https://www.artstation.com/sakura_rtd

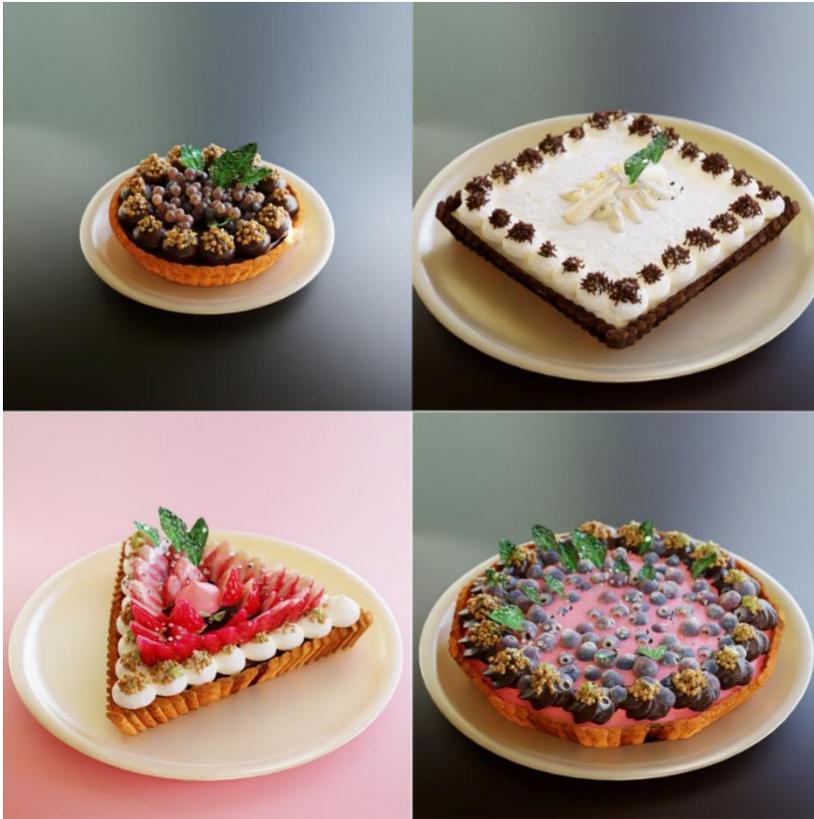


Figura 4 Las diferencias en los parámetros permite diversos outputs Autor: Sakura_RT

Con este ejemplo se pretende demostrar de manera sintetizada el potencial que puede conllevar el enfoque de diseño generativo. Como se menciona anteriormente, con el diseño generativo el programa se vuelve en sí mismo el objeto (Gershenfeld), los *outputs* se vuelven los productos del objeto, de tal forma que el objeto se adapte al contexto en el que se encuentra y devuelva productos contextualizados.

3.2.7. Game of life

El proceso de diseño sistémico puede visualizarse de mejor manera con el juego “Game of Life”, donde una pequeña serie de instrucciones otorga a ciertas entidades la capacidad de evolucionar dentro de su contexto.

El juego consiste en una cuadrícula donde cada celda define a una célula viva o muerta, cuyo estado se define por el contexto de las 8 celdas que la rodean. La Figura 5 representa el estado desactivado (célula muerta) y estado activo (célula viva).

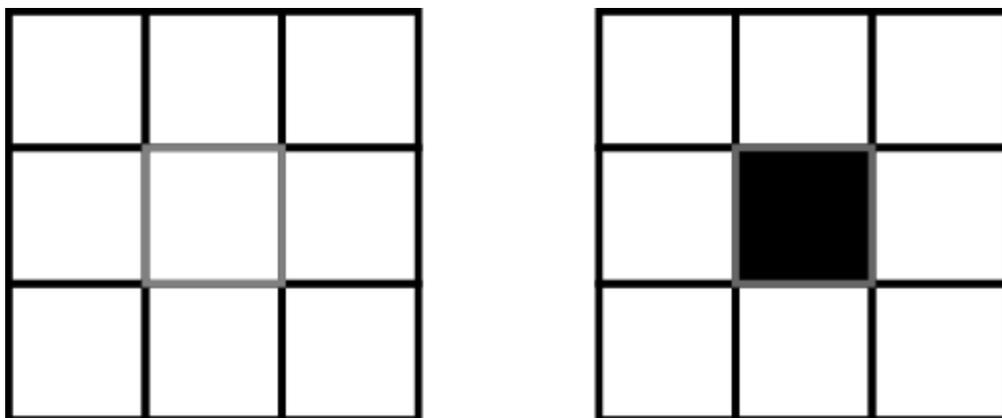


Figura 5 Izq. Célula muerta, Der. Célula viva Fuente (elaborado por el autor)

Las instrucciones originales definidas por el matemático John Conway en 1970 indicaban lo siguiente:

- Si una célula está viva y 2 o 3 de sus vecinas también están vivas entonces la célula se mantiene viva.
- Si la célula está viva y tiene más de 3 vecinas vivas, esta muere por sobrepoblación.
- Si la célula está viva y tiene menos de 2 vecinas vivas, esta muere por soledad.
- Si la célula está muerta y tiene exactamente 3 vecinas vivas, esta recobra vida.

El contexto es determinado por un sujeto que define la cantidad y distribución de células vivas dentro de la cuadrícula y posteriormente se genera la simulación, en donde se podrán apreciar diferentes tipos de resultados.

Con el paso del tiempo las entidades generadas pueden perdurar, evolucionar o perecer dependiendo su contexto. Un sencillo cambio en las reglas de comportamiento puede generar variaciones inmensas o terminar por extinguir a todas las entidades generadas.

Para ejemplificar este proceso se realizó una simulación sencilla del juego game of life, donde se simularon 740 etapas de las cuales se registraron la etapa inicial

Figura 6) la 50° etapa (Figura 7), la 150° etapa (Figura 8) y la 500° etapa (Figura 9) donde se puede apreciar la generación de conjuntos de células nómadas. La generación de este tipo de comportamiento dependerá tanto de la distribución de las células primarias como de las reglas predefinidas. Es importante mencionar, que al realizar una simulación habiendo modificado las reglas estructurales los resultados variarán y se acoplarán para hallar un estado de equilibrio, generando en este proceso “organismos” diversos con comportamientos diferentes a los que se pueden generar utilizando las reglas anteriormente descritas.

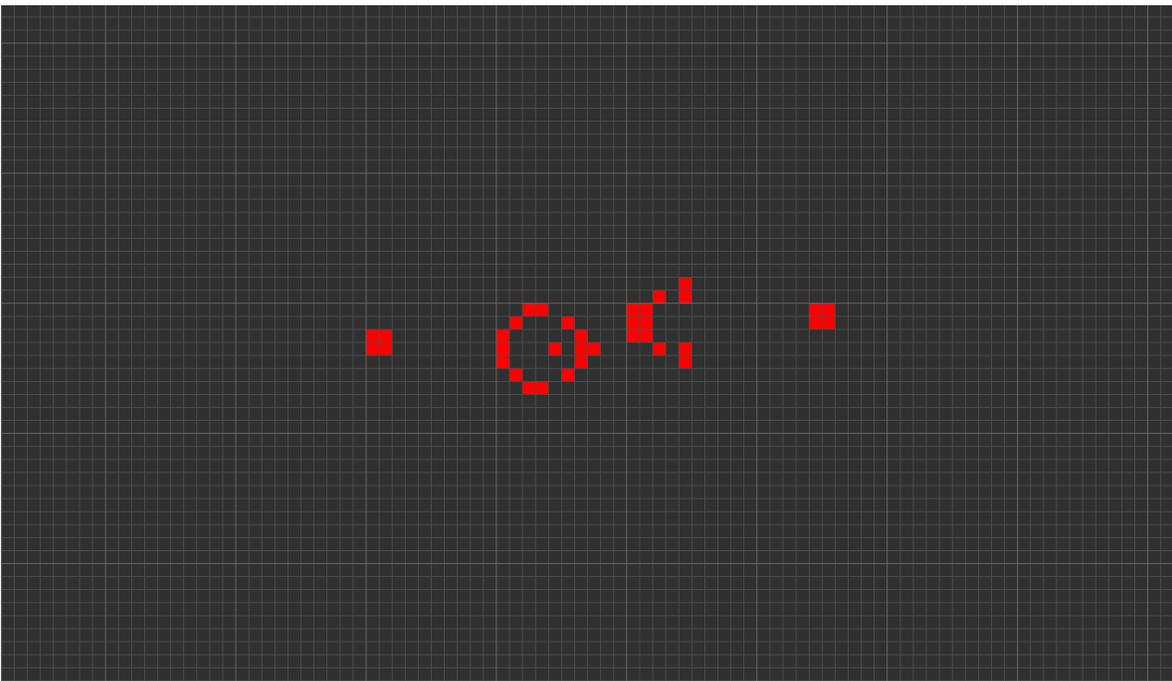


Figura 6 Etapa Inicial generado en “game of life” usando el software Golly (Elaborado por el autor)

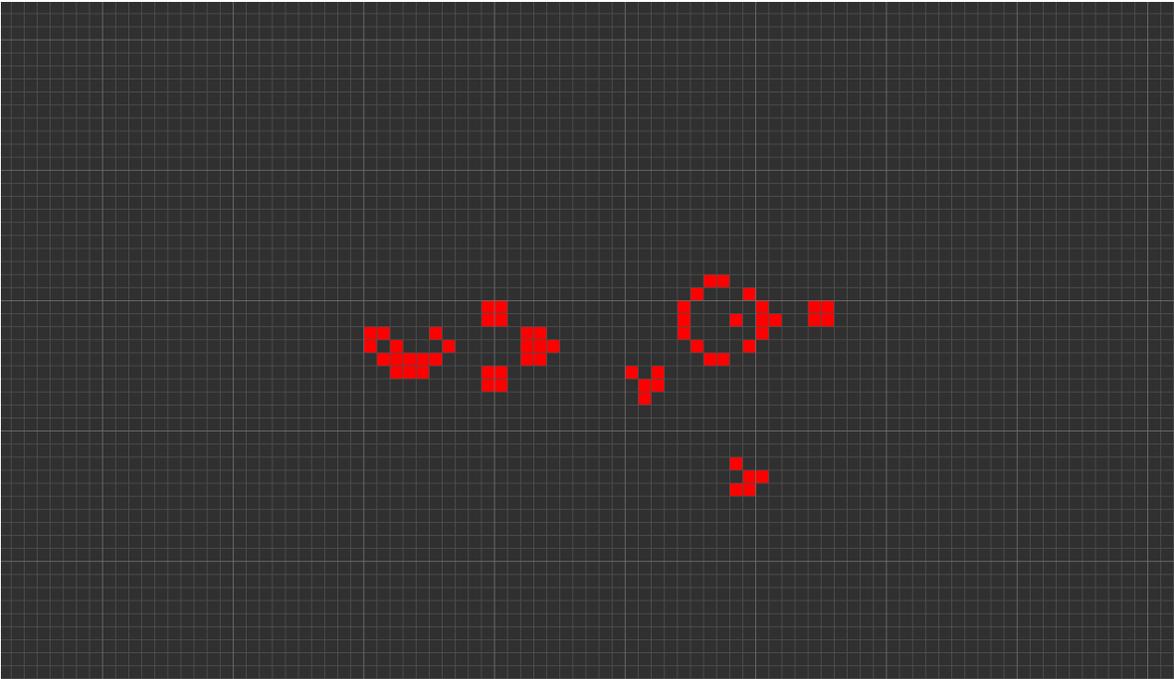


Figura 7 50° etapa de generación (Elaborado por el autor)

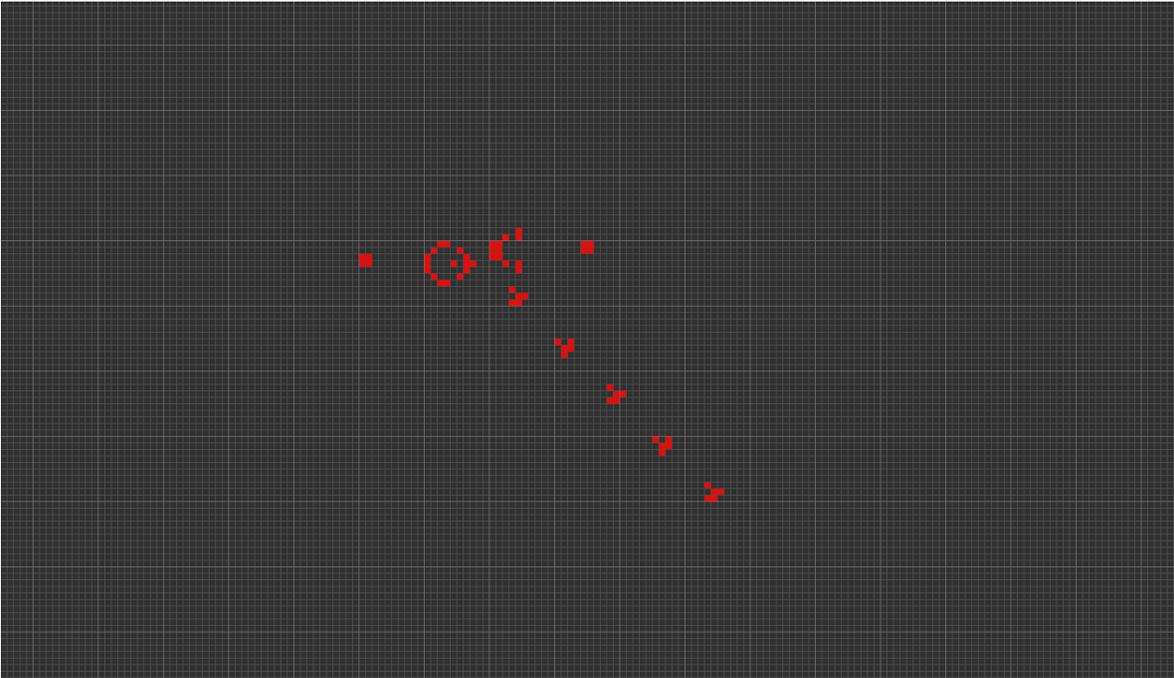


Figura 8 150° etapa de generación (Elaborado por el autor)

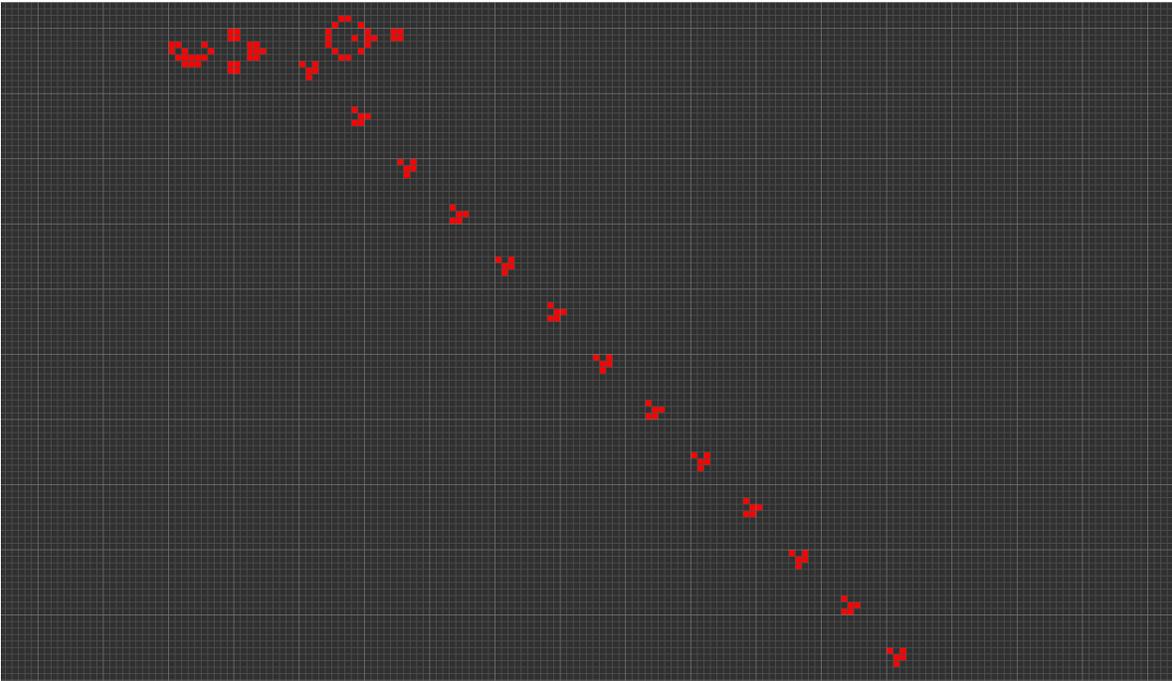


Figura 9 500ª etapa de generación (Elaborado por el autor)

3.2.7.1. Herramientas A.I. para el diseño

En esta sección se muestran algunos sistemas construidos a partir de inteligencia artificial que pueden ser de utilidad al área del diseño como herramienta tanto de creatividad como desarrollo de proyectos. La mayor parte de los ejemplos son proyectos de tipo *open source* lo cual permite su implementación y adecuación a diferentes tipos de proyectos.

NVIDIA RDA (*Recurrent Denoiser Autoencoder*)

Proceso que aprovecha las capacidades del machine learning; el cual puede reinterpretar un render con mucho ruido, resultado de una baja iteración de ciclos de renderizado y reinterpreta los detalles de esta imagen en una imagen nítida y con la mayor cantidad de detalle posible.

Intel Open Denoiser

Con un proceso similar al desarrollado por NVIDIA, este proceso limpia el ruido de las CGI⁸ de forma más eficiente y con mayor versatilidad que el modelo tradicional de reducción de ruido de imágenes (Figura 10).

Una ventaja de ambos procesos es que permite visualizar de manera casi instantánea una escena generada por raytracing, utilizando muy poca cantidad de ciclos de renderizado⁹, aunado a la reducción conveniente de los tiempos de procesamiento de imagen sin sacrificar tanto detalle.



Figura 10 Comparativa de un render con la misma cantidad de “pasos”, de lado izquierdo con denoiser vs lado derecho sin filtro. (Elaborado por el autor)

Como potenciadores de imágenes (Enhancers)

Gigapixel

⁸ Computer Generated Imagery

⁹ En el software de renderizado 3d, es la cantidad de veces que se proyectarán los rayos de luz para generar mayor detalle en la imagen final.

Este software tiene la capacidad de escalar una imagen a un tamaño diferente sin comprometer el detalle. En el caso de utilizar una imagen con poco detalle, por medio de inteligencia artificial, el software reconstruye los detalles dando un aproximado realista.

Dain-app¹⁰

Este módulo tiene la capacidad de procesar una animación seccionada en fotogramas y aumentar la resolución en fotogramas por segundo (fps) para otorgar una animación más fluida. El proceso consiste en hacer comparaciones entre un fotograma y su consecutivo para generar por medio de inteligencia artificial una secuencia dinámica (Figura 11).

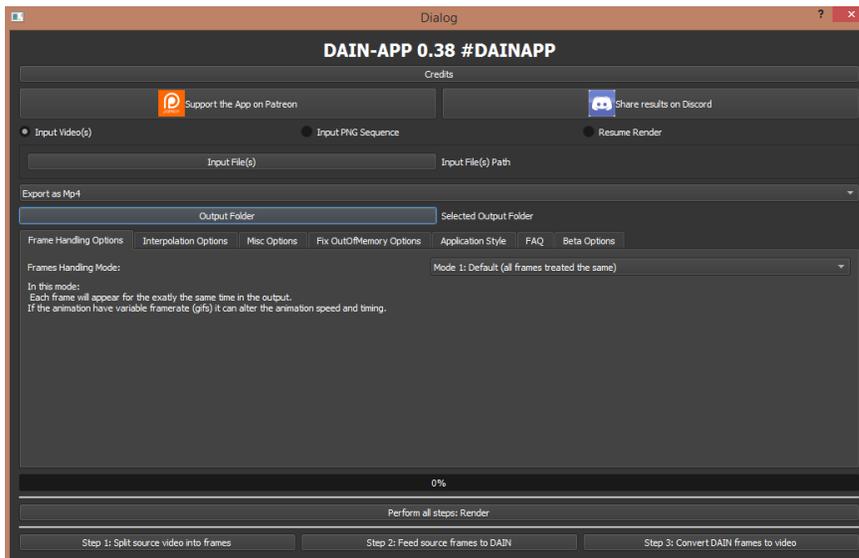


Figura 11 Interfaz principal de Dain-APP Fuente: <https://github.com/BurguerJohn/Dain-App/releases/tag/1.0>

EbSynth¹¹

Por medio de A.I. este software tiene la capacidad de replicar un estilo particular en una secuencia de imágenes o bien de un video. Esto es posible utilizando como base uno de los fotogramas de la secuencia que contenga suficiente información

¹⁰ <https://github.com/BurguerJohn/Dain-App/releases/tag/1.0>

¹¹ <https://github.com/BurguerJohn/Dain-App/releases/tag/1.0>

iterativa, modificando el estilo visual (por el medio que sea) y usarlo como base para modificar los fotogramas restantes de forma automática (Figura 12).

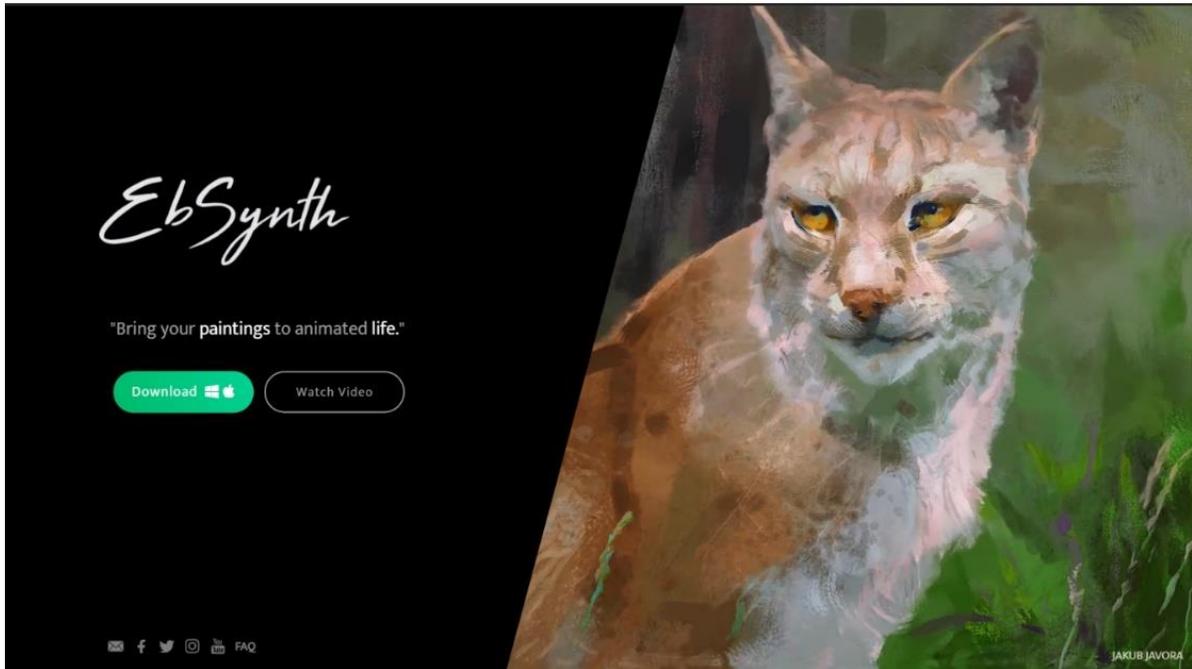


Figura 12 Página principal de EbSynth, de lado derecho se demuestra los ejemplos aplicados de la integración de "estilo" en varios videos procesados Fuente: <https://ebsynth.com/>

Deep Dream Generator¹²

Por medio de inteligencia artificial, este software tiene la capacidad de recrear una imagen base y combinarla con el "estilo" de una segunda imagen. En calidad de ejemplo se realizó un experimento utilizando la siguiente imagen (**Figura 13**) y como imagen de referencia la obra *Night Creeper* de Zdzisław Beksiński (**Figura 14**),

¹² <https://deepdreamgenerator.com>



Figura 13 "Persona caminando por la carretera", Autor: Ricardo Esquivel¹³

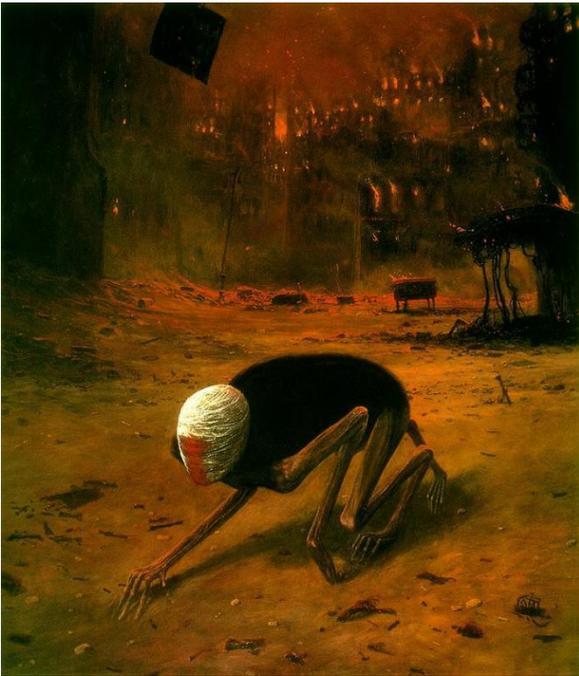


Figura 14 Night Creeper por Zdzisław Beksiński, 1973

¹³ <https://www.pexels.com/es-es/foto/persona-caminando-por-la-carretera-1563256/>

El resultado devuelto por la A.I muestra cómo se reconfiguró la fotografía original, “imitando” el estilo pictórico de la obra de Beksiński, **(Figura 15.)**



Figura 15 Resultado generado por el algoritmo de Deep Dream Generator (Autor: Deep Dream Generator)

En conjunto con Ebsynth, es posible generar resultados interesantes al utilizar uno de los fotogramas de una secuencia, procesarla en *Deep Dream Generator* con algún estilo visual (por ejemplo, alguna pintura impresionista) y utilizar el resultado como base para el proceso de la secuencia en Ebsynth)

Pix2pix¹⁴

Es una red neuronal capaz de traducir una imagen de entrada (input) a una imagen de salida (output) con un proceso basado en machine learning donde la traducción se realiza basándose directamente en el mapeo de píxeles a píxeles (Isola, et. al, 2018) como un modelo unificado de transformación de imágenes.

Algunos ejemplos que se realizaron con esta infraestructura incluyen la transformación de imágenes tipo “boceto” o bien por bloques de color para su transformación en un “render” aproximado a la realidad (Figura 16).



