

DISEÑO Y ARTE DESDE LA COMPLEJIDAD

Coordinadores

Eréndida Cristina Mancilla González
Manuel Guerrero Salinas
Gerardo Vázquez Rodríguez

31

29

51

29

75



UASLP
Universidad Autónoma
de San Luis Potosí



UANL
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DISEÑO Y ARTE DESDE LA COMPLEJIDAD

Coordinadores

Eréndida Cristina Mancilla González
Manuel Guerrero Salinas
Gerardo Vázquez Rodríguez



UASLP
Universidad Autónoma
de San Luis Potosí



UANL
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

Diseño y Arte desde la Complejidad

Dr. Alejandro Javier Zermeño Guerra,

Rector de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí

MCH. Rosa Ma. Reyes Moreno,

Directora de la Facultad del Hábitat

Dr. Santos Guzmán López,

Rector de la Universidad Autónoma de Nuevo León

Dra. María Teresa Cedillo Salazar,

Directora de la Facultad de Arquitectura

Coordinadores

Eréndida Cristina Mancilla González

Manuel Guerrero Salinas

Gerardo Vázquez Rodríguez

Primera edición, 2025

Por los textos: los autores®

Esta publicación ha sido arbitrada por pares académicos; y cada trabajo publicado en este libro fue sometido a arbitraje doble ciego según consta en el expediente que se conserva en la Facultad del Hábitat de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Se publica con el aval de la institución dictaminadora.

Tanto los textos como las imágenes contenidos en este volumen son responsabilidad de cada autor.

Universidad Autónoma de San Luis Potosí
Álvaro Obregón #64, Col. Centro, CP. 78000
San Luis Potosí, SLP. México
ISBN: 978-607-535-464-4

Universidad Autónoma de Nuevo León
Facultad de Arquitectura
Av. Universidad s/n, Ciudad Universitaria CP. 66455
San Nicolás de los Garza, NL. México
ISBN: 978-607-27-2612-3

DOI: en trámite...

ÍNDICE

07 Introducción

Eréndida Cristina Mancilla González

13 Capítulo 1. La incidencia de la complejidad en el diseño y la arquitectura: perspectivas cualitativas y cuantitativas

Sofía Alejandra Luna Rodríguez, Sonia Guadalupe Rivera Castillo, Liliana Beatriz Sosa Compeán

37 Capítulo 2. Impensar para hacer, el Diseño Gráfico desde el paradigma de la complejidad

Olivia Fragozo Susunaga

55 Capítulo 3. La genealogía del territorio como herramienta teórica-metodológica para desarticular el hábitat desde la complejidad

Marysol Uribe Pérez-Coeto, Diana Karina Padilla Herrera

77 Capítulo 4. Complejidad urbana; Modelación estadística para evaluar la entropía en el territorio para el diseño urbano

Juan Andrés Sánchez García

- 101 Capítulo 5. La vivienda en pandemia: resiliencia de los habitantes como un proceso autopoético en un sistema complejo.
Documentación de casos en la República Mexicana
Káteri Samantha Hernández Pérez
- 123 Capítulo 6. Realidad virtual: su aplicación en el diseño y representación arquitectónica
Jesús Alberto Hartz Vázquez, Gabriela Carmona Ochoa
- 157 Capítulo 7. Metáforas desde el cómic y el anime para la enseñanza del paradigma de la complejidad en el diseño
Gerardo Vázquez Rodríguez
- 187 Capítulo 8. Artivismo como concepto y práctica en twitter (ahora X). Una lectura desde la ciencia de redes
José Antonio Motilla Chávez, Martín Zumaya Hernández, Diego Espitia Cabrejo
- 209 Autores

INTRODUCCIÓN

Eréndida Cristina Mancilla González

En un mundo cada vez más cambiante e interconectado, las disciplinas del diseño y el arte han tenido que adaptarse a nuevos desafíos globales y tecnológicos. El avance vertiginoso de la tecnología, la globalización y los problemas sociales complejos han impulsado una necesidad urgente de repensar estas áreas del conocimiento, buscando soluciones innovadoras y relevantes. Este libro, *Diseño y Arte desde la Complejidad*, se adentra en la aplicación de la teoría de la complejidad y enfoques interdisciplinarios en estos campos, para comprender mejor cómo enfrentar los retos contemporáneos a través del diseño y la creación artística.

La teoría de sistemas y la complejidad proporcionan marcos conceptuales que permiten entender las dinámicas no lineales y adaptativas de los sistemas, los cuales están presentes tanto en los procesos creativos como en los resultados tangibles del diseño y el arte. Estos enfoques nos permiten identificar interacciones, emergencias y relaciones entre los diferentes componentes involucrados, lo que abre nuevas vías para la creación de soluciones más eficaces y resilientes en la praxis del diseño y el arte.

El libro está estructurado en ocho capítulos que abordan diferentes aspectos de la complejidad aplicada al diseño y el arte, desde los fundamentos teóricos hasta estudios de caso prácticos. Cada capítulo está

pensado para proporcionar una comprensión profunda y aplicable de cómo estos principios interdisciplinarios están siendo utilizados hoy en día, tanto en la teoría disciplinar como en la praxis.

El capítulo uno analiza la influencia de la teoría de la complejidad en el diseño y la arquitectura desde enfoques cualitativos y cuantitativos. En el enfoque cualitativo, se aborda el pensamiento complejo para resolver problemas, el estudio de dinámicas sociales emergentes y la inclusión de diversas voces en el proceso de diseño. Desde el enfoque cuantitativo, se destacan el uso de modelos computacionales, simulaciones, análisis de redes, patrones de conectividad y la optimización de actividades mediante algoritmos generativos y análisis de big data. Se muestra cómo ambos enfoques enfrentan desafíos contemporáneos y promueven soluciones resilientes, adaptativas y sostenibles, transformando las prácticas proyectuales.

El capítulo dos aborda cómo el diseño gráfico, desde el paradigma de la complejidad, ofrece una alternativa que integra diversas formas de conocimiento para abordar problemas que no pueden resolverse con métodos tradicionales. Este enfoque propone “impensar para hacer”, es decir, adoptar una lógica distinta que permita entender el diseño más allá de la solución de problemas específicos, considerando la realidad desde una perspectiva crítica e interdisciplinaria. Además, enfatiza la importancia de analizar las interconexiones, la incertidumbre y las dimensiones éticas en un mundo dinámico y cambiante.

El capítulo tres propone una relectura del diseño desde el arte útil, vinculándolo con el cuerpo y su experiencia, en oposición a la visión moderna que fragmenta el conocimiento. Para ello, se introduce la genealogía del territorio como herramienta teórico-metodológica para analizar las relaciones de poder que afectan el hábitat y explorar formas de resistencia y transformación. Se estructura en cuatro puntos clave que abordan la

complejidad urbana, la genealogía del territorio, las provocaciones del sistema artificial y las respuestas del sistema natural, culminando en la necesidad de recuperar una relación equilibrada entre cuerpo y hábitat.

El capítulo cuatro aborda la evolución, transformaciones y reconfiguraciones del territorio urbano, destacando la complejidad del análisis de las ciudades y la necesidad de herramientas interdisciplinarias para explicar ciertos fenómenos. El diseño y configuración de ciudades requiere evaluar los comportamientos urbanos, utilizando dos axiomas fundamentales: primero, aplicar el concepto de entropía para entender el funcionamiento de sistemas complejos en términos de física, y segundo, utilizar metodologías interdisciplinarias para evaluar fenómenos urbanos. El objetivo de este trabajo es mostrar la importancia del urbanismo en el diálogo con otras disciplinas para evaluar la tendencia al caos o al orden de un sistema metropolitano. Se presenta un procedimiento estadístico para validar el grado de cambio en dos períodos, analizando la Zona Metropolitana de Xalapa, dividida en siete municipios, y determinando el grado de caos en un período de 10 años mediante la homogeneidad de variación.

