

Enfoque de **sistemas complejos** en el **proceso de diseño**

Christian **Chávez López***

*Es doctora en Artes y Diseño y maestra en Artes Visuales por la UNAM. Realizó una estancia de investigación en el Centro de Investigaciones Ambientales (UNMdP-Argentina). Estudió el diplomado en Innovación en la Docencia Universitaria y Pensamiento Complejo. Ella es miembro de la Red Internacional de Aprendizaje para la Sustentabilidad (Erasmus +) y del Comité Editorial de la Revista de Estudios Interdisciplinarios del Arte, Diseño y la Cultura. Además, es profesora, investigadora y tutora académica de licenciatura y posgrado en la Facultad de Artes y Diseño de la UNAM, donde coordina el diplomado Diseño e Innovación para la Sustentabilidad. Ha participado como miembro del comité científico y ha sido ponente en diversos congresos nacionales e internacionales.

El presente artículo es un resumen de la tesis de investigación *Diseño y Sistemas Complejos. Modelo Sistémico-Complejo aplicado al proceso de diseño como estrategia de acción para la sostenibilidad*, realizada para obtener el grado de doctora en Artes y Diseño por el Posgrado en Artes y Diseño, de la facultad con el mismo nombre. El comité asesor estuvo conformado por los doctores Luis Rodríguez Morales, Julio Frías y Óscar Salinas Flores. La defensa de la investigación se realizó en diciembre del 2021.

Introducción

Vivimos en un momento de transición donde se están redefiniendo las categorías tradicionales y los límites del diseño respecto al reconocimiento de su impacto en el contexto de las nuevas formas de diseñar frente a un mundo globalizado, lleno de incertidumbres y necesidades emergentes. De ahí que se considere a la Teoría de Complejidad como un marco propositivo para replantear cómo se transformarán los distintos modos de pensar, hacer y actuar de los diseñadores, con el fin de transitar hacia una nueva morfología del modelo de diseño multidimensional. Dado que el proceso del diseño se caracteriza fundamentalmente por tener un comportamiento imprevisible y en él converge una gran multiplicidad de elementos e interacciones —sería consecuente abordar la racionalidad de los problemas de diseño desde un enfoque basado en esta complejidad. En tal sentido, se expone la idea de concebir el diseño como un sistema complejo adaptativo y se propone integrar, para su entendimiento, las propiedades de los sistemas complejos, tales como: emergencia, interdependencia, auto-organización, adaptabilidad, incertidumbre, resiliencia, entropía,

esto con la finalidad de buscar conexiones donde probablemente no existen y descubrir otras formas de entender la realidad de una manera más atinada y coherente con las problemáticas actuales.

Con base en lo anterior, es que en la investigación doctoral se plantearon tres estrategias de investigación: la primera consistió en la revisión de literatura lo que permitió construir una aproximación conceptual de las nociones de diseño, complejidad y sostenibilidad, esta revisión implicó además el examen comparativo de modelos de diseño con enfoque sistémico, con la finalidad de establecer, posteriormente, atributos o criterios para el diseño a partir un marco fundamentado en los sistemas complejos; la segunda estrategia se trató de una indagación empírica que se llevó a cabo mediante la investigación-acción y un estudio de caso, éstos se realizaron a fin de orientar, examinar y explicar el Modelo de Diseño Sistémico-Complejo propuesto; y, finalmente, la tercera estrategia consistió en la realización de una etnografía digital donde se exploraron las interacciones, experiencias y percepciones derivadas de la implementación del modelo. Los resultados demostraron que los diseñadores que participaron en la muestra lograron una mayor comprensión, habilidad y capacidad de respuesta sistémica en el abordaje de problemas complejos, esto, a su vez, facilitó el diagnóstico, desarrollo y coevolución de estrategias de acción en proyectos de sostenibilidad.

De tal manera que, esta investigación buscaba explicar la relevancia de la teoría de la complejidad —que se plantea como un paradigma científico y social para comprender la complejidad del mundo y de la vida— que ha sido abordada recientemente por autores

como Checkland (2000), Sterman (2002), García (2006), Mitchell (2009), Meadows (2009), Holland (2014), Stroh (2015), Maldonado (2014) y Moriello (2016), esto con el objeto de construir un modelo de diseño sistémico-complejo para lograr una mayor comprensión, análisis y abordaje de problemas complejos en el contexto de la sostenibilidad, lo cual requiere pensar al diseño más allá de sus límites y reconocer su potencial como un proceso complejo, abierto, adaptativo y en permanente cambio. Se trata de responder, de una manera más atinada, a las transformaciones del entorno para influir en él, que reclama forzosamente la integración de un enfoque de sistemas complejos en el proceso de diseño.

Aproximaciones entre diseño, complejidad y sostenibilidad

En los últimos años, la industrialización, la tecnología y la cultura de innovación han modificado “el acto de diseñar”, derivado principalmente de la política neoliberal y capitalista de la era actual, que a su vez ha influido seriamente en los métodos para diseñar, pues se promueve un énfasis excesivo en la formalización estética y en el sobreconsumo de productos, esto último también ha contribuido de manera grave en la crisis ambiental. Esto ha generado un mayor auge en la formación técnica de los diseñadores, que se ha visto segmentada en la mercantilización de productos o servicios, con una intensidad en la producción de objetos materiales, “ponderando el papel central del factor económico y de una antropología limitada que ha llevado a considerar el ser humano como un mero cliente o usuario” (Findeli, 2001a). En cambio, los diseñadores deberían tener la capacidad de observar

realidades complejas, identificar los factores sociales, ideológicos, ambientales, culturales, tecnológicos, económicos o políticos [...] Las técnicas y métodos empleados suelen ignorar estos aspectos (López, 2017, p. 27).