Figura 16 A la izquierda las imágenes "input" y a la derecha las interpretaciones generadas por "AI"
fuente: <https://phillipi.github.io/pix2pix/>

Otros ejemplos incluyen la colorización de imágenes desaturadas o la reinterpretación lumínica de una escena (Figura 17).

¹⁴ <https://affinelayer.com/pixsrv/>

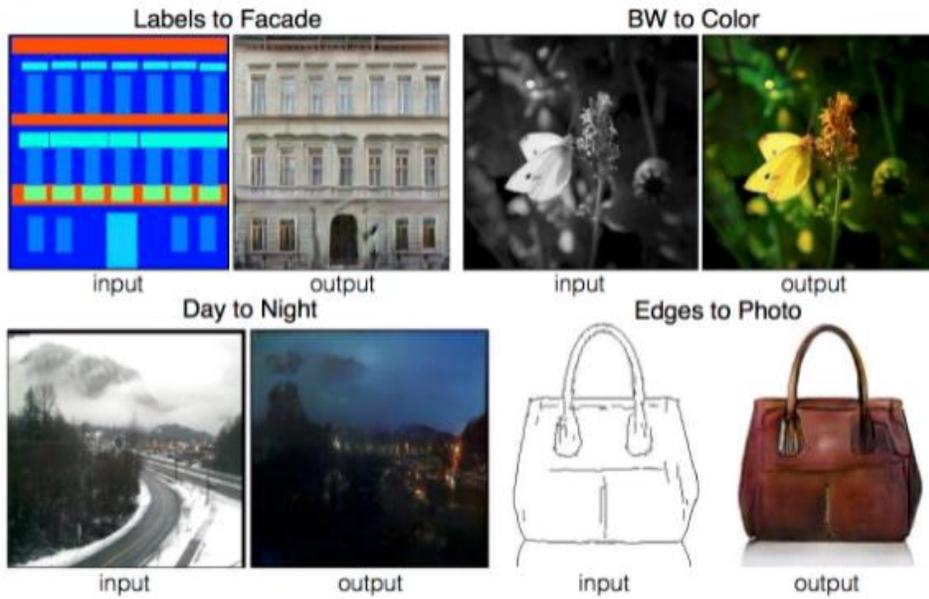


Figura 17 de lado izquierdo de cada ejemplo es la imagen de muestra, y a la derecha su respectiva interpretación según el objetivo buscado

Runwayml¹⁵

Compilación de editores y generadores de imágenes y videos basados en machine learning para una webapp (Figura 18).

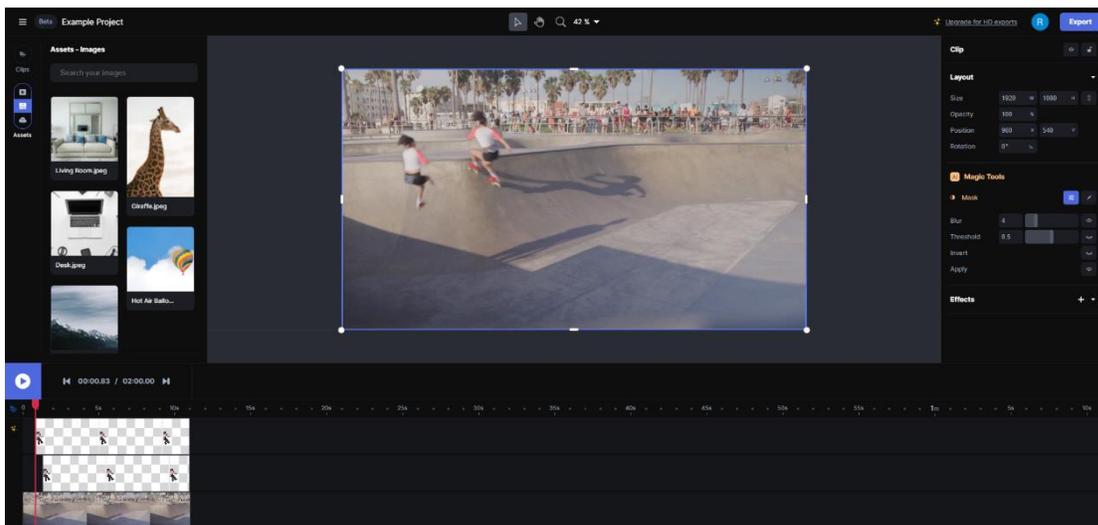


Figura 18 Interfaz web para manipulación de archivos de video e imagen por medio de "AI" Fuente: <https://app.runwayml.com/>

¹⁵ <https://app.runwayml.com/>

Letsenhance.io¹⁶

Webapp enfocada en la mejora de tamaño, color, nitidez y contraste de imágenes por medio de machine learning (Figura 19), sus opciones incluyen ajustes predefinidos para mejorar las imágenes para venta en línea y para publicaciones en redes sociales.

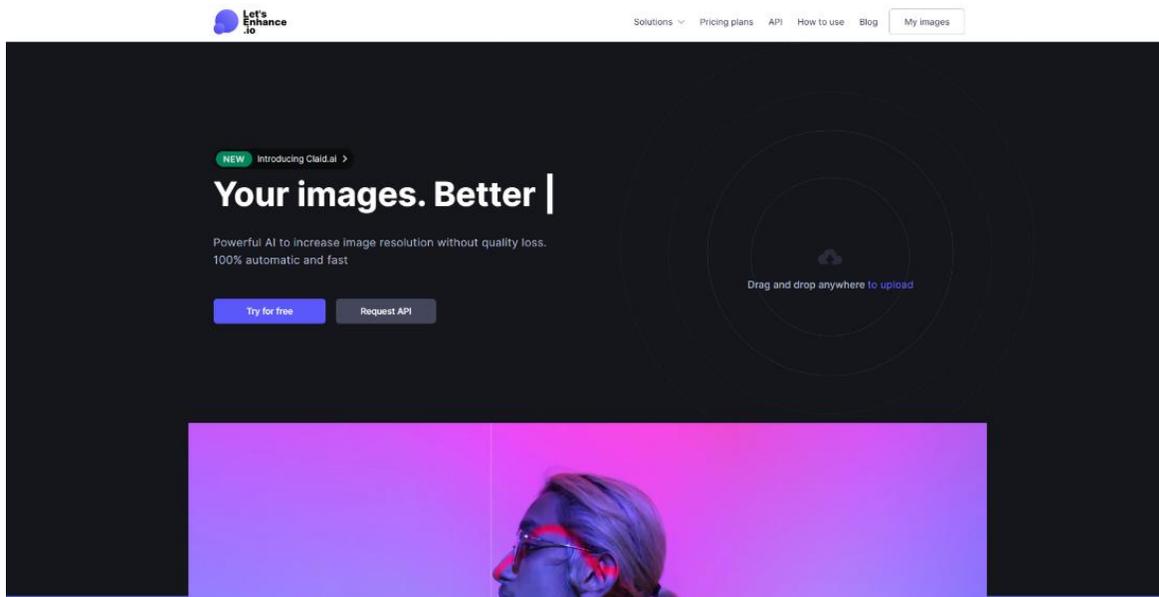


Figura 19 Página principal de la webapp fuente: Letenhance.io

This person does not exist¹⁷

Proyecto web basado en machine learning que genera fotos de personas aleatorias e inexistentes (Figura 20).

¹⁶ <https://letsenhance.io/>

¹⁷ <https://thispersondoesnotexist.com/> y <https://github.com/NVlabs/stylegan2>



Figura 20 Interpretaciones generadas por Inteligencia artificial de personas inexistentes Fuentes: <https://thispersondoesnotexist.com/> y <https://github.com/NVlabs/stylegan2>

Aiva¹⁸

Es un software de composición musical que utiliza inteligencia artificial para generar de manera procedural diferentes tipos de piezas musicales. Como información básica solicitada se indica por medio de su interfaz gráfica el tipo de melodía buscada, llave predominante, su compás, ritmo, instrumentación y duración, con lo cual puede generar varias piezas musicales de manera automática (Figura 21).

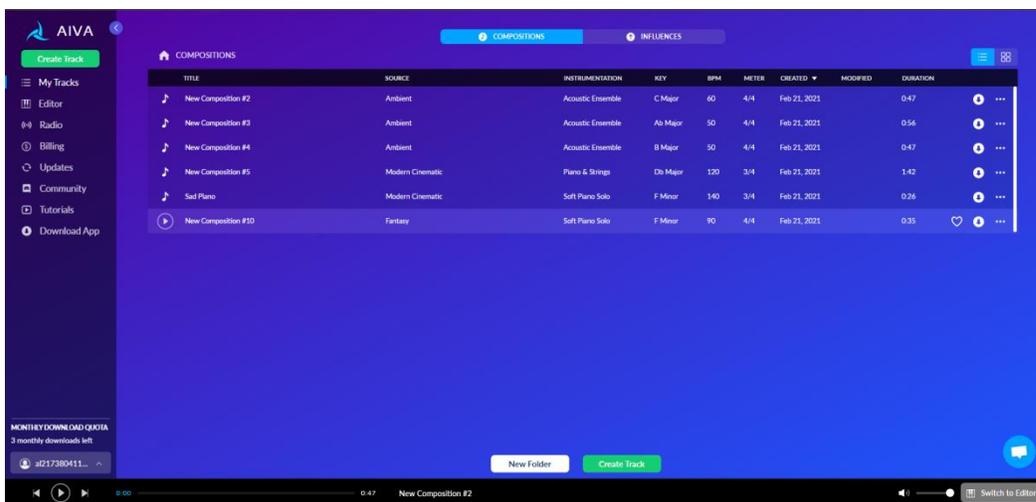


Figura 21 Interfaz principal de AIVA fuente: aiva.ai

¹⁸ www.aiva.ai

Monster mash zone¹⁹

Webapp enfocada en la generación de modelos 3D sencillos a partir de simples trazos para luego animarlos con controles intuitivos. Este software está basado en procesos de machine learning para generar los modelos 3D a partir de las áreas trazadas.

Uno de los ejemplos provistos directamente en la webapp muestra como a partir de un sencillo boceto (Figura 22) el algoritmo es capaz de reinterpretar el trazo y generar un modelo 3d, por medio de una fase de “inflado”, generando volumen (Figura 23) y por último, el software genera una animación interpretando el tipo de modelo generado, el cual se puede ajustar de manera manual para generar movimiento más preciso (Figura 24)

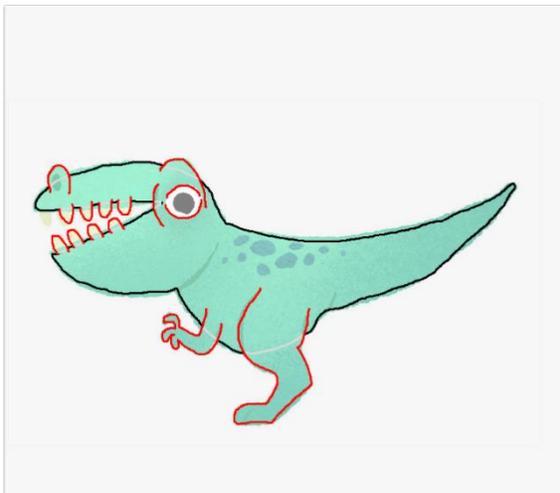


Figura 22 Boceto de ejemplo de boceto base Fuente: <http://monstermash.zone/#>

¹⁹ Página: <http://monstermash.zone/#>. Código fuente: <https://github.com/google/monster-mash> y https://dcgi.fel.cvut.cz/home/sykorad/monster_mash



Figura 23 Modelo 3d generado a partir de un proceso de "inflado" del trazo original Fuente: <http://monstermash.zone/#>



Figura 24 Animación final del modelo generado, Fuente: <http://monstermash.zone/#>

Dall-e²⁰

Generador de imágenes a partir de texto proporcionado por el sujeto. Esta inteligencia artificial tiene la capacidad de generar visualizaciones de la yuxtaposición entre dos conceptos diferentes (Figura 25)

²⁰ <https://openai.com/blog/dall-e/>

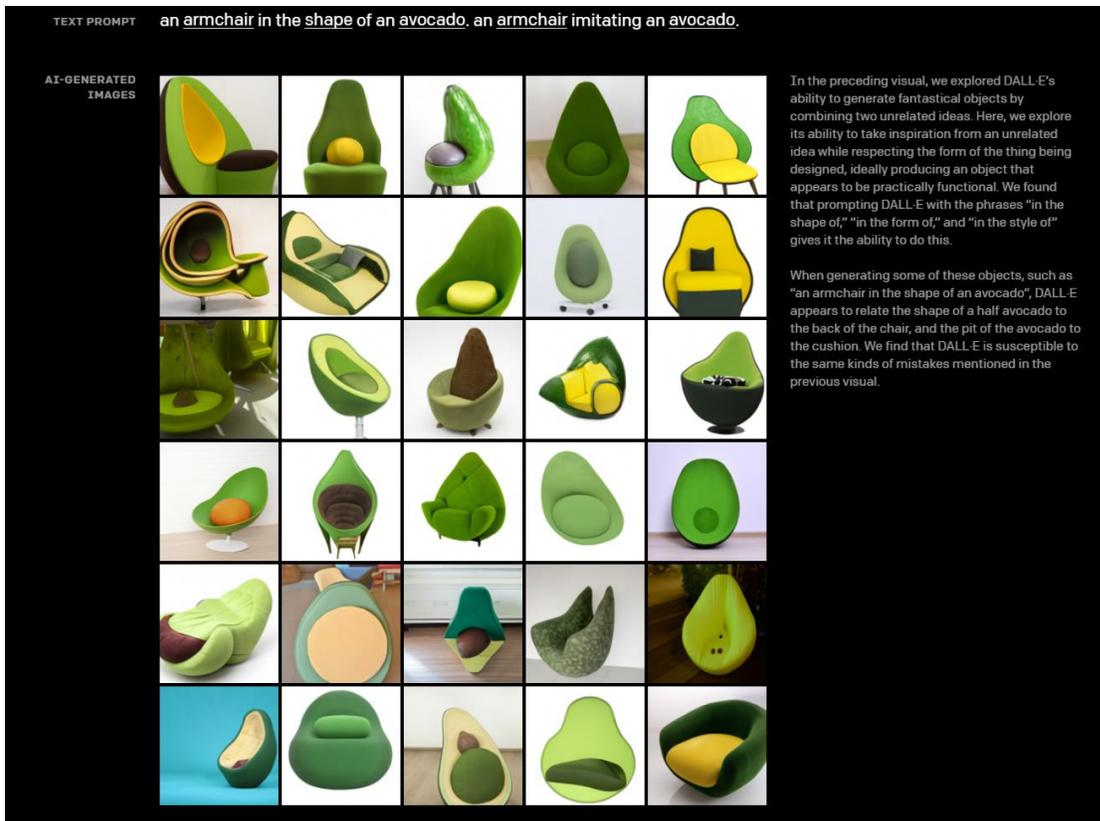


Figura 25 Ejemplo de la visualización de diferentes conceptos de sillas con forma de un aguacate. Es posible variar tanto el objeto a generar, su forma, figura o estilo y el concepto con cual combinarlo. Fuente: <https://openai.com/blog/dall-e/>

Deepai.org²¹

Más que un ejemplo de las posibles herramientas de inteligencia artificial, este es un *blog* informativo con actualizaciones con respecto a proyectos referentes a inteligencia artificial Figura 26.

²¹ <https://deepai.org/>

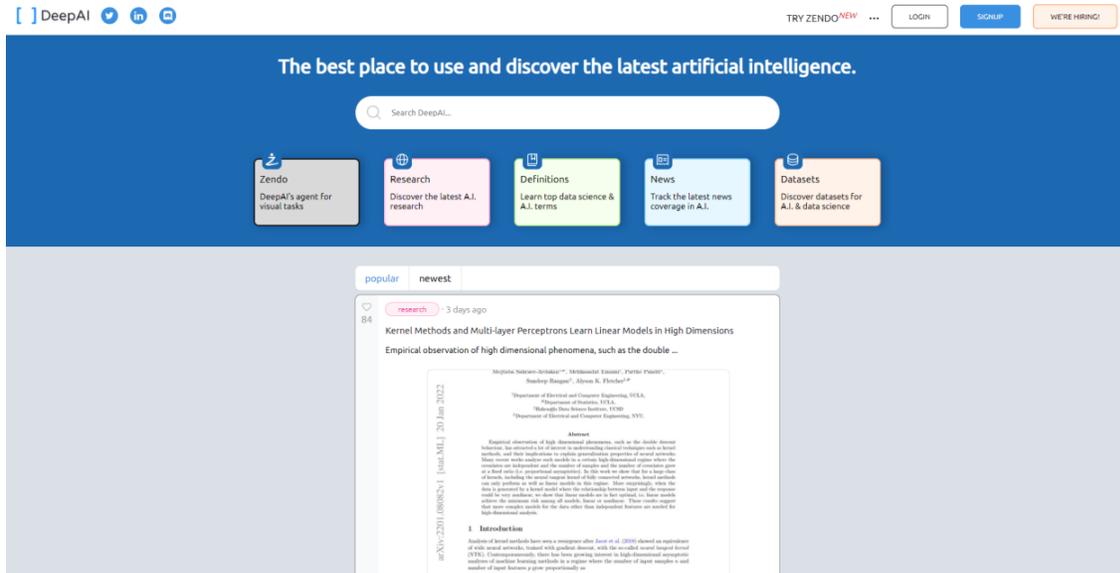


Figura 26 Página principal de deepai.org

3.3. Paradigmas sistémicos

3.3.1. Crecimiento y Evolución

El diálogo constante entre entidades de un mismo sistema implica un intercambio de recursos, las fricciones generadas en esta interacción sistémica causarán la disolución de los elementos componentes, aquellos incapaces de fluir eficientemente dentro del entorno tenderán a ser absorbidos o desintegrados por los sistemas adyacentes. El sistema tendrá la capacidad de reconfigurarse para desplazarse en su contexto, aprovechando sus recursos de la mejor manera posible: el sistema mutará para generar nuevas alternativas de desplazamiento permitiéndole crecer dentro de un entorno evolutivo y generar nuevos diálogos contextuales. La lección es clara: o sirves o te achicas, o creces o te estrechas (Covarrubias, 2010: 93)

La interacción constante de un subsistema con los adyacentes genera fricciones contextuales, lo cual, exige una reestructuración de todos los elementos involucrados para hallar un estado de homeostasis. La reestructuración requerida está condicionada por un tropismo particular de cada subsistema, siempre en busca del proceso más eficiente y optimizado.

3.3.2. Ley Constructal

La ley constructal estipula que todo sistema vivo buscará por su misma naturaleza el camino óptimo para desplazarse en su contexto. En el libro “Design in Nature” Bejan propone:

Todo lo que se mueve, sea animado o inanimado, es un sistema de flujo. Todos los sistemas de flujo generan forma y estructura a través del tiempo para poder facilitar su movimiento a través del entorno lleno de resistencia (por ejemplo, la fricción). Los diseños que vemos en la naturaleza no son resultados del azar. Estos se generan naturalmente, espontáneamente, porque buscan mejorar su flujo en el tiempo. (Bejan & Zane, 2011: 3)

Es importante recalcar, que en esta interacción sistema- suprasistema, existe un intercambio de información constante que irá generando nuevas trayectorias para recorrer y, por consiguiente, requerirá adaptación constante de los involucrados para entrar en un estado de homeostasis. Este proceso no es paulatino debido que requiere reiteraciones constantes para ir disminuyendo las fricciones detectadas en el contexto, Bejan (2011) aclara que el diseño intrincado no evoluciona espontáneamente. Primero la filtración es un buen comienzo para fluir. El primer riachuelo se forma cuando la resistencia aumenta hasta cierto punto (el cual podemos predecir matemáticamente si entendemos el entorno en el que está emergiendo) y se convierte entonces en una forma más fácil de fluir.

Es importante mencionar que, la ley constructal no predice las particularidades del diseño, más bien, permite hallar la tendencia de diseños que faciliten el flujo de los objetos. (Bejan,2011: 140)

3.3.2.1. Fractales

Los fractales son objetos geométricos que tienen la particularidad de repetirse de manera reiterativa a diferentes escalas de observación de manera infinita. Covarrubias (2010) define los fractales como: objetos geométricos irregulares cuya estructura básica se repite a diferentes escalas y pueden ser generados por procesos recursivos o iterativos logrando de esta forma generar una geometría con detalle infinito (Figura 27).

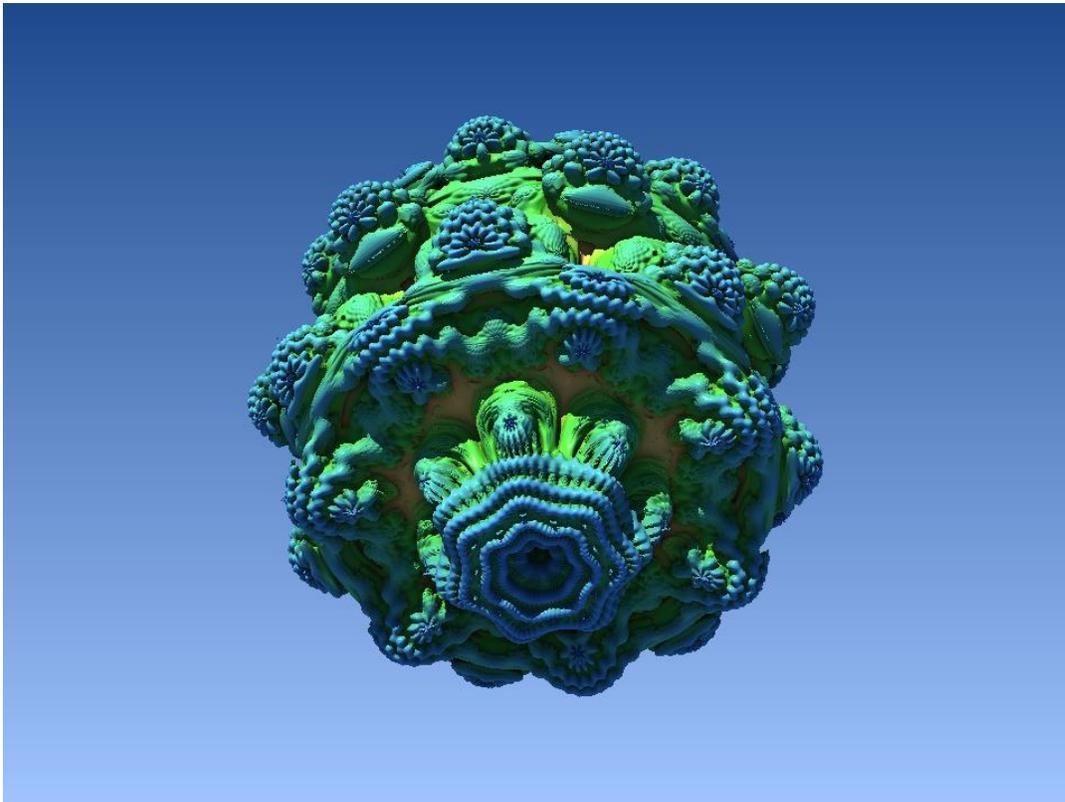


Figura 27 Fractal 3D generado en Mendelbulb3D (elaborado por el autor)

Dichos procesos dan lugar a estructuras autosimilares debido a que su grado de irregularidad se mantiene constante independientemente de la escala a la que se les observe (Covarrubias, 2010: 40).

Mandelbrot (1977), comenta que “los fractales describen incuestionablemente mejor y de manera más económica que la geometría euclidiana, los objetos naturales complejos.

Kenneth Falconer en su obra *Fractal Geometry. Mathematical Foundations and Applications* describe a los fractales como aquellos que satisfacen algunas de las siguientes propiedades:

1. Es demasiado irregular para ser descrito en términos geométricos tradicionales.
2. Posee detalle a cualquier escala de observación.
3. Es autosimilar en algún sentido.
4. Su dimensión de Hausdorff-Besicovitch es estrictamente mayor que su dimensión topológica.
5. Se define mediante un simple algoritmo recursivo. (Falconer, 2014)

Se dice que un fractal es estocástico (o aleatorio) cuando en su construcción intervienen elementos condicionados por el azar y, entre otras cosas, estos fractales estocásticos están relacionados con la teoría del caos determinista (Covarrubias, 2010: 42), no obstante, siempre y cuando nos mantengamos dentro de cierto rango, el grado de irregularidad -por ejemplo, de un litoral o un sistema respiratorio- es autosemejante (aunque no autosimilar), independientemente de la escala a la que se lo observe.

Los fractales se generan por funciones matemáticas autorreplicantes, lo cual permite generar geometrías infinitamente detalladas manteniendo siempre una misma estructura generativa. La implementación de la geometría al proceso de planificación y desarrollo de diseño permite explorar nuevas formas de generar soluciones por medio de la recursividad, al respecto Covarrubias (2010) comenta: “Algún día las máquinas verdaderas de diseño explorarán el mundo de la creatividad por su cuenta y podrán diseñar objetos que seremos capaces de apreciar gracias a que fueron pensados específicamente para nuestro beneficio, pero que nunca podríamos concebir a detalle debido a nuestras limitaciones cognitivas. (Covarrubias, 2010: 74)

Es importante mencionar que, aunque una representación matemática de los fractales son un escenario teórico, donde el contexto es idealizado y no existen alteraciones adyacentes (a no ser que se integren atractores extraños o algún tipo de distorsión intencional), el desarrollo generativo en la naturaleza es dependiente siempre del contexto, al respecto el autor también comenta: que ni el ADN ni el

fractal pueden contener en su interior toda la información específica para construir los organismos o sus simulaciones fractales, sin embargo si pueden especificar de manera suficiente un proceso recursivo de crecimiento y desarrollo. Esto es, pueden, bajo condiciones apropiadas, desarrollarse dentro de cierto contexto

Nos encontramos ante modelos útiles que representan un paradigma emergente para la investigación y el desarrollo. El efecto holístico de autosimilitud, donde cada parte es un microcosmos del todo, emparenta a la geometría fractal con el concepto del holograma, y con el cuento de Jorge Luis Borges *El Aleph* donde cada punto contiene en su interior universos enteros.

Desarrollando una base sintetizada como núcleo evolutivo es posible predecir el desenlace de este crecimiento y delimitar sus fronteras. El caos determinista infiere que el traslado aleatorio de una partícula se encuentra siempre delimitado por una frontera dependiendo del tipo de sistema desarrollado (si su síntesis permite resultados indeterminados en el infinito o si se trata de un sistema aleatorio y sin relación aparente con los sistemas adyacentes) la condición humana puede formar parte de una relación más compleja, la cual, para futuros análisis puede ser descartada.

3.3.3. Sistemas

Un sistema puede definirse como una interacción compleja de elementos (Von Bertalanffy) en la que todo elemento forma parte de un sistema mientras mantenga cualquier tipo de interacción con otros elementos dentro de un contexto.

