

Modelo teórico-metodológico de diseño paramétrico

Eréndida C. Mancilla González ⁽¹⁾
Manuel Guerrero Salinas ⁽²⁾

Resumen: El diseño gráfico es una disciplina que ha estado en constante evolución, actualmente el impacto tecnológico ha generado cambios radicales en la forma de concebirlo y materializarlo, desde hace algunas décadas el uso de la programación en los procesos de diseño se ha ido implementando en áreas como la ingeniería, la arquitectura, el diseño industrial y gráfico. El presente texto se centra en la explicación de un modelo de diseño paramétrico basado en los principios de los Sistemas Complejos Adaptativos. Este modelo incluye los elementos clave del proceso de diseño, como son necesidad o problema, variables y parámetros, reglas y algoritmos y el código de programación para llegar a múltiples soluciones, lo que deja claro que el resultado de diseño no es fijo y estático, sino que se ajusta a los requerimientos actuales que demandan mayor variabilidad. Para entenderlo de mejor manera, se recurre al análisis de diversos casos bajo la perspectiva de los Sistemas Complejos Adaptativos, abordando cada uno de los elementos teórico-metodológicos que contempla este modelo presentado, el cual permite observar las relaciones de sus elementos componentes y la manera en que éstos se adaptan para generar soluciones variadas de manera ordenada y metódica.

Palabras claves: Complejidad - Sistemas Complejos Adaptativos - Diseño paramétrico - Diseño gráfico - metodología

[Resúmenes en inglés y portugués en las páginas 202-203]

⁽¹⁾ **Eréndida Cristina Mancilla González** es Doctora en Arquitectura, Diseño y Urbanismo por la Universidad Autónoma de Morelos (UAEM). Actualmente adscrita a la Facultad del Hábitat de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP). Profesora Investigadora en el Sistema Nacional de Investigadores SNII nivel I. Líder del Cuerpo Académico Vanguardias del Diseño. <https://orcid.org/0000-0002-0626-4440>

⁽²⁾ **Manuel Guerrero Salinas** es Doctor en Arquitectura, Diseño y Urbanismo por la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM). Actualmente adscrito a la Facultad del Hábitat de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP). Profesor Investigador en el Sistema Nacional de Investigadores SNII nivel I. Miembro del Cuerpo Académico Vanguardias del Diseño. <https://orcid.org/0000-0001-8647-4538>

Introducción

La interconexión digital ha dado lugar a una profunda reconfiguración de las interacciones humanas y de los sistemas que rigen nuestra vida cotidiana. La denominada sociedad red ha surgido como un paradigma que refleja esta nueva realidad, donde las relaciones sociales, económicas y políticas se entrelazan en una red globalizada de interacciones y flujos de información. La cultura virtual está construida a través de un sistema ubicuo e interconectado de diversos medios (Castells, 2001), este cambio de paradigma ha impulsado la adopción de enfoques sistémicos para comprender y abordar los desafíos contemporáneos.

La teoría de sistemas, concebida como una herramienta para analizar la complejidad inherente a los sistemas interconectados, ofrece un marco conceptual para comprender la dinámica de esta sociedad interconectada. Desde la microescala de las interacciones individuales hasta la macroescala de los sistemas globales, la teoría de sistemas proporciona un lenguaje común para describir y analizar los patrones emergentes, las retroalimentaciones y las interdependencias que caracterizan a estos sistemas complejos.

En el ámbito del diseño, esta comprensión sistémica se refleja en la necesidad de crear soluciones que no solo aborden necesidades específicas, sino que también consideren el impacto y las interacciones dentro de un entorno más amplio; por ello, actualmente se integran cuestiones sociales, culturales, ambientales y tecnológicas en el proceso de diseño. En un mundo cada vez más interconectado y complejo, el diseño se convierte en una herramienta poderosa para dar forma y responder a los desafíos emergentes, aprovechando el potencial de la tecnología y la comprensión de los sistemas para crear soluciones innovadoras.