En este sentido, parte del lenguaje que hoy se utiliza cuando se habla de cuestiones socioambientales son las nociones de complejidad y sostenibilidad. Pero, muchas veces, no queda claro a qué se refieren estos conceptos y, de cierto modo, tampoco es explícito el entendimiento sobre sus aportaciones metodológicas. Más allá de las diferencias en su terminología, existe una controversia sobre su significado y valor práctico. Primeramente, el paradigma de la complejidad surge como respuesta a la crisis epistémica que ha contribuido a un cambio radical en las percepciones o valores humanos, principalmente en la forma en la que interactuamos, en cómo nos relacionamos y en el modo de vida. Por su parte, la sostenibilidad, para muchos autores, es un paradigma que ha iniciado una profunda revolución científica que integra a la naturaleza y a la sociedad, de esta manera se propone un nuevo marco de razonamiento humano capaz de sentar las bases para confrontar un mundo natural y social en permanente transformación, y por ende, sus dimensiones deben ser analizadas desde un enfoque sistémico (Bybee, 1991), (Clayton y Radcliffe, 1996), (Kates et al., 2001), (Gallopin, 2003), (Riechmann, 2005), (Vilches & Gil-Pérez, 2016).

Aun cuando ambos paradigmas surgen a través de una vía negativa, —como resultado del análisis de las problemáticas complejas a las que se enfrenta el mundo actual— las acepciones de los términos enfatizan que la sostenibilidad no se limita únicamente a las

cuestiones ambientales, sino también consideran el equilibrio e integración de diferentes factores y, por lo tanto, la tarea de lo que implica la sostenibilidad es que todos contribuyan de alguna manera a este proceso, sin limitarse a ser sólo observadores sino realizadores o actores que tratan de aportar estrategias para encontrar el equilibrio. En tal sentido, la mayoría de los fundamentos traen consigo una nueva visión de sostenibilidad planteada desde la complejidad, como respuesta imperativa de un cambio de la mentalidad humana, a través de una revolución cultural en la educación y en los valores de la sociedad. Se argumenta que el concepto de sostenibilidad —visto como un proceso de transición— sólo puede entenderse desde una perspectiva compleja y sistémica de la realidad y presenta atributos para un mejor entendimiento de los sistemas complejos e interacciones del mundo.

A la altura de los complicados problemas de la humanidad, el pensamiento de diseño precisa dialogar con la complejidad para responder a un cúmulo de transformaciones, reflexionando sobre sus acciones y prácticas hacia el ejercicio del comportamiento ético y una cultura sostenible, así como también es necesario abrir nuevos escenarios para el debate y la discusión. No obstante, cualquier aporte, de cualquier índole, debería priorizar el sostenimiento de la naturaleza como un objetivo de primera magnitud, no sólo para el momento actual, sino también para las generaciones futuras. Es por esto que, algunos autores reconocen este enfoque como un catalizador o facilitador hacia una civilización humana sostenible (Wahl & Baxter, 2008) considerado como una epistemología práctica de resolución de problemas complejos (Jones, 2014) e investigación generativa

(Sevaldson, 2013) orientada hacia un pragmatismo y práctica pluralista, donde la metamorfosis sistémica (Findeli, 2018) será un requisito indispensable para la transformación social y ecológica mediante el diseño, esto implica profundizar no sólo en cómo diseñar, sino en por qué lo hacen y con qué consecuencias. Dicho de otra manera, se requiere pasar de la mirada de un diseñador que sólo produce a la de un pensador sistémico que es capaz de apreciar, comprender y trabajar con la complejidad, que será idóneo para formular o delimitar, de una manera multidimensional y más pertinente, una problemática u oportunidad de diseño, así como plantear soluciones innovadoras y transformadoras.

Sistemas complejos y su relación con el proceso de diseño

Una de las intenciones de este trabajo fue explorar el acto de diseño desde la complejidad de su relación con la sostenibilidad hacia la búsqueda de un enfoque más integrativo. Esto implica la exigencia de replantear la forma en que el pensamiento cambiará radicalmente —o la racionalidad— del diseño ante la incertidumbre, lo cual supone dar un giro sustantivo respecto a la manera habitual de concebir su naturaleza —conjunto de cualidades y características que le son propias— y el comprender la complejidad de las acciones que involucran el acto de diseñar, su proceso (entendido como la sucesión de actos o conjunto de fases de un fenómeno dirigidos a la consecución de objetivos).

Así, la compleja naturaleza y el contexto de la sostenibilidad como un fenómeno multidimensional, plantea una “nueva generación de problemas” (Rotmans, 2006, p. 37) denominados problemas complejos

—que demanda una nueva forma de pensar y actuar para poder transformar el mundo. Pensar en términos de un nuevo paradigma que permita atender la multiplicidad de los elementos que confluyen en la sostenibilidad. Actuar en términos de un proceso de planificación y toma de decisiones en diferentes mecanismos de intervención. Ante esta situación es menester que los diseñadores contemplen la integración de múltiples factores, actores o elementos involucrados en sus procesos, donde se despliegue un entendimiento sistémico y complejo sobre la sostenibilidad en todas sus dimensiones.