El capítulo cinco presenta una investigación sobre la vivienda en el contexto de la pandemia y el confinamiento, analizando su rol en la resiliencia de los habitantes frente a nuevas condiciones de vida, destacando la autopoiesis como proceso de autogeneración y reorganización de las dinámicas internas del hogar dentro de un sistema complejo. El capítulo aplica una escala de afectaciones percibidas para identificar los ámbitos más perjudicados y aquellos que facilitaron la adaptación a nuevas rutinas y necesidades durante el confinamiento. El estudio sugiere que la vivienda, como sistema físico y social, cumple un papel esencial en la autogeneración de estrategias de resiliencia y en la dinámica autopoética de los sistemas humanos durante crisis, subrayando la importancia de entornos habitacionales adecuados para enfrentar desafíos futuros.

El capítulo seis aborda el análisis de los sistemas complejos adaptativos y su relación con la realidad virtual, la cual ofrece una perspectiva innovadora sobre cómo los entornos arquitectónicos digitales pueden evolucionar en función de las interacciones y necesidades de los usuarios. Los sistemas complejos adaptativos, caracterizados por la autoorganización, la adaptación, la no linealidad y la emergencia, tienen paralelismos claros en la realidad virtual, donde la interacción entre múltiples agentes (usuarios, avatares e inteligencias artificiales) genera dinámicas emergentes que no pueden preverse completamente. La realidad virtual, en su aplicación a la arquitectura, permite que los usuarios experimenten y exploren entornos tridimensionales que no solo reflejan diseños, sino que se transforman según las interacciones sociales y espaciales de sus habitantes. Estos espacios digitales no son estáticos, sino que cambian con el tiempo en respuesta a las acciones y comportamientos de los usuarios.

El capítulo siete presenta una metodología documental para recopilar y analizar información relevante de cómics y animes que ilustran los principios de la teoría de la complejidad, enfocándose especialmente en la simbiosis como fenómeno emergente e integrador de las particularidades de los sistemas complejos. Se explora cómo estos medios gráficos y narrativos pueden transmitir conceptos fundamentales de la complejidad de manera accesible, sirviendo como herramientas educativas en el diseño. El documento presenta ejemplos de cómics y animes que muestran relaciones simbióticas entre personajes, elementos y entornos, destacando cómo estas metáforas pueden ayudar a los estudiantes a visualizar y comprender conceptos abstractos como la interdependencia, la adaptación y la emergencia en sistemas complejos. Asimismo, se reflexiona sobre cómo estas metáforas pueden ser integradas en la enseñanza del diseño para promover una comprensión más profunda y holística de la complejidad en el proceso creativo.

El capítulo ocho analiza el concepto de artivismo y su desarrollo en Twitter/X, comparando los entornos hispano y angloparlantes desde 2010 hasta junio de 2023. Revisa el artivismo y la tensión entre sus dimensiones activista y artística; lo examina usando herramientas computacionales y estadísticas, como la Factorización de Matrices No Negativas (NMF) y la Ciencia de Redes; y reflexiona sobre la Topología de la Red de Coocurrencia de hashtags relacionados con el artivismo.

A través de estas contribuciones vertidas en los capítulos, el libro proporciona una visión integral de cómo la complejidad redefine las prácticas contemporáneas en diseño y arte, invitando a los lectores a replantear sus enfoques creativos y a explorar nuevas formas de conocimiento que permitan enfrentar los retos del presente y del futuro en estas áreas del conocimiento.

CAPÍTULO 1

La incidencia de la complejidad en el diseño y la arquitectura: perspectivas cualitativas y cuantitativas

Sofía Alejandra Luna Rodríguez,

Sonia Guadalupe Rivera Castillo,

Liliana Beatriz Sosa Compeán

Universidad Autónoma de Nuevo León

INTRODUCCIÓN

La necesidad de abordar los procesos complejos de nuestros sociosistemas exige un cambio de paradigma hacia una configuración más consciente del sistema a través del diseño y la arquitectura. El estudio de la complejidad ofrece propuestas tanto cualitativas como cuantitativas para comprender y abordar los desafíos del entorno construido. En este capítulo, se analiza cómo estos enfoques ayudan a diseñar soluciones más resilientes, adaptativas y sostenibles.

El capítulo se estructura en dos apartados principales. En el primero, se aborda la incidencia de la complejidad en el diseño, explorando tanto

su perspectiva cualitativa como cuantitativa. Desde el enfoque cualitativo, se analizan el pensamiento sistémico, la observación de dinámicas sociales emergentes y la incorporación de múltiples voces en los procesos de diseño. Desde la perspectiva cuantitativa, se estudia el uso de modelos computacionales, el análisis de redes y la optimización algorítmica aplicada al diseño.

El segundo apartado se centra en la arquitectura, siguiendo la misma estructura de análisis. Se revisa cómo el pensamiento sistémico ha influido en la concepción de los espacios y cómo herramientas computacionales, como el modelado paramétrico y las simulaciones, han transformado la disciplina.

A lo largo del capítulo, se presentan estudios de caso y una revisión crítica de literatura que ilustra la aplicación de ambas perspectivas en estas disciplinas. Finalmente, se reflexiona sobre cómo la complejidad en el diseño y la arquitectura ha dado lugar a paradigmas que redefinen la manera en que transformamos nuestros hábitats.

Para contextualizar la temática que se aborda, tenemos que, desde mediados del siglo XX, se desarrollaron dos aproximaciones para abordar la complejidad en los sistemas. Por un lado, la concepción del pensamiento complejo, desde la perspectiva de la filosofía y las ciencias sociales, plantea una visión holística que reconoce la interdependencia de los elementos en un sistema. Esta idea contrasta con el reduccionismo, tradicionalmente útil en las ciencias exactas. El pensamiento complejo busca comprender la realidad como un entramado de relaciones en constante transformación; además, se asocia con autores como Edgar Morin. Por otro lado, las semillas de las ciencias de la complejidad empezaron aproximadamente en la misma época en gran parte de las ciencias naturales, la biología, la física y las matemáticas. Durante estas décadas, se desarrollaron teorías pioneras que dieron fundamentos para el estudio

de los sistemas complejos: la cibernetica, la teoría de la información y la teoría general de sistemas. (Rodríguez, Roggero y Rodríguez, 2015). En el Instituto Santa Fe, alrededor de las décadas de los años 1980 y 1990 autores como como John H. Holland y Stuart Kauffman promovieron el estudio más cuantitativo de los sistemas complejos, planteando que éstos pueden ser modelados y estudiados mediante herramientas matemáticas, simulaciones computacionales y teorías algorítmicas, observando así patrones y principios de autoorganización y emergencia.

En las últimas décadas el pensamiento complejo y las ciencias de la complejidad han influido en las disciplinas del diseño y la arquitectura, introduciendo enfoques y herramientas para construir nuestros hábitats bajo la concepción de que son sistemas dinámicos e interconectados, en donde las personas, los objetos y el entorno interactúan de manera constante a niveles locales, dando paso a macroestructuras que emergen a partir de ello.

Tanto el pensamiento complejo como las ciencias de la complejidad se enfocan en la complejidad organizada, abordan la misma problemática, y comparten raíces en las teorías de la complejidad surgidas entre 1940 y 1975. Sin embargo, ambos enfoques se han desarrollado de forma independiente y con escasa articulación. El Pensamiento Complejo: Aborda la complejidad desde una perspectiva epistemológica, teórica y filosófica. Critica el pensamiento simplificador que reduce la multidimensionalidad de los fenómenos y propone un pensamiento multidimensional. Las Ciencias de la Complejidad por su parte, se centran en el desarrollo de modelos formales para investigar la complejidad y utiliza herramientas como la modelización y simulación, especialmente la metodología de modelos basados en agentes, para estudiar la emergencia de patrones de comportamiento colectivo (Rodríguez, Roggero y Rodríguez, 2015).