Von Bertalanffy (1968) en el libro “Teoría General de los Sistemas” señala que se “debe estudiar no sólo partes y procesos aislados, sino también resolver los problemas decisivos hallados en la organización y el orden que los unifican, resultantes de la interacción dinámica de partes y que hacen el diferente comportamiento de éstas cuando se estudian aisladas o dentro del todo” (Bertalanffy: 23).

La teoría general de los sistemas se enfoca en la formulación y derivación de los principios que son válidos para los sistemas en general. (pág. 33). Esto abre la posibilidad de analizar y comprender de manera descentralizada e interdisciplinaria los fenómenos ocurrientes en cualquier sistema, desde el área de las ciencias duras como la física y matemáticas hasta en el área de las ciencias difusas como la estética o la psicología. A estos principios estructurales se les conoce como isomorfismos, los cuales pueden ser hallados por medio de abstracciones apropiadas y modelos conceptuales que puedan ser aplicados en diferentes fenómenos. En síntesis, al generar y sintetizar los isomorfismos entre dos diferentes sistemas, es posible entonces generar análisis comparativos, para entender con mayor profundidad un fenómeno, a partir del estudio sintético del comportamiento del sistema contiguo.

Para comprender al diseño como una actividad disruptiva será necesario entender los aspectos esenciales de la teoría de los sistemas, y generar una infraestructura “práxica”²². Leiro (2006) ejemplifica:

“La concepción del contexto como sistema es indispensable para el pensamiento estratégico del diseño, ya que permite relacionar el tema a resolver con aspectos y puntos de vista que, si bien no están vinculados directamente con el proyecto, pueden incidir de manera significativa en el desarrollo del mismo.” (Leiro, 2006: 105).

El diseño depende completamente de comprensión, síntesis, codificación y recodificación de un contexto para generar la opción más viable y con ello desarrollar un objeto de diseño que actúe de manera harmónica con el sistema al que se integra en un diálogo coherente. En palabras de Le Corbusier (1987):

Man, created by the universe, is the sum of that universe, as far as he himself is concerned; he proceeds according to its laws and believes he can read

²² De Praxis como la relación dialéctica entre la teoría y la práctica "Praxis". En: *Significados.com*. Disponible en: <https://www.significados.com/praxis/> Consultado: 29 de diciembre de 2020, 02:08 pm.

them; he has formulated them and made of them a coherent scheme, a rational body of knowledge on which he can act, adapt, and produce. This knowledge does not put him in opposition to the universe; it puts him in harmony with it; he is therefore right to behave as he does, he could not act otherwise. What would happen if he were to invent a perfectly rational system in contradiction to the laws of nature, and tried to put his theoretic conceptions into practice in the world around him? He would come to a full stop at the first step. (Le Corbusier, 1987: 36)

En resumen, al sintetizar los flujos contextuales de un sujeto dentro de su entorno, considerándolo como un sistema vivo, será posible entender su afluencia dentro de su suprasistema, lo cual permitirá hallar los isomorfismos pertinentes para comprender de manera holística los fenómenos emergentes, y posteriormente, generar un proceso de diseño enfocado en atender los requerimientos hallados, de manera que los resultados se acoplen de forma óptima y se generen resultados adaptables a favor del flujo del individuo en su contexto y por consiguiente, el sujeto pueda desplazarse con mayor facilidad dentro de su entorno.

En otras palabras, a partir de la síntesis contextual hallada y el flujo primordial analizado, se puede generar la base “genética” del objeto a desarrollar, para ello, el uso de herramientas de diseño generativo se vuelve esencial por la posibilidad algorítmica que permite. Dentro de la codificación del objeto, se deben considerar los flujos contextuales hallados y la esencia estructural del objeto como elementos inamovibles, y a su vez, variables con cierta apertura que permitan generar variaciones formales sobre la base establecida. De esta forma, sería posible integrar este nuevo objeto a diferentes sistemas como un elemento capaz de adecuarse sin perder su esencia hasta hallar un estado de homeostasis con el supra-sistema.

4. Capítulo IV Visualización de la Información

La información, como cualquier materia prima, necesita transformarse para poder difundirse apropiadamente. Esto implica una recodificación para sintetizarla, clasificarla y adaptarla a diferentes contextos sin que pierda su relevancia o se disipe en su respectivo sistema. La información obtenida, debe entonces ser estructurada y jerarquizada de forma coherente generando agrupaciones pertinentes al contexto de un sujeto, buscando generar un proceso llamado congenialidad cognitiva, término acuñado por Kirsh (1996) para referirse al proceso de abstraer los sistemas complejos en partes clasificables, para posteriormente asignarles un sentido

La visualización, es recodificar la información percibida y traducirla de forma que pueda reinterpretarse en un código familiar e interpretable, Peñalva (2006) la describe como

“... la capacidad de hacer visibles y comprensibles al ser humano aspectos y fenómenos de la realidad que no son accesibles a la percepción directa de los sentidos. Genera imágenes mentales que pueden activar otros procesos mentales y materiales. Estas permiten ordenar y comprender procesos de la realidad.” (Peñalva, p.52)

Cabe agregar que, por medio de la visualización es posible delimitar los fenómenos observados de forma que puedan ser comprensibles para su posterior transformación según sea necesario.

4.1. Visualización y Diseño

La visualización es parte esencial de cualquier proceso de diseño, pues es pertinente realizar previsiones no sólo en forma sino también en signo de una solución factible y así generar una síntesis de los elementos que conforman un sistema para realizar una abstracción útil y adaptable. Por esto mismo, será necesario delimitar una aproximación metodológica que permita realizar dicha síntesis. Para ello, se requiere comenzar obteniendo la información relevante y delimitar sus alcances por medio de reglas lógicas.

Ahora bien, los fenómenos emergentes pueden ser fácilmente detectables, o contener una naturaleza difusa (esto dependerá del contexto del observador), los primeros, pueden ser delimitados directamente por un proceso asociativo basado en la experiencia, por otro lado, los fenómenos difusos requieren un análisis más profundo, mismos que necesitarán una perspectiva holística apoyada en la cualidad isomórfica para poder ser analizadas de forma pertinente. Moles (1995: 243-245) propone algunos principios rectores que permiten emerger en la conciencia el fenómeno analizado:

i) **Principios de la Gestalt:**

- (1) Existe una oposición dialéctica entre la forma y su contexto.
 - (2) Cerramiento de la forma: Proceso en el cual se delimita la imagen mental de un fenómeno percibido, separando los elementos relevantes de los que no lo son.
 - (3) Constancia formal, donde se visualiza la “maleabilidad” de la forma al exponerse en diferentes contextos y se comprueba que se identifique de la misma manera que en su contexto original.
 - (4) “Dependencia” de la forma, donde se busca revisar si la forma es dependiente o no de la naturaleza particular de los elementos que la conforman.
 - (5) Jerarquización, donde se pretende descubrir los elementos primordiales y los accesorios de la forma.
- ii) **La función de la operación de medida.** Es constituir una primera etapa de un distanciamiento entre el observador y el fenómeno. (Moles, 1995: 243)
- iii) **Preeminencia de lo ordinal dentro de un rango,** ubicar, en una secuencia ordinal, el fenómeno dentro de la representación mental.
- iv) **Proceso de escalado,** generar una evaluación cualitativa donde se generan mentalmente escalas arbitrarias.
- v) La fidelidad de una medida crece en razón inversa de su precisión (Moles: 243)
- vi) **Noción de ecuaciones simbólicas.** Por medio de una formulación mental se expone al objeto a operaciones de relación, proporcionalidad, sustracción y

adición dirigiendo el proceso cognitivo a ubicar las relaciones que las magnitudes puedan tener entre sí.

- vii) **Principio de similitud.** La mente busca las semejanzas entre los elementos que componen el fenómeno para agruparlos.
- viii) **Esquematización como un proceso de visualización,** se genera un ordenamiento gráfico del fenómeno anotando los elementos de mayor a menor importancia de manera recursiva.
- ix) **Principio de Coherencia** en el esquema donde se buscan y resuelven las contradicciones y los ciclos reiterativos generados en las relaciones de las variables detectadas.
- x) **Principio de Medición,** donde se realizan estimaciones y comparaciones subjetivas entre los elementos y la “medida” de influencia que ejercen entre sí, procurando asignar algún tipo de magnitud pertinente para su medición.
- xi) **Matriz de interacción,** donde se buscan relaciones de los elementos analizados, propiamente después de realizar una esquematización. Moles asegura que “la pregnancia de las gráficas es superior a la de las tablas numéricas” (1995: 245)
- xii) **Elementos inclasificables:** durante la clasificación de elementos, algunos quedarán fuera de las categorías sintetizadas; si la relación de estos elementos resulta relevante se procede a generar nuevos grupos para integrarlos
- xiii) Si existieran **elementos inclasificables,** pueden rechazarse de manera provisional.
- xiv) **Se depuran los elementos que sean extraordinarios,** siempre y cuando estos sean una minoría en relación con los elementos contiguos.

Estos principios rectores suscriben un método que permite desvelar el nuevo fenómeno virtualizado y su contexto, así como delimitarlo de manera que pueda ser visualizado de manera clara para poder transformarlo, luego, es posible generar la síntesis de sus elementos primordiales recodificándole dentro de un nuevo paradigma el cual será aprehendido por un sujeto externo en su propio contexto permitiendo el flujo sinérgico dentro de este sistema.

Resumiendo, y en paralelismo con el proceso de transformación informática, Alcalde (2015: 41) declara: los datos pasan a datos estructurados, y de ahí a información la cual debe entonces ser aprendida, aplicada y comprendida para convertirse en conocimiento.

Por otra parte, la visualización de información requiere no sólo de abstraer los flujos primordiales de la información recolectada, sino de generar una infraestructura adecuada para permitirle al sujeto detectarlos y aprehenderlos dentro de su propio contexto, es decir, se requiere delimitar la información de forma que la síntesis generada pueda acoplarse al contexto de la mejor manera, a lo cual se propone la siguiente metodología para desarrollar esta adecuación contextual.

1. Durante el análisis del fenómeno (Proceso Convergente)
 - a. Análisis sistémico proyectual del fenómeno y el contexto
 - b. Considerar y delimitar el contexto: delimitar por orden de relevancia el efecto que produce el fenómeno observado con el fondo.
 - c. Sintetizar los diferentes componentes del fenómeno y definir su “flujo”, con lo que será posible analizar su tendencia, esta síntesis, conlleva un enfoque multidisciplinario para lograr comprender el comportamiento del fenómeno.
 - d. Entendiendo el flujo que tiene el fenómeno, y su delimitación con el contexto general, es posible ahora plantear un diseño, tomando en consideración los vértices específicos para el diseño, se pueden generar propuestas relevantes e innovadoras para el contexto
2. Proceso sistemático inverso para hallar fricciones contextuales (Proceso Divergente)
 - a. Visualizar las diferentes propuestas de solución como sistemas en reemplazo del fenómeno estudiado, posteriormente registrar su interacción con los elementos del entorno y sus componentes.
 - b. Hallar el elemento del sistema diseño generado que tendría mayor inferencia en el entorno y realizar los cambios pertinentes para mejorar su desenvolvimiento contextual

- c. Generar una nueva proyección de los cambios generados en el diseño dentro del sistema y considerar las opciones más adecuadas para integración en el producto final.

Esta aproximación puede visualizarse de la siguiente manera (Figura 28):

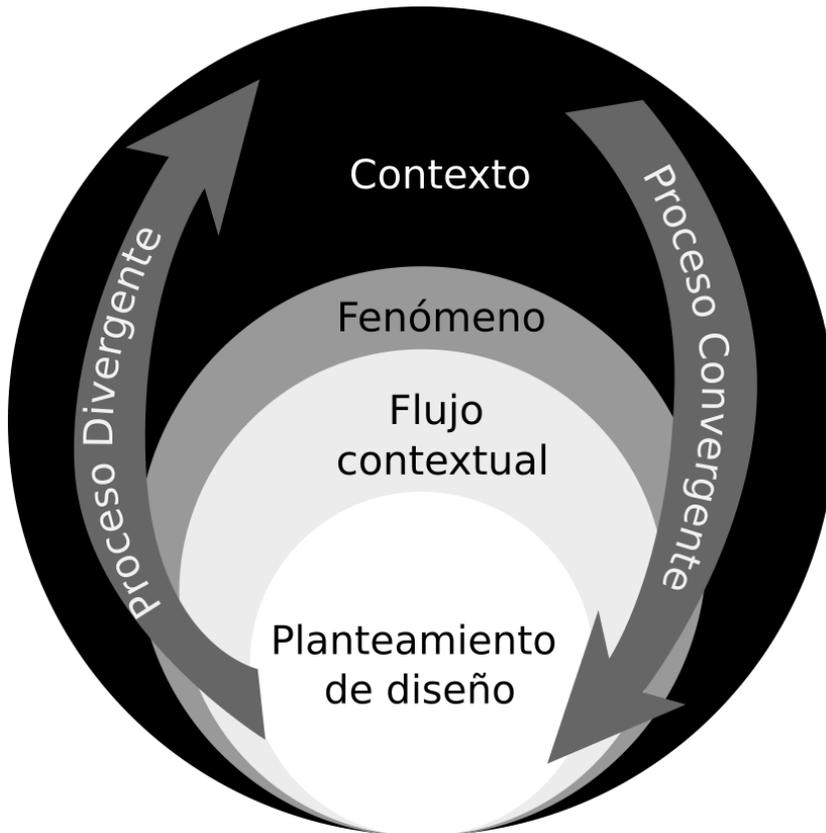


Figura 28 Esquema propuesto de delimitación sistémica (Elaboración del autor)

En calidad de resumen, la visualización se basa en la síntesis de la información para luego integrarla en un sistema contextual, para ello, es necesario entender los aspectos que afectan directamente el dialogo del sistema de información con el suprasistema para poder detectar su tendencia y generar propuestas basadas directamente en la estructura contextual hallada.

4.2. Taxonomía Comentada de herramental para la visualización

Como se menciona anteriormente, la visualización de la información requiere de sintetizar y recodificar la información recabada dentro de un contexto diferente para

su mejor aprehensión. Aprovechando los medios de recolección y transformación de información disponibles como herramientas, tanto como por el *Big Data* como las *TIC*, será posible generar resultados más certeros y actualizados. El diseñador como agente disruptor puede hacer uso de este herramental para conseguir datos en tiempo real y generar resultados variados y adaptables si es necesario.

Con el fin de clasificar los ejemplos subsecuentes; se catalogarán algunas herramientas disponibles en apoyo al diseño y visualización de la información, se explicará brevemente su uso y relevancia generando las dos categorías:

- **Librerías:** Herramientas que permiten obtener y procesar la información de diversas fuentes para su posterior transformación.
- **Dashboards:** Son herramientas que, por medio de una interfaz gráfica, permiten representar los datos obtenidos de diferentes fuentes y proveer una idónea visualización de los datos procesados de manera centralizada, lo que permite monitorear, medir, analizar y extraer información relévale en la toma de decisiones de una manera interactiva, intuitiva y de forma visual. (Durcevic, 2020).

4.2.1. Librerías

En esta sección se enlistan algunos ejemplos de librerías y herramientas que permiten obtener y procesar información (TIC) para su posterior transformación y recodificación contextual.

Como recursos de recolección de datos

Snowplow²³

Servicio de recolección de información enfocado en otorgar la información filtrada y representada de la manera óptima según los requerimientos del sujeto (Figura 29).

²³ <https://snowplowanalytics.com/>

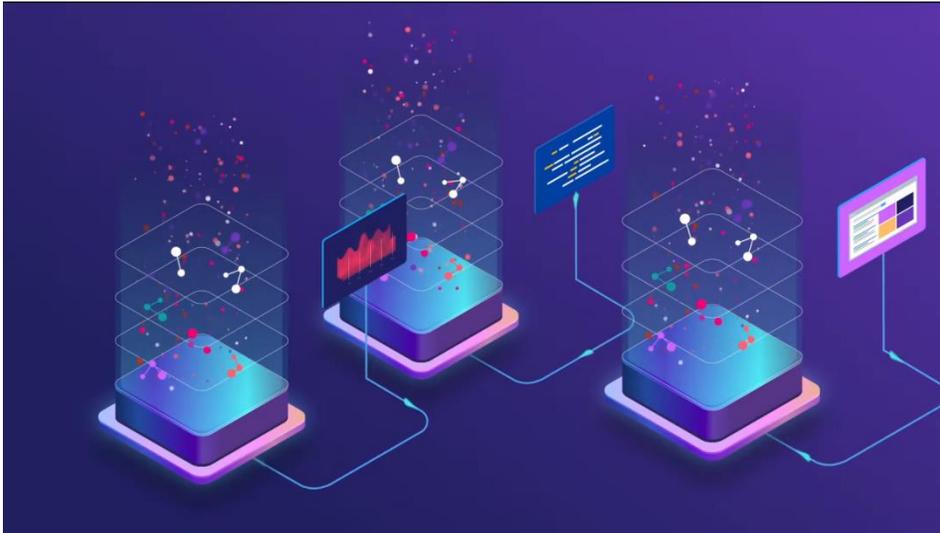


Figura 29 Representación de proceso de Recolección y filtración de información de SnowPlow. Fuente: snowplowanalytics

Parse.ly²⁴

Servicio enfocado en la recolección y transformación de información generada a partir del tráfico en un servicio en internet creando representaciones gráficas de las estadísticas que permiten al sujeto descubrir puntos de interés lo más rápido posible para mejorar el contenido (Figura 30).

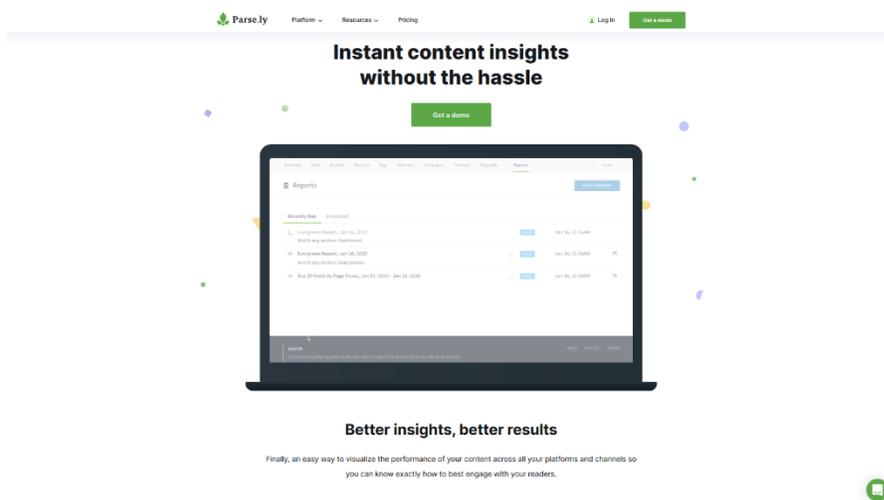


Figura 30 Página principal de Parse.ly donde muestra sus principales funciones. Fuente: parse.ly

²⁴ <https://www.parse.ly/overview> (recuperado el 16/06/2021)

Woopra²⁵

Este servicio ofrece la posibilidad de recolectar y analizar la “travesía del cliente” donde a partir de la adquisición de un bien, se analiza la adaptabilidad, retención y posibles futuras compras del grupo de enfoque (Figura 31).

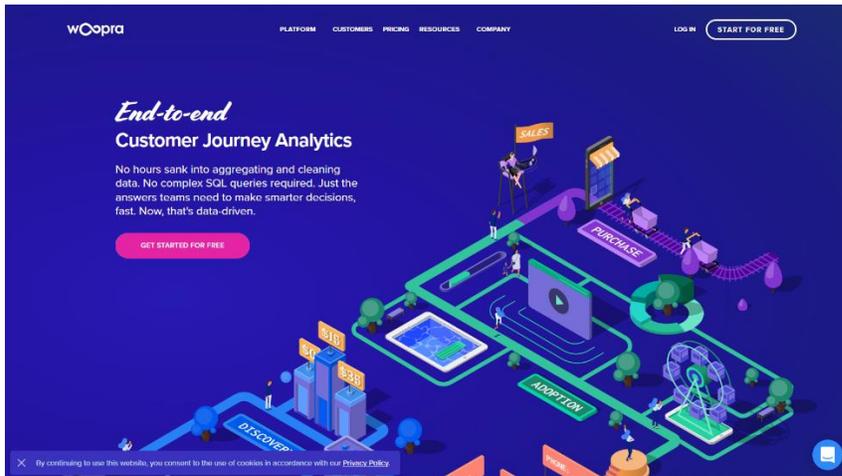


Figura 31 Por medio de un mapa visual, se representa las posibles variantes de recolección de información que se pueden adquirir a través de Woopra. Fuente: Woopra

FoxMetrics²⁶

Facilita el seguimiento a la travesía del cliente durante y después de la adquisición de un servicio, de manera que pueda generar información suficiente para crear nuevas alternativas de innovación y mercado (Figura 32).

²⁵ <https://www.woopra.com/> (recuperado el 16/06/2021)

²⁶ <https://www.foxmetrics.com/> (recuperado el 21/06/2021)

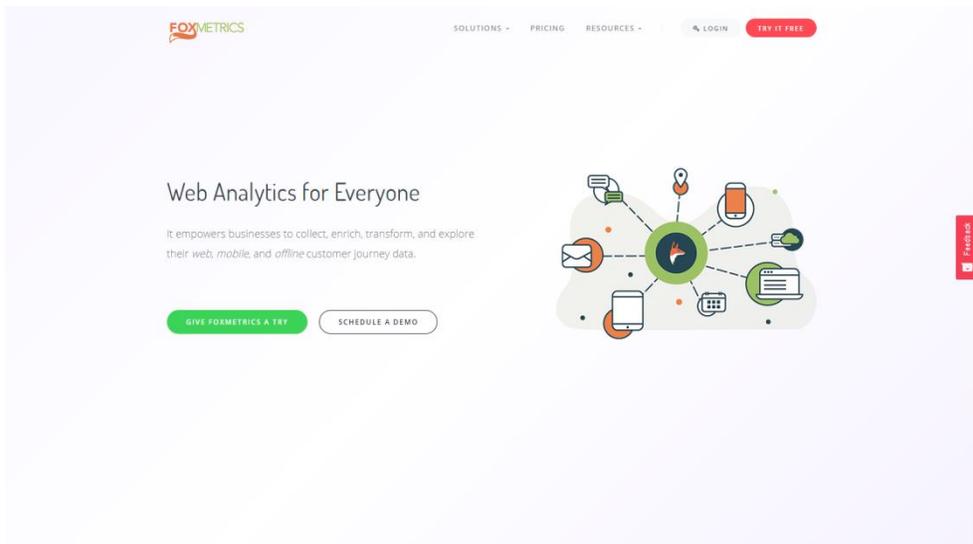


Figura 32 Página principal de FoxMetrics, Fuente: Foxmetrics

Chartbeat²⁷

Ofrece la posibilidad de recolectar y analizar la información de interés para el cliente generando contenido relevante para el mismo (Figura 33).

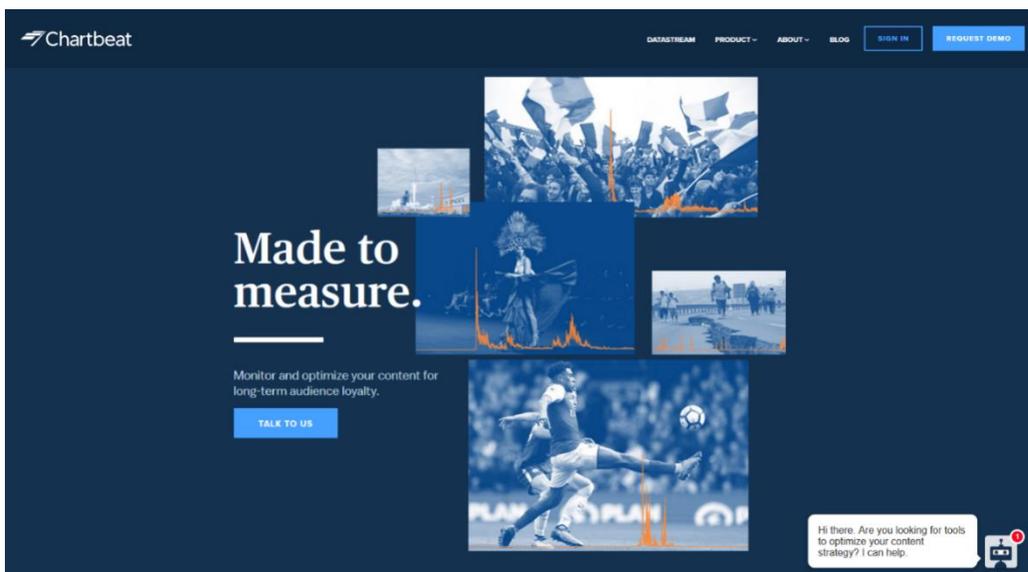


Figura 33 Chartbeat genera visualización de información enfocada en los intereses del posible usuario fuente: Chartbeat

4.2.2. Dashboards

²⁷ <https://chartbeat.com/> (recuperado el 21/06/2021)

Tableau²⁸

Servicio enfocado en la transformación de cualquier tipo de data, de casi cualquier sistema y transformarlo en información procesable con rapidez y facilidad. (Tableau Software, 2003-2020) (Figura 34)

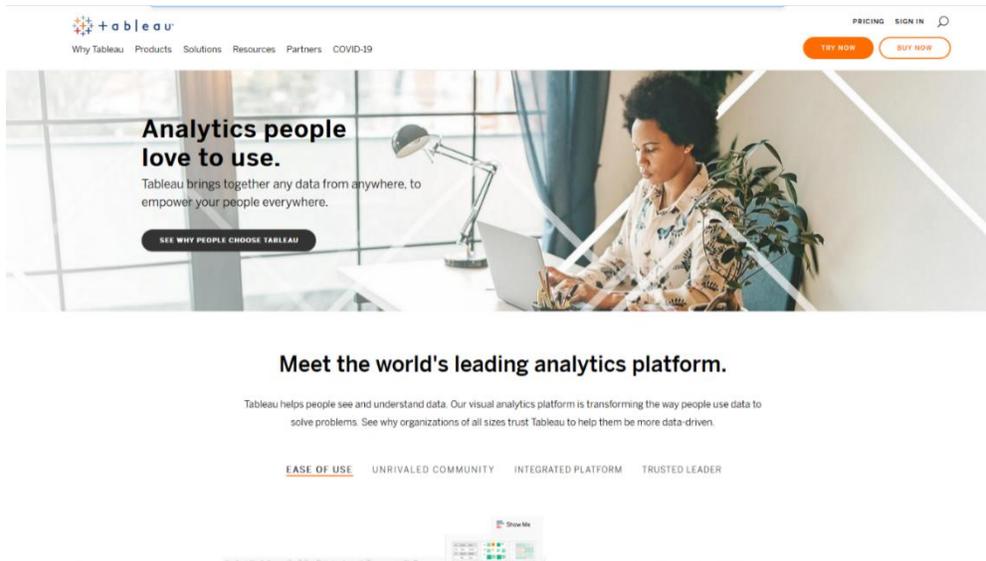


Figura 34 Tableau se enfoca en la transformación de información en datos simplificados. Fuente: Tableau

D3.JS²⁹

Librería API *open source* para JavaScript enfocada en la manipulación de documentos basados en información (Bostock, 2020), tiene diversos módulos que permiten visualizar esta información por medio de gráficos programables (Figura 35).