Complejidad y Sistemas Complejos Adaptativos

La complejidad, según Edgar Morin, se entiende como un entramado de elementos heterogéneos asociados que no pueden separarse, caracterizado por la paradoja de lo uno y lo múltiple (2011). Desde esta perspectiva, la complejidad se presenta como un enfoque que reconoce la interconexión y la interdependencia de los elementos dentro de un sistema, resaltando la imposibilidad de reducir lo complejo a sus partes individuales sin perder su integridad y significado (Morin, 2007). Morin sostiene que “La complejidad no comprende solamente cantidades de unidades e interacciones que desafían nuestras posibilidades de cálculo; comprende también incertidumbres, indeterminaciones, fenómenos aleatorios. En un sentido, la complejidad siempre está relacionada con el azar” (2011, p. 60).

La complejidad es “...el tejido de eventos, acciones, interacciones, retroacciones, determinaciones, azares, que constituyen nuestro mundo fenoménico” (Morin, 2011, P.17). Esta concepción reconoce la existencia de ciertos límites en la capacidad de prever el comportamiento de los sistemas complejos debido a la interacción de múltiples variables y la no linealidad de los procesos. Esta realidad desafía la noción de un mundo completamente predecible y determinista. Los fenómenos aleatorios mencionados por Morin se refieren a

eventos o procesos cuyos resultados no pueden predecirse con certeza debido a la aleatoriedad inherente, ya que introducen elementos de azar en la dinámica del sistema (2011). La complejidad implica una comprensión del mundo fenoménico como un entramado de elementos interconectados y dinámicos, cuyo comportamiento no puede ser completamente anticipado debido a la presencia de factores aleatorios y no lineales.

En el ámbito del diseño, se conciben sistemas complejos y dinámicos, donde los elementos individuales no son sino componentes del verdadero objetivo del diseño. Es esencial comprender el sistema, sus límites y tolerancias, así como identificar los factores que intervienen en él y la forma de manipularlos para alcanzar los objetivos planificados (Sosa, 2017). Los diseñadores deben adoptar un enfoque más adaptable, que permita ajustar y mejorar continuamente el diseño a medida que se adquiere una mayor comprensión sobre el sistema y su entorno.

Los sistemas complejos son dinámicos, ya que ofrecen distintas formas de control y adaptación, cada uno con sus propias características y aplicaciones específicas, entre los que se encuentran (De la Reza, 2010):

- a. Sistema Abierto. Su principal característica es la interacción con el entorno, permitiendo el intercambio de materia, energía o información con el exterior. En este tipo de sistema, la retroalimentación no es utilizada para controlar el sistema, lo que implica que no se ajusta en función de la salida del sistema.
- b. Sistema Cerrado. En contraste, un sistema cerrado es autónomo y no intercambia información con su entorno. La retroalimentación se utiliza para controlar y ajustar el sistema en función de su salida, permitiendo una mayor precisión en el control.
- c. Sistema Difuso. Se basa en la lógica difusa, la cual permite manejar la imprecisión y la incertidumbre en los sistemas. En este tipo de sistema, las variables no son simplemente verdaderas o falsas, sino que pueden tener grados de verdad, lo que brinda flexibilidad y adaptabilidad en el control.

Los Sistemas Complejos Adaptativos (SCA) surgen de las teorías del pensamiento complejo, específicamente de los sistemas abiertos, estos sistemas se distinguen por su constante intercambio de energía e información que se genera con el entorno, lo cual es necesario para su mantenimiento y su capacidad de transformación, el medio tiene la misma importancia que el sistema, por lo tanto, la relación medio-sistema se constituye como el fenómeno fundamental en este tipo de sistemas (Sosa, 2017).

Bertalanffy (2021) señala que los Sistemas Complejos Adaptativos, son una condición en la que un sistema se mantiene estable y constante en su estructura y funcionamiento a lo largo del tiempo, a pesar de las posibles variaciones en su entorno. En este estado, las variables que caracterizan al sistema, como su estructura, funciones y relaciones internas, permanecen relativamente constantes, lo que permite al sistema mantener un equilibrio dinámico con su entorno.

Para Holland (2004), los Sistemas Complejos Adaptativos van más allá de la simple suma de los comportamientos individuales y destaca la presencia predominante de la no-linealidad, donde la coherencia y la persistencia de cada sistema se determinan por la cantidad de interacciones y la diversidad de elementos, así como por su capacidad de adaptación, es decir, los Sistemas Complejos Adaptativos consisten en una gran cantidad de elementos

activos llamados agentes, cuyo comportamiento se basa en un conjunto de reglas o normas y funciona mediante estímulos y respuestas, se adaptan cambiando sus reglas en función de sus experiencias acumuladas, de manera que la estimulación de un componente del sistema genera una respuesta que involucra a todos los componentes.