La articulación entre estas dos posturas permite una comprensión más profunda y crítica de la complejidad en lo social, lo que puede promover una praxis transformadora del diseño y de la arquitectura, que contribuya a la solución de los problemas fundamentales de nuestro tiempo. Autores como Rodríguez Zoya, Roggero y Rodríguez Zoya (2015) argumentan que el pensamiento complejo de Edgar Morin y las ciencias de la complejidad son enfoques complementarios que se necesitan mutuamente.

Sin duda el conocimiento sobre la complejidad ha tenido diversas implicaciones en el campo de las disciplinas del hábitat. Como es posible observar en el diseño tradicional, el enfoque en las necesidades individuales de los usuarios es insuficiente para abordar problemas sistémicos interconectados, donde las soluciones deben considerar un contexto más amplio y las relaciones complejas entre diferentes actores y factores. En el reporte *System-shifting design: An emerging practice explored* (Design Council & The Point People, 2020) se señala que, si bien el enfoque en el “usuario final” ha sido importante para mejorar la calidad de los servicios y productos, priorizando las necesidades de las personas sobre los intereses de las organizaciones, este enfoque puede tener consecuencias negativas para la sostenibilidad y la equidad de los sistemas futuros. Al centrarse en las necesidades individuales, se corre el riesgo de ignorar las necesidades de los trabajadores, el impacto ambiental y las relaciones interdependientes entre todos los actores. Este tipo de observaciones son concordantes con posturas que provienen de la teoría de sistemas complejos, la cual resalta la necesidad de intervenciones en puntos de apalancamiento para facilitar cambios a nivel estructural y sistémico, promoviendo la sostenibilidad y la resiliencia a largo plazo. Del mismo modo, se observa la concordancia con el pensamiento complejo, con su énfasis en la relación entre elementos y en la adaptación emergente, se manifiesta en el diseño como una práctica que facilita no solo la crea-

ción de soluciones inmediatas, sino también la habilitación de nuevos comportamientos colectivos y la creación de vínculos más profundos entre usuarios, comunidades y entornos construidos.

Estos enfoques de la complejidad reconocen la importancia de entender y diseñar para la interdependencia y la adaptabilidad de sistemas sociales y ecológicos, con el objetivo de generar entornos urbanos que puedan responder y evolucionar con sus usuarios.

Sin duda, La incidencia de la complejidad en el diseño y la arquitectura pueden ser abordadas tanto desde perspectivas cualitativas como cuantitativas. Por una parte, desde perspectivas cualitativas podemos decir que el pensamiento complejo, sistémico y holístico ha impulsado un enfoque integral en las disciplinas en donde se reconoce la interdependencia entre los elementos de los sociosistemas que habitamos y construimos. En el diseño y la arquitectura, esto se ha traducido en la necesidad de considerar cómo los factores sociales, culturales, ambientales y económicos interactúan y se afectan mutuamente en la creación de espacios. La complejidad cualitativa permite observar cómo las interacciones locales entre actores, usuarios o componentes del espacio generan fenómenos que no pueden preverse a partir de las partes individuales. Las prácticas de diseño basadas en la complejidad cualitativa tienden a ser más flexibles, con soluciones que permiten la evolución y la adaptación a lo largo del tiempo. El enfoque cualitativo enfatiza la importancia de incluir diversas voces y conocimientos en el proceso de diseño. Esto es especialmente relevante en proyectos urbanos, arquitectónicos o de diseño industrial, donde las experiencias y las expectativas de los usuarios influyen directamente en el resultado final, lo que ha derivado en prácticas como el diseño participativo o co-diseño.

Por su parte la perspectiva más cuantitativa de la complejidad ha incidido en la práctica del diseño, arquitectura y urbanismo introduciendo herra-

mientas de modelado y simulación de ciudades y espacios considerados como sistemas complejos, por ejemplo, utilizando herramientas computacionales como el modelado basado en agentes o las redes neuronales, se han podido simular y analizar las interacciones en los sociosistemas como por ejemplo la movilidad o crecimiento urbano incidiendo en la planificación urbana. Asimismo, los sistemas urbanos o arquitectónicos pueden ser modelados como redes, donde se cuantifican las conexiones entre nodos (edificios, personas, infraestructuras). Métricas que permiten identificar patrones de flujo y optimizar la distribución de recursos, energía o servicios en un entorno. Podemos mencionar también como aporte de las ciencias de la complejidad a estas disciplinas el uso de algoritmos para generar diseños optimizados que respondan a múltiples restricciones simultáneamente. Esto es común en el diseño arquitectónico paramétrico, donde se utilizan algoritmos para crear estructuras eficientes y adaptativas que respondan a fuerzas externas como el clima o la carga estructural. De igual modo, la recopilación masiva de datos y el conocimiento de los sistemas complejos adaptativos provenientes de las ciencias de la complejidad permite analizar y predecir comportamientos a gran escala, como la distribución de flujos de personas o el consumo energético en una ciudad, y con ello, se pueden tomar decisiones informadas que optimicen el uso del espacio y los recursos.

LA COMPLEJIDAD EN EL DISEÑO

Perspectiva cualitativa de la complejidad en el diseño

Según el aportador de modernismo y las teorías del nuevo diseño en china Wucius Wong define que el diseño es “Un proceso de creación visual con un propósito” (Dolores, 2023). Mientras que Victor Papanek destacado diseñador, educador y defensor del diseño social define el diseño como “el esfuerzo consciente para establecer un orden significativo” (Espínola, 2019), ahora bien, el pensamiento sistemático se conoce por la capa-

ciudad de comprender y resolver problemas como parte de un sistema más amplio en el que los elementos individuales se ven afectados y las decisiones afectan al conjunto. Este enfoque resulta fundamental en el diseño, ya que permite analizar cómo las intervenciones en una parte específica de un sistema pueden influir en otras áreas o elementos relacionados. De acuerdo con Banathy (1996), el pensamiento sistémico implica considerar no solo los objetos diseñados, sino también los procesos, las interacciones sociales y los contextos en los que se desarrollan.

Dinámicas sociales emergentes y su impacto en el proceso de diseño
El diseño contemporáneo no solo responde a las necesidades técnicas, sino también a las dinámicas que están en constante evolución. La interacción entre personas, lugares y tecnología está provocando cambios rápidos en los patrones de comportamiento y en las expectativas de los usuarios. Según Páramo (2010), el diseño que considera estas dinámicas puede mejorar la cohesión social y facilitar la adaptación a cambios inesperados en la estructura social. De este modo, las dinámicas sociales emergentes no solo influyen en la forma en que se conciben los espacios públicos, sino que también pueden convertirse en un motor para el cambio en la planificación urbana y el diseño de entornos comunitarios.

El diseño no solo requiere de una actividad de profundización práctica-operacional, sino teórica y reflexiva para llevarse a cabo y ampliar sus horizontes disciplinarios. Esto nos lleva a pensar críticamente sobre lo que caracteriza el diseño en el momento histórico que vivimos (Chávez, 2023). Por lo que en la actualidad los diseñadores contemplan las dinámicas sociales emergentes.

Incorporación de la interdisciplina y participación en el diseño

El diseño moderno es complejo y requiere la interacción de múltiples disciplinas para así combinar enfoques y lograr enriquecer el proceso creativo. La interdisciplinariedad en el diseño es clave para integrar di-

ferentes tipos de conocimientos, desde la ingeniería hasta la psicología, pasando por la sociología y la ecología. Este enfoque permite a los diseñadores no sólo centrarse en la estética y la funcionalidad, sino también abordar aspectos más amplios como la sostenibilidad, el impacto social y las necesidades del usuario final.

La conexión entre diseñadores y usuarios es, en ocasiones, limitada, esto puede llevar a soluciones funcionales o estéticas que no abordan los problemas reales que los usuarios enfrentan en su vida diaria. El diseño centrado en el usuario (DCU) intenta solucionar esta brecha mediante la participación de los usuarios en el proceso. Sin embargo, incluso con DCU, es fácil diseñar un “modelo ideal” del usuario, basado más en emociones que en datos reales.