²⁸ <https://www.tableau.com/> (recuperado el 21/06/2021)

²⁹ <https://d3js.org/> (recuperado el 21/06/2021)

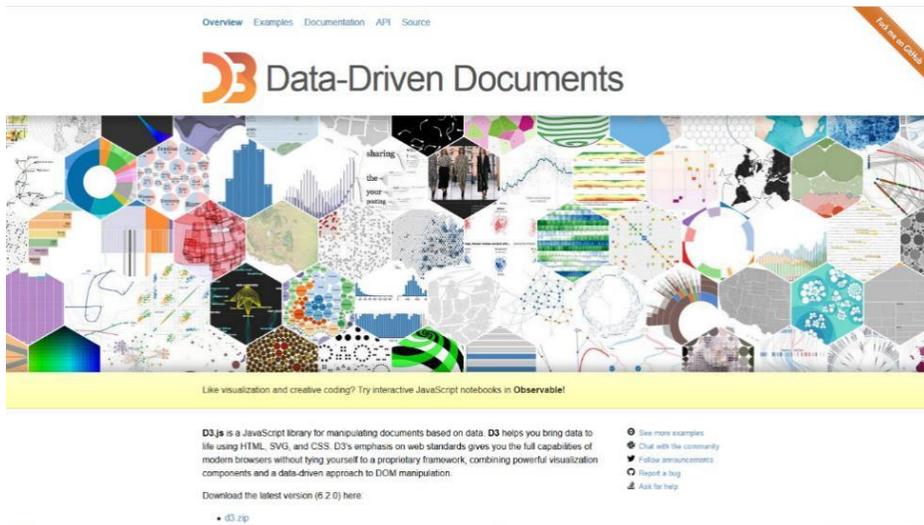


Figura 35 D3 es una librería que permite realizar gráficos interactivos para visualización de información. Fuente: D3

AnyChart³⁰

Librería para gráficos interactivos basado en JavaScript. La compañía asegura que puede ser utilizada con cualquier base de datos y puede ser ejecutada en cualquier plataforma (AnyChart, 2003,2020) (Figura 36)

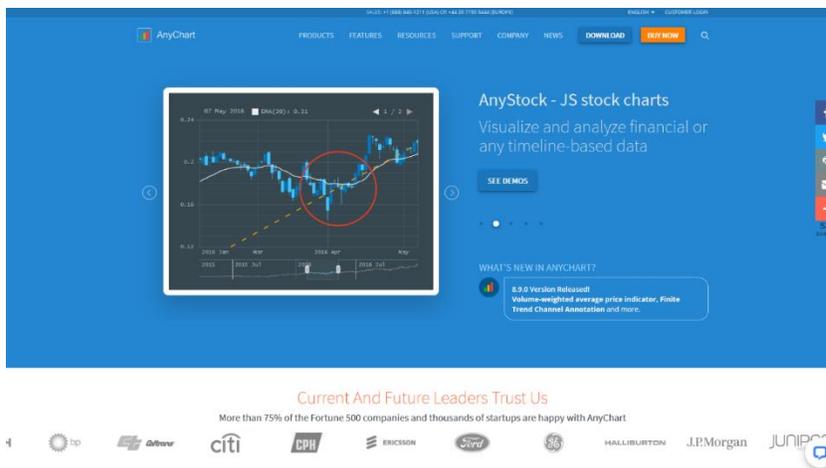


Figura 36 Any Chart es una librería para generar diferentes visualizaciones de datos. Fuente: Anychart

³⁰ <https://www.anychart.com/> (recuperado el 21/06/2021)

Canvas JS³¹

Librería basada en HTML5 de libre acceso que genera la visualización de datos de manera interactiva y que puede correr dentro de cualquier navegador de internet (Figura 37).

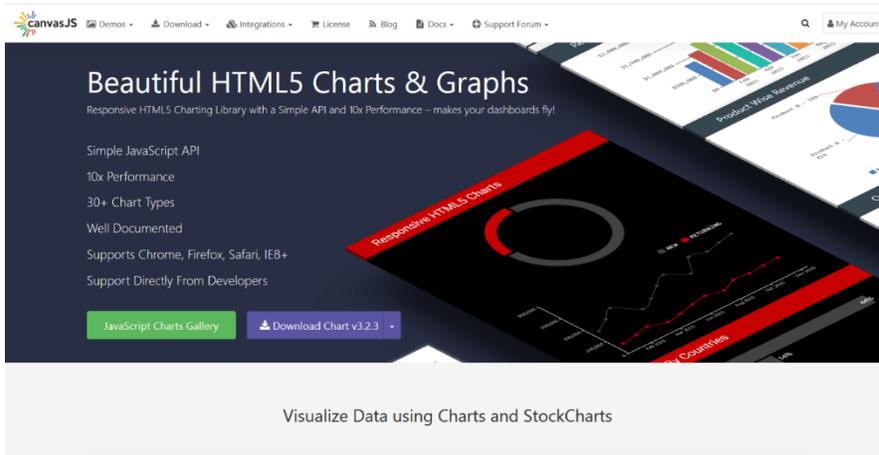


Figura 37 CanvasJS, es igualmente una librería para generación de gráficos interactivos, basada en HTML5 Fuente: Canvasjs

Zoomcharts³²

Librería para JavaScript que permite visualizar diferentes tipos de gráficos para representar información recolectada (Figura 38).



³¹ <https://canvasjs.com/> (recuperado el 21/06/2021)

³² <https://zoomcharts.com/en/javascript-charts-library/> (recuperado el 10/07/2021)

Figura 38 Librería basada en Javascript enfocada en la visualización de la información. Fuente: Zoomcharts

MouseFlow³³

Herramienta de análisis de enfoque de atención. Utilizando el movimiento del ratón analiza el enfoque de atención en una página web, determina el comportamiento del visitante para generar contenido relevante y datos que permitan distribuir los elementos de mayor interés en las secciones de mayor flujo (Figura 39).

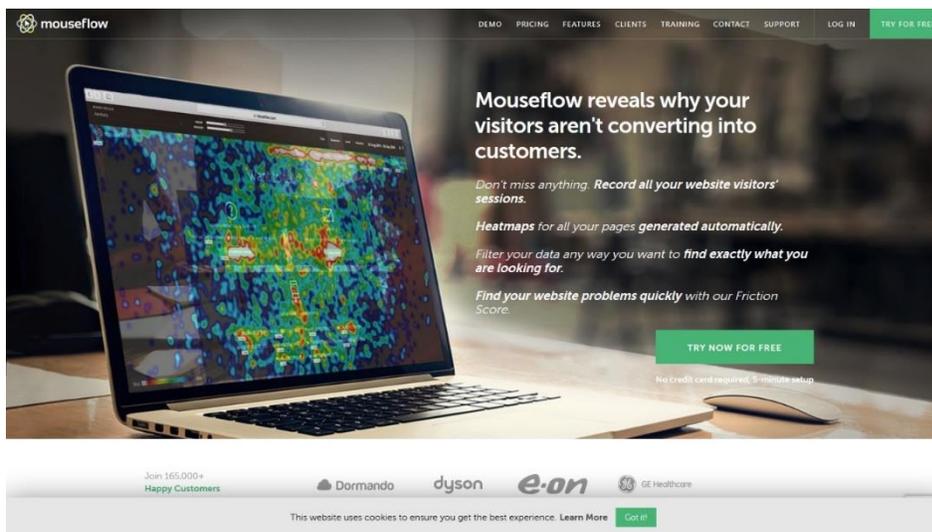


Figura 39 Herramienta de captura de posición de mouse para posterior análisis de user experience. Fuente: mouseflow

Google Analytics³⁴

Sistema de procesamiento de información que otorga al sujeto diferentes herramientas para generar visualización de datos en apoyo a estrategias de mercadeo (Figura 40)

³³ <https://mouseflow.com/> (recuperado el 10/07/2021)

³⁴ <https://marketingplatform.google.com/about/> (recuperado el 10/07/2021)

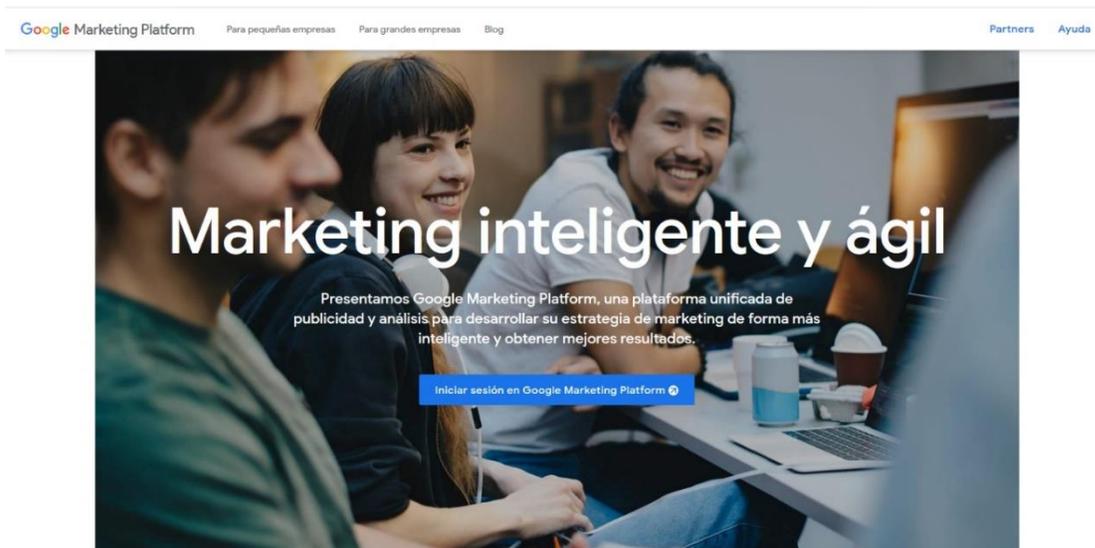


Figura 40 Página principal de Google Analytics. Fuente: Google

DataHero³⁵

Servicio de procesamiento de información para automatizar procesos proyectivos en las empresas (Figura 41).

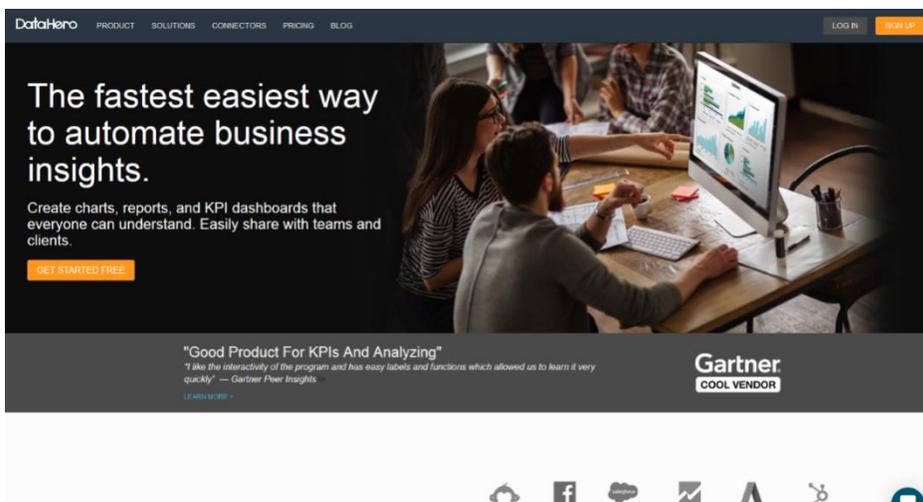


Figura 41 Interfaz principal de DataHero. Fuentes: DataHero

RawGraphs³⁶

³⁵ <https://datahero.com/> (recuperado el 10/07/2021)

³⁶ <https://rawgraphs.io/> (recuperado el 10/07/2021)

Herramienta automatizada para generar visualización de información a partir de los datos dentro de una hoja de cálculo (Figura 42)

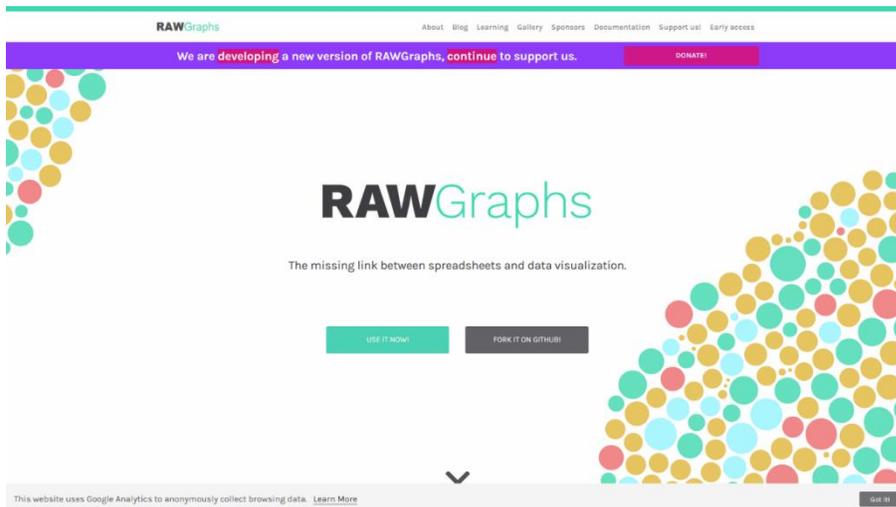


Figura 42 Página principal de Raw Graphs. Fuente (<https://rawwgraphs.io/>)

Dygraphs³⁷

Librería basada en Java script para generación de gráficas dinámicas. (Figura 43).

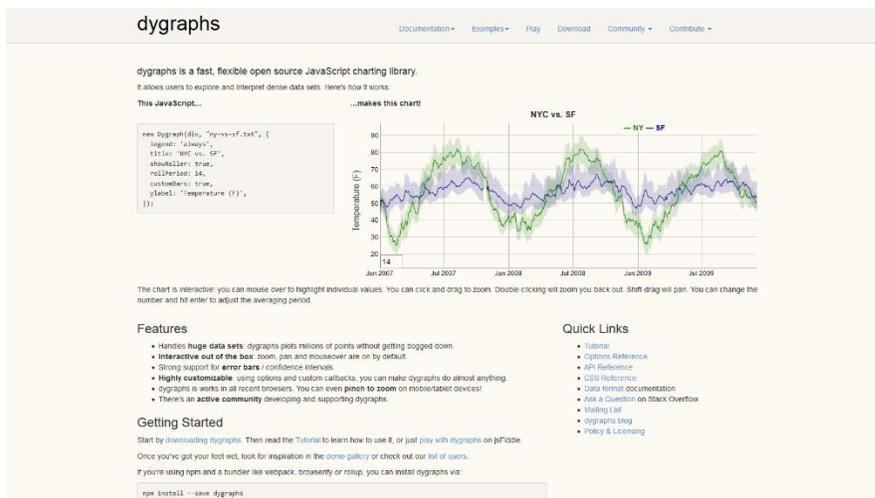


Figura 43 Interfaz principal de dygraphs. Fuente: Dygraphs

³⁷ <https://dygraphs.com/>(recuperado el 10/07/2021)

InstantAtlas³⁸

Servicio de recolección y síntesis de información para procesos proyectivos dentro de una empresa (Figura 44).

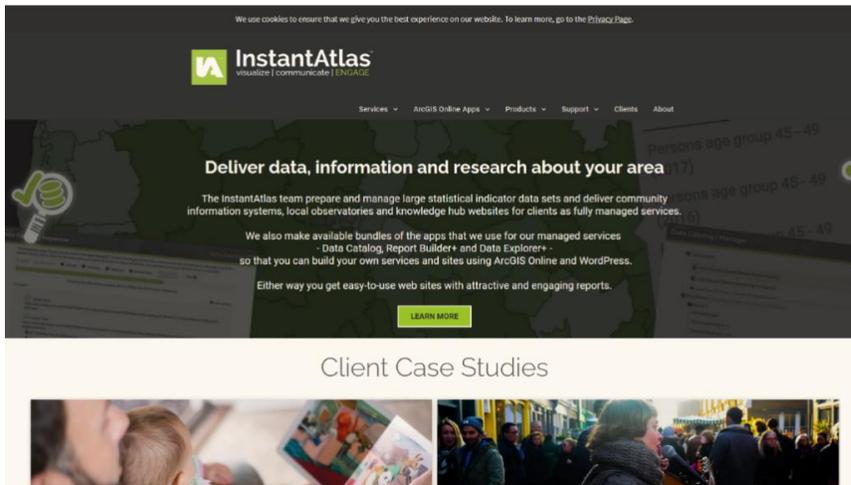


Figura 44 Página oficial de InstantAtlas. Fuente: InstantAtlas

Modest maps³⁹

Librería basada en Javascript para el desarrollo de gráficos interactivos basados en parámetros diversos (Figura 45).



Figura 45 Librería basada en JavaScript para visualización de información. Fuente: Modestmaps

³⁸ <https://www.instantatlas.com/> (recuperado el 10/07/2021)

³⁹ <http://modestmaps.com/> (recuperado el 10/07/2021)

Leaflet⁴⁰

Librería enfocada en la optimización de recursos para fácil representación en dispositivos móviles (Figura 46)

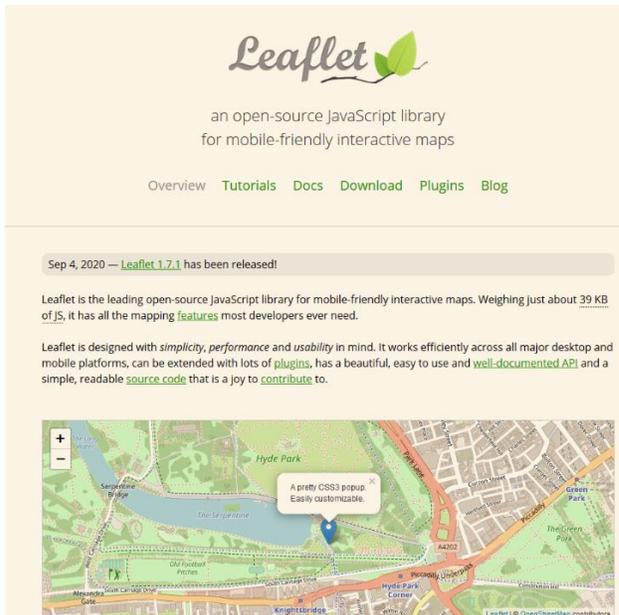


Figura 46 Página oficial de Leaflet. Fuente: Leaflet

Visualizefree⁴¹

Herramienta gratuita y en línea para visualización de información (Figura 47).



Figura 47 Herramienta en línea para visualización de información. Fuente: InetSoft

⁴⁰ <https://leafletjs.com/> (recuperado el 10/07/2021)

⁴¹ <https://www.visualizefree.com/> (recuperado el 10/07/2021)

Fusioncharts⁴²

Herramientas de desarrollo de dashboards (Figura 48)

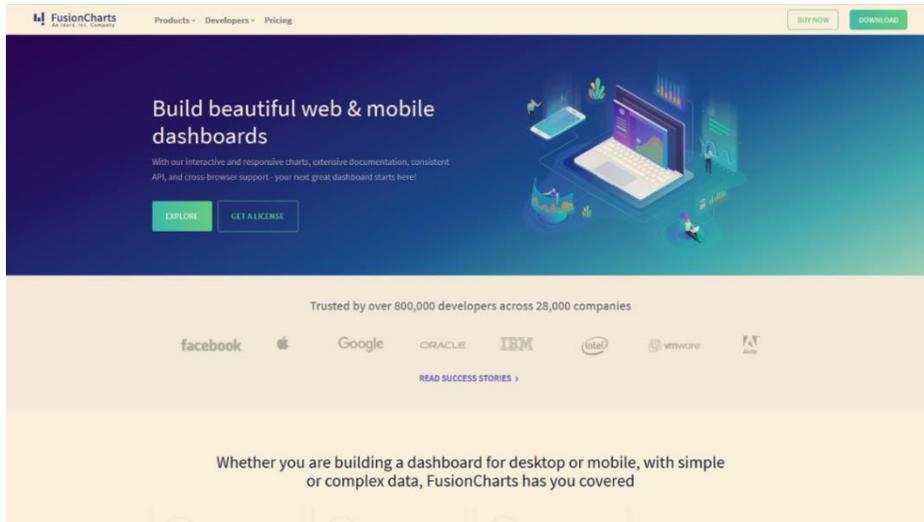


Figura 48 Herramienta para generación de Dashboards interactivos. Fuentes: FusionCharts

JS InfoVis Toolkit⁴³

Librería basada en JavaScript para desarrollo de visualización de información en servicios web (Figura 49)



Figura 49 Página de descarga de la JS InfoVis Fuente: JavaScript InfoVis Toolkit

⁴² <https://www.fusioncharts.com/> (recuperado el 10/07/2021)

⁴³ <https://philogb.github.io/jit/> (recuperado el 10/07/2021)

Open Layers⁴⁴

Librería de programación que permite el desarrollo de mapas interactivos (Figura 50)

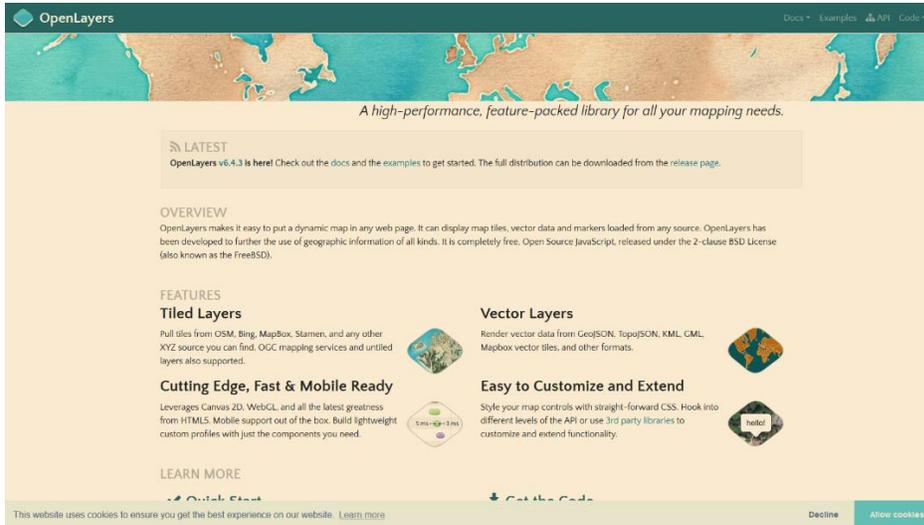


Figura 50 Página principal de OpenLayers. Fuente: Openlayers

Nodebox⁴⁵

Herramientas para Desarrollo de diseño generativo (Figura 51)

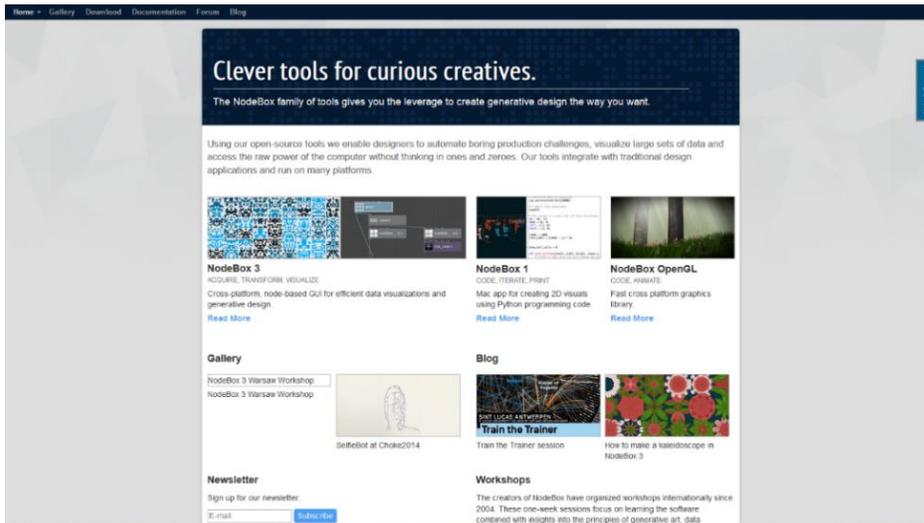


Figura 51 Página principal de Nodebox. Fuente: Nodebox

⁴⁴ <https://openlayers.org/>. (recuperado el 10/07/2021)

⁴⁵ <https://www.nodebox.net/> (recuperado el 10/07/2021)

Gephi⁴⁶

Software de código abierto enfocado en la generación y visualización de todo tipo de gráficos y redes (Figura 52).

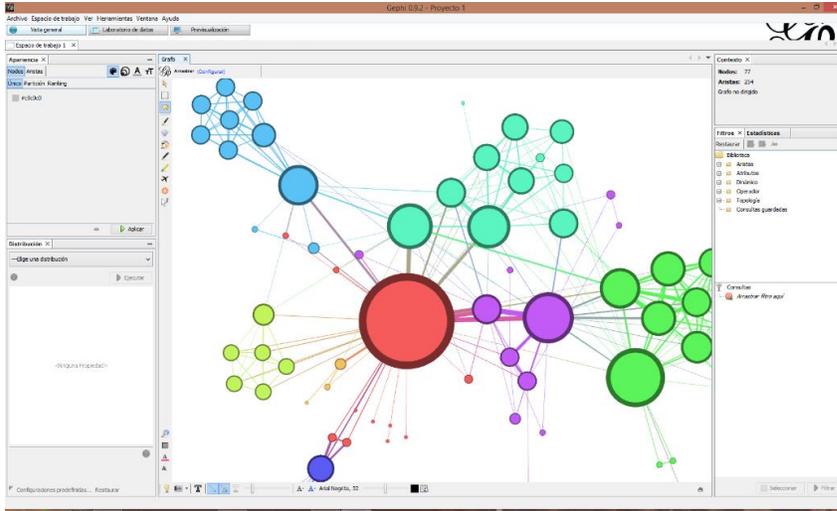


Figura 52 software para la generación de diversos mapas de relación Fuente: Gephi

InvisionApp⁴⁷

Herramienta de prototipado visual e interactivo para el desarrollo de UX y UI (Figura 53).