El campo del diseño es un espacio complejo, compuesto no solo por diseñadores [...] no observamos el objeto diseñado o el acto aislado de diseñar, sino la serie de articulaciones que se dan bajo su esfera, sus imbricaciones sociales, culturales y sobre todo la definición que le otorga la concepción epistemológica. (Pittaluga, 2017, p. 93)

Antes de continuar, deseo subrayar que “lo complejo” se ha banalizado cuando se hace referencia a algo que se presenta como imposible de resolver o explicar. También es común que se describa a la “complejidad” como un estado del mundo (Norman, 2011) que implica en sí, un cambio hacia una nueva ciencia y pensamiento crítico. Lo complejo es lo compuesto, pero donde los componentes son irreducibles uno al otro, a diferencia de lo simple, donde se puede reducir. La complejidad denota un tejido de constituyentes heterogéneos inseparablemente asociados (Morin et al., 2002). Por consiguiente, usaré el concepto de complejidad para referirme al comportamiento de sujetos, objetos o situaciones que atribuyen un

conjunto de propiedades que necesariamente tienen que ver con la forma de pensarlos, con la perspectiva y el nivel de observación, las cuales presentan ciertas características que los clasifican como “sistemas de comportamiento complejo” (González, 2009). El camino que intentamos aventurar aquí se ubica en el estudio de los sistemas complejos en un marco unificado que ha llegado a ser reconocido en los últimos años como una nueva disciplina científica y un campo vigoroso de investigación inter y transdisciplinar.

El diseño como sistema complejo

Para la comprensión de toda entidad, que sea un sistema o una estructura dinámica compleja (como el *Sistema-Diseño*) es necesario estudiar su comportamiento, esto significa, las interacciones entre sus elementos y las características en conjunto, que no resultan de la simple adición de componentes, sino que coexisten en virtud de las relaciones del sistema. De tal manera que, un sistema complejo es un sistema formado por muchos componentes cuyo comportamiento es emergente (Bar-Yam, 1997, p. 10) y la cuestión central es comprender cómo se produce ese comportamiento (Mitchell, 2009, p. 13). En otras palabras, un sistema complejo puede ser entendido como la representación de un recorte de una realidad, conceptualizada como una totalidad organizada (sistema) en la cual los elementos no son separables, ni reducibles, ni pueden ser estudiados aisladamente” (García, 2006, p. 21).

Desde este punto de vista, González (2007) afirma que los objetos de diseño son fenómenos complejos, ya que sólo pueden ser considerados como parte del conjunto o sistema de objetos, que a su vez es un ele-

mento del sistema más general de la cultura; los procesos sociales también lo son. La dificultad de pensar tanto un sistema de diseño como un sistema de cultura, es producto del hecho de que se trata de sistemas complejos. “El diseño es un sistema que, a su vez, es un componente del más amplio sistema de la cultura” (González, 2007, p. 194). Por ende, si partimos de la idea de que el “diseño es un sistema” (Buchanan, 2019) entonces tiene que ser concebido desde la misma óptica, esto es como “sistema” y particularmente, como se puede observar en la Figura 1, aquí se plantea el proceso de diseño como sistema complejo, dadas las características y dinámicas complejas del *Sistema-Diseño*.

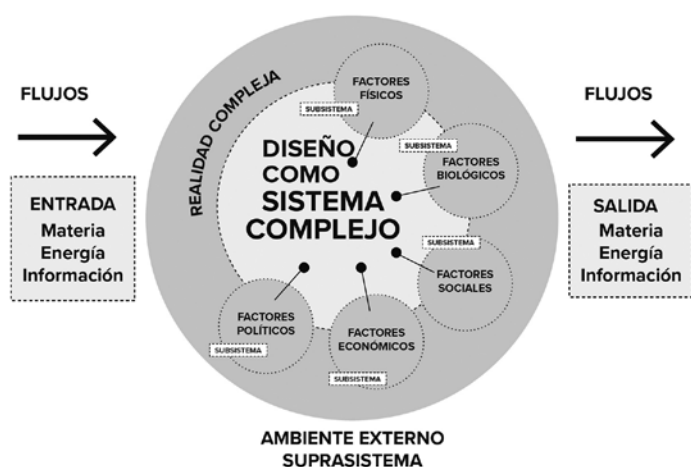


Fig. 1
Relación Sistema-Diseño
con el fenómeno/realidad
compleja.

Para tratar de explicar mejor este punto, en la organización de un *Sistema-Diseño* se encuentra un conjunto de relaciones entre factores y elementos que actúan directa o indirectamente con otros subsistemas que corresponden a cierto tipo de procesos con mayor grado de interconexión; son flujos de entradas y salidas que suelen ser materia, energía, información, recursos, estrategias, políticas, etc. De modo que, todo *Sistema-Diseño* está situado dentro de un entorno, ambiente o contexto que lo circunda, lo rodea o lo envuelve total y absolutamente (Moriello, 2016). En el planteamiento del proceso de diseño como sistema complejo se consideran las variables o múltiples interrelaciones que se suelen dar en un ir y venir entre cada etapa, donde la adaptación y la emergencia son cualidades de su proceso continuo, permeable a lo largo del tiempo, que produce constantemente nuevas interacciones, comportamientos y componentes, resultado de sus vínculos con el entorno.

Tanto el *Sistema-Diseño* como los sistemas complejos naturales pueden cambiar o adaptarse, o responder a los acontecimientos, buscar objetivos y ocuparse de su propia supervivencia de forma similar a la vida. Los sistemas en la naturaleza se autoorganizan y, a menudo, se autoreparan ante una serie de perturbaciones. Son resistentes, resilientes y muchos de ellos son evolutivos. Similar a esto, el *Sistema-Diseño* como sistema complejo se caracteriza por tener una dinámica adaptativa al estar muy orientado en sus procesos y debido a la naturaleza de los fenómenos sociales a los que nos acercamos—desde la observación, experimentación, investigación o práctica— requiere de alta flexibilidad y dinamismo para que de sus procesos vayan emergiendo sus propias características complejas. Esta adaptabilidad también requiere una actitud crítica y ética respecto a las decisiones heurísticas, cognitivas o metodológicas que se asumen en las distintas fases del proceso de diseño. De ahí deriva la importancia de introducir el pensamiento en sistemas complejos como un posible marco de acción para coadyuvar a resolver problemas reales.