El verdadero desafío en el diseño moderno no es solo satisfacer necesidades funcionales. El valor surge cuando se comprende profundamente a los usuarios: sus motivaciones, inseguridades y ansiedades. Esto permite crear soluciones que mejoren su vida de forma integral, evitando que los usuarios sean solo un “número simbólico”.

La colaboración interdisciplinaria y el co-diseño son clave en este enfoque. Los problemas actuales requieren diversas perspectivas y conocimientos. La colaboración transdisciplinaria y el co-diseño son fundamentales en este enfoque, especialmente cuando se abordan problemas que trascienden los límites de las disciplinas tradicionales. A diferencia de un enfoque meramente interdisciplinario, la transdisciplinariedad busca integrar conocimientos y perspectivas de diferentes campos, generando un entendimiento más amplio y profundo de la complejidad inherente a los sistemas.

En este contexto, la participación de campos como la sociología, la psicología, la antropología y la tecnología no solo enriquece el proceso, sino que también permite identificar interconexiones y relaciones que podrían pasar desapercibidas desde una perspectiva disciplinaria. Este enfoque holístico facilita la creación de soluciones más efectivas y creativas, ya que combina saberes y experiencias que no están limitados por los marcos tradicionales de cada disciplina. Al hacerlo, se fomenta una comprensión integral de los problemas y una capacidad más robusta para diseñar intervenciones que respondan a las dinámicas complejas de los sistemas contemporáneos.

Estudio de Casos: Integración de perspectivas cualitativas en proyectos de diseño. México

El Parque La Mexicana, inaugurado en 2017 en Santa Fe, es un ejemplo destacado del potencial que tiene la participación comunitaria y la consideración de perspectivas cualitativas para transformar un espacio urbano. Antes de su creación, este sitio se encontraba vacío y abandonado, lo que planteaba problemas de seguridad y acceso. El diseño del parque dependió en cierta medida de una consulta más abierta con la comunidad local, que expresó sus deseos y preocupaciones sobre el uso del espacio. Se priorizó entonces la creación de áreas verdes, zonas deportivas, senderos para peatones y ciclistas y espacios recreativos abiertos al público.

Este enfoque cualitativo permitió que el parque no solo fuera un proyecto estético o arquitectónico, sino un espacio socialmente inclusivo y funcional para la comunidad (Gobierno de la Ciudad de México, 2017). De esta manera, el parque dejó de ser sólo un proyecto estético o arquitectónico y adquirió una dimensión diferente como espacio socialmente integrador y utilitario para la población. La participación de la comunidad fue necesaria para que el proyecto realmente cumpliera con las demandas de sus usuarios y para que el parque pudiera ser, con el tiempo, un espacio socialmente integrado y compartido.

PERSPECTIVA CUANTITATIVA DE LA COMPLEJIDAD EN EL DISEÑO

La perspectiva cuantitativa se enfoca en el uso de datos, modelos y herramientas analíticas para lidiar con la complejidad de los procesos de diseño; el análisis de redes, la optimización algorítmica y el uso de Big Data pueden contribuir a la creación de soluciones de diseño más efectivas y adaptadas a las necesidades de los usuarios.

Los modelos computacionales y su aplicación han revolucionado el diseño al permitir a los diseñadores simular el comportamiento de productos, espacios y sistemas antes de implementarlos. Se pueden utilizar en todas las áreas, desde el diseño de edificios hasta la creación de productos industriales. Mediante software de modelado 3D, los diseñadores grafican formas, materiales y entornos complejos, lo que les facilita ver con claridad sus ideas y realizar pruebas de rendimiento. A través de Modelado de Información de Construcción (BIM), se crean representaciones digitales detalladas de las características físicas y funcionales de un edificio, lo que permite anticipar problemas antes de que surjan en la construcción (Azhar, 2011).

Además, los modelos computacionales permiten realizar análisis complejos que pueden incluir variaciones en la iluminación, la acústica y el flujo de personas, facilitando el diseño de espacios que no solo sean estéticamente agradables, sino también funcionales y confortables para los usuarios (National Institute of Building Sciences, 2020).

Análisis de redes y patrones de conectividad en proyectos de diseño

El análisis de red nos ayuda a ver cómo funcionan juntas las diferentes partes de un diseño. Esto implica no sólo vincular partes físicas, como en la construcción de una ciudad, sino también cómo las personas y los grupos interactúan entre sí. Este método es importante para analizar cómo las diferentes personas y partes influyen en el funcionamiento de un sistema. Según Sevtsuk (2017), El análisis de redes permite explorar

la conectividad y las interacciones en las ciudades, ayudando a identificar cómo las características estructurales de las redes urbanas influyen en el comportamiento de los usuarios.

De igual manera destaca la optimización y generación algorítmica en el diseño complejo, resaltando la aplicación de algoritmos para encontrar la mejor solución a un problema de diseño, teniendo en cuenta muchas variables y restricciones. Este método es especialmente útil en diseño arquitectónico y urbano, donde los diseñadores deben equilibrar diferentes necesidades y objetivos como la eficiencia energética, la estética y la funcionalidad.

Los algoritmos genéticos son un enfoque popular para la optimización algorítmica porque imitan el proceso de selección natural, lo que permite explorar muchas soluciones posibles y encontrar aquellas que mejor cumplan con los criterios determinados. La optimización basada en algoritmos genéticos permite abordar múltiples objetivos simultáneamente, lo que es particularmente valioso en el diseño de edificios ecológicos donde se deben considerar factores como el costo, la sostenibilidad y el confort (Wang, Zmeureanu & Rivard). Dicho enfoque ha demostrado ser eficaz, no solo centrándose en la innovación de la forma y función sino también hacerlo sostenible.

Big Data como herramienta para el diseño basado en datos

De acuerdo con Chen (2024) el Big Data se refiere a conjuntos de datos tan grandes y complejos que requieren herramientas y técnicas especiales para su procesamiento y análisis. Este tipo de datos incluye tanto información estructurada como no estructurada, y se utiliza para identificar patrones, tendencias y relaciones que pueden informar la toma de decisiones en diversas industrias. Los desafíos asociados incluyen la captura, almacenamiento, análisis y visualización de datos. En el ámbito del diseño, el Big Data permite a los diseñadores tomar decisiones

informadas basadas en evidencias concretas, en lugar de depender de suposiciones o intuiciones.

En el diseño de productos, el análisis de datos de usuarios puede ayudarnos a revelar patrones de uso y preferencias, de tal manera que se puedan ajustar las creaciones, satisfaciendo así las demandas del mercado. Al analizar datos sobre cómo interactúan los usuarios con productos similares, los diseñadores pueden identificar áreas de mejora y crear soluciones que se alineen más estrechamente con las expectativas del usuario (Kitchin, 2014).

Estudio de Caso: Proyecto de diseño basado en la cuantificación de la complejidad

Uno de los ejemplos más destacados en el diseño de enfoque cuantitativo, es el proyecto de la revitalización del espacio público La Ciudadela, en la Ciudad de México, este espacio ha sido testigo de una variedad de cambios en su diseño y propósito con el paso de los años. Originalmente era un cuartel en el siglo XVIII, y se ha transformado con el fin de cumplir diversas funciones urbanas, como lo es si rehabilitación para ser un centro cultural y de esparcimiento.

El enfoque de dicho proyecto uso datos sobre el flujo de personas, uso de espacios y conectividad con otras áreas de la ciudad, esto ayudó a que el diseño respondiera de manera óptima las necesidades actuales. De acuerdo con un análisis de Ramos (2012), esta intervención se centró en mejorar la seguridad, incrementar la vegetación y ofrecer áreas de descanso y convivencia, adaptándose así a la alta densidad poblacional y la variada demanda de actividades que atrae. Este rediseño ha permitido que La Ciudadela resurja como un espacio accesible y funcional, convirtiéndose en un modelo de rehabilitación urbana que responde a complejidades sociales y culturales de la población de la Ciudad de México.