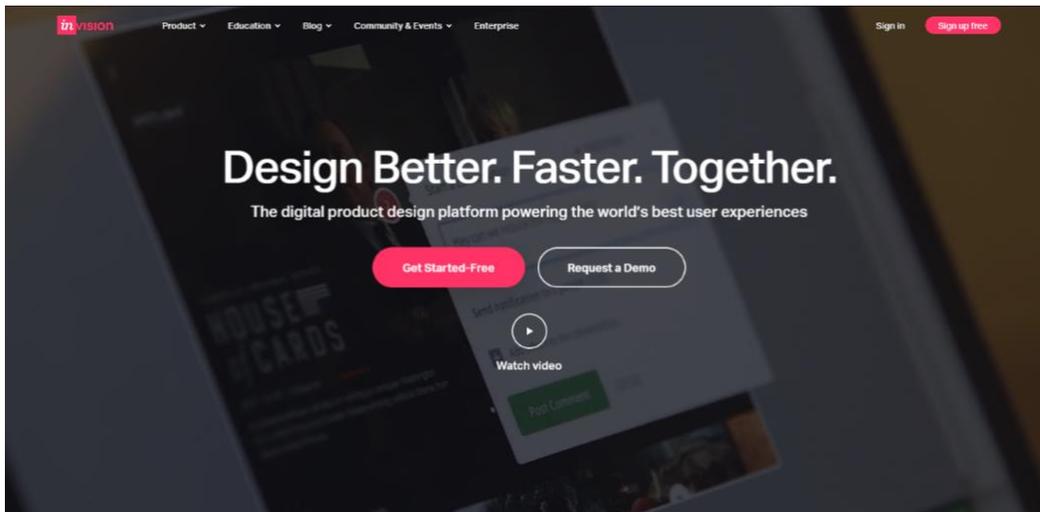


Figura 53 Página principal de InvisionAp. Fuente: InvisionApp

⁴⁶ <https://gephi.org/> (recuperado el 10/07/2021)

⁴⁷ <https://www.invisionapp.com/home> (recuperado el 10/07/2021)

Marvelapp⁴⁸

Webapp enfocada en el prototipado y generación de mockups de aplicaciones con herramientas de visualización para generar retroalimentación en el menor tiempo posible (Figura 54).

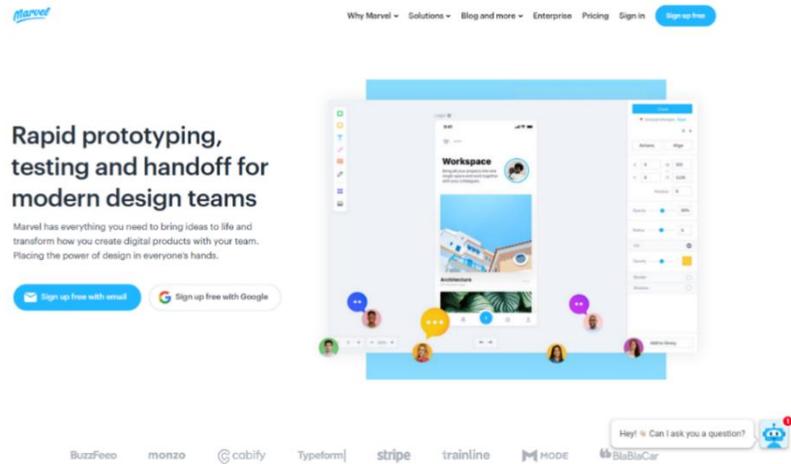


Figura 54 Herramienta web para el desarrollo de prototipos de UI y UX. Fuente: Marvelapp

Matomo⁴⁹

Sistema de recolección y procesamiento de datos para su posterior transformación (Figura 55).



Figura 55 Página principal de matomo. Fuente: Matomo

⁴⁸ <https://marvelapp.com/> (recuperado el 10/07/2021)

⁴⁹ <https://matomo.org/> (recuperado el 10/07/2021)

Open Web Analytics⁵⁰

Herramienta *Open source* que permite realizar el análisis y visualización de información variada del tráfico y acciones realizadas por los usuarios al utilizar un sitio web. (Figura 56)

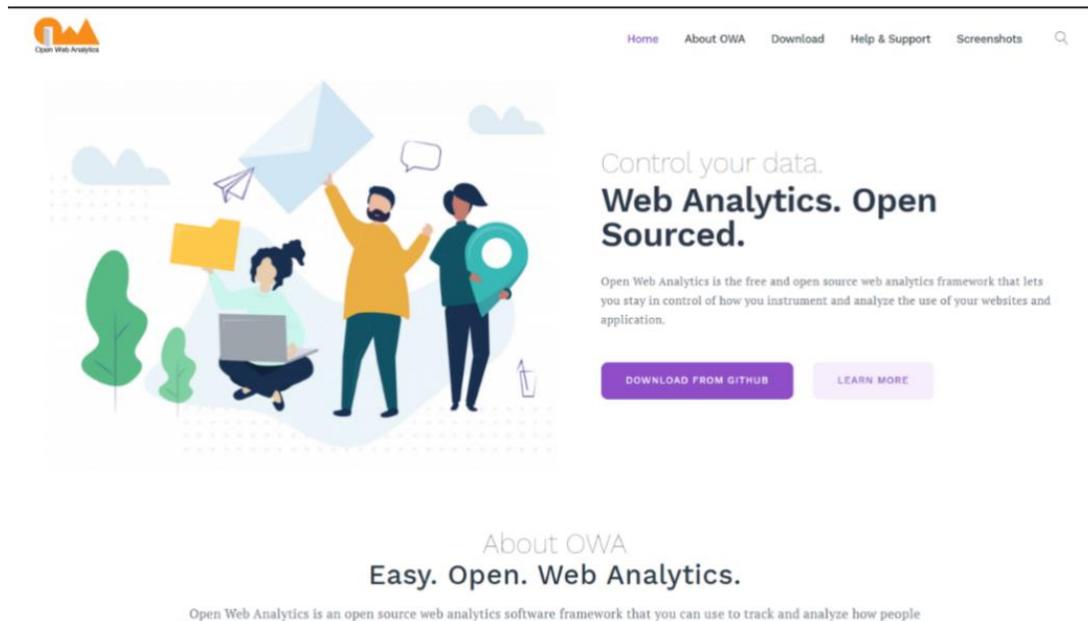


Figura 56 Proyecto Open-Source Open web analytics. Fuente: Open Web Analytics

Adobe Analytics

Servicio de análisis y visualización de información que recolecta información de varios canales y los representa de manera sintetizada, para que el usuario tenga una herramienta que le permita tener una visión holística y pueda tomar mejores decisiones basadas en el contexto detrás de las acciones de los clientes (Figura 57). (Adobe, 2020)

⁵⁰ <http://www.openwebanalytics.com/> (recuperado el 10/07/2021)

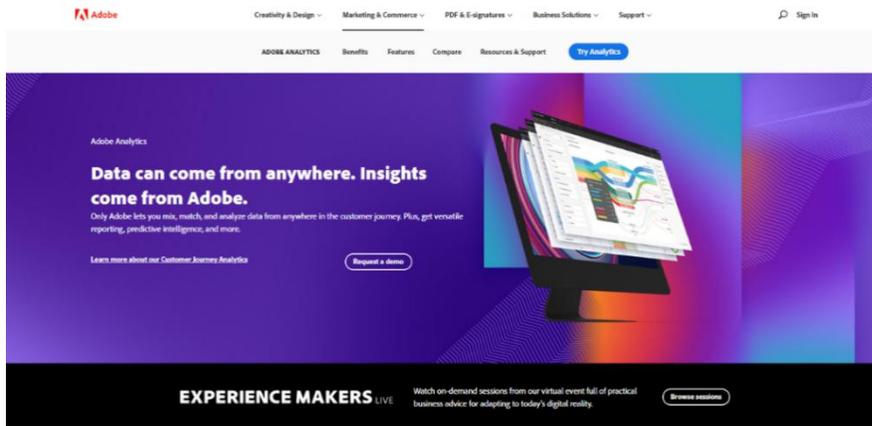


Figura 57 Adobe Analytics. Fuente: Adobe (2020)

Google Charts⁵¹

API gratuito que permite el desarrollo de diversos tipos de gráficos interactivos y herramientas de visualización de datos (Figura 58).

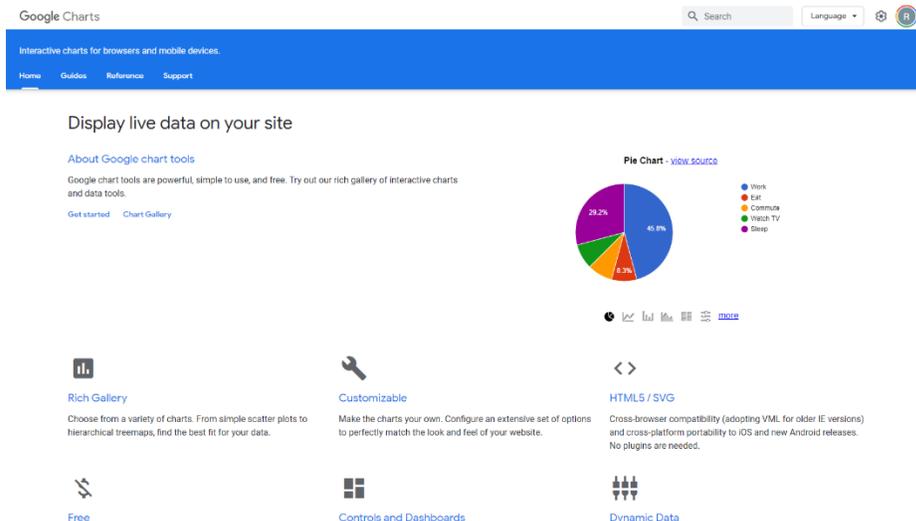


Figura 58 Herramienta para generar gráficos interactivos. Fuente: Google

Observable⁵²

Herramientas y proyectos dinámicos para visualización de la información (Figura 59)

⁵¹ <https://developers.google.com/chart/?csw=1> (recuperado el 10/07/2021)

⁵² <https://observablehq.com/> (recuperado el 10/07/2021)

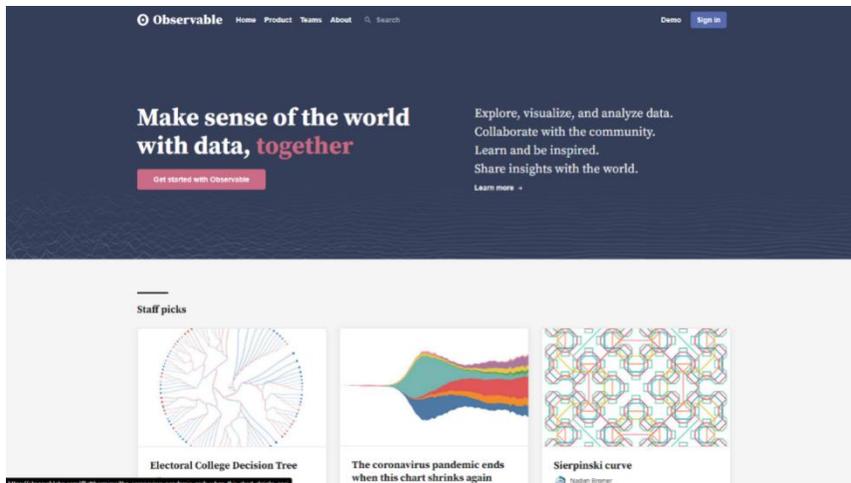


Figura 59 Página principal de Observable, contiene muestras y proyectos realizados en diferentes ámbitos. Fuente: Observable

4.2.3. Ejemplos aplicados de visualización de la información

En esta sección se expondrán las diversas visualizaciones que permiten tomar la información precisa en diversos rubros.

The Observatory of Economic Complexity⁵³

En esta página puede obtenerse información referente a la economía mundial actualizada, las principales exportaciones e importaciones de los países y los principales productores de algún tipo de producto en el mundo (Figura 60).

⁵³ https://oec.world/en/visualize/tree_map/hs92/export/dji/all/show/2018/ (recuperado el 10/07/2021)

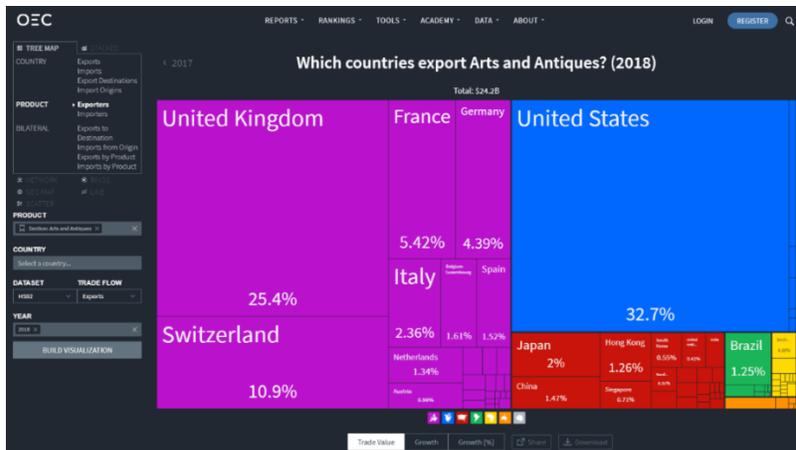


Figura 60 OEC, ofrece información relevante sobre la economía mundial. Fuente: The Observatory of Economic Complexity

Galaxy Covers⁵⁴

Utilizando tecnologías web estándar (HTML, CSS, Java Script) y software de código abierto (D3, React, Webpack, entre otros), este proyecto muestra 50 de las canciones más populares y sus diferentes covers como sistemas planetarios individuales (Figura 61) con la canción original representada como una estrella central, el radio de las órbitas de los “planetas” que lo rodean representan los años de diferencia en su publicación y los planetas representan una versión de la canción cuya apariencia dependerá de las características de la misma como género, popularidad, energía, tempo, etc.

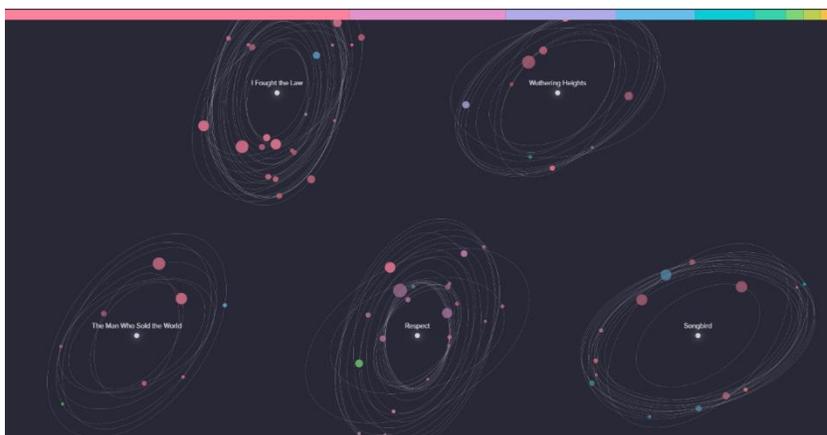


Figura 61 Visualización de los diferentes "covers" realizados de éxitos de música. Fuente: Galaxy of Covers

⁵⁴ <https://galaxy-of-covers.interactivethings.io/> (recuperado el 12/07/2021)

OddityViz⁵⁵

Proyecto de visualización de información basado en la deconstrucción visual de la canción “Space Oddity” de David Bowie, en 12 discos de vinilo (Figura 62), donde se representan la melodía, armonía, letra, estructura, historia y otros aspectos de la canción en nuevos sistemas visuales (OddityViz, 2021)



Figura 62 Proyecto de representación visual de “Space Oddity”. Fuente: OddityViz

Cleverfranke⁵⁶

Empresa dedicada al diseño y desarrollo de proyectos de visualización de información interactiva. En la página web de esta empresa se presentan algunos ejemplos de sus desarrollos (Figura 63)

⁵⁵ <https://www.oddityviz.com/> (recuperado el 10/07/2021)

⁵⁶ <https://www.cleverfranke.com/> (recuperado el 11/07/2021)

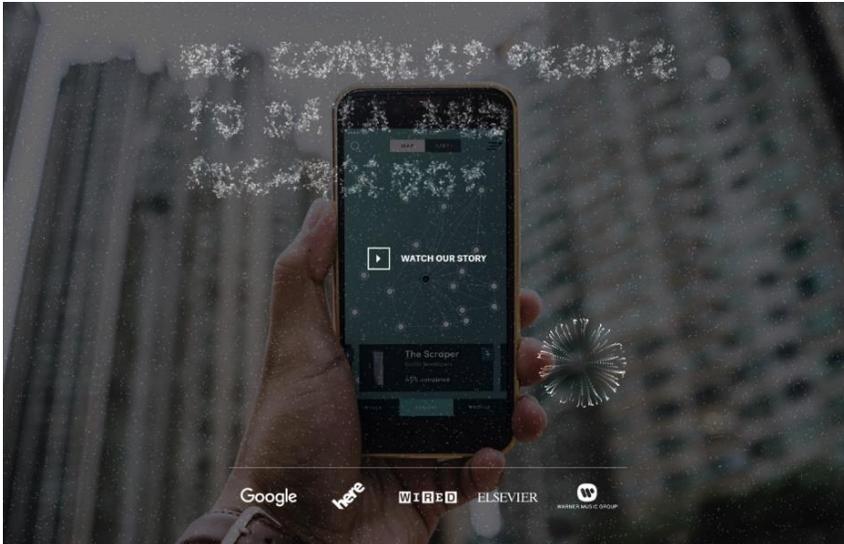


Figura 63 Proyecto de visualización aplicada en página web. Fuente: Cleverfranke

Cardcaptor Sakura Episode Chart⁵⁷

Por medio de una red de relación muestra a los diferentes personajes de anime *Sakura Cards Captors*, la frecuencia con la que aparece cada uno, su interacción y la relación con las cartas que la protagonista debe capturar a lo largo de la serie (Figura 64).

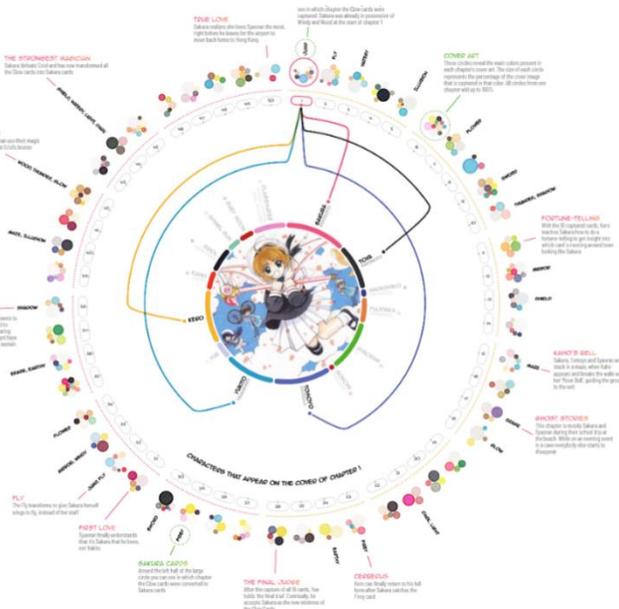


Figura 64 Representación visual de relaciones en el anime "Sakura Card captor". Fuente: datasketch

⁵⁷ <http://www.datasketch.es/june/code/nadieh/> (recuperado el 11/07/2021)

Marvel Cinematic Universe (Visualización 3d de la relación de los personajes)⁵⁸

Mapa interactivo que permite visualizar las relaciones e interacciones entre los personajes del Universo Cinematográfico Marvel de Disney (Figura 65).

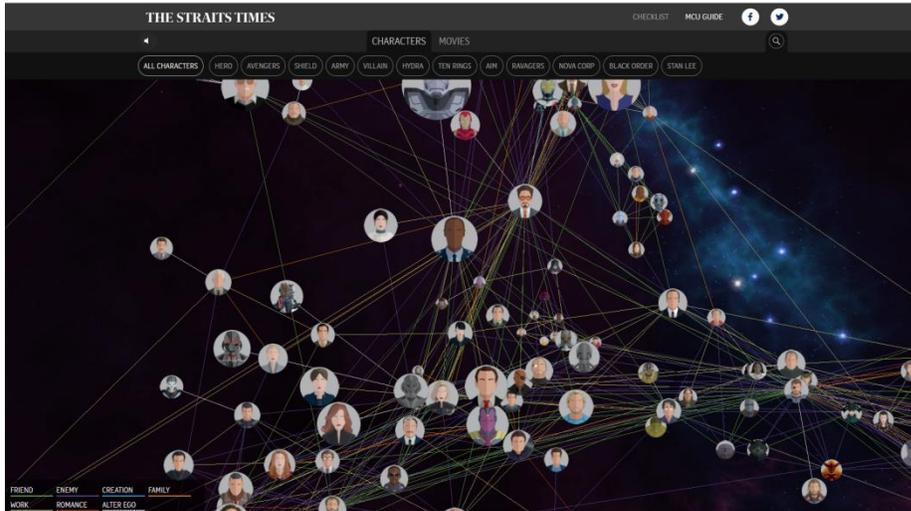


Figura 65 Mapa dinámico de relaciones de los personajes del "MCU". Fuente: StraitsTimes

Lessons from those we've Lost⁵⁹

Infografía que permite visualizar el impacto de las diferentes extinciones de especies que han ocurrido, su impacto y la relación directa que ha tenido el ser humano en la desaparición de estas (Figura 66).

⁵⁸ <https://graphics.straitstimes.com/STI/STIMEDIA/Interactives/2018/04/marvel-cinematic-universe-whos-who-interactive/index.html> (recuperado el 11/07/2021)

⁵⁹

https://cdn.dribbble.com/users/689436/screenshots/4746061/attachments/1069182/lessons_from_those_we_ve_lost_normal_res.pdf (recuperado el 11/07/2021)

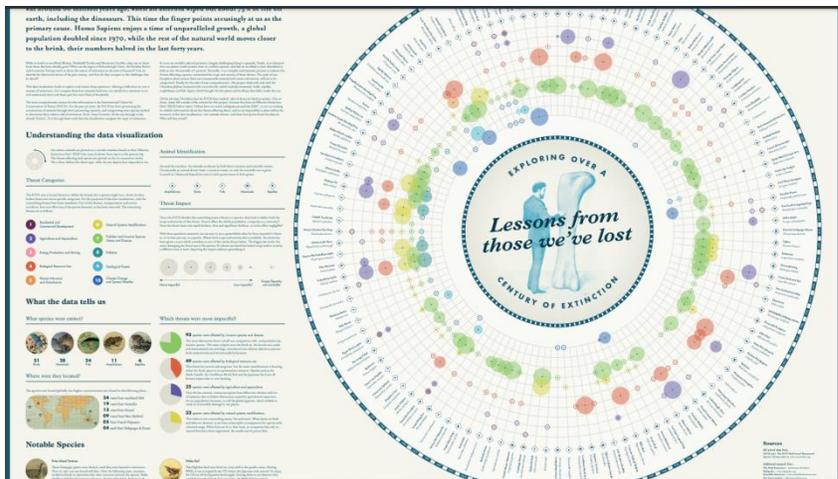


Figura 66 Visualización del impacto del ser humano y la extinción de diversas especies a través del tiempo. Fuente: Dribble

Coral cities Top 10 Liveable Cities⁶⁰

Proyecto de visualización que representa el crecimiento de diversas ciudades de Europa en forma de corales evolutivos (Figura 67).



Figura 67 Representación de habitabilidad de las ciudades en Europa, representadas por medio de corales generativos. Fuente: Towards data science

Figures in the Sky⁶¹

Proyecto de visualización interactiva de diferentes constelaciones (Figura 68)

⁶⁰ <https://towardsdatascience.com/coral-cities-an-ito-design-lab-concept-c01a3f4a2722> (recuperado el 11/07/2021)

⁶¹ <https://www.visualcinnamon.com/portfolio/figures-in-the-stars> (recuperado el 11/07/2021)

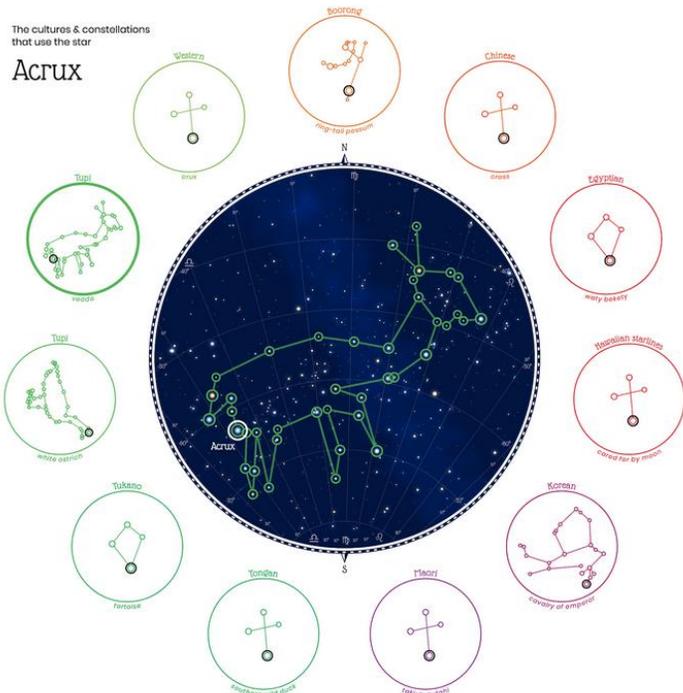


Figura 68 Proyecto "Figures in the Sky". Fuente: Visual cinnamon

Nuke map⁶²

Este visualizador permite detonar de manera virtual una bomba nuclear en cualquier parte del mundo, mostrando el impacto y daño que podrían provocar las diferentes armas nucleares existentes y teóricas (Figura 69).

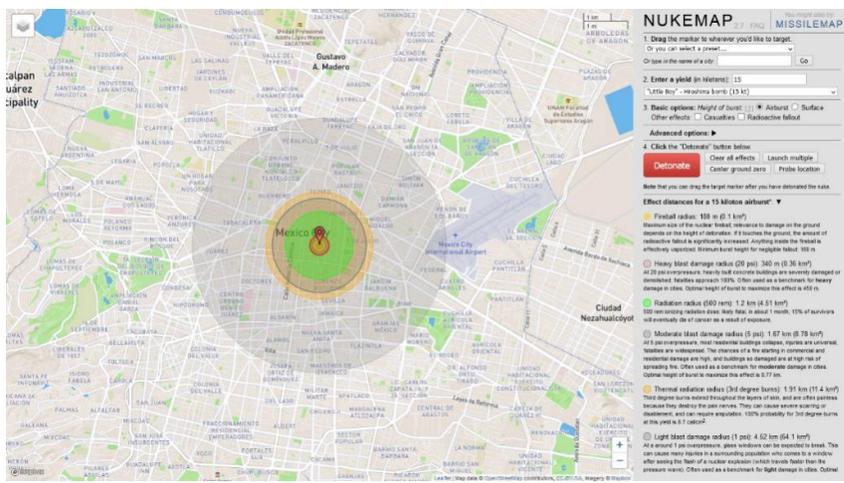


Figura 69 Mapa dinámico para visualizar el impacto del armamento nuclear. Fuente: NUKEMAP

⁶² <https://nuclearsecrecy.com/nukemap/> (recuperado el 11/07/2021)

4.2.4. Recursos de interés

Processing⁶³

Librería de programación que otorga de herramientas visuales programables a artistas y diseñadores para generar diferentes tipos de visualización de información y productos (Figura 70).