En la Figura 2 se puede distinguir la comprensión del comportamiento intrínseco del diseño como sistema complejo y las operaciones complejo-adaptativas que se generan en el proceso de diseño. La capacidad de autoorganización y las interacciones que se generan en los agentes diseñadores a lo largo del proceso potencializa el pensamiento sistémico, colaborativo, complejo, resiliente y el aprendizaje continuo para plantear soluciones integrativas que permitan transitar hacia la sostenibilidad, teniendo en cuenta una cosmovisión sistémica-compleja de todos los componentes. La cualidad de obser-

var y percibir estas conexiones en el proceso de diseño impulsa la creatividad y nos obliga a pensar en redes: abrir el camino hacia nuevas posibilidades de diseño.

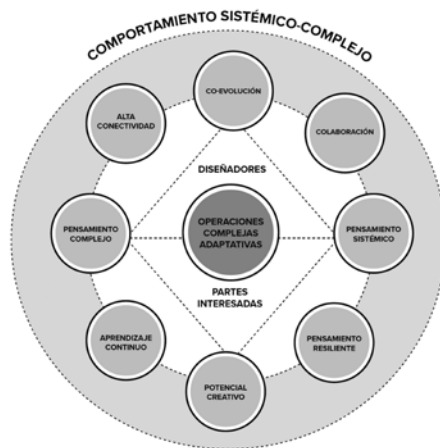


Fig. 2

Operaciones complejas y adaptativas en el comportamiento del diseño como sistema complejo.

Modelo de diseño sistémico-complejo

Una de las rutas que puede tomar el diseño, además de asimilar cómo operan los sistemas vivos, es incorporando sus principios sistémicos, ya sea como conceptos clave para la comprensión del mundo, o como mecanismos metodológicos para el diseño de sistemas y objetos. De ahí también ha surgido la idea del “producto-sistema” como una compleja combinación de factores y cualidades materiales e inmateriales, que deben ser abordados con una nueva mentalidad estratégica (Celaschi et al., 2016, p. 27). Entre más complejo sea un sistema, es más adaptable o transformable, y más interdependiente y diverso. Entre más complejo

un sistema, es más fuerte, lo que también implica mayor dificultad de control (Sosa, 2020).

Bajo este panorama, el diseño sistémico adquiere una mayor relevancia al tratar de descifrar cómo será el comportamiento emergente entre los componentes de un problema y sus interacciones, permitiéndoles a su vez, obtener nuevas experiencias y definir otros esquemas de intervención más dinámicos, abiertos o resilientes, donde también se contemple la modelización sistémica de las partes, lo cual ayudará a establecer un trabajo colaborativo para llegar a un resultado determinado. Asimismo, el diseño sistémico pretende ser un mediador reflexivo, que obliga a pensar en la totalidad, es decir, se trata de una exploración e interacción constante con el contexto. En concordancia con Arámbula & Uribe (2016), el pensamiento de diseño inscrito en la resolución de sistemas sociales (complejos por definición) debe tener una forma de abordaje muy específica, atendiendo múltiples aspectos provenientes de diversas disciplinas, campos del conocimiento y de la experiencia humana.

Dicho lo anterior, el Modelo Sistémico-Complejo surge del ciclo adaptativo (Figura 3) en el campo de la ecología que se describe como un (eco) sistema que se organiza responde a un entorno cambiante. Este ciclo fue propuesto por Gunderson & Holling (2002). Y más adelante, Westley (2008) introdujo su modelo de innovación denominado “ciclo adaptativo” donde las fases no se representan como lineales, sino como un bucle infinito que proporciona una heurística para asimilar la dinámica que impulsa tanto la continuidad como el cambio. Estos autores consideran que hay tres características que determinan las respuestas futuras de los ecosistemas, organismos, personas o procesos: a) el potencial disponible para el cambio que determina la gama de opciones posibles, b) el grado de conexión entre las variables de control interno y los procesos, que refleja el grado de flexibilidad, rigidez o sensibilidad del sistema, y c) la resiliencia, una medida de su vulnerabilidad a los choques inesperados o imprevisibles. En consecuencia, el Modelo Sistémico-Complejo (Figura 4) busca apreciar los distintos momentos que caracterizan los procesos complejos en el diseño para suscitar nuevos diálogos que nos conduzcan a replantearnos otras maneras de entender la morfología del proceso de diseño y co crear mejores prácticas que nos permitan adaptarnos a las condiciones de un entorno en permanente cambio.

Para entender el recorrido del proceso planteado, se establecieron tres estructuras o fases: *iniciación/exploración* (momento de

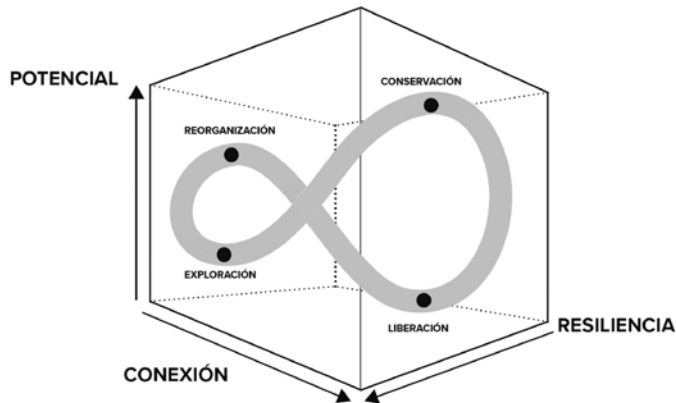


Fig. 3

Las tres propiedades del ciclo adaptativo en modelo tridimensional y bidimensional. La figura superior muestra la relación dinámica entre las tres propiedades y la figura inferior, la relación entre las fases.