Mediante la incorporación de datos de uso y demandas en el diseño, este proyecto logró un equilibrio entre el patrimonio histórico y las necesidades actuales de los habitantes, comprobando que la cuantificación de flujo peatonal y demanda de servicios puede transformar un espacio.

LA RELACIÓN ENTRE LAS PERSPECTIVAS CUALITATIVAS Y CUANTITATIVAS EN EL DISEÑO

Los métodos de diseño cualitativo y cuantitativo ofrecen enfoques complementarios que, cuando se integran, pueden conducir a soluciones más completas y efectivas. Mientras que los métodos cualitativos se centran en comprender el contexto, la experiencia del usuario y los aspectos culturales y emocionales, los métodos cuantitativos proporcionan precisión y la capacidad de analizar grandes cantidades de datos para identificar patrones y hacer predicciones de diseño útiles. La interacción de estos métodos enriquece el proceso creativo y aumenta la eficacia del diseño.

Sinergias entre enfoques cualitativos y cuantitativos

De acuerdo con Muratovski (2016), la sinergia de métodos cualitativos y cuantitativos en diseño nos permite resolver problemas complejos con mayor profundidad y precisión. Los métodos cualitativos ayudan a capturar los aspectos intangibles del contexto y las necesidades de los usuarios, mientras que los métodos cuantitativos proporcionan las herramientas para analizar y examinar estos hallazgos en un nivel objetivo y relevante. Al combinar ambos, los diseñadores pueden obtener una comprensión integral del problema, lo que lleva a soluciones más creativas y personalizadas.

En este sentido, integrar ambos enfoques es clave para crear diseños que no sólo sean funcionales y efectivos sino también culturalmente

relevantes y emocionalmente satisfactorios. Los datos cualitativos ayudan a generar empatía y comprensión entre los usuarios, mientras que los datos cuantitativos le permiten tomar decisiones informadas y optimizar los procesos.

La resiliencia y adaptabilidad como productos de la integración de ambos enfoques

Combinar métodos de diseño cualitativo y cuantitativo es esencial para desarrollar diseños sostenibles y adaptativos porque permite a los diseñadores tener en cuenta tanto las condiciones actuales como la capacidad del diseño para responder a condiciones cambiantes futuras. El diseño adaptativo responde a nuevas necesidades y contextos sin perder su función y esencia, lo cual es especialmente importante cuando el diseño de espacios públicos y entornos urbanos necesita evolucionar con ellos con las comunidades que los utilizan.

La resiliencia del diseño se logra recopilando datos cuantitativos que nos permiten comprender mejor la dinámica de uso y luego incorporando datos cualitativos que reflejan las expectativas de los usuarios y sus deseos de cambio constante. Los diseños que combinan ambos enfoques crean soluciones flexibles y sostenibles que pueden evolucionar con el medio ambiente. Esta adaptabilidad es cada vez más necesaria en un mundo donde las condiciones sociales, tecnológicas y ambientales cambian constantemente.

La complejidad en la Arquitectura

La Arquitectura nace desde inicios de la civilización, y es definida por la Real Academia Española (2024) como el arte de diseñar y construir edificios para las personas, serían incontables sus transformaciones y diversificaciones a través del tiempo, dentro de un proceso evolutivo y progresista, que traza su objetivo basado en composiciones espaciales que den solución a las necesidades emocionales, físicas, estéticas y de supervi-

vencia del ser humano. Por su propia trayectoria y su multifactorialidad, se advierte la necesidad de profundizar en el estudio sistematizado de sus elementos, de forma ordenada.

Esta nueva perspectiva holística la pone de manifiesto Castellanos Gazón (2015), al reconocer en la complejidad una nueva connivencia, encontrando en los problemas fundamentales de lo real, la incertidumbre y lo contradictorio.

Este ensamblaje de ideas, provocan visualizar al pensamiento complejo en arquitectura, como el interfaz que haría posible el estudio del fenómeno, partiendo de la interconexión de cada uno de sus elementos, sus fluctuaciones e incertidumbres, así como los factores tangibles y los que no lo son, a fin de coadyuvar con los principios ordenadores y prácticas creativas que generen el acto de diseñar espacios habitables.

Retomar la importancia de un discurso que privilegie el vínculo orgánico entre el concepto y la forma, y que a su vez resalte al ser humano como el elemento central de la arquitectura, es parte de lo que Osorio García (2012) señala en la aportación de Morin (1988, citado en Osorio García, 2012, p. 272). Este alude que “la complejidad, y más precisamente el pensamiento complejo en su vertiente moriniana, integra lo humano como elemento constitutivo y constituyente de la complejidad.

La postura de Morín apunta a una visión asociativa, que en el diseño arquitectónico actuaría como una red integradora de espacios y estructuras entrelazando cada uno de los vínculos entre el hombre y el entorno. En cada fase de la actividad proyectual, contribuiría a la solución de los retos, transformaciones y mutaciones de la humanidad y sus diversas formas de habitar el espacio, desafiando el orden lineal.

En esta distinción de elementos multiescalares, sus dinámicas, procesos y oportunidades, es que el proyecto de diseño arquitectónico tiene su mayor

desafío, así lo menciona Muñoz Cosme (2008) acentuando la importancia de la complejidad en actividad proyectual, al verse conformada pluriamente, lo que incentiva al proyectista al desarrollo de técnicas creativas y prácticas, así como a la incorporación de la multidisciplinariedad a fin de enriquecer y ampliar la libertad creadora y crítica.

Las ideas iniciales que surgen al observar al ser humano y su relación con el espacio que lo rodea, solo se conciben como el punto de origen de la actividad proyectual: repensar las alternativas de solución en el proyecto arquitectónico a la luz de conceptos de incertidumbre, caos y complejidad, puede aumentar el reconocimiento de patrones de conectividad entre las voces de un discurso heterogéneo, que cobra importancia al generar información significativa a la conformación del proyecto.

Al respecto, Becerra (2020) menciona la aportación de Aronson (2013), quien señala que “la complejidad convoca a enlazar y articular la evidente dispersión del conocimiento, con el propósito de aumentar y mejorar la comprensión del mundo natural y social. Para ello, es preciso superar las fronteras disciplinares, realizar una lectura oblicua (no lineal) de la realidad y articularla con la lógica de la complejidad y la necesidad de expresar cómo se atraviesan las múltiples dimensiones del conocimiento” (Aronson, 2013, citado en Becerra, 2020, p. 17).

PERSPECTIVA CUALITATIVA DE LA COMPLEJIDAD EN ARQUITECTURA

Estudio de caso: Barcelona, Diseño participativo.

Se recurre a la utilización de diferentes enfoques metodológicos para ampliar el conocimiento del diseño arquitectónico. Tal es el caso del diseño participativo, el cual es una tendencia en crecimiento que integra a los usuarios en el proceso de diseño. Schulery y Namioka (1993) señalan que este enfoque es crucial para comprender sus necesidades y aspiraciones. Sin la

participación de distintos actores, muchos proyectos de diseño pueden omitir problemas importantes o resultar poco sostenibles.

Estas dinámicas inmersas en la actividad proyectual se involucran en la perspectiva cualitativa, favoreciendo su proceso multiescalar, involucrando diversos actores, siendo el papel de mediador el del Arquitecto. Según Donahue y Gheerawo (2009), el usuario es muchas veces un “ente desconocido” o una figura abstracta. Este enfoque puede justificar decisiones de diseño sin llegar a una comprensión real de sus necesidades, comportamientos o deseos. La idea principal es escuchar las voces de los usuarios que faciliten la comprensión y el valor que tiene el propio proceso, dejando de lado el pensamiento que aísla.