Figura 70 Página principal de Processing. Fuente: [Processing](https://processing.org/)

Como recursos de aprendizaje:

Interaction Design Foundation⁶⁴

Página de herramientas, noticias y comunidad de diseño y visualización de información (Figura 71).

⁶³ <https://processing.org/> (recuperado el 11/07/2021)

⁶⁴ <https://www.interaction-design.org/> (recuperado el 11/07/2021)

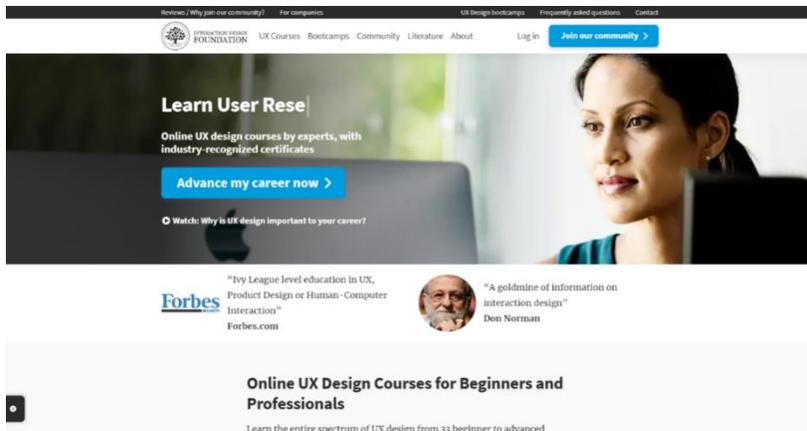


Figura 71 Página Web de Interactive Design Foundation. Fuente: Interactive Design Foundation

Information is Beautiful⁶⁵

Servicio Web enfocado en la visualización de información de diferentes indoles (Figura 72).



Figura 72 Página web enfocada en visualización de información. Information is Beautiful

Opendata tools⁶⁶

Herramientas *open source* para el desarrollo de visualizadores y transformación de información (Figura 73).

⁶⁵ Fuente: <https://informationisbeautiful.net/> (recuperado el 11/07/2021)

⁶⁶ <http://opendata-tools.org/en/visualization/> (recuperado el 11/07/2021)

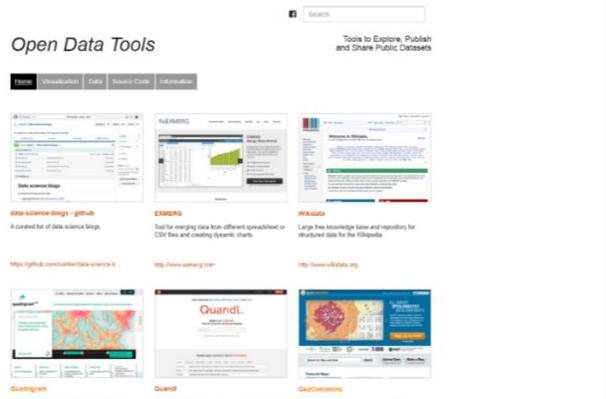


Figura 73 Herramientas open source para la visualización y transformación de información. Fuente: Open Data Tools

Blogs y foros sobre visualización

El Blog ha servido desde hace ya varios años como plataforma de difusión de información a base de artículos de generados por individuos en internet, normalmente de forma independiente. En el caso de los foros de internet, estos han fungido como fuente de información recabada a partir de foros de discusión cuyos participantes comparten un interés y tema en particular. En este caso se destacan los foros y blogs hallados durante el proceso de investigación, que pueden ser de utilidad para profundizar en los temas de visualización de la información. Es importante agregar que, en estos sitios de internet, es posible hallar recomendaciones, tutoriales, guías, software, etc. Además de que fungen como plataforma de consulta, con variante apoyo dependiendo de la comunidad y su actividad.

Visualizing.org⁶⁷

Foro enfocado en temas de innovación en el área de diseño y visualización de la información (Figura 74)

⁶⁷ <https://www.visualizing.org> (recuperado el 11/07/2021)

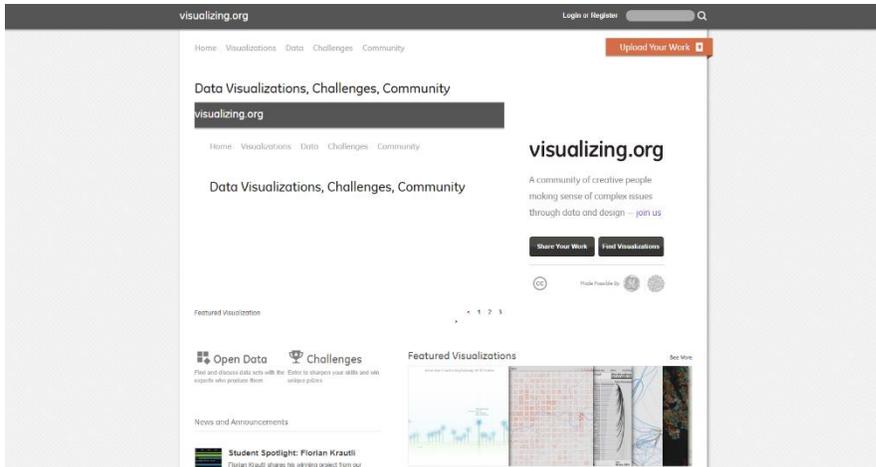


Figura 74 Blog enfocado en visualización de información. Fuente: Visualizing.org

Flowing Data⁶⁸

Blog dedicado a noticias sobre visualización de información (Figura 75)

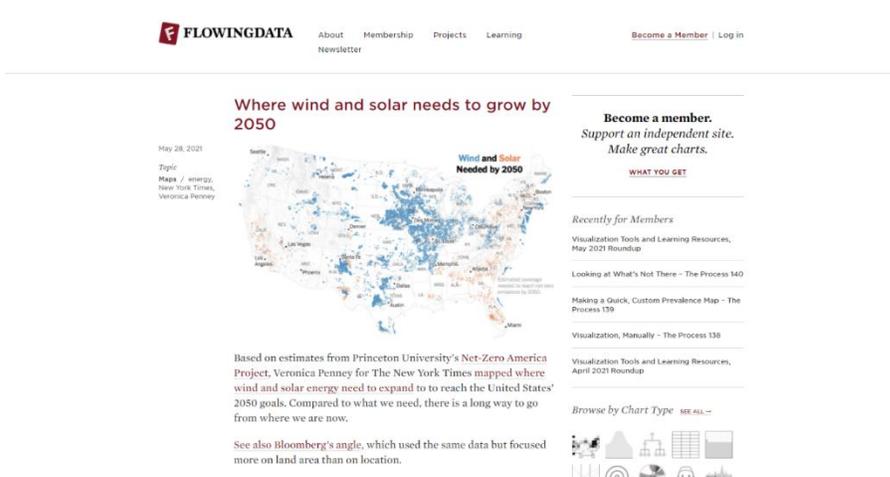


Figura 75 Página principal de FlowingData. Fuente: Flowing Data

⁶⁸ <https://flowingdata.com/> (recuperado el 11/07/2021)

5. Capítulo V Estudio de Caso

La aplicación de la investigación utiliza como ejemplo el siguiente desarrollo de un sistema de diseño generativo que proporciona de manera automatizada y adaptable, las variaciones pertinentes al diseño de mobiliario para cocina.

A continuación, se describe detalladamente el proceso realizado para eficientar los procesos de diseño y desarrollo de módulos de mobiliario dentro de la empresa WAO Kitchen Design. Los resultados se ilustran mediante una secuencia algorítmica determinante del diseño en donde se contextualizan aspectos internos y externos del proceso mismo del diseño.

5.1. Caso

Para desarrollar un proceso de diseño de armarios y cocinas, es necesario comenzar por recabar información como el área espacial disponible, los módulos adecuados al espacio disponible y estimación del material requerido. Estos datos permiten generar los planos de distribución, armado y presentación bidimensional; cotización de materiales y renders fotorrealistas para la presentación al cliente.

Generalmente el proceso de diseño inmobiliario (cimentado en el reacomodo de módulos predefinidos de dimensiones variables para acoplarse óptimamente al espacio) requiere la retroalimentación del cliente para generar una primera propuesta de diseño. A partir de la información recabada se genera un *brief*⁶⁹ con toda la información pertinente para el desarrollo del proyecto, luego, se generan las propuestas y cotizaciones requeridas, y se vuelve a presentar al cliente la propuesta. Este proceso involucra un acto recursivo de reestructuración espacial, modular y económico, hasta hallar un estado de homeostasis donde el cliente se sienta satisfecho con la propuesta. Posteriormente los procesos de venta, desarrollo e instalación se llevan a cabo para dar conclusión al proyecto de diseño. Este proceso de diseño puede visualizarse en la Figura 76.

⁶⁹ Documento sintetizado de un proyecto de diseño

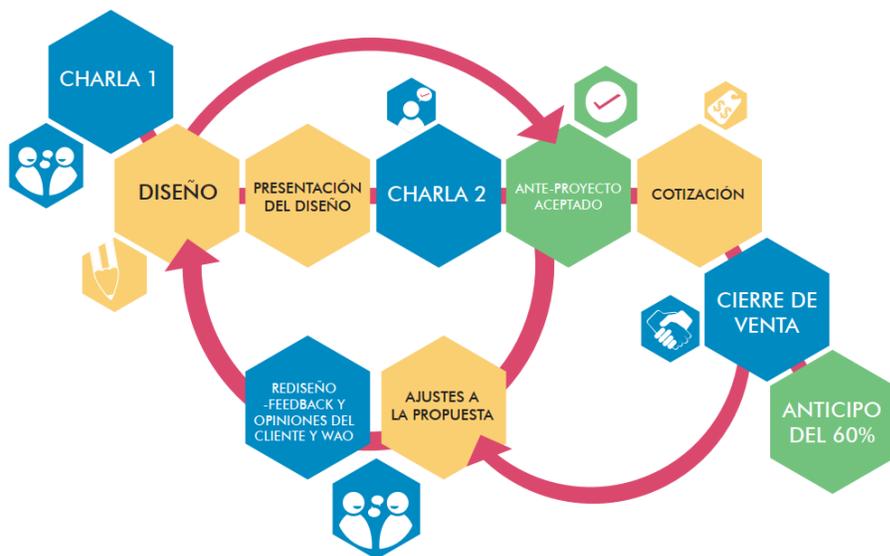


Figura 76 Proceso de diseño de mobiliario en WAO Kitchen Design. Autor: Oscar Monsalve Cuervo, Diseño: Gabriela Isabel Fernández Martínez

Es importante mencionar, que el levantamiento tridimensional del espacio junto con el desarrollo 3D del mobiliario, son parte esencial dentro del proceso anteriormente presentado, porque permiten visualizar de forma dinámica las diferentes dimensiones de los elementos a desarrollar, además también, permiten presentar el futuro resultado del diseño por medio de una presentación 3D, por medio de renders fotorrealistas o bien con visualización en tiempo real, a su vez, posibilita la visualización del espacio para trabajar sobre la composición espacial.

5.2. Problema

El principal enfoque de diseño en la empresa es el diseño de mobiliario para casa y oficinas, siendo el principal producto de venta, el desarrollo de cocinas de lujo para casa-hogar. Cabe señalar que, el diseño de mobiliario en general (tanto residencial como empresarial) desarrollado dentro de la empresa comparte siempre las mismas bases constructivas, variando solamente las dimensiones y distribución de los módulos según sea requerido, esto se realiza para mantener un estándar de producción y de eficiencia. Se eligió el desarrollo de cocinas por las siguientes razones:

- Como se menciona anteriormente, los módulos constructivos utilizados en la empresa varían sólo en partes específicas (herrajes, puertas, grosores de material, cajones), y siendo la cocina el área con mayor posibilidad de variación de módulos, se consideró como punto de partida para abarcar la mayor cantidad de opciones posibles.
- La empresa se enfoca en el diseño de mobiliario, sin embargo, por la demanda de proyectos de cocinas de lujo en los últimos años, se le ha dado alta prioridad al desarrollo de este tipo de proyectos.

Ahora bien, el proceso de diseño de cocinas comienza con la obtención de medidas del espacio para poder realizar un levantamiento tridimensional preliminar, el cual, posteriormente será utilizado como delimitación espacial para la modulación y distribución de cada mueble según sea requerido. El modelado tridimensional tanto de los espacios como de los diferentes módulos posibilita visualizar a detalle cada pieza estructural de los muebles. Luego, utilizando esta información se generan los planos pertinentes de construcción, despiece, ensamble y distribución. Por otra parte, este modelo tridimensional (en primera instancia generado a partir de polisuperficies) puede ser extraído en un formato universal para ser utilizado en un próximo proceso de renderizado en un software especializado.

Continuando con el proceso de diseño, los planos desarrollados permiten generar las optimizaciones pertinentes de material y con esto, los costos de producción, cotizaciones y finalmente presentación de venta.

Cabe mencionar, que es caso común que existan cambios (por costos, diseño interior, materiales, etc.) en el diseño presentado, lo cual amerita modificar los modelos originales y generar nuevas propuestas. Los cambios se reinician desde la modificación del modelo tridimensional hasta su presentación de venta de manera iterativa hasta obtener la aprobación final del cliente.

Ahora bien, reestructurar un modelo tridimensional normalmente conlleva modificar las dimensiones envolventes de cada módulo y/o alguno de sus componentes. Este proceso no presenta mayor dificultad para realizarse, sin embargo, se vuelve complejo y tardado. Por esto mismo, las tareas inmediatas se ven interrumpidas

hasta que el modelo tridimensional acate todos los cambios solicitados, en consecuencia, el proceso de rediseño tiende a dar respuestas tardías al tiempo solicitado para venta.

Por esta situación, surge la necesidad de desarrollar un proceso, o bien, una herramienta que simplifique el proceso de diseño sustancialmente compleja y apta para el contexto del sujeto (particularmente, el diseñador de mobiliario) permitiéndole generar soluciones de manera eficiente sin limitar su capacidad de respuesta. Para tal efecto, se considera lo mencionado por Norman (2011) cuando menciona que el comportamiento humano puede ser engañosamente complejo: el comportamiento social lo es aún más. Se debe diseñar para la forma en que se comporta la gente. No por cómo nos gustaría que se comportaran. Las personas funcionan mejor cuando los dispositivos que utilizan hacen que las cosas se vuelvan visibles, brindan suaves empujones, significantes, funciones forzadas y dan retroalimentación (Norman, 2011). Por lo tanto, se buscará generar una interfaz que permita el libre desarrollo laboral del sujeto, no limite la creatividad con funciones innecesarias o quede falto de variables para generar nuevas propuestas.

Proceso de trabajo

Como se comenta con anterioridad, el proyecto de diseño comienza con la toma de medidas del espacio a intervenir, con esta información se procede a generar el levantamiento 3D del espacio por medio de un software CAD, herramienta que permite visualizar y considerar las medidas apropiadas de cada aspecto del proyecto.

Para generar el levantamiento 3D, es necesario generar un modelo tridimensional del espacio a partir de las medidas recabadas del espacio. Posteriormente es necesario realizar una adecuada distribución de diferentes módulos según sea requerido, en este momento se detalla un plano de distribución indicando los posibles módulos a utilizar (**Figura 77**). Después de una primera aprobación de propuesta a partir de un render de presentación (**Figura 78**), se detalla la estructura modular del mobiliario, lo que permite generar un desglose de materiales (considerando la elección del cliente) para

realizar la primera cotización y proceder entonces a la producción. De forma reiterativa, al presentarse adecuaciones durante la etapa de presentación, el desarrollo debe modificarse, para que cada módulo se ajuste a un nuevo diseño y pueda proceder con las siguientes etapas del proceso.

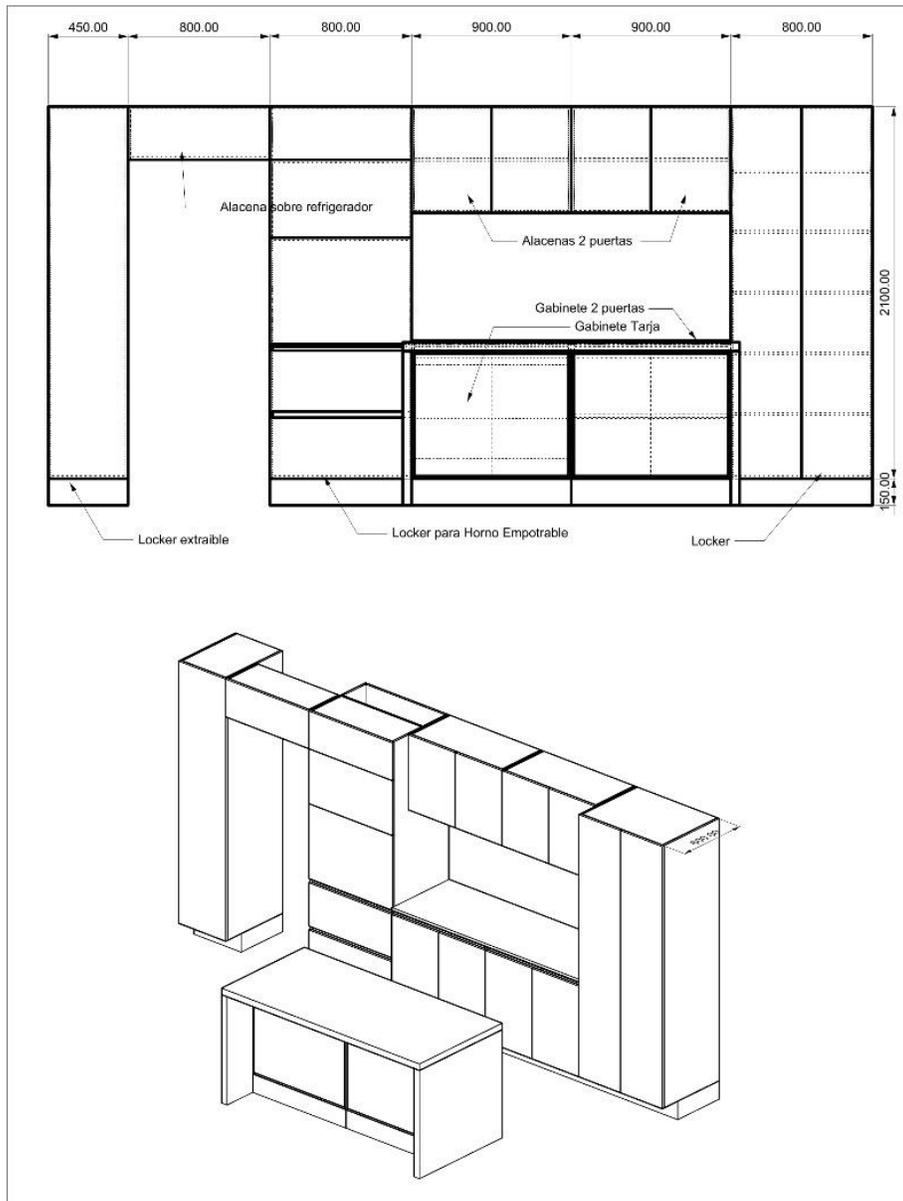


Figura 77 Plano ejemplo de distribución modular (Elaborado por el autor)



Figura 78 Render de ejemplo de Proyecto (Elaborado por el autor)

En el proceso de desarrollo analizado se encuentran tres tipos de módulos básicos:

- **Gabinete**

Estructura rectangular extruida conformada por dos laterales, dos manguetes o soportes para una cubierta, un fondo (podrá reemplazarse por dos manguetes si el módulo tendrá una tarja para permitir el paso del desagüe) y una o dos puertas (dependiendo del largo) o cajones. Normalmente, este módulo es soportado por un zoclo o poyo que lo eleva del suelo una distancia variable entre los cinco y veinte centímetros. Sus dimensiones pueden ser de 20 a 120 centímetros de ancho; la profundidad depende del diseño, sin embargo, se encuentra en un rango de 30 a 80 centímetros; la altura depende de la elevación del zoclo y, junto con la cubierta, no debe superar un metro para no afectar la ergonomía de uso. La Figura 79 representa el desarrollo de un gabinete básico.



Figura 79 Render de Gabinete básico para cocina (Elaborado por el autor)

- **Alacena**

Estructura rectangular extruida conformada por 2 laterales un fondo, un piso, un techo y una o dos puertas (según el ancho del mueble). El fondo de este módulo debe estar embebido y desplazado hacia dentro del mueble una distancia igual al grosor del material utilizado (esto permitirá instalar soportes para instalarlo en un muro). El ancho coincide con la dimensión de los gabinetes, pues es común en el proceso de diseño del espacio módulos de igual medida para dar coherencia y ritmo a la composición espacial. Este mueble se representa armado en la Figura 80.



Figura 80 Render de Alacena básica para cocina. (Elaborado por el autor)

- **Torre**

Estructura conformada por dos laterales, un fondo, piso y techo, puede hacer uso de puertas y cajones al mismo tiempo de acuerdo con el diseño. Sus dimensiones varían de los 30 a los 120 centímetros de ancho y de 120 a 240 centímetros de altura, esta puede cambiar según el diseño y material. De igual forma este tipo de mueble se representa en la siguiente figura (Figura 81).



Figura 81 Modelo básico de módulo torre (elaborado por el autor)

En los módulos utilizados, se detectaron los siguientes requerimientos:

- Todo módulo debe contener dos laterales, un piso, un techo y un fondo.
- La forma varía entre tres tipos de módulo: gabinete, torre y alacena.
- Las variables primordiales son anchura, altura, profundidad y grosor del material.
- Los gabinetes, en conjunto con el zoclo y la cubierta, no deben superar un metro de altura por cuestiones ergonómicas.

Con lo anteriormente expuesto, es posible delimitar los componentes estructurales de los módulos de mobiliario con la siguiente representación (Figura 82), la cual especifica 3 tipos de estructura primaria para el armado de un módulo de mobiliario:

1. Estructura primaria

Se compone normalmente por los laterales, fondo y piso. Estas piezas estructuran y delimitan el espacio volumétrico del módulo.

2. Estructura secundaria

Estos elementos estructurales sirven como unión, o complemento de la estructura primaria. Terminan de estructurar el módulo agregando algunas funciones adicionales como un entrepaño, por ejemplo.

3. Elementos específicos

Estos elementos se componen por puertas, frentes o cajones (según se requiera). Estas piezas no son esenciales en la estructura principal del módulo y su variación dependerá del diseño y uso planificado del módulo.

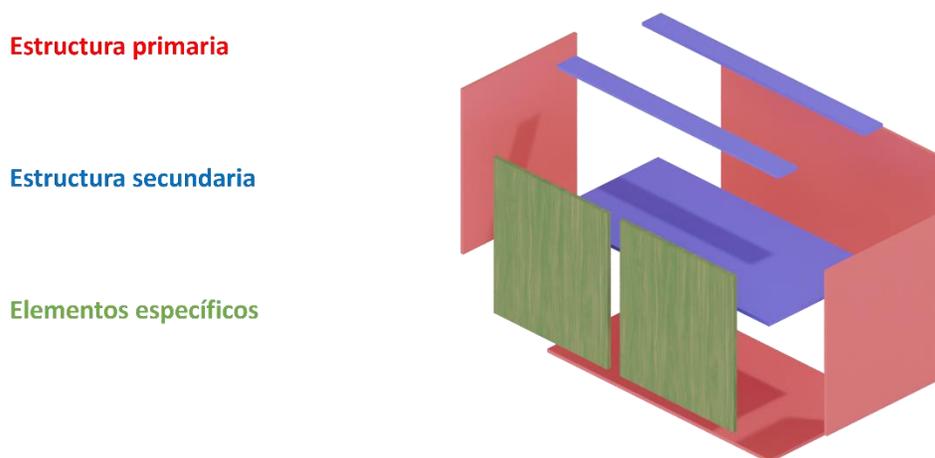


Figura 82 Estructura base del módulo de mobiliario para cocina (Elaborado por el autor)

5.3. Hipótesis del proceso del proyecto muestra

El proceso de levantamiento 3D de los módulos de mobiliario puede automatizarse pues la estructura del mobiliario es conformada por elementos constantes y variables, estos pueden ordenarse en un proceso que permita crear los módulos con mayor eficiencia y rapidez, permitiendo a los diseñadores mayor libertad creativa.

La primera opción para generar la automatización es construir los módulos en un software de diseño paramétrico, este requiere producir las piezas individuales con sus respectivas variaciones de altura, ancho, profundidad y grosor del material (para que las piezas se ajusten al módulo) y ensamblarlas en una pieza compuesta.

Una segunda opción consistirá en la construcción de una base de datos de bloques predefinidos dentro de un software CAD. Para ello, será necesario modelar cada una de las posibles variaciones de los módulos base y guardarlos como bloques en una base de datos, a la cual se puede tener acceso para incorporar los módulos al diseño.

Como tercera opción, se considera diseñar un algoritmo que genere los módulos automáticamente, utilizando las variantes provistas dentro de un software CAD.

Para delimitar las opciones presentadas, se generó por medio de una representación visual la viabilidad de cada una de las opciones contra aspectos propios a la integración de este objeto de diseño a su nuevo contexto como: costo cognitivo, costo de implementación (en tiempos y esfuerzo), riesgo percibido, portabilidad, costo, y costo de conceptualización. (Figura 83).

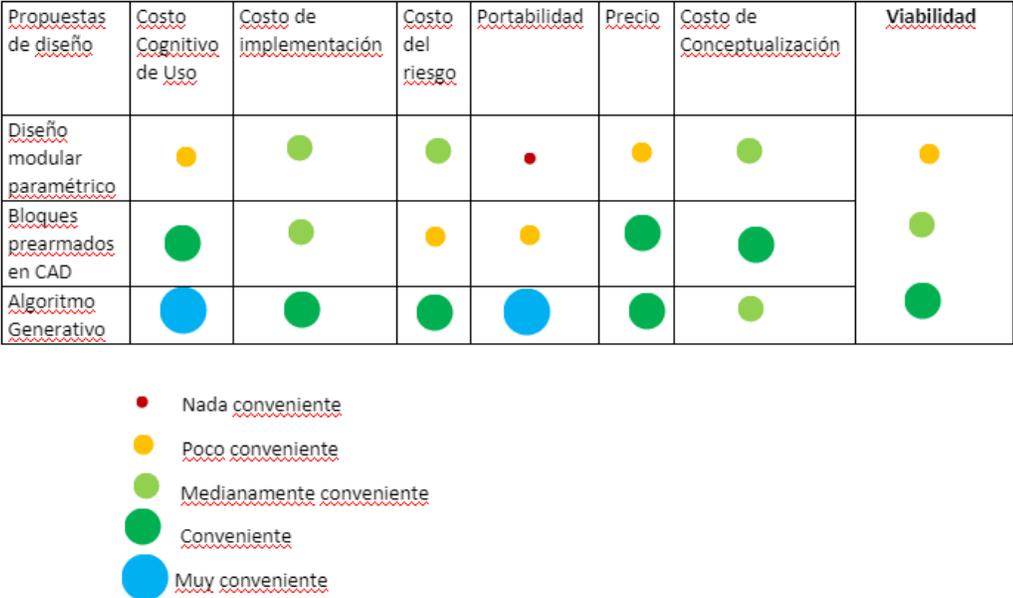


Figura 83 Esquematización comparativa de viabilidad de propuestas. WAO (Elaborado por el autor)

Como se muestra en el esquema anterior, la opción aparentemente más factible, es la creación de un algoritmo generativo de módulos, pues no requiere una base de información volátil, a su vez, tampoco requiere un software ajeno al utilizado por la compañía, evitando costos extra, además se maneja dentro del flujo de trabajo existente.