Nota: Adaptado de Gunderson & Holling (2002) y Westley (2008).

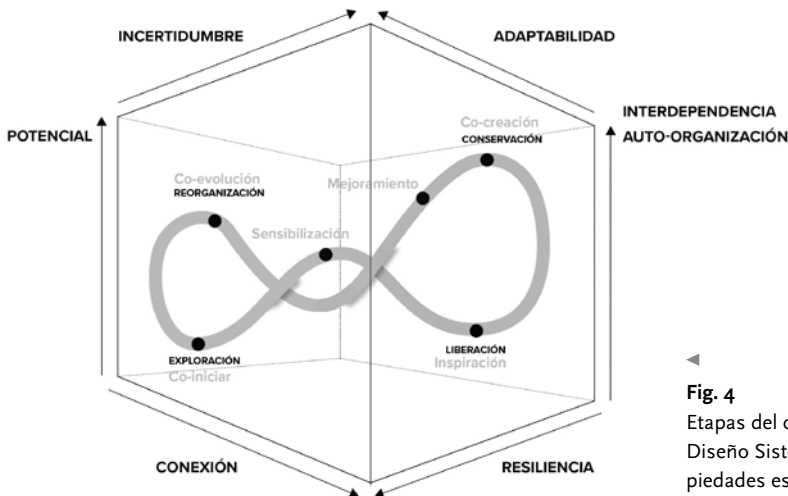


Fig. 4

Etapas del ciclo adaptativo del Modelo de Diseño Sistémico-Complejo. Las tres propiedades estructurales se representan en un modelo tridimensional.

emergencia e incertidumbre), *investigación/creación* (momento de interdependencia y autoorganización), *reflexión/descubrir* (momento de adaptabilidad continua y resiliencia). Estas fases (entendidas como subsistemas) son fundamentales para la comprensión de la dinámica del proceso. Se desglosan a continuación los componentes intrínsecos que constituyen la estructura general del modelo de diseño (Tabla 1). Esta visualización de momentos o estructuras germina el acoplamiento de las propiedades de los sistemas complejos en el proceso de diseño y su dinámica se describe como sistema complejo adaptativo porque:

1. El proceso de diseño tiene muchas variables interrelacionadas y su predictibilidad es compleja.
2. Sus fases o etapas (estadios) son altamente flexibles y alcanzan puntos de equilibrio, como resultado del comportamiento del sistema con su entorno.
3. El proceso de diseño sigue ciclos vitales de retroalimentación continua para cumplir su función que cambian a lo largo del tiempo.
4. Las exigencias o necesidades de los actores, no son homogéneas. En respuesta a ello, se generan conflictos o perturbaciones que tienden a adaptar sus comportamientos entre sí.
5. Los agentes y actores involucrados son buscadores de pautas, experimentan, aprenden, ganan experiencia y cambian sus comportamientos.
6. La adaptación resulta de su propia autoorganización del sistema, y por lo tanto, los patrones de comportamiento que emergen no son designados y puede variar de un potencial crecimiento hacia el decrecimiento.
7. Los comportamientos del sistema son impredecibles y pueden ser más fácilmente influenciados. No hay un único punto de control.
8. El proceso de diseño es un sistema abierto que depende de otros sistemas, condiciones o factores y elementos para su funcionamiento.

Lo dicho hasta aquí supone que un Diseño Sistémico-Complejo, no se centraría tanto en la configuración de la forma sino en el estudio de las dinámicas continuas de emergencia y comportamiento del sistema, considerando todo el contexto, y a las personas, su ecología (subsistemas y macrosistemas) con los que se interactúa, mayor manejo de información, conectividad, redes, comunicación,

PROPIEDADES DEL SISTEMA (PROCESO)	FASES (SISTEMA)	ETAPAS O ESTADIOS (SUBSISTEMA)	ACCIONES	INSTRUMENTOS
EMERGENCIA/ INCERTIDUMBRE	INICIACIÓN / EXPLORACIÓN	1. Co-iniciar/ Escuchar 2. Sensibilización	• Socialización y participación afectiva entre los participantes. • Establecer el propósito o intención. • Co-detectar y construir una pregunta conductora. • Identificar un problema mediante el proceso de problematización.	• Diagnóstico estratégico. • Arqueología del problema: tema, problemática, contexto, campo. • Mapa de actores. • Análisis de factores.
INTERDEPENDENCIA Y AUTO-ORGANIZACIÓN	INVESTIGACIÓN/ CREACIÓN	3. Inspiración 4. Co-creación	• Co-definir objetivo común. • Identificar el valor de la necesidad. • Identificar conceptos clave. • Investigación documental. • Construir herramientas de diagnóstico para la experimentación en campo.	• Mapa de diagnóstico. • Cuadro de objetivos. • Círculo de necesidades. • Esquema de causas, beneficios y consecuencias. • Mapas sistémicos. • Cartografías de ideas.
ADAPTABILIDAD Y RESILIENCIA	REFLEXIONAR/ DESCUBRIR	5. Mejoramiento 6. Co-evolución	• Conectar las ideas. • Encontrar los nodos y interconexiones del proceso. • Visualiza un cómo en conjunto. • Proponer un método en común. • Mejorar o transformar la propuesta. • Establecer límites y posibles obstáculos.	• Modelización sistémica • Análisis de la estructura del sistema • Análisis de la dinámica del sistema • Escenarios futuros • Planeación estratégica

propiedades materiales e interconexiones entre variables de diferente naturaleza (Figura 5). De este modo, se podría contribuir a una visión más amplia del diseño y no sólo considerarse como una herramienta de formalización estética. La conceptualización del Diseño Sistémico-Complejo, asimismo, propone dos consideraciones o principios básicos que nos aporta la complejidad para lograr una racionalidad compleja:

- a. La noción de lo complejo asume que la naturaleza es irreducible del todo, pues nos permite abordar los problemas como interconectados.
- b. Las propiedades del mundo son emergentes y por lo tanto, sus objetos; son características que emergen en el transcurso de las interacciones en que los sistemas se encuentran implicados.