A lo anterior, Solano Meneses, E. (2016) menciona a Mason (1996) el cual hace alusión a que la investigación cualitativa corresponde a una investigación altamente compleja, por su rica variedad de estrategias y técnicas. Afirma que la investigación cualitativa:

- a. Se funda en una postura altamente interpretativa (hermenéutica) en el sentido de que se interesa como el mundo social es comprendido, experimentado y producido
- b. Se basa en datos flexibles y sensibles por ser contextuales
- c. Se sostiene por métodos de análisis y explicación complejos, que abarcan simultáneamente el texto y el contexto. (Mason, 1996, citado en Solano Meneses, E.E., 2016, p.5)

Cuando la toma de decisiones en la actividad proyectual se respalda con la participación comunitaria, se aísla el concepto tradicional lineal, y se acude a las soluciones consensuadas, dirigidas a las variables de usuarios y contexto, ampliando el sentido de pertenencia derivado de las soluciones implementadas. A lo anterior González Couret, Rueda Guzmán, González Milián, Rodríguez García, y Llovet Salazar (2015) agregan, Las principales variables de diseño arquitectónico que influyen

en el ambiente interior de los edificios identificadas son: el volumen, el espacio y la envolvente. Con independencia de esta clasificación, ellas se encuentran estrechamente vinculadas.



Fig. 2 Imagen de google. Vivienda cooperativa la Borda, Barcelona 2018. <https://www.archdaily.mx/mx/1004036/disenando-con-la-comunidad-7-ejemplos-de-proyectos-colaborativos>

En este proyecto de participación, la iniciativa fue acceder a una vivienda digna, a través de una estructura colectiva, cabe resaltar que fue una recuperación industrial, que reunió los esfuerzos de la comunidad.

PERSPECTIVA CUANTITATIVA EN PROYECTOS DE DISEÑO ARQUITECTÓNICO.

El diseño paramétrico, pone de manifiesto el enfoque cuantitativo en Arquitectura, basado en el análisis del uso de modelos y simulaciones, con principios funcionales y lógicas de construcción de estructuras ligeras naturales, dando respuesta a desafíos en entornos reales. Esta

capacidad de simular y visualizar digitalmente escenarios alternativos es crucial para tomar decisiones bien informadas que puedan reducir los gastos y mejorar la calidad de los diseños.

Las técnicas de diseño paramétrico conllevan un contexto cultural de práctica y aplicación. Además, involucran trabajos multidisciplinares en los que confluyen determinaciones técnicas y estéticas, lo cual otorga una generación flexible y colectiva del diseño que implica una actitud diferente del arquitecto con relación al proyecto, entregando la tarea creativa a un proceso y equipo de trabajo a través de diversos sistemas digitales. (García y Lyon, 2022) p. 18.

ESTUDIO DE CASO: STUTTGART ALEMANIA, DISEÑO PARAMÉTRICO.

Es el *Pabellón de Investigación ICD/ITKE 2014-15*, un ejemplo evidente de este tipo de proyectos, que inicia con la experimentación desde diferentes perspectivas de diseño, y en este caso en particular, el concepto se en el estudio del proceso de construcción de la red de la araña de agua y sus patrones de comportamiento, provocando la generación de una estructura de membranas y fibras de soporte, según mencionan en el Instituto computacional de diseño y construcción, llevándose a cabo digitalmente a través de un robot UCA, en base a cualidades arquitectónicas únicas, con geometrías tridimensionales complejas y considerando escenarios alternativos, sin perder de vista su habitabilidad transitoria.

Desde una óptica funcionalista, se encuentra el enfoque de Orozco Hernández y Valdez Pérez (2018) quienes orientan su trabajo principalmente en los conceptos analíticos y operacionales que estudian el entrelazado del sistema espacial que emerge a razón de sistemas abiertos vinculados a las estructuras sociales, económicas y ecológicas en el territorio.



Fig. 3 Imagen de google. El Pabellón de Investigación ICD / ITKE 2014-15, <https://www.archdaily.mx/mx/771597/pabellon-de-investigacion-icd-itke-2014-15-icd-itke-university-of-stuttgart>

La importancia de estas innovadoras técnicas de generación algorítmica, las que dan pie a los patrones y configuraciones en proyectos de diseño, permitiendo a los diseñadores explorar formas y estructuras que serían difíciles de concebir de manera tradicional. Este método permite una mayor flexibilidad y creatividad en el proceso de diseño, abriendo nuevas posibilidades para la innovación (Davidson, 2022).

CONCLUSIÓN

La combinación del pensamiento complejo y las ciencias de la complejidad ofrece un camino prometedor para el estudio de los sistemas sociales. De lo planteado hasta ahora, prevalece la influencia del pensamiento complejo y las ciencias de la complejidad en el diseño y la arquitectura, señalando cómo el diseño ha comenzado a integrarse con prácticas de cambio sistémico que no solo buscan mejorar componentes individuales de un sistema, sino transformar el sistema en su totalidad. Estas

ideas provienen de la teoría de sistemas complejos, la cual acentúa la necesidad de intervenciones en puntos de apalancamiento para facilitar cambios a nivel estructural y sistémico, promoviendo la sostenibilidad y la resiliencia a largo plazo.

En suma, la complejidad ofrece una perspectiva prometedora para abordar los desafíos contemporáneos del diseño y la arquitectura al reconocer la interconexión, la emergencia y la adaptabilidad como características inherentes de los sociosistemas que construimos y habitamos, se pueden crear soluciones más resilientes, sostenibles y que respondan a las necesidades tanto locales como globales. La complejidad está transformando la forma en que se conciben y se diseñan las cosas y ayudan a afrontar los desafíos proyectuales actuales de estas disciplinas.

REFERENCIAS

- Azhar, S. (2011). Building Information Modeling (BIM): Trends, Benefits, Risks, and Challenges for the AEC Industry. *Leadership & Management in Engineering*, 11, 241-252.
- Banathy, B. (1996). *Designing Social Systems in a Changing World*. Plenum Press <https://doi.org/10.1007/978-1-4757-9981-1>
- Becerra, G. (2020). La teoría de los sistemas complejos y la teoría de los sistemas sociales en las controversias de la complejidad. *Convergencia*, 27, e12148. E pub 29 de mayo de 2020. <https://doi.org/10.29101/crcs.v27i83.12148>
- Castellanos, G. (2015). La Arquitectura: una visión desde la complejidad. El pensamiento del espacio, un espacio para el pensamiento. *Revista Nodo*, 9(19), pp. 58-72.
- Chávez, C. (2023). Perspectivas emergentes en la cultura de diseño para la sustentabilidad. *Revista De Estudios Interdisciplinarios Del Arte, Diseño Y La Cultura*, (9), 141–155. <https://masam.cuautitlan.unam.mx/seminarioarteydiseno/revista/index.php/reiadyc/article/view/104>.

Chen, M. (2024). *What is big data?* Oracle. <https://www.oracle.com/mx/big-data/what-is-big-data/>

Davidson, S. (2022). *Algorithmic Modeling for Rhino*. Grasshopper3D. <https://www.grasshopper3d.com/>

Design Council & The Point People. (2020). *System-shifting design: An emerging practice explored*. Design Council

Dolores. (2023, abril 8). ¿Qué es el diseño? Delyrarte. <https://delyrarte.com.ar/que-es-el-diseno-segun-wucius-wong/>

Donahue, S., & Cheerawo, R. (2009). Inclusive design 2.0-evolving the approach and meeting new challenges. En *Include 2009 proceedings*. Helen Hamlyn Centre.

García, R. y Lyon, A. (2022) Diseño paramétrico en Arquitectura; método, técnicas y aplicaciones. ARQUISUR revista, (3) 3.p.18-27. file:///C:/Users/Sonia/Downloads/Diseno_parametrico_en_Arquitectura_metodo_tecnicas.pdf

González, D., Rueda, L., González, N., Rodríguez E., y Llovet, M. (2015). Evaluación cualitativa de la influencia del diseño arquitectónico en el ambiente interior. *Arquitectura y Urbanismo*, XXXVI (3), 53-66.