Los Sistemas Complejos Adaptativos se hacen evidentes en diversas disciplinas, como la economía, el mercado o los sistemas computacionales, como el *machine learning* o las redes neuronales, entre otros. De igual manera, los sistemas complejos adaptativos han tenido un impacto profundo en la forma de concebir y hacer el diseño, por ejemplo, en el campo de la comunicación, durante algún tiempo los modelos de Claude Shannon y Warren Weaver (1949) o de K. Berlo (1985) inspirados en la teoría cibernética permitieron explicar la forma en que la información se transmite y se procesa en los sistemas de comunicación, sin embargo, estos modelos no capturan la complejidad y dinámica de los sistemas de comunicación actuales. En este sentido, la comunicación contempla variables como la autogeneración, autopropagación ya no solo en un medio, sino también en a través de la transmedialidad.

El diseño complejo no se concentra en la forma, sino en la programación, control manejo de información, conectividad, redes, comunicación, lenguajes, conjunción y bioquímica de materiales, procesadores entre otros conceptos que tradicionalmente no se consideraban parte de lo que un proyectista debería considerar. En las nuevas tendencias un profesional del diseño no se concentra sólo en pensar formas, sino en dinámicas continuas de emergencia y comportamientos como en una condición biológica (Sosa, 2017, p.36).

Partiendo de esta idea se puede definir al diseño complejo ya no como un objeto, sino como un proceso estratégico que conjuga elementos y agentes, para hacer que emerja en el observador el objetivo planteado desde un inicio. Por lo tanto, el diseño complejo implica una comprensión profunda de las necesidades y expectativas de los usuarios, así como una capacidad para adaptarse y evolucionar en respuesta a los cambios en el entorno y las demandas del mercado.

Diseño Paramétrico y Complejidad

Uno de los campos donde la complejidad se ha visto reflejada, tiene que ver con los sistemas computacionales, ya que estos han permitido el manejo de múltiples datos y el análisis de interacciones a través de algoritmos, que, desde hace algunas décadas, se han empleado en diversas áreas como una herramienta para la creación como: la ingeniería, la aeronáutica, la arquitectura, la música, el arte, entre otras, y de igual manera en el campo del diseño o específicamente en el diseño paramétrico.

El término paramétrico tiene su origen en las matemáticas y ha encontrado su aplicación en los lenguajes de programación, los cuáles permiten generar simulaciones y análisis de diversa complejidad. Desde el punto de vista creativo, el código ha facilitado la realización

de tareas repetitivas simples, hasta la generación de patrones y composiciones de mayor complejidad (Reas et al, 2010).

En la década de los 70 el término paramétrico cobró importancia dentro del campo de diseño, cuando Luigi Moretti introduce en la revista *Moebius IV* en 1971, el término de “arquitectura paramétrica” como el estudio de los sistemas arquitectónicos que concretan las relaciones dimensionales que dependen de diversos parámetros (Bucci y Mulazzani, 2002). En esta misma década, los biólogos Humberto Maturana y Francisco Varela (1973) acuñaron el término *autopoiesis* para referirse a la condición de existencia de los seres vivos en la producción de sí mismos, este término lo retoma Patrik Schumacher (2011) en su obra “*La Autopoiesis de la Arquitectura*”, donde propone que esta disciplina puede ser vista como un sistema complejo autónomo y auto-reproductivo, similar a un organismo vivo.

Posteriormente Feng Fu (2018), contempla al diseño paramétrico como un proceso que utiliza técnicas diversas de modelado a partir del uso de algoritmos, los cuales permiten generar la geometría estructural de un proyecto, y de esta manera, establecer la forma y los elementos componentes de dicha estructura; teniendo como resultando distintas opciones de diseño, permitiendo al diseñador desarrollar formas de manera rápida con el uso de código como herramienta.