5.4. Proyecto muestra

Se consideraron dos aspectos clave dentro del proceso de desarrollo los cuales son:

1. Aspectos internos del producto
 - a. Aspectos estructurales propios para cada variación de módulo.
 - i. Huacales. Estructura modular base para estructurar el mueble
 - ii. Puertas. Varía con respecto al uso del módulo
 - iii. Cajones. Depende del uso pretendido y el peso a cargar
 - b. Aspectos de optimización de material (tableros mdf laminado de color sólido y triplay enchapado) y procesos para fabricación.
 - i. Proveedores
 - ii. Acabados
 - c. Adecuación y parametrización de medidas
 - i. Parametrización de módulos base
 - ii. Parametrización de anexos
2. Aspectos externos al producto
 - a. tiempos de respuesta
 - i. readecuaciones al modelo 3D
 - ii. Re-cotizaciones
 - b. presentación
 - i. Presentación de propuesta y variaciones
 - c. Adaptaciones
 - i. Adecuaciones de presupuesto
 - ii. Adecuaciones en instalación

De igual forma, se delimitaron los aspectos específicos de diseño como: 1) usabilidad, 2) funcionalidad y 3) presentación; elementos que influyeron en el diseño del algoritmo.

Para el desarrollo del módulo, se identifica como constante una estructura triangulada base en todos los módulos, pues todos cuentan con un par de laterales, un piso, un fondo (que puede cambiarse por dos manguetas si lleva tarja) y un techo (el cual puede cambiarse por dos manguetas si el módulo es un gabinete).

Las variables principales son: altura, ancho y profundidad del mueble y ancho del material utilizado.

El fondo (o manguetes) en cualquiera de los módulos debe ir embebido en altura y ancho, en consecuencia, este debe tener un ancho igual al ancho total menos dos veces el grosor del material, descrito en la fórmula:

$$w = W - 2m$$

Donde **w** corresponde al ancho (width) de la pieza, **W** al ancho general del mueble y **m** al grosor del material. También puede utilizarse para definir el ancho de los divisores intermedios de las torres y los entrepaños.

La altura puede sintetizarse en una fórmula similar:

$$h = H - 2m$$

Donde **H** es la altura (height) total del módulo, **h** es la altura relativa de las piezas embebidas y **m** el grosor del material.

El valor de profundidad relativa será necesario únicamente en las alacenas, aunque sólo se requiere recorrer el fondo una unidad de grosor (length) sintetizándose en una fórmula similar:

$$l = L - m$$

Donde **l** es la profundidad relativa, **L** la profundidad total del módulo y **m** el grosor del material.

Con las variables esenciales **W**, **H**, **L** y **m** junto con las variables relativas **a**, **h** y **l**, proporcionadas por el diseñador, es posible obtener las medidas necesarias para cada componente.

Dentro del algoritmo generado, bloques de información por cada una de las piezas básicas que componen un mueble, procesan los “inputs” integrados para generar variaciones paramétricas, formando en primera instancia, una base bidimensional con una polilínea cerrada, luego, se genera una extrusión utilizando el valor de la altura o el grosor del material, en dirección paralela a la normal de la polilínea cerrada generada anteriormente. Posteriormente se reubica cada una de las piezas a una ubicación coherente para la construcción de mobiliario.

Variaciones entre módulos

Cada módulo tiene diferencias de construcción dependiendo del tipo (gabinete, torre o alacena). En el caso de los gabinetes y las torres las variaciones resultan casi nulas, por lo que, en la construcción algorítmica para las torres, sólo fue necesario omitir algunos elementos (como el uso de manguetas) y añadir un proceso generativo que anexara la cantidad necesaria de entrepaños a una distancia equidistante dentro de la altura total (**H**) del mueble.

También, se integraron operaciones que agregarán o eliminarán anexos al mueble según el caso y se automatizaron elementos como la opción de agregar doble cajón superior en un gabinete (la opción quedaba inhabilitada para evitar el uso inadecuado en el armado)

Desarrollo de UI

Para el uso simplificado del algoritmo, fue necesario generar una interfaz gráfica que permitiera al diseñador colocar las variables necesarias para la construcción de los módulos. La interfaz desarrollada se muestra en la próxima figura (Figura 84).

Figura 84 Propuesta FrontEnd para algoritmo de diseño de mobiliario Autor: (Elaborado por el autor)

Los elementos necesarios dentro de la interfaz fueron:

Tipo de mueble, altura, ancho, profundidad, grosor interno y grosor externo para dimensionar el módulo.

Posteriormente, se agregaron *switches* booleanos (selector de dos variables), que permitieran elegir los elementos de los módulos como manguetes, abertura para la tarjeta, número de puertas, corte para aplicar un carril Gola, la posibilidad de doble cajón superior en los gabinetes y la opción de frente de apertura abatible en las alacenas.

También se habilitó una opción que permite agregar un zoclo y ajustar su altura en el modelo 3D, un indicador de la altura total del mueble y un botón final que inicia el proceso generativo.

Cabe mencionar, la importancia de la delimitación paramétrica, para evitar el comportamiento errático fuera de los posibles resultados esperados. Norman (2011) menciona que, las funciones forzadas son delimitantes que previenen acciones indeseadas, estas funciones simplifican el trabajo ya que no es necesario entenderlas: la función fuerza el comportamiento deseado (Norman, 2011: 239). Es decir, mientras los aspectos delimitantes se minimizan, la libertad de desarrollo se expande, sin embargo, la complejidad del proceso aumenta y el algoritmo perdería su propósito.

Posteriormente, se rediseñó la interfaz para mantener la información estructurada de forma ideal, sin generar ruido dentro del espacio visual de trabajo. Utilizando elementos simplificados y con opciones que pueden activarse o desactivarse de manera automática según el módulo seleccionado (Figura 85). Este nuevo prototipo está generado de manera representativa, no se integró dentro del algoritmo por falta de tiempo, sin embargo, se plantea integrarlo a una versión más actualizada del mismo.

Generador Mobiliario

Tipo: Alacena

Dimensiones Externas (mm)

Ancho: 710

Alto: 600

Profundidad: 600

Grosor Interno: 16

Grosor Externo: 18

Manguetes

Para tarja

2 puertas

Gola

Cajón / abatible

Doble Cajón

Zoclo

Patas

Altura del Zoclo

Generar

Figura 85 Rediseño sintetizado de interfaz de usuario (Elaborado por el autor)

5.5. Resultados

Después de varias pruebas y correcciones al algoritmo, se consiguió un proceso generativo preciso, que puede crear todo tipo de módulo que se requiere durante la etapa de diseño y ajuste de propuesta. La Figura 86 demuestra el algoritmo en funcionamiento.

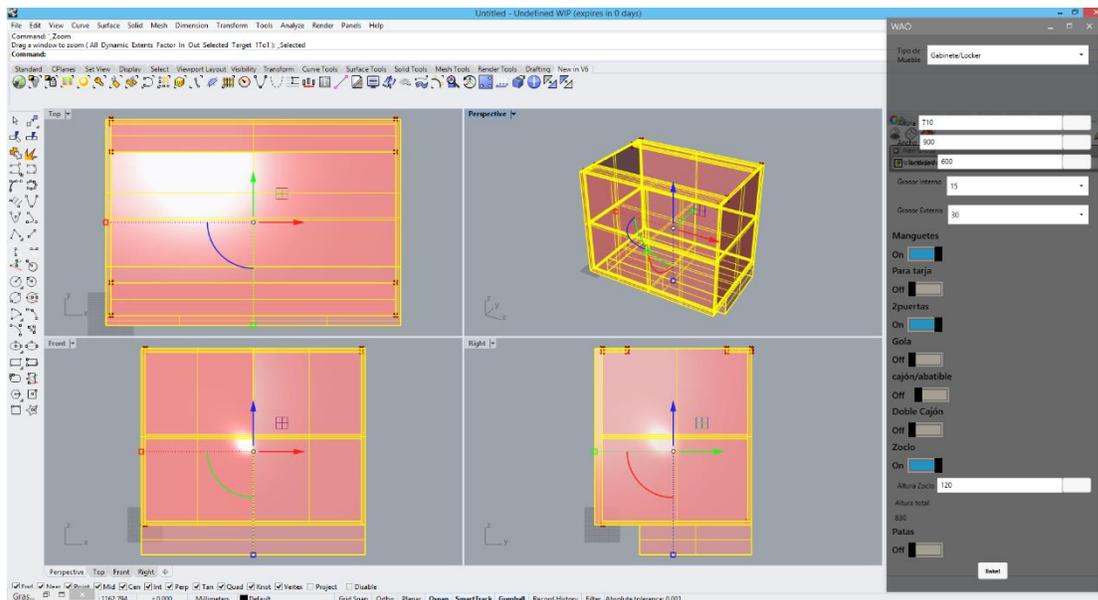


Figura 86 Algoritmo en funcionamiento dentro del software Rhinoceros 6. (Elaborado por el autor)

Con la implementación del algoritmo generativo de mobiliario, la etapa de levantamiento modular en 3D se optimizó considerablemente, los cambios dimensionales ahora sólo deben colocarse dentro de las casillas correspondientes de la interfaz gráfica, activar el proceso y acomodar el módulo generado dentro del espacio anteriormente especificado. Los tiempos de respuesta a las etapas consecutivas se redujeron considerablemente y se obtuvieron más y mejores resultados en beneficio al desarrollo y venta de proyectos en la empresa.

Estos resultados se denotaron durante una junta con la mayoría del equipo de diseño y durante la charla de retroalimentación se identificaron los siguientes aciertos como resultado de la integración del algoritmo:

- Mejor comprensión tridimensional de la construcción del mueble, lo cual permite realizar ajustes de optimización y despiece para la cotización y producción de este.
- La construcción generada del mueble permite visualizar los herrajes apropiados para cada caso.
- El modelo tridimensional generado permite optimizar las variaciones de visualización del mobiliario al momento de integrarlo a un programa de visualización y renderizado 3d.
- De igual forma, el modelo de mobiliario generado permite resaltar detalles internos del mismo de manera eficiente (en el caso de ser requeridos por el cliente).

En la Figura 87 se representa el algoritmo nodal generado para realizar el desarrollo mencionado.

5.6. Algoritmo generado

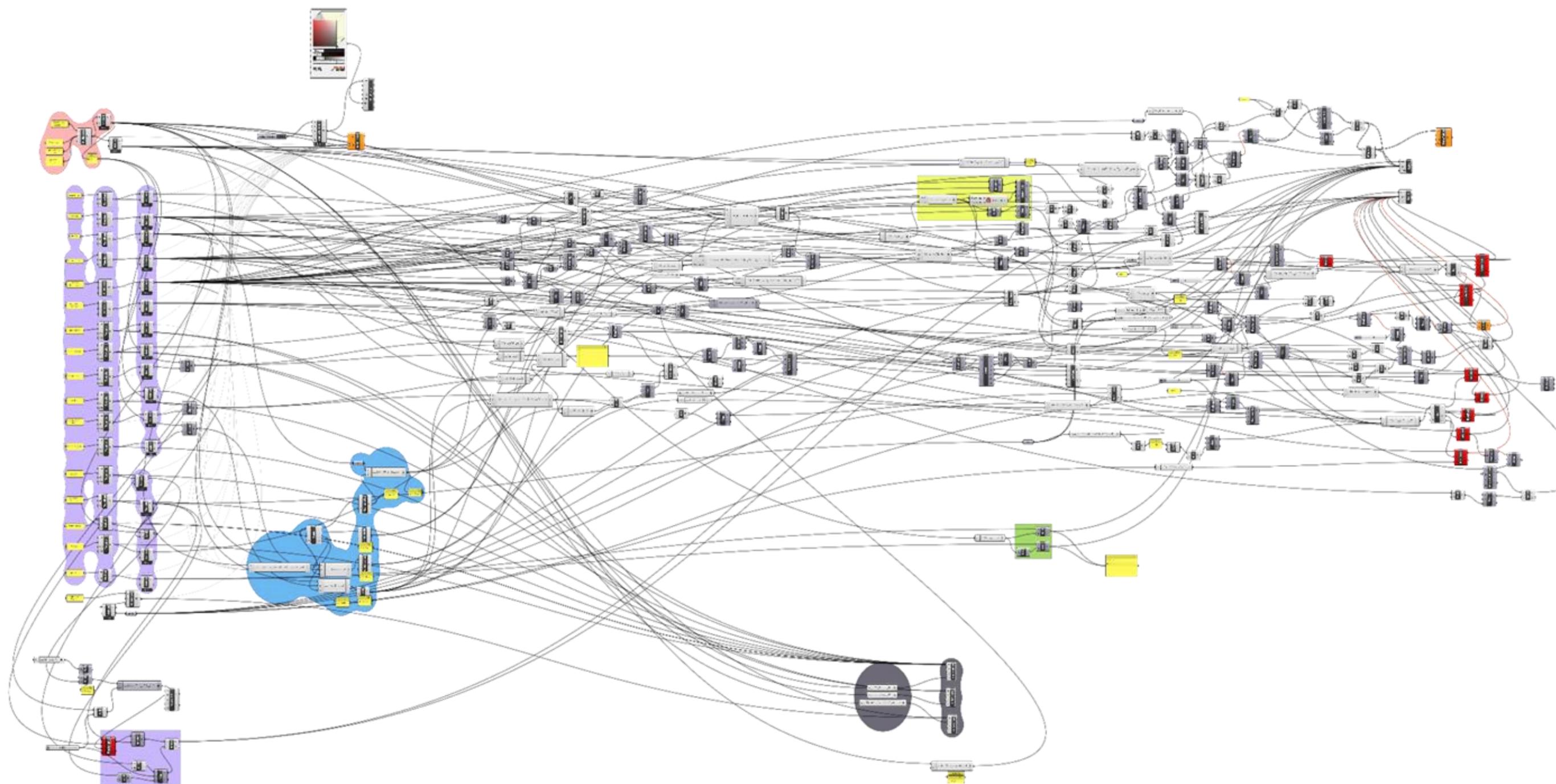


Figura 87 Algoritmo final de diseño generativo para diseño de cocinas, generado en Grasshopper®. (Elaborado por el autor)

Como investigación aplicada, se destaca la aplicación del algoritmo probado por la empresa mencionada, toda vez que se le atribuye un proceso de diseño eficiente. Con la implementación del algoritmo se han notado los beneficios especialmente en el tiempo, precisión e información de los procesos específicos de diseño, presentación, optimización y cotización en el proceso de diseño y producción. El algoritmo generado permite desarrollar variaciones adaptables a casos contextuales específicos, a partir de cambios en sus parámetros principales, de esta forma, se muestra el proceso sistémico aplicado de forma simplificada, por lo que, el desarrollo posterior del producto podrá seguir evolucionando, para adaptarse a nuevas necesidades emergentes en el proceso de diseño utilizado por la empresa.

5.7. Ejemplos demostrativos de operación

A modo de demostración del algoritmo en funcionamiento, se presentan algunas de las variantes de módulos generados, realizando cambios mínimos en los *inputs*:

- Gabinetes: Utilizando el parámetro de tipo de mueble “Gabinete y Torres” se realizaron diferentes módulos variando su anchura, altura y profundidad, junto con el grosor tanto interno (estructura primaria) como externo (estructura específica), los resultados se presentan en la Figura 89. Cabe agregar que, el algoritmo reconoce cuando un módulo supera la altura máxima de un gabinete y lo convierte en una torre por medio de la adición de entrepaños móviles, distribuidos a lo alto del mueble. De igual forma, el programa permite agregar un zoclo con altura variable, caso que se ejemplifica tanto en el segundo gabinete

como en el modelo de la torre.

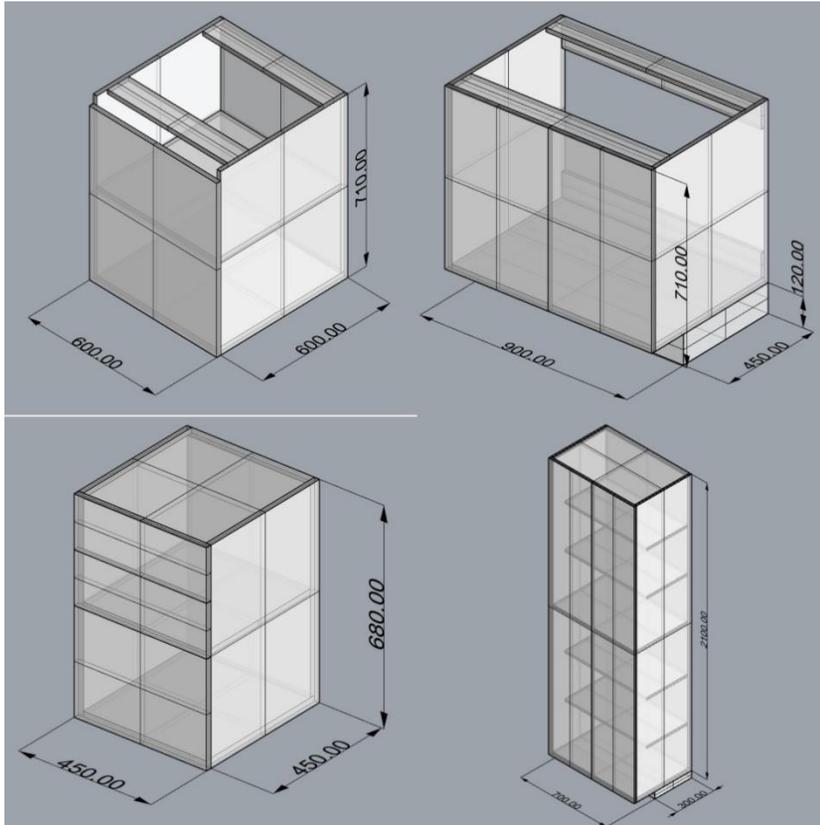


Figura 89 Variaciones generativas de gabinetes (elaborado por el autor)

- Alacenas: Con el tipo de mueble seleccionado como “alacena” se realizaron también diferentes módulos a partir de mínimos cambios en los *inputs* dimensionales y de grosor. En la figura Figura 90 se muestran cuatro diferentes alacenas generadas. En estos casos la opción de zoclo se desactiva puesto que las alacenas van elevadas del suelo y son soportadas directamente por el muro. Otro aspecto para considerar es el desface que tiene el fondo hacia el interior del mueble, esto se realiza para poder agregar cargadores durante la instalación, este proceso lo realiza el algoritmo de manera automática.

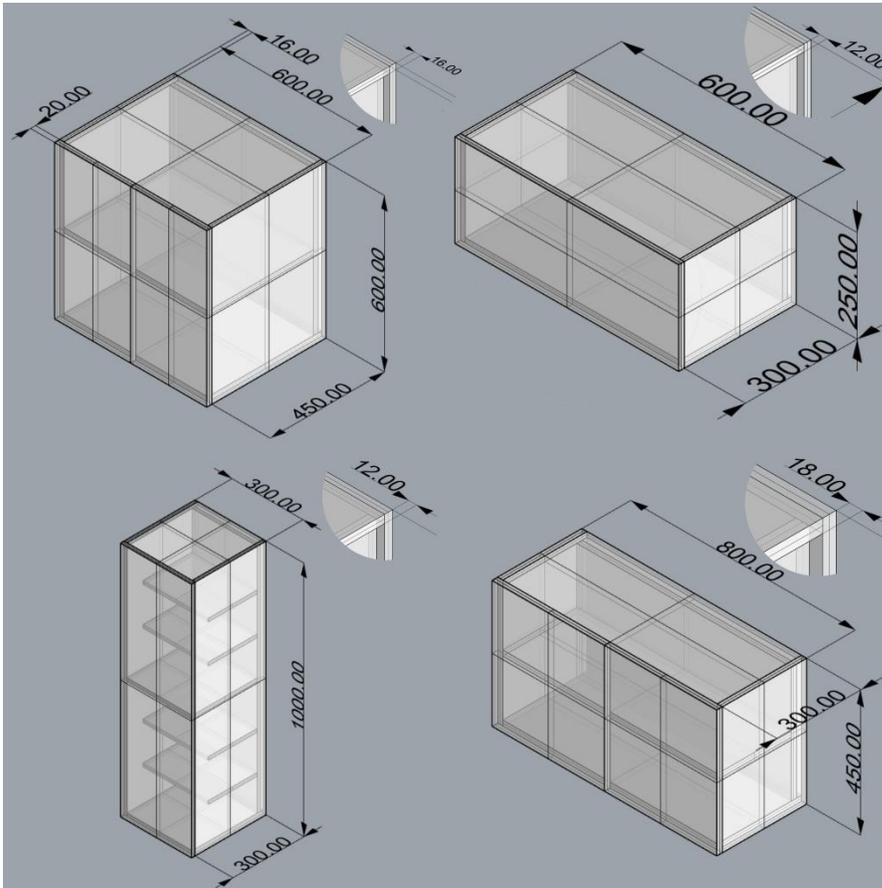


Figura 90 Variaciones generativas de alacenas. (Elaborado por el autor)

- Torre de hornos

En el caso de seleccionar “torre hornos”, los módulos se limitan a torres diseñadas especialmente para contener un horno empotrable. Una segunda opción se desbloquea para poder indicar si la posición del horno será superior como se indica en el esquema de la derecha de la Figura 91 o bien en la sección inferior como se indica en la sección izquierda de la misma figura. Ahora bien, los parámetros permitidos definirán dimensiones y grosores tanto de estructura interna como externa, para poder utilizar diferentes materiales, y de igual forma, funciones para definir la estructura específica, fueron desactivados puesto que este tipo de mobiliario no requiere modificaciones adicionales. En resumen, este tipo de módulo solo se limita a ubicar la posición del horno (ya estandarizadas),

el grosor del material y las dimensiones básicas.

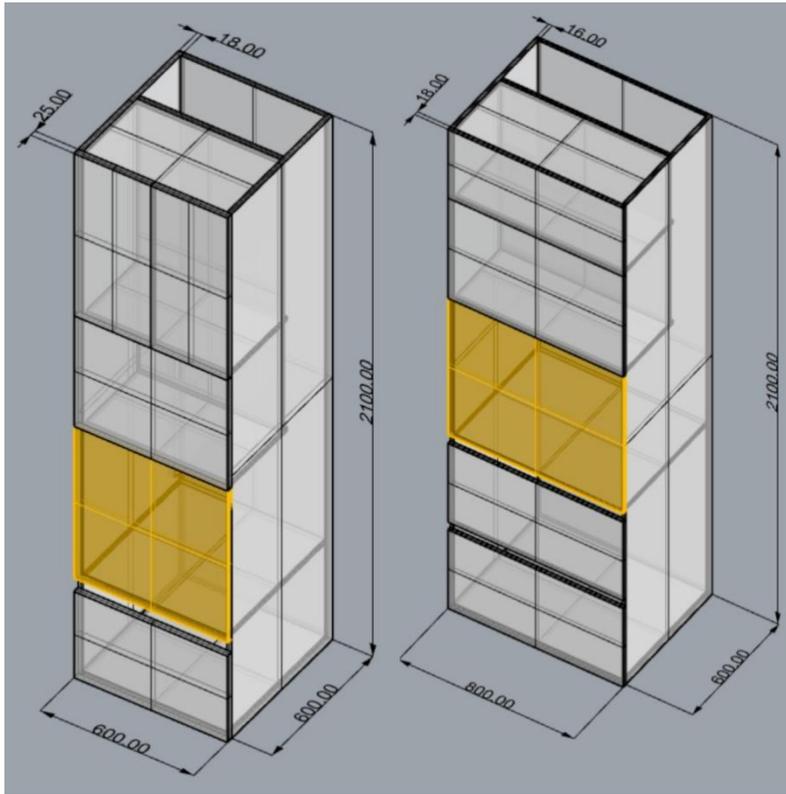


Figura 91 Variaciones generativas de torres para horno (elaborado por el autor)

5.8. Proyección Futura

En consideración futura para el desarrollo del proyecto realizado, se propone el uso de escaneo 3D por medio de fotogrametría, LIDAR o tecnologías de detección espacial para generar los espacios virtuales. Esto permitiría generar espacios 3D para que un sistema algorítmico (Machine Learning, por ejemplo) por medio de los parámetros estructurales del diseño de cocinas (triangulación del espacio de trabajo, parámetros ergonómicos y de optimización productiva) pueda generar resultados viables. Así mismo, por medio del uso de aleatoriedad es posible generar diversas propuestas utilizando el contexto espacial generado (alimentado por información relevante significativa para el sujeto, objeto y contexto) para delimitar las posibilidades dentro de los límites aceptables en todos los aspectos relevantes al diseño. Incluso podría utilizarse un sistema de AI entrenado con fotografías del

espacio de trabajo para que pueda interpretar el contexto (utilizando como *inputs* imágenes registradas de diseños de cocinas y los parámetros delimitantes anteriormente mencionados) y generar, por medio de diversas iteraciones visuales, diferentes acomodados que potencien la etapa conceptual del diseño de cocina.

6. Capítulo VI, Conclusiones

6.1. Conclusiones

En esta última etapa de investigación se presentan los resultados, conclusiones generadas, ventajas y desventajas, problemáticas encontradas y posibles prospectivas.

6.1.1. Resultados con respecto a objetivos planteados

- **Realizar un análisis de las tendencias, herramientas conceptuales y de desarrollo generadas en la cuarta revolución industrial.**

Con el análisis de aspectos clave de las revoluciones industriales pasadas (abarcadas en el capítulo 3), junto los diversos avances tecnológicos que han surgido durante la cuarta revolución industrial, es posible entender que las tendencias tecnológicas y conceptuales irán evolucionando de forma orgánica para responder de forma óptima a sus respectivos contextos. Bajo el concepto de la ley constructal, la tecnología como “sistema vivo” buscará fluir de la mejor forma posible dentro de un contexto (social, cultural y económico) lo cual, le permitirá generar nuevas infraestructuras en favor de la evolución del suprasistema.