ICD – Institute for Computational Design. (2015). Pabellón de Investigación ICD/ITKE14, University of Stuttgart, Alemania. <https://www.icd.uni-stuttgart.de/projects/icditke-research-pavilion-2013-14/>

Kitchin, R. (2014). *The data revolution: Big data, open data, data infrastructures and their consequences*. SAGE Publications.

Muñoz, A. (2008) *El proyecto de Arquitectura: Concepto, Proceso y representación*. Editorial Reverté.

Muratovski, G. (2016). *Research for Designers: A Guide to Methods and Practice*. SAGE Publications.

National Institute of Building Sciences. (2020). Standards. <https://www.nibs.org/resources/standards>

Orozco, M. y Valdez, M. (2018) Agenda de pensamiento complejo. Espacio, territorio, sociedad y medio ambiente. *Proyección 24, estudios geográficos y de ordenamiento territorial*. VOL. XII, p. 6-25.

Osorio García, S. (2012). El pensamiento complejo y la transdisciplinariedad: fenómenos emergentes de una nueva racionalidad. *Revista de la Facultad de Ciencias Económicas: Investigación y Reflexión*, XX (1), 269-291.

Páramo, P. (2010). Las relaciones sociales en público en la era digital. *Revista Colombiana de Educación*, 58, 172-182. <https://www.redalyc.org/pdf/4136/413635664009.pdf>

Parque La Mexicana. (2022). La Mexicana el parque de todos. <https://parquela-mexicana.mx/la-mexicanas/>

Ramos, D. (2012). El resurgimiento de La Ciudadela. *Animal Político*. <https://animalpolitico.com/sociedad/el-resurgimiento-de-la-ciudadela>

Real Academia Española. (2024). Arquitectura. <https://dle.rae.es/arquitectura>

Rodríguez, L., Roggero, P., y Rodríguez P. (2015). Pensamiento complejo y ciencias de la complejidad: Propuesta para su articulación epistemológica y metodológica. *Argumentos Estudios críticos De La Sociedad*, (78), 187–206.

Schuler, D., & Namioka, A. (Eds.). (1993). *Participatory design: Principles and practices*. Lawrence Erlbaum Associates, Inc.

Sevtsuk, A. (2017). Analysis and planning of urban networks. En *Handbook of urban form: Theoretical perspectives* (pp. 43-1). https://doi.org/10.1007/978-1-4614-7163-9_43-1

Solano Meneses, E. (2016) En busca de sentido simbólico en el diseño arquitectónico. Reapropiación de la investigación cualitativa con una perspectiva abductiva.

Revista Legado de Arquitectura y Diseño, vol. 1, núm. 19, 2016 Universidad Autónoma del Estado de México. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=477951060007>

Wang, W., Zmeureanu, R., & Rivard, H. (2005). Applying multi-objective genetic algorithms in green building design optimization. *Building and Environment*, 40(11), 1512–1525. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2004.11.017>

CAPÍTULO 2

Impensar para hacer, el Diseño gráfico desde el paradigma de la complejidad

Olivia Fragoso Susunaga

Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco

INTRODUCCIÓN

El diseño en general y el diseño gráfico en particular es una disciplina que se considera como una “actividad cognitiva especializada, la teoría del pensar para el hacer” (Universidad Autónoma Metropolitana, 2023). Esta idea relaciona la idea de “pensar” entendida como un proceso de diseño lógico-racional que se ha comprendido desde tres grandes campos teóricos: desde un paradigma positivista; desde uno hermenéutico o desde el materialismo histórico.

A diferencia de los anteriores, el paradigma de la complejidad parte de una forma alterna de comprensión y explicación de la realidad que lejos de descalificar pretende integrar las formas de abordar el conocimiento citadas anteriormente. La idea de *impensar* para hacer en el contexto del diseño es una propuesta que, vista desde el paradigma de la complejidad, emerge como vía para atender problemas que no es posible

resolver ni comprender si se analizan desde las teorías tradicionales con las que se ha estudiado el diseño.

El planteamiento de *impensar* es recuperado por López Rangel (2005) de Wallerstein (1999) quien lo aplica a la sociología y es utilizado por el autor en el diseño como ruta epistemológica para fundamentar el estudio de fenómenos urbanos. López Rangel toma en cuenta la necesidad de adoptar la realidad de manera crítica, lo que implica pensar con una lógica alterna a la hegemónica, al tiempo que recupera enfoques interdisciplinarios para comprender la realidad de manera más completa. Desde esta óptica es posible entender el diseño gráfico como un campo del conocimiento que va más allá de los métodos para resolver problemas y satisfacer necesidades de audiencias específicas empleados tradicionalmente en la disciplina.

Aunado a lo anterior, en este texto se incorpora la propuesta de Julieta Haidar (2021) quien formula que el paradigma de la complejidad resulta fundamental resolver problemas sociales los cuales no podrían atenderse de manera integral si no se les mira en sus diferentes interconexiones y niveles de dimensión. El diseño visto desde el paradigma de la complejidad tiene como punto de partida un sujeto y un objeto transdimensionales, contradictorios que se encuentran en un mundo igualmente complejo y cambiante. *Impensar* el diseño desde este paradigma implica la consideración de la incertidumbre, lo impredecible, lo imprevisible, las interconexiones entre los múltiples niveles de realidad, las variadas dimensiones del contexto sin dejar de lado las cuestiones éticas fundamentales en la sociedad contemporánea.

LOS PARADIGMAS TRADICIONALES DEL DISEÑO

El diseño gráfico ha sido estudiado y realizado desde diferentes paradigmas epistemológicos que han sido expuestos en diversos textos que exponen

la historia y la teoría de la disciplina, los textos de Fiell y Fiell (2005), Meggs (2015) y Cubeiro (2023), permiten crearse un amplio panorama al respecto. Haciendo una generalización que corre el riesgo de dejar fuera corrientes teóricas importantes y con la finalidad de exponer las ideas que se desarrollan en este texto es posible ubicar las diferentes aproximaciones tradicionales al conocimiento del diseño gráfico en tres grandes grupos: las basadas en la epistemología positivista, las hermenéutico interpretativas y las basadas en el materialismo histórico.

El paradigma positivista busca soluciones claras y precisas para satisfacer necesidades específicas de los usuarios, con un fuerte énfasis en la objetividad y la funcionalidad. Lo importante en este paradigma del conocimiento se centra en considerar que la observación de la realidad y la experiencia empírica obtenida de dicha observación es lo fundamental.

Desde el punto de vista positivista el diseño comienza con un proceso de observación de la realidad que permite dar cuenta de los problemas o fenómenos que se identifican como necesidades a resolver. La segunda etapa es el planteamiento del problema. A partir de las observaciones hechas de la realidad y del diagnóstico de las necesidades se formula una pregunta específica que servirá de guía para la realización del diseño. La siguiente etapa implica una documentación de información a través de la búsqueda de datos que sirven para fundamentar el proceso gráfico. Aquí se recurre a satisfacer todos los requerimientos de información social, política, económica, cultural y psicológica que servirá para que el proceso de diseño pueda satisfacer las necesidades sociales de una manera funcional y sobre todo útil.

A la etapa anterior sigue un proceso de análisis y síntesis que lleva a la formulación de conceptos que serán traducidos en imágenes en la etapa siguiente. Una fase muy importante es plantear una hipótesis o posible solución comunicativo-visual que se realiza mediante el trabajo gráfico

el cual pasa por diferentes etapas de proyección desde las primeras ideas hasta las propuestas más elaboradas las cuales suponen una respuesta en términos de forma, color y tipografía a las necesidades sociales observadas en la realidad. Esta hipótesis visual debe ser susceptible de comprobación lo que implica de nuevo cuenta verificar si la propuesta visual ha resultado funcional y útil para las necesidades sociales, económicas y políticas que pretende satisfacer.