Se puede decir que el diseño paramétrico es un sistema complejo, dado que se adapta continuamente a las condiciones, además los elementos que lo conforman trabajan de manera interrelacionada y una modificación en cualquiera de sus componentes altera el comportamiento de los demás. Esta metodología de diseño se basa en algoritmos y reglas predefinidas que permiten que el sistema responda de manera dinámica a cambios en sus entradas o condiciones. Al igual que en los sistemas complejos, cada elemento del diseño paramétrico está interconectado y su comportamiento está intrínsecamente ligado al de los demás; una modificación en cualquier parámetro puede tener repercusiones en todo el sistema, lo que refleja la naturaleza interdependiente de los elementos.

Modelo de Diseño Paramétrico desde los Sistemas Complejos Adaptativos (DP-SCA)

En el contexto del diseño paramétrico, la articulación de un modelo se convierte en un elemento crucial para comprender y gestionar la complejidad inherente a este enfoque. La importancia de contar con un modelo radica en su capacidad para organizar y visualizar la dinámica subyacente al diseño paramétrico. El modelo además sirve como herramienta para comunicar y compartir conocimientos entre los diversos agentes involucrados en el proceso de diseño, fomentando la colaboración y la co-creación en un contexto caracterizado por la complejidad y la incertidumbre. En este sentido, el modelo no solo es un medio para comprender la realidad del diseño paramétrico, sino también un instrumento para transformarla de manera creativa y eficiente.

El DP-SCA es un modelo propuesto de Diseño Paramétrico basado en Sistemas Complejos Adaptativos (Guerrero, 2022), contempla procesos y elementos procedentes de las propuestas teóricas de Bertalanffy (2021), Holland (2004), Pearson (2011) y Fu (2018).

El modelo se puede explicar de la siguiente manera: Se parte de una necesidad (N) para darle solución; para ello, se determinan variables y parámetros (VP) que son los elementos con los que se trabajará el diseño, en seguida se definen las reglas y algoritmos (R/A) que determinan el comportamiento de las variables y parámetros, los cuales se traducen en códigos de programación (C), los cuales generan múltiples soluciones o resultantes (S), las cuales no pueden considerarse como finales, ya que se producen de manera cíclica. Por lo tanto, en este proceso todos los agentes se encuentran interrelacionados e interactúan entre sí, sin embargo, los elementos centrales son los que concentran los niveles de interacción y estos disminuyen según se van acercando a las soluciones. Por tanto, la alteración realizada sobre cualquier agente genera modificaciones y adaptaciones que se ven reflejadas en las soluciones, de manera cíclica e infinita (Ver figura 1). Para ilustrar el funcionamiento del modelo, se han seleccionado casos con el propósito de ejemplificar su aplicación. Cada caso permite abordar y comprender cómo se usan los principios del Diseño Paramétrico basado en Sistemas Complejos Adaptativos.

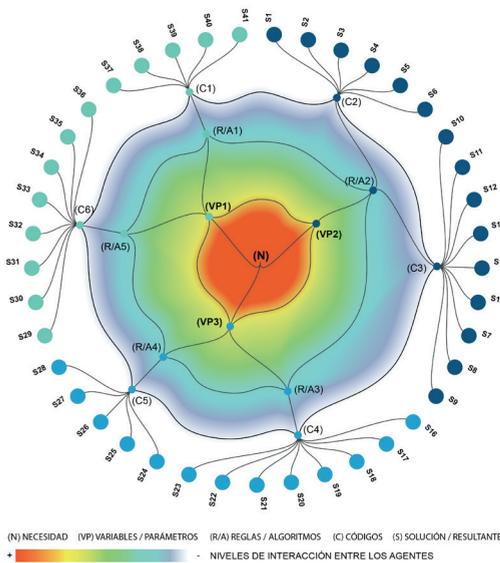


Figura 1. Modelo de Diseño Paramétrico basado en Sistemas Complejos Adaptativos (DP-SCA). Manuel Guerrero, 2022.

Casos de estudio

Para entender el modelo DP-SCA, se examinan dos casos específicos de diseño, con el objetivo de profundizar en su comprensión, haciendo hincapié en los elementos constituyentes del sistema, sus reglas y variables, así como parámetros e interacciones y códigos de programación que se conjuntan para brindar soluciones variadas de diseño en distintos contextos.