Discusión y resultados

El giro del diseño hacia la práctica de sistemas complejos, proporciona las bases para integrar positivamente el enfoque sistémico hacia nuevos métodos relacionales para guiar al diseñador en una solución multi-sistémica. La hipótesis de este estudio señala que el modelo de Diseño Sistémico-Complejo logrará una mayor capacidad



Tabla 1

Descripción del proceso de diseño (propiedades como sistema complejos, fases del sistema, etapas o subsistema, acciones e instrumentos).

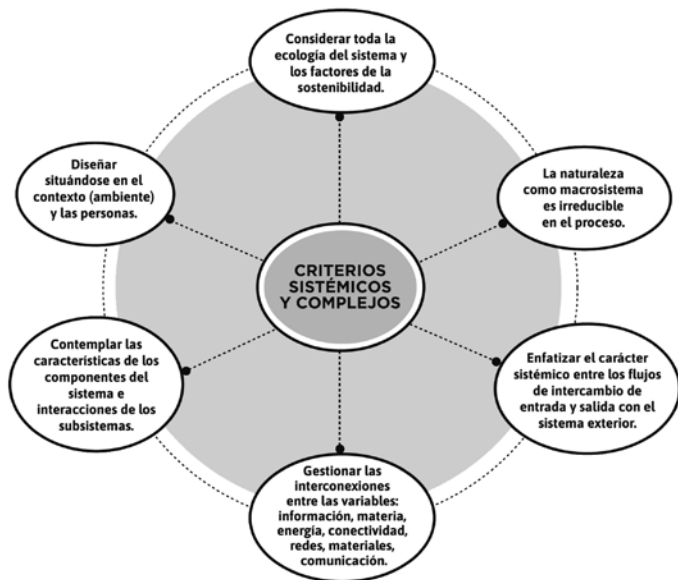
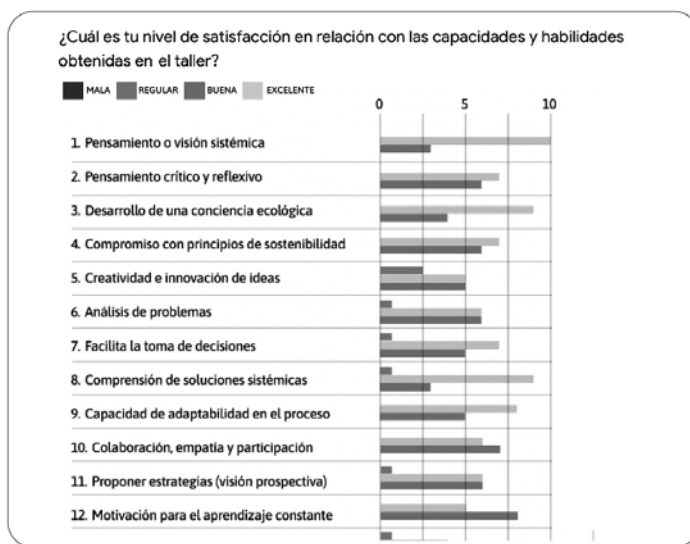


Fig. 5
Propuesta de criterios
sistémicos-complejos en
el proceso de diseño para
su conceptualización.

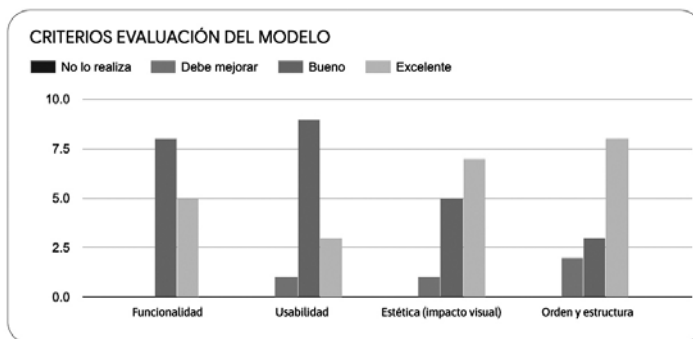
de análisis y respuesta sistémica para el abordaje de la complejidad en problemas de diseño, que, a su vez, facilitará la construcción de estrategias de acción viables relacionadas con la sostenibilidad. A través del estudio empírico se intentó dar respuesta a las preguntas: ¿cómo aporta el enfoque sistémico el proceso de diseño? ¿Cómo influye la capacidad de pensar sistemáticamente para comprender la complejidad en el proceso de diseño y construir mejores estrategias de sostenibilidad? ¿Cómo se puede evaluar su impacto en los diseñadores?

En este caso, en la Gráfica 1 muestran las valoraciones del Modelo Sistémico-Complejo respecto a los criterios de evaluación: funcionalidad, usabilidad, estética (impacto visual), orden y estructura. Se puede observar que la mayoría de las reacciones fueron positivas, ya que los participantes consideran que el modelo es una herramienta valiosa para la colaboración que facilita el análisis de elementos, factores y actores, así como realizar una investigación más completa desde una visión sistémica. Consideraron que es un modelo holístico, dinámico, adaptativo porque contiene elementos de diferentes etapas que permiten detectar el reto, identificar una propuesta de valor y apreciar las interrelaciones. Por su parte en la Gráfica 2 se muestran las reacciones obtenidas respecto a las habilidades y capacidades obtenidas. Los resultados señalan que hubo un alto impacto



Gráfica 1

Criterios de evaluación del modelo con relación a los aspectos de funcionalidad, usabilidad, estética (impacto visual), orden y estructura.