- **Analizar la labor de diseño como sistema evolutivo en un contexto actual.**

El diseño como disciplina profesional, pretende la búsqueda de soluciones a las problemáticas que presenta un sujeto con su entorno. Actualmente, la disciplina puede valerse del uso de la información recolectada con ayuda de las *TIC*, o bien, del *Big Data* e implementarla de manera sistémica a un proceso de diseño, para generar resultados más adaptables a cada situación. Esto a partir de la generación de una síntesis estructural del diseño para que pueda implementarse en diversos entornos. Lo anterior se posibilita si se considera como núcleo de enfoque del diseño las características analizadas de *lo específico del diseño* (abarcado en el capítulo 2.2), las tecnologías de transformación de información (capítulo 3.2) y su apropiada implementación dentro de un proceso de diseño.

- **Generar una estrategia de delimitación sistémica que posibilite hallar las bases esenciales para generar diseño evolutivo.**

Como herramienta de apoyo para el proceso de diseño sistémico se presenta en el capítulo 4.1 de esta investigación, una propuesta metodológica que posibilita el análisis del diálogo entre la síntesis generada durante el proceso de diseño y su contexto, con el fin de hallar la menor resistencia contextual entre los elementos para generar soluciones sustentables.

Dicha propuesta no pretende generar un proceso estricto de desarrollo de diseño delimitado en repetición auto afirmativa, sino de proponer un modelo recursivo de interacción contextual para hallar una coherencia con el entorno y mejorar su flujo dentro de este. Es pertinente mencionar que el modelo presentado exhibe una aproximación generalizada que, por medio de un proceso inductivo, permite generar los ajustes necesarios para acoplarse a los requerimientos específicos de cada proceso.

Como se menciona anteriormente, se deduce que el diseño tendría la facultad de evolucionar por sí mismo si se le integra la capacidad de intercambiar información con el entorno, esto se lograría modificando sus variables abiertas para generar diversos “outputs” de manera generativa, procurando que la integridad de su código generativo permanezca intacta para readecuarse a cada situación.

Por lo tanto, se plantea el desarrollo de un método de diseño como producto de diseño, integrado por la síntesis primordial que lo estructura y las variables que le permiten modificarse dependiendo de la situación dada.

6.1.2. Conclusiones del proceso de investigación

- Es importante mencionar que la Cuarta Revolución industrial sigue teniendo efecto en la actualidad (6 años después de reconocerse en el Foro Económico mundial), los avances en inteligencia artificial, machine learning, manufactura aditiva, etc., han tenido un acelerado desarrollo en estos últimos años y no parecieran disminuir su velocidad. Varios de los proyectos presentados como ejemplos de inteligencia artificial como herramientas para el diseño presentados en el capítulo 3 de este documento han tenido avances y

ajustes considerables, incluso han surgido variaciones que dan paso a la creación de nuevas herramientas.

- Se recalca la importancia de entender el contexto durante el desarrollo de cualquier proyecto. Mientras más información se tenga, mejor será la respuesta en función del crecimiento evolutivo del sujeto en el proyecto. Sin embargo, se debe tener en consideración, que al analizar con mayor profundidad los elementos componentes de un fenómeno, mayor será la complejidad del estudio y por lo mismo, mayor será el consumo de recursos. Es por esto mismo, que se enfatiza el uso de una aproximación holística basándose en la Ley constructal como base, ya que, al entender la estructura principal de cada caso, es posible entender su tendencia, posteriormente, hallar las relaciones (isomorfismos) que comparte con otros elementos contextuales y, por último, generar propuestas que mantengan una armonía entre sus partes con el todo. Lo anterior, es posible por medio de un proceso de congenialidad cognitiva, realizando las agrupaciones adecuadas de la información recolectada para su apropiado procesamiento.
- Otra de las conclusiones que se han llegado como parte de esta investigación, es la importancia de la disciplina del diseño como generador de disrupción contextual, dado que, el diseñador profesional posee la capacidad de generar soluciones viables a las problemáticas (fricciones contextuales) de un sujeto (individual o colectivo), a través del análisis contextual al que pertenece y posteriormente permitiendo la evolución armónica del sujeto dentro de su entorno. De la misma forma, es importante mantener un enfoque en los aspectos específicos del diseño (**Figura 1**) propuestos por Leiro y abarcado en el capítulo 2 de esta tesis.
- Se concluye igualmente, que el diseño es en base un proceso disruptivo, el cual, todo sistema vivo es capaz de realizar para generar los cambios pertinentes en su entorno y reducir sus fricciones contextuales (Bejan,2011). Por esto mismo, el enfoque del diseño sistémico es diseñar herramientas adaptables a diferentes contextos, para posibilitar procesos de diseño posteriores en diversas situaciones, es decir, generar una síntesis de desarrollo, diseñada a partir del análisis holístico de un fenómeno desde una visión profesional de la disciplina (**Capítulo 2**), para posibilitar su injerto en diferentes contextos, para que germinen diversas propuestas de desarrollo sustentables.

6.1.3. Conclusiones sobre visualización

El proceso de delimitación sistémica para el proceso de diseño expuesto en el capítulo 4 (Figura 28) del presente documento, se presenta una posible trayectoria para generar diseño sistémico, si bien la complejidad del conjunto que conforma un fenómeno puede llegar a ser abrumadora, es posible delimitar este sistema de información dentro de parámetros medibles, siempre y cuando se generen relaciones comparativas congruentes a lo específico de la disciplina (expuesto en el capítulo 2). Con esta aproximación sistémica, el proceso de diseño se estaría apoyando del caos determinista, donde un rango de aleatoriedad y el diálogo contextual entre sujeto y entorno formarán parte del proceso, dando paso a un diseño evolutivo.

6.1.4. Conclusiones sobre caso de estudio

Durante el desarrollo del proyecto muestra de desarrollo del algoritmo generativo de mobiliario de cocina, se utilizó la plataforma Grasshopper de Rhino 3D, este software da la capacidad al diseñador de programar desarrollos geométricos, a partir de bloques de código predefinidos llamados nodos. Este tipo de programación permite visualizar cada función como un nodo el cual se le pueden agregar conexiones tanto de *inputs* como *outputs*, lo cual, habilita al desarrollador realizar iteraciones rápidas según las funciones que se busquen, además, y gracias a la misma visualización del código en forma de bloques, es posible hallar los errores generados y resolverlos de manera eficiente.

Cabe mencionar que el diseño generativo está tomando rápida popularidad en el campo de diseño 3D, siendo *Houdini* (software de modelado 3d generativo) el principal exponente, y Blender, al cual se le integró en sus últimas actualizaciones los *geometry nodes*, los cuales habilitan al programa a realizar diseño generativo a partir de nodos.

El diseño generativo es una herramienta potenciadora para el diseño, ya que las iteraciones tanto en forma y función pueden ser generadas de manera automática, siempre y cuando el proceso generativo responda a una base estructural de diseño que

le permita cierta variación, codificando los valores pertinentes del contexto como inputs para la generación de soluciones apropiadas.

Cabe aclarar que el proyecto muestra de desarrollo del algoritmo generativo aquí presentado, es el producto generado después de la aplicación de un proceso de diseño sistémico, expuesto con fines demostrativos y por lo tanto no debe ser considerado como el objetivo principal de esta investigación

Con respecto a la proyección futura presentada al final del capítulo 5 se plantea el siguiente proceso:

1. Digitalización del espacio físico por medio de algún sistema de escaneo 3d que permita generar un aproximado volumétrico del espacio y con apoyo de sistemas inteligentes de medición, generar un primer levantamiento del espacio procurando mantener la exactitud dimensional.

2. Con el espacio 3d levantado, se puede hacer uso de algún sistema basado en inteligencia artificial para generar la modulación y distribución apropiada de los muebles considerando espacios funcionales, aspectos antropométricos, y preferencias estéticas del cliente dentro del área generada

3. Los outputs generados en el paso anterior servirán de base para generar la modulación de mobiliario armado con un algoritmo generativo similar al presentado, donde se consideren los materiales y acabados a utilizar y requerimientos del cliente.

4. El desarrollo tridimensional generado puede entonces pasar por un proceso de optimización y representación por render en un proceso semi-automatizado que devuelvan diferentes alternativas de cocinas por medio de renders descriptivos y, gracias al desglose de materiales, sus planos de maquinado, armado, y a su vez, precio estimado de venta.

6.2. Ventajas y desventajas

En esta sección se presentan las ventajas y desventajas que se encontraron durante la implementación de un modelo sistémico en el proyecto de diseño.

6.2.1. Ventajas del uso de la aproximación sistémica al proceso de diseño.

- Al comprender una problemática de diseño de manera sistémica, desde el estudio del fenómeno, su contexto, su interacción junto con el sujeto y la posible intervención del agente diseñador, permite involucrar procesos interdisciplinarios que enriquecen el desarrollo de soluciones sustentables.
- La aproximación sistémica permite al diseñador abarcar la problemática de forma objetiva, delimitando su intervención a la mínima necesaria para dar soluciones adecuadas a cada situación.
- Como se menciona en la sección anterior, se denota la ventaja del diseño generativo en proyectos de diseño, ya que permite generar variaciones automatizadas del objeto de diseño, dando lugar al proceso creativo sobre el técnico.

6.2.2. Desventajas del uso de la aproximación sistémica al proceso de diseño.

- El proceso de análisis sistémico amerita una aproximación divergente de estudio, donde se plantean relaciones ramificadas a partir de un núcleo de información (similar a un crecimiento geométrico fractal) lo cual puede volverse rápidamente complejo y dificultar el proceso de delimitación.
- La aproximación sistémica puede no generar soluciones factuales, ya que, en ocasiones la búsqueda de isomorfismos para entender fenómenos complejos o imprecisos puede devolver conceptos aparentemente absurdos.
- En cuestión de herramental, se encuentra como desventaja, la tendencia a considerar la herramienta tecnológica (inteligencia artificial, por ejemplo), como remplazo técnico de las funciones del diseñador, dicho de otra forma, estas herramientas tecnológicas se consideran como prótesis en lugar de potenciadores. Esto se debe al pensamiento computacional, término acuñado por Bridle (2018) quien lo describe como una extensión de lo que otros conocen como “solucionismo”: la creencia que cualquier problema dado, puede ser resuelto por una aplicación computacional.

En este caso, se debe comprender que la tecnología permite transformar la materia de diversas formas, sin embargo, es necesario anexar la habilidad técnica, conocimiento e intuición profesional para dar los mejores resultados. A este proceso se le conoce como "algoritmo del optometrista", desarrollado por Baltz, et al., (2017) el cual es un proceso que considera la intervención y selección del experto para continuar su tarea, en un dialogo constante máquina-experto.

6.3. Problemas encontrados durante el desarrollo de la investigación

Se encontraron diversas problemáticas durante el proceso de investigación y desarrollo del proyecto. A continuación, se describen brevemente cuales fueron estas.

- En primera instancia se encontró la problemática de delimitación de información obtenida y la búsqueda de responder a objetivos amplios. Fue necesario sintetizar diversos temas abarcados, considerando sólo los aspectos clave relevantes directamente al área del diseño y visualización sin quitar el enfoque original de desarrollar un proceso de diseño sistémico.
- De igual forma, durante el proceso de investigación, se indagaron varias fuentes de índole interdisciplinaria, de las cuales se tomaron conceptos que, bajo el contexto de formación disciplinaria del autor de esta tesis, se integraron realizando las mejores analogías posibles. Sin embargo, y aludiendo a un pensamiento científico, pretenden dar pautas para indagaciones futuras y en su caso generar nuevas herramientas a favor del diseño y no generar un proceso inflexible.
- Se pretendía generar un segundo experimento aplicado del proceso sistémico del diseño haciendo uso de inteligencia artificial. Sin embargo, no fue posible implementarlo por la complejidad que ameritaba el desarrollo de la infraestructura adecuada. El diseño sistémico puede implementarse en el modelo reiterativo de procesos de una inteligencia artificial, y los resultados potenciales pueden convertirse en herramientas sólidas de predicción de tendencias, o bien visualizadores de posibles variantes evolutivas, por mencionar algunos ejemplos de aplicación.
- Durante el desarrollo del algoritmo generativo, hubo algunos conflictos para generar las dimensiones apropiadas de cada pieza estructural del mobiliario, esto se debió al

conocimiento limitado que se tuvo sobre todas las funciones disponibles dentro de *Grasshopper*, igualmente por desconocimiento profundo en álgebra vectorial y estrategias algorítmicas apropiadas. Para dar solución a esto se utilizaron alternativas diversas, que en su momento generaron ciertos errores en el algoritmo que se fueron solucionando de forma paulatina. Con esto último, se reafirma la importancia de mantener una planificación estructurada (un diagrama de flujo en este caso), donde se prevea lo más posible cualquier tipo de inconveniente, sin embargo, se debe tener en cuenta que los errores (bugs, glitches, ruido, etc) surgirán durante el proceso de desarrollo, por lo que, hallar estrategias apropiadas de resolución de estos o bien de su integración como parte evolutiva del sistema, se vuelven parte primordial de la gestión de cualquier proyecto.

- Con respecto al primer diseño de interfaz presentado en el algoritmo, este sirvió en primera instancia, como puente dialéctico entre los operarios y el algoritmo generativo, sin embargo, fue realizado con enfoque funcional, lo cual permitió su uso eficiente, posteriormente se planteó optimizarlo tomando consideraciones de síntesis visual y optimización de complejidad por medio de indicadores. Se debe agregar que, no fue posible integrarla al producto final, debido a la complejidad que ameritaba integrar un nuevo módulo visual dentro del algoritmo realizado y el poco tiempo disponible para su correcta implementación.

6.4. Aportaciones

A continuación, se presentan las aportaciones generadas durante el desarrollo de investigación.

En cuestión de diseño asistido por inteligencia artificial, se presentan en el capítulo 3 algunos de los desarrollos que hacen uso de inteligencia artificial y *machine learning*, que bien pueden ser implementados en el proceso de diseño como potenciador.

De la misma forma, ahora en el campo de la visualización de la información, en el capítulo 4, se presentan herramientas de obtención y desarrollo e implementación a favor del área de diseño y visualización de la información. Estos proyectos, (en su mayoría) están

evolucionando constantemente, lo que permite explorar todavía más posibilidades de indagación contextual y desarrollos en áreas cada vez más amplias. También, y en apoyo a la aproximación al diseño sistémico, se presenta en el mismo capítulo una aproximación de síntesis contextual que permitiría al diseñador delimitar la base estructural de los elementos observados y generar soluciones sustentables. Por último, se pretende que esta investigación sirva como base para futuros desarrollos a favor del diseño como disciplina.

6.5. Conclusión

El diseño sistémico permite una aproximación al análisis de los fenómenos emergentes de manera holística, de tal forma, que posteriormente sea posible generar soluciones de diseño adaptables a diferentes contextos, logrando esto a través de un proceso de desarrollo enfocado en el constante flujo contextual (antes analizado y sintetizado) tanto del sujeto, del objeto y del proceso mismo para hallar un estado de homeostasis. Para tal caso, el diseñador puede hacer uso de herramientas tecnológicas que le permite no sólo dar soluciones de manera automatizada, sino de abarcar las problemáticas desde perspectivas interdisciplinarias y con enfoque divergente para generar mejores resultados.

El diseño como acto disruptivo a favor de la mejora contextual de un sujeto, puede valerse de las propiedades recursivas que conlleva la evolución natural, para generar soluciones innovadoras en un paradigma que progresivamente tiende a una visión sistémica. Esto a su vez, da la posibilidad de proyectar soluciones de diseño capaces de evolucionar por sí mismas, por ejemplo, con el diseño de una infraestructura generativa a base de *machine learning*, que, a través del diseño de su propio código estructural, pueda “tomar decisiones” para adaptarse de manera óptima y generar los cambios necesarios para evolucionar dentro de cierto contexto, dando por sí mismo soluciones innovadoras y sustentables a favor del proceso de desarrollo.

Los potenciadores tecnológicos para la labor profesional (entendiéndola como acción disruptiva), vislumbrados por los avances propios de la 4RI, generan

reconsideraciones en el proceso de diseño de cualquier proyecto, entendiéndolo ahora como una síntesis genética capaz de otorgar y recibir la materia requerida para evolucionar en un diálogo constante con su entorno.

Bibliografía

Adobe. (2020). Adobe Experience Platform. Obtenido de <https://www.adobe.com/experience-platform/customer-journey-analytics.html>

Alcalde, I. (2015). Visualización de la información, de los datos al conocimiento. Barcelona: Editorial UOC.

Álvaro, M. J. (2009). Fundamentos del diseño industrial. Eudeba.

Anderson, C. (2012). Makers The New Industrial Revolution. New York: Crown Publishing Group.

ANYCHART. (2003,2020). ANYCHART. Retrieved from <https://www.anychart.com/>

Arrieta, E. (25 de 11 de 2015). Expansion.com. Obtenido de <https://www.expansion.com/economia-digital/innovacion/2015/11/25/5654766a22601d0e338b4658.html>

Baltz, E., Trask, E., Binderbauer, M., Dikovsky, M., Gota, H., Mendoza, R., . . . Riley, P. (2017, July 25). Achievement of Sustained Net Plasma Heating in a Fusion Experiment with the Optometrist Algorithm. Retrieved from Scientific reports: <https://www.nature.com/articles/s41598-017-06645-7#:~:text=The%20Optometrist%20Algorithm%20asks%20the,shown%20in%20a%20visualisation%20panel.>

Bejan, A., & Zane, J. P. (2011). Design in Nature (1st ed.). New York, USA: Doubleday.

Bostock, M. (2020). Data-Driven Documents. Obtenido de D3js: <https://d3js.org/>

Bridle, J. (2018). New Dark Age, Technology and the End of the Future. Edinburgh: Verso.

CámaraValencia. (s.f.). Tecnología para los negocios. Obtenido de <https://ticnegocios.camaravalencia.com/servicios/tendencias/industria-4-0-las-claves-de-la-empresa-inteligente/>

Chaves, N. (2001). El oficio de diseñar: propuesta a la conciencia crítica de los que comienzan. Barcelona: Gustavo Gili, SL, Barcelona.

Córdoba-Cely, C., & de la Cruz Escobar, A. (2021). Hacia la artesanía generativa. Caso de estudio del oficio artesanal del barniza de Pasto (Colombia) y la impresión 3D. Artes en tiempos de pandemia, 1-9.

Covarrubias, J. (2010). ¿Diseñar con fractales? ¡vaya un absurdo! De la geometría euclidiana a las promesas de la geometría fractal. México, México: Universidad Autónoma Metropolitana.

D'Monte, L. (2019, octubre 9). AI may create 133 mn jobs by 2022: WEF's Firth-Butterfield. Mint: 7.

Doczi, G. (1996). El poder de los límites. Buenos Aires: Shambala Publications.

Durán Castro, H. (2015). Proporción, Relatividad, Simetría, En hombros de Fibonacci, Einstein y Galois. Bogotá: Universidad de los Andes.

Durcevic, S. (2020, Julio 29). The datapine Blog. Retrieved from DataPine: <https://www.datapine.com/blog/data-dashboards-definition-examples-templates/>

Falconer, K. (2014). Fractal Geometry: Mathematical Foundations and Applications. West Sussex: John Wiley & Sons.

Frazer, J. (2001). Creative Design and the generative Evolutionary Paradigm. In D. Corne, & P. Bentley, Creative Evolutionary Systems (pp. 253-274). Morgan Kaufmann.

Free Software Foundation. (2020). GNU Operating System. Obtenido de <https://www.gnu.org/home.en.html>

Gershenfeld, N. (10 de marzo de 2010). How to make almost Anything. Recuperado el 03 de mayo de 2022, de <https://www.youtube.com/watch?v=aPbJmYCSCgA&list=WL&index=1>

Gershenfeld, N., Gershenfeld, A., & Cutcher-Gershenfeld, J. (2017). Designing Reality: How to survive and thrive in the third digital revolution. New York: Basic Books.

Guiu, A. G., & Agüera, L. G. (2019). La Industria 4.0 en la sociedad digital. Valencia: Marge Books.

Gutiérrez, M. L., Dussel, E., Sánchez de Antuñano, J., Danel, F., Toca, A., Pardinás, F., . . . Schultz, F. (1992). Contra un diseño dependiente un modelo para la autodeterminación nacional. México: Universidad Autónoma Metropolitana - Azcapotzalco.

Herbert A., S. (2016). The Science of Design: Creating the Artificial. En Design Issues, Vol. 4 (: s. 67-82). Massachussets: The MIT Press.

Hermann, M., Pantek, T., & Otto, B. (2016). Design Principles for industrie 4.0 Scenarios. Hawaii International Conference on System Science, 1.

IBM Cloud Education. (3 de junio de 2020). IBM. Obtenido de <https://www.ibm.com/cloud/learn/what-is-artificial-intelligence>

Isola, P., Zhu, J.-Y., Zhou, T., & Efros, A. (2018). Image-to-image Translation with conditional adversarial networks.

Kaplan, A., & Haenlein, M. (2018). Siri, Siri, in my hand: Who's the fairest in the land? On the interpretations, illustrations, and implications of artificial intelligence. Elsevier.

Kaplan, A., & Haenlein, M. (2019). Digital Transformation and disruption: On big data, blockchain, artificial intelligence, and other things. Elsevier.

Kirsh, D. (1996). Adapting the Environment Instead of Oneself.

Kuhn, T. S. (1966). The Structure of Scientific Revolutions. University of Chicago Press.

Le Corbusier. (1987). The City of Tomorrow and its planning. London: Inscribe Digital.

Leiro, R. J. (2006). Diseño Estrategia y gestión. Buenos Aires: Infinito.

Liu, H., & Liu, X. (2006). Generative Design Supported by Tree Based Genetic Algorithm. 4,5.

- Mandelbrot, B. (1977). *The Fractal Geometry of Nature*. New York: W.H. Freeman and Company.
- Meyer, F. (15 de 09 de 2020). Ethz.ch. Obtenido de Globe magazine: <https://ethz.ch/en/news-and-events/eth-news/news/2020/09/everything-AI.html>
- Míguez, Á. J. (2011). *Fundamentos del diseño industrial*. Buenos Aires: Eudeba.
- Moles, A. (1995). *Las ciencias de lo impreciso*. México: UAM.
- Norman, D. (2011). *Living with complexity*. Cambridge: Massachusetts Institute of Technology.
- OddityViz. (14 de Julio de 2021). Oddityviz. Obtenido de Oddityviz: <https://www.oddityviz.com/records>
- Opensource. (2020). OpenSource.com. Retrieved from <https://opensource.com/resources/what-open-hardware>
- Osio, R. (2017). *Manual de diseño Generativo*. Universidad de Lima.
- Peñalva, S., Rodio, S., Logegaray, J., Gutman, A., Pereyra, N., Rodriguez, L., . . . Reissis, T. (2006). *Diseño Teoría y Reflexión*. Buenos Aires: Bibliográfica de Voros S.A.
- Poslad, S. (2009). *Ubiquitous Computing, Smart Devices, environments and interactions*. Chippenham: Wiley.
- Riley, J. (2018). tutor2u. Obtenido de <https://www.tutor2u.net/business/reference/what-is-ict>
- Russell, S., & Norvig, P. (2021). *Artificial Intelligence, a modern approach*. Hoboken: Pearson.
- Schwab, K. (2016). *The Fourth Industrial Revolution*. Geneva: World Economic Forum.
- Sierra Caballero, F., & Benítez-Eyzaguirre, L. (2020). *TIC y comunicación para el desarrollo*. Editorial UOC.

Soddu, C. (1999). Recognizability of the Idea: The Evolutionary Process of Argenia. AISB Symposium.

Tableau Software. (2003-2020). Tableau. Retrieved from <https://www.tableau.com/>

Von Bertalanffy, L. (1968). Teoría General de Los Sistemas (7° ed.). Nueva York: Fondo de Cultura Económica.

Weiser, M. (1991). Ubiq. Obtenido de The computer for the 21st Century: <https://web.archive.org/web/19970619142955/http://www.ubiq.com/hypertext/weiser/SciAmDraft3.html>

Wong, Wucius. (2011). Fundamentos del diseño. Barcelona: Gustavo Gili.

Zamora Águila, F. (2006). Filosofía de la Imagen. México: Universidad Nacional Autónoma de México.

Glosario de términos

atractor

componente de un sistema dinámico que aumenta la probabilidad que otros componentes se acerquen o alejen de un punto., 4

dialectico

que genera diálogo, 5

epigenético

referente a el estudio de los cambios que activan o desactivan los genes sin afectar las secuencias del ADN, 46

fotogramas

Imagen cinematográfica considerada aisladamente, 55, 56, 58

homeostasis

[homo(io)- ὁμός/ὁμοῖος gr. 'igual' + stási(s) στάσις gr. 'detención', 'equilibrio']. Estado de equilibrio de un organismo en su etorno, 67, 73, 114, 149

ley constructal

Ley propuesta por Adrian Bejan (2011), "for a finite-size system to persist in time (to live), its configuration must evolve in such a way that provides easier access to the currents that flow through it", 19

mayéutico

método de enseñanza que consiste en realizar preguntas al dicente para guiarlo a una reflexión y descubra conocimientos, 47

polisuperficies

geometrías 3D generadas a partir de varias superficies., 116

procedural

Proceso generado de forma algorítmica, 62

procomún

de utilidad pública, 37

raytracing

En gráficos 3d por computadora (CGI), es una técnica para simular el comportamiento de la luz en una escena 3D., 54

render

Imagen representativa de un objeto o escena., 53, 54, 59, 117

subsistemas

sistemas componentes de un sistema mayor o suprasistema, 27, 28

suprasistema

sistema integrado por otros sistemas, 5, 22, 32, 67, 72, 79, 141

Sistema integrado por otros sistemas más menores o subsistemas, 23

webapp

software o aplicación que pueden ser utilizados directamente en un navegador de internet sin necesidad de instalarlo en la computadora, 60

zoclo

soporte inferior del mueble, sirve para elevar del suelo el módulo y permitir un mejor acceso al mueble, 119, 122, 129, 135

Currículum Vitae

D.I. Ricardo Ríos Ocaña
rioc101@hotmail.com



Diseñador industrial con enfoque en procesos CAD, CAM.

Realizó su licenciatura en Diseño Industrial en la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco.

Laboró como ayudante académico en el laboratorio de materialización 3d del departamento de Procesos y Técnicas de Realización de la división de Ciencias y Artes para el Diseño en la UAM.

Ha laborado como diseñador de mobiliario en una empresa y como capacitador freelance desde el año 2014 a la fecha. Igualmente ha impartido diversos cursos en software CAD dentro de la universidad en la Coordinación de Servicios de Computo de la UAM, además de varios cursos y capacitaciones a empresas externas.

Actualmente labora como encargado del laboratorio de prototipado del DIET en el Instituto Politécnico Nacional.