El primer caso es un proyecto realizado por *Pentagram* entre el 2017 y 2018 para *Graphcore*, empresa emergente de tecnología dedicada al desarrollo de hardware de aprendizaje automático; para este proyecto se desarrollaron varios productos de diseño como son: identidad visual, diseño de tipografía, diseño de patrones, aplicaciones en diseño editorial y diseño industrial.

La identidad de *Graphcore* se basa en el concepto de resolución, en el que cada uno de sus componentes encuentra su forma al detectar y responder a su entorno. Para acompañar al logotipo, se desarrolló un conjunto de herramientas visuales de patrones, glifos, formas y letras que se mueven y responden a resoluciones cambiantes.

La marca denominativa de *Graphcore* se extrae de la geometría de la tipografía principal de la marca, *Graphcore Quantized*, diseñada por *Pentagram*, basada en los rasgos de la tipografía *Caslon*, esta contiene más de 65 caracteres alternativos de diferentes resoluciones. Con las funciones de *opentype*, el tipo de letra cambia sin problemas entre caracteres a medida que se escribe, lo que brinda un resultado diferente pero consistente cada vez que se usa (Ver figura 2).

Las formas y los glifos sirven como herramientas ilustrativas dentro del sistema que animan el contenido de *Graphcore*, para lo cual, *Pentagram* desarrolló una aplicación generadora de formas que permite al equipo interno de *Graphcore* crear patrones infinitos que ilustran el contenido de su sitio web, presentaciones y otros recursos gráficos. Estas herramientas, especialmente desarrolladas, permiten a *Graphcore* manejar su marca según sus necesidades, lo que genera, una *aplicación* consistente con todos los elementos gráficos que conforman la identidad, incluidas aplicaciones de la marca en contextos digitales, la incorporación de elementos en el diseño industrial del *hardware* y el diseño editorial (Ver figura 3).



Figura 2. Diseño de identidad para la empresa Graphcore. Pentagram, 2017.



Figura 3. Aplicaciones de diseño gráfico e industrial para la empresa Graphcore. Pentagram, 2017.

El análisis de los elementos del modelo se muestra en la siguiente tabla, en donde se describen la necesidad, las variables, parámetros, reglas y algoritmos, los códigos y resultantes de diseño del proyecto *Graphcore* (Ver tabla 1).

Como segundo caso se analizó el proyecto para la Asociación MIDI realizado por Pentagram en el año 2020, en este proyecto se solicitó el diseño de una nueva identidad, destinada a introducir la nueva interface MIDI 2.0 en el mercado.

El diseño de esta identidad se inspira en formas musicales, como el tono *Stuttgart*, que es una lectura de osciloscopio de ondas sinusoidales a una frecuencia de 440 Hz, este tono se ha convertido en un estándar de afinación para la nota musical La4.

Por otra parte, el diseño de la identidad también hace referencia a la forma de las curvas de *Lissajous*, que son representaciones gráficas que describen figuras complejas y armónicas que surgen de la superposición de dos movimientos armónicos en direcciones perpendiculares entre sí. El diseño final, gracias a la programación del código, muestra el uso de curvas *Lissajous* en una modulación que va de los 440 a 880 Hz; como resultado final, esta identidad se complementa con la interacción entre el movimiento visual del logo y el efecto sonoro de la nota (Ver figura 4).

| Graphcore Identidad, tipografía y patrones |
|--|
| Necesidad: Desarrollar una estrategia de marca, un tono de voz y una identidad visual que presente a Graphcore como una empresa de tecnología innovadora y líder en su ramo, creando una marca que logra un equilibrio entre el diseño de producto y diseño editorial, poniendo a las personas en el centro de la tecnología. |
| Variables / parámetros: En este caso se parte del concepto de resolución cambiante |
| Reglas y algoritmos: generación de signos tipográficos con 65 caracteres alternativos y generación de una retícula dinámica para crear patrones de manera ilimitada, uso constante de una paleta de color. |
| Códigos: Entre las instrucciones de programación que se pueden apreciar se encuentra el uso de ciclos, generación aleatoria de posiciones y tamaños de objetos. |
| Solución / resultante: Identidad dinámica, fuente tipográfica dinámica, patrones dinámicos, aplicaciones en diversos productos y diseño editorial |

Tabla 1. Análisis de los componentes del caso Graphcore mediante el modelo DP-SCA. Manuel Guerrero, 2024.