Gráfica 2

Nivel de satisfacción en relación con las capacidades y habilidades obtenidas.

en la influencia de un pensamiento sistémico. Los diseñadores consideran que el modelo tiene un proceso adaptativo, que posibilita la articulación del problema, favorece un compromiso a la sostenibilidad, pensamiento crítico y reflexivo, capacidad de adaptabilidad en el proceso, colaboración, empatía y participación, así como una visión prospectiva para la toma de decisiones. En contraste, algunas personas consideran que deben mejorar respecto a la creatividad e innovación de ideas.

En la mayoría de las percepciones en los diseñadores fueron positivas, pues la aplicación del modelo les permitió aumentar la capacidad de análisis y respuesta sistémica, es decir, un estudio más profundo y estratégico para la comprensión de una totalidad

y cada una de las partes relacionadas de un sistema. Aunado a esto, las operaciones sistémicas que describe el modelo de diseño ofrece la posibilidad de crear, recrear y transformar sus componentes en todas las fases de diseño e incluso romper sus propias limitantes estructurales. Este tipo de pensamiento se puede lograr si se examinan las consecuencias posibles en cada solución, acción o intervención que se hace. Si se asume un pensamiento sistémico en el proceso de diseño por los diseñadores podrían identificar y evaluar de mejor manera las ciertas circunstancias que rodean a los fenómenos complejos para formular o ejecutar estrategias de forma idónea. Sin embargo, la dificultad de integrar una cosmovisión sistémica-compleja no se encuentra en el proceso de diseño, sino en el cambio de mentalidad de las personas para transitar a este nuevo marco de acción.

Conclusiones

Los estudios en diseño concuerdan en que el pensamiento lineal, ya no es suficiente en los modos actuales de diseñar, pues trae consigo limitaciones en el momento de generar soluciones estratégicas en el ámbito de la sostenibilidad, que producen cierta incapacidad de concebir lo adaptativo, global y dinámico. Anteriormente, un sólo diseñador podría haber resuelto muchos de los problemas de diseño; hoy en día, necesitamos grupos de personas con habilidades en varias disciplinas, y las capacidades adicionales que permiten a los profesionales trabajar y aprender de los demás, por eso la importancia de integrar el de enfoque sistemas complejos en el proceso de diseño, donde, en vez de separar a los actores y factores se analizan las distintas dimensiones desde una visión

global o totalizadora, y descubrir la manera en cómo todas las partes se retroalimentan e influyen unas con otras.

Finalmente, esta autora no pretende que se haya alcanzado nada parecido un método riguroso o una aplicabilidad “universal”, por el contrario, se ha intentado equilibrar la naturaleza abstracta de las descripciones de los principios sistémicos que ayudan al diseñador a aplicar estos criterios en su propio contexto. Aunque, el diseño sistémico es un ámbito aún con límites borrosos en la práctica del diseño, representa un camino en construcción para influir hacia un cambio de paradigma en la manera de configurar o proyectar de manera más pertinentes las relaciones entre los seres humanos y el entorno que nos rodea. Esto sólo puede ser viable para el diseño si se adquiere el compromiso colectivo, por lo que sigue siendo un campo abierto para el desarrollo de nuevos modelos, herramientas o tecnologías. Es un camino con muchas directrices para ser explorado que ofrece amplias posibilidades que va desde la epistemología y el proceso de diseño hasta la experimentación para crear otras materialidades. La intención fue sugerir y abonar a la reflexión de este marco como una estrategia que facilite la práctica del diseño sistémico y el diseño sostenible, los cuales son dos vertientes de investigación fértil en la disciplina.

Fuentes de consulta

- ARÁMBULA, P., y M. Uribe. “Entendiendo el proceso de diseño desde la complejidad”, en: *Revista KEPES*. Año 13, no. 13, enero-junio, 2016, pp. 171–195. <https://doi.org/10.17151/kepes.2016.13.13.9>
- BAR-YAM, Yaneer. *Dynamics of complex systems*. Massachusetts, Addison-Wesley, 1997.