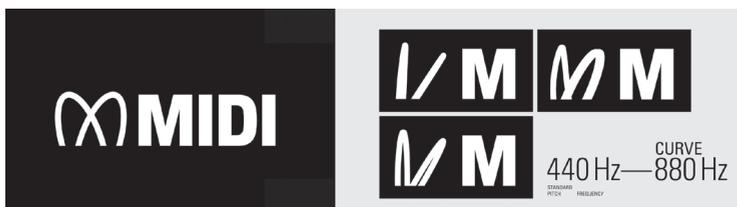


Figura 4. Diseño de identidad para la Asociación MIDI. Pentagram, 2020.

En la siguiente tabla se muestra el análisis de los elementos del modelo contemplando la necesidad de origen, las variables, parámetros, reglas y algoritmos, códigos y resultantes de diseño del proyecto *MIDI 2.0* (Ver tabla 2).

| |
|---|
| Identidad MIDI 2.0 |
| Necesidad: Desarrollar una nueva identidad, que maximice la exposición y la adopción de la interface MIDI 2.0. |
| Variables / parámetros: En este caso se parte del concepto de representación gráfica de las curvas de Lissajous, que son gráficas de un sistema de ecuaciones paramétricas utilizadas para describir movimientos armónicos complejos. Uso de los valores de las frecuencias 440 – 880 Hz para alterar la forma de las curvas. |
| Reglas y algoritmos: generación de curvas modificadas a partir de los valores de las frecuencias 440 – 880 Hz |
| Códigos: Aunque las funciones para mapear este tipo de curva varían, dependiendo del lenguaje de programación, en lo general, es necesario utilizar algunas librerías que permitan mapear la curva Lissajous, para definir frecuencias, las amplitudes de las oscilaciones, así como funciones de seno y coseno para dibujarla. Por otra parte, es necesaria utilizar una librería para procesar el sonido y asociarlo a la forma de las curvas. |
| Solución / resultante: Identidad dinámica que interactúa con el sonido, que representa la graficación de la nota La4, utilizada para afinar instrumentos musicales. |

Conclusiones

En el contexto actual, caracterizado por un entorno digital en constante evolución y una sociedad cada vez más interconectada, el modelo DP-SCA se hace necesario, ya que los medios y soportes han experimentado cambios drásticos, pasando de plataformas estáticas a entornos dinámicos y multifacéticos, donde la información y las interacciones son fluidas y cambiantes. En este escenario, el diseño ya no puede ser concebido estático con una única solución, sino que debe adaptarse y responder de manera ágil a las demandas y necesidades del usuario en tiempo real, lo que implica la búsqueda de soluciones múltiples y adaptables. El modelo DP-SCA ofrece una metodología flexible que permite abordar esta realidad dinámica de manera efectiva. Al centrarse en los principios de los Sistemas Complejos Adaptativos, este modelo reconoce la naturaleza interconectada y cambiante de los sistemas de diseño, y propone una estructura que permite gestionar la complejidad y la incertidumbre de manera sistemática.

El modelo DP-SCA no solo ofrece una estructura conceptual y operativa, sino que también representa una herramienta fundamental para gestionar la complejidad inherente al diseño paramétrico en Sistemas Complejos Adaptativos. Al establecer una serie de pasos y relaciones entre los diferentes elementos del proceso, el modelo facilita la comprensión de la dinámica subyacente y ayuda a identificar patrones emergentes, retroalimentaciones y puntos críticos en el sistema. Esto permite tomar decisiones informadas y estratégicas a lo largo del proceso de diseño, anticipando posibles impactos.

Referencias

- Berlo, K. (1985). *El proceso de la comunicación*. Buenos Aires: El Ateneo.
- Bertalanffy, L. (2021). *Teoría general de los sistemas. Fundamentos, desarrollo, aplicaciones*. Fondo de Cultura Económica.
- Bucci, F., y Mulazzani, M. (2002). *Luigi Moretti: Works and Writings*. Princeton Architectural Press.
- Castells, M. (2001). *La era de la información: economía, sociedad y cultura*. Siglo XXI.
- De la Reza, G. (2010). *Sistemas complejos: perspectivas de una teoría general*. Anthropos.
- Fu, F. (2018). *Design and Analysis of Complex Structures*. In *Design and Analysis of Tall and Complex Structures* (pp. 177–211). <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-101018-1.00006-X>
- Guerrero, M. (2022). Sistemas Complejos Adaptativos en el diseño paramétrico. En Vázquez, G. (coord.) *Diseño y Complejidad. Utopías, ideales y paradigmas*. (pp. 53-80). Nuevo León: Labýrinthos, UANL, UASLP.
- Holland, J. (2004). *El orden oculto. De cómo la adaptación crea la complejidad*. Fondo de Cultura Económica.
- Morin, E. (2007). Complejidad restringida y Complejidad generalizada o las complejidades de la Complejidad. *Utopía y Praxis Latinoamericana*, 12(38), p.107-119
- Morin, E. (2011). *Introducción al pensamiento complejo*. Gedisa.
- Maturana, H. (2003). *De máquinas y seres vivos, autopoiesis: la organización de lo vivo*. Lumen.
- Pearson, M. (2011). *Generative art, a practical guide using processing*. Manning.
- Pentagram. (s.f.). Graphcore. Visual identity, dynamic typeface and pattern generator for a machine learning hardware start-up. <https://www.pentagram.com/work/graphcore/story>
- Pentagram. (s.f.). MIDI. Brand identity and sound design of MIDI, the Musical Instrument Digital Interface. <https://www.pentagram.com/work/midi/story>
- Reas, C. y Lust, Ch. (2010) *Form + Code. In Design, Art, and Architecture*. Princeton Architectural Press.
- Schumacher, P. (2011). *The Autopoiesis of Architecture, Volume I*. Wiley.
- Shannon, C. y Weaver, W. (1949). *The mathematical theory of communication*. University of Illinois Press
- Sosa, L. (2017). *Diseño Basado en Sistemas Complejos: El enfoque del diseño para transformar sociedades, sus ciudades y sus objetos*. Nuevo León: Labýrinthos, UANL.

Abstract: Graphic design is a discipline that has been constantly evolving. The technological impact has generated radical changes in conceiving and materializing it; for some decades, designers have implemented programming in areas such as engineering, architecture, industrial, and graphic design. This paper focuses on explaining a parametric design model based on the principles of complex adaptive systems. This model includes the key elements of the design process, such as need or problem, variables, and parameters, rules, and algorithms, and the programming code to arrive at multiple solutions, which makes it clear that the design result is not fixed and static, but instead adjusts to current

requirements that demand more significant variability. To understand it, one resort to analyzing various cases from the perspective of complex adaptive systems, addressing each of the theoretical-methodological elements contemplated by this model presented, which allows us to observe the relationships of its component elements and how they adapt to generate varied solutions in an orderly and methodical manner.

Keywords: Complexity - Complex Adaptive Systems - Parametric Design - Graphic Design - methodology

Resumo: O design gráfico é uma disciplina em constante evolução. Atualmente, o impacto tecnológico tem gerado mudanças radicais na forma de conceber e materializar o design. Há algumas décadas, a programação tem sido utilizada nos processos de design em áreas como engenharia, arquitetura, design industrial e gráfico. Este artigo centra-se na explicação de um modelo de projeto paramétrico baseado nos princípios de sistemas adaptativos complexos. Este modelo inclui os elementos-chave do processo de design, como necessidade ou problema, variáveis e parâmetros, regras e algoritmos, e o código de programação para gerar múltiplas soluções. Isso evidencia que o resultado do projeto não é fixo e estático, mas sim ajustado aos requisitos atuais, que exigem maior variabilidade. Para compreendê-lo melhor, recorre-se à análise de vários casos na perspectiva de sistemas adaptativos complexos, abordando cada um dos elementos teórico-metodológicos contemplados por este modelo. Isso permite observar as relações entre seus elementos componentes e como eles se adaptam para gerar soluções variadas de forma ordenada e metódica.

Palavras chave: Complexidade - sistemas adaptativos complexos - conceção paramétrica - design gráfico - metodologia

[Las traducciones de los abstracts fueron supervisadas por el autor de cada artículo.]