- Buchanan, R. "Systems Thinking and Design Thinking: The Search for Principles in the World We Are Making", en: *She Ji: The Journal of Design, Economics, and Innovation*. Vol 5, no. 2, Verano, 2019, pp. 85–104. Disponible en línea: <https://doi.org/10.1016/j.sheji.2019.04.001>
- BYBEE, Rodger W. "Planet Earth in Crisis: How Should Science Educators Respond?", en: *The American Biology Teacher*. University of California Press, vol. 53, no. 3, marzo, 1991, pp. 146-153. Disponible en línea: <https://doi.org/10.2307/4449248>
- CELASCHI, Flaviano, Manuela Celi, et. al. *Systems and Design. Beyond Processes and Thinking*. Valencia, España, Editorial Universitat Politècnica de València, 2016.
- CHECKLAND, Peter. *Pensamiento de sistemas, prácticas de sistemas*. México, Editorial Limusa, 1993.
- CLAYTON, Tony y Nicholas Radcliffe. *Sustainability: A systems approach*. Reino Unido, Routledge Taylor & Francis Group, 1996.
- FINDELI, Alain. "Rethinking Design Education for the 21st Century: Theoretical, Methodological, and Ethical Discussion", en: *Design Issues*. The MIT Press, vol. 17, no. 1, invierno, 2001, pp. 5–17. Disponible en línea: <https://doi.org/10.1162/07479360152103796>
- . "The Metamorphosis of the Designer: A Prerequisite to Social Transformation by Design", en: *Un/Certain Futures-Rollen des Designs in gesellschaftlicher Transformationsprozessen*. Alemania, Transcript-Verlag, 2018, pp. 103–114. Disponible en línea: <https://doi.org/10.14361/9783839443323-011>
- GALLOPÍN, Gilberto C. *Sostenibilidad y desarrollo sostenible: Un enfoque sistémico*. Santiago de Chile, CEPAL, 2003.
- GARCÍA, Rolando. *Sistemas complejos: conceptos, métodos y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria*. Barcelona, Editorial Gedisa, 2006.
- GONZÁLEZ, Joaquín. "La teoría de la complejidad", en: *DYNA*. Universidad Nacional de Colombia, vol. 76, no. 157, enero, 2009, pp. 243–245. Disponible en línea: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49611942024>
- GONZÁLEZ Ochoa, César. *El significado del diseño y la construcción del entorno*. Ciudad de México, Editorial Designio, 2007.
- GUNDERSON, Lance H., y C. S. Holling (eds.). *Panarchy. Understanding Transformations in Human and Natural Systems*. Washington, Island Press, 2002.
- HOLLAND, John H. *Complexity: A Very Short Introduction*. Oxford, Inglaterra, Oxford University Press, 2014.
- JONES, Peter H. "Systemic Design Principles for Complex Social Systems", en: *Social Systems and Design* (Vol. 1). Japón, Springer Japan, 2014, pp. 91–128. Disponible en línea: https://doi.org/10.1007/978-4-431-54478-4_4
- KATES, Robert W., William C. Clark, et al. "Sustainability Science", en: *Science, New Series*. American Association for the Advancement of Science, vol. 292, no. 5517, abril, 2001, pp. 641–642. Disponible en línea: <http://www.jstor.org/stable/3083523>
- LÓPEZ, R. "Design Thinking: Un líquido volátil", en: Rodríguez, Luis, Román Esqueda, et. al. *¿Design Thinking? Una Discusión A Nueve Voces*. México, Optika Editores, 2017, pp. 24–28.

- MALDONADO, Carlos Eduardo. “¿Qué es un sistema complejo?”, en: *Revista Colombiana de Filosofía de la Ciencia*. Universidad El Bosque Colombia, vol. 14, no. 29, 2014, pp. 71-93. Disponible en línea: <https://doi.org/10.18270/rcfc.v14i29.664>
- MEADOWS, Donella H. *Thinking in systems: A primer*. Virginia, Estados Unidos, Earthscan, 2009.
- MORIELLO, Sergio. “Dinámica de los sistemas complejos”, en: *www.pensamiento-complejo.com.ar*. 2016.
- MORIN, Edgar. *El Método 2 II: La vida de la vida*. Madrid, Ediciones Cátedra, 2002.
- NORMAN, Donald A. *Living with complexity*. Cambridge, Massachusetts, The MIT Press, 2011.
- PITTALUGA, Mariana. “Diseño y complejidad. La expansión del campo del diseño”, en: *ÁREA. Agenda de Reflexión en Arquitectura, Diseño y Urbanismo*. Universidad de Buenos Aires, Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, no. 23, octubre, 2017, pp. 91-104.
- RIECHMANN, Jorge. “¿Cómo cambiar hacia sociedades sostenibles? Reflexiones sobre biomímesis y autolimitación”, en: *Isegoría, Revista de Filosofía moral y política*. Madrid, no. 32, junio, 2005, pp. 95-117. Disponible en línea: <https://doi.org/10.3989/isegoria.2005.i32.459>
- ROTMANS, Jan. “Tools for Integrated Sustainability Assessment: A two-track approach”, en: *Integrated Assessment Journal*. Erasmus University of Rotterdam, vol. 6, no. 4, 2006, pp. 35-57. Disponible en línea: <https://journals.lib.sfu.ca/index.php/iaj/article/view/2721>
- SEVALDSON, Birger. “Systems Oriented Design: The emergence and development of a designerly approach to address complexity” (Conferencia). Mayo 2013, DRS // CUMULUS 2013 2nd International Conference for Design Education Researchers, Oslo, Oslo School of Architecture and Design.
- SOSA Compeán, Liliana Beatriz. “Nociones sobre el diseño complejo. proyectar considerando la emergencia de los sociosistemas”, en: *UANL, Repositorio Digital*. Universidad Autónoma de Nuevo León & Labyrinthos Editores, 12 de mayo de 2021. Disponible en línea: <http://eprints.uanl.mx/21237/>
- STERMAN, John. D. *Business Dynamics—Systems Thinking and Modeling for a Complex World*. Estados Unidos, Irwin McGraw-Hills, 2002.
- STROH, David Peter. *Systems Thinking for Social Change: A Practical Guide to Solving Complex Problems, Avoiding Unintended Consequences, and Achieving Lasting Results*. Estados Unidos, Chelsea Green Publishing, 2015.
- VILCHES, Amparo y Daniel Gil-Pérez. “La Ciencia de la Sostenibilidad: Una necesaria revolución científica”, en: *Ciência & Educação (Bauru)*. Universidad Estadual paulista Júlio de Mesquita Filho, vol. 22, no. 1, enero-marzo, 2016, pp. 1-6. Disponible en línea: <https://doi.org/10.1590/1516-731320160010001>
- WAHL, Daniel Christian y Seaton Baxter. “The Designer’s Role in Facilitating Sustainable Solutions”, en: *Design Issues*. Massachusetts Institute of Technology, vol. 24, no. 2, primavera, 2008, pp. 72-83. Disponible en línea: <https://doi.org/10.1162/desi.2008.24.2.72> ►