La etapa de evaluación de la propuesta permite analizar las posibles soluciones para determinar si respaldan o refutan la hipótesis planteada. La conclusión del proceso de diseño permite la toma de decisiones sobre la pertinencia de las soluciones gráficas propuestas.

El enfoque simbólico-interpretativo o hermenéutico, se comprende como un proceso que involucra la construcción, interpretación y significación que las personas dan un proceso de representación de la realidad a través de la generación de símbolos en determinados contextos culturales y sociales. En este paradigma, el diseñador no solo soluciona necesidades de comunicación visual, sino que también crea e interpreta significados a través del diseño que realiza, en la consideración de que lo fundamental es tener en cuenta la forma en la que los diferentes grupos sociales y culturales significan la realidad, intercambian los significados y los comprenden.

En este sentido el papel que cumple el diseño y las personas que lo realizan es un medio para proyectar y construir realidades sociales, es importante señalar que desde este paradigma la realidad es una construcción social. Por lo tanto, el diseño gráfico no son solamente una representación de la realidad, sino que al mismo tiempo opera como instrumento para comprender e interpretar el mundo. Para el paradigma simbólico-interpretativo o hermenéutico resulta fundamental considerar los contextos históricos y culturales en el proceso de diseño gráfico pues estos aspectos

son los que facilitan que se identifiquen y jerarquicen los significados compartidos y los valores que las personas atribuyen a los signos que forman parte del proceso de diseño.

Desde el punto de vista metodológico en el paradigma simbólico-interpretativo o hermenéutico en el proceso del diseño una primera etapa consiste en realizar una investigación de corte cualitativo que dé cuenta del contexto cultural en el que se lleva a cabo el diseño, cuáles son los aspectos más relevantes de la forma en la que las personas comprenden e interpretan el mundo, la ideología imperante y la contracultural, los aspectos sociales que determinan los acontecimientos que se encuentran en el entorno del fenómeno y los intereses tanto de las personas a quienes se destina el diseño como de quienes lo solicitan o requieren. En este proceso resulta importante señalar las reglas que operan en el contexto, las normas y los valores imperantes tanto los positivos como los negativos. Con esta investigación el diseñador genera un horizonte interpretativo en el que se ubica el diseño y que sirve como referente para la siguiente etapa.

La segunda etapa de este paradigma consiste en la proyección del diseño en la que se crean las propuestas de diseño mediante la utilización de elementos simbólicos capaces de portar significados y sentido para quienes se dirige el diseño gráfico. La idea es que la propuesta resulte altamente relevante tras la consideración de la forma en la que los símbolos pueden ser interpretados. Finalmente, tras la realización del diseño que implica múltiples acercamientos y reflexiones sobre la manera en la que se está construyendo el diseño habrá un proceso de interpretación del resultado a través del contexto cultural y experiencias personales de las personas a quienes se dirige. Es importante considerar que dependiendo del contexto es posible que se realicen diferentes interpretaciones con significados que de ninguna manera serán universales, sino que existe la posibilidad de que sean limitadas o equívocas, pero no por ello erróneas. La etapa

de evaluación desde este paradigma se realiza mediante un proceso de investigación cualitativa que tiene como finalidad entender cómo se construyen los significados para adaptarse a la forma en la que se realizan las interpretaciones del diseño en futuras interacciones.

Desde el paradigma del materialismo histórico, el enfoque crítico o dialéctico ve al diseño como una herramienta para transformar la realidad que toma en cuenta las contradicciones sociales y económicas. En este marco, el diseñador tiene un papel activo en la crítica y modificación de las estructuras sociales a través de su práctica. De acuerdo con Sidorov (1985) el materialismo histórico considera que la conciencia humana, incluidas sus sensaciones, percepciones y pensamientos, actúa como un espejo del mundo exterior. Las sensaciones son los principales medios a través de los cuales las influencias externas llegan a la conciencia. En primer lugar, estas sensaciones conectan al ser humano con la realidad, permitiéndole así comprender la naturaleza. Por tal motivo al igual que la conciencia, el diseño actúa como un espejo que capta las influencias externas y las transforma en expresiones visuales. El diseño no solo representa la realidad, sino que también responde a las experiencias vividas por las personas en su contexto social considerando en este contexto la importancia de las condiciones materiales y económicas que forman la base de una sociedad, incluyendo modos de producción, fuerzas productivas y relaciones de producción. El proceso de diseño debe tener en cuenta de manera muy clara una etapa de investigación que permita comprender los aspectos históricos y la forma en la que las relaciones económicas son determinantes en la cultura, religiones, ideologías y sistemas políticos, es decir el diseñador gráfico al realizar su práctica profesional, antes de pasar al proceso creativo de la forma, el color y la tipografía debe tener claro cómo se relacionan e influyen los modos de producción, las fuerzas productivas y las relaciones sociales de producción en la cultura, la organización social y política. El proceso

creativo de diseño debe ser capaz de identificar las condiciones materiales y sociales existentes y las formas en que la sociedad produce, distribuye y consume bienes y servicios con los que está relacionado el diseño. Al mismo tiempo es imprescindible considerar la manera en la que el modo de producción afecta las relaciones sociales y genera conflictos entre clases. La finalidad del diseño será convertirse en un motor del cambio social que coadyuve de manera importante el desarrollo histórico y que ayude a abatir las diferencias sociales y las injusticias derivadas de la acumulación de capital y la centralización de poder en grupos dominantes.

Una vez que se ha analizado las características de los paradigmas tradicionales del diseño se considera que se cuenta con las bases para revisar el paradigma de la complejidad en especial al tener en cuenta las diferencias que puede haber entre ambas visiones que llevan a valorar las ventajas que se tiene al transitar de una forma de entender el mundo más arraigada en las prácticas repetidas de formas de repetir patrones de dominación a otras que responden de una manera más cercana a lo que el planeta requiere hoy en día para enfrentar las crisis que afectan a todos los seres vivos que habitan sobre la tierra.

EL PARADIGMA DE LA COMPLEJIDAD

El paradigma de la complejidad es parte del andamiaje teórico que fundamenta la propuesta teórica que Haidar (2023) ha formulado para el estudio de los fenómenos sociales y culturales desde las ciencias antropológicas, el análisis del discurso y la semiótica de la cultura. Se considera que los conceptos expuestos por la autora en el paradigma de la complejidad son más pertinentes para la comprensión de los fenómenos del diseño gráfico pues son útiles para superar las dificultades encontradas en los modelos teóricos anteriores en especial para explicar y resolver los problemas relativos al impacto que ha tenido la humanidad en el sistema

planetario era geológica que se ha denominado *Antropoceno*. Para Svampa (2019) es un “concepto-diagnóstico” que permite reflexionar sobre la llegada a un “umbral” crítico y con muchas probabilidades de ser irreversible y de trágicas consecuencias en relación con problemas como el calentamiento global, la disminución de la biodiversidad, el incremento de la desigualdad y de la pobreza. El punto nodal está en la consideración de la importancia de tomar una postura profundamente crítica con relación a las estrategias de desarrollo predominantes como el paradigma cultural de la modernidad que está directamente relacionada, más que con el desarrollo y el progreso humano, con la expansión de las fronteras del capital y los modelos de desarrollo actuales, cuyo carácter insostenible y depredador ya no puede ser encubierto. Desde ese punto de vista es que se hace necesario pensar en un paradigma capaz de aportar una teoría y una metodología que permitan al diseño gráfico reflexionar sobre su papel en la historia con relación al impacto que tiene la disciplina en el *Antropoceno*. Más que resolver “necesidades” de comunicación visual, comprender el sentido y los horizontes de significación y entender las relaciones económicas, históricas, políticas e ideológicas que subyacen a la acumulación de capital y a la lucha de clases es necesario atender los crecientes e importantes problemas por los que la humanidad atraviesa y que pueden ser resueltos con el apoyo de las personas que de manera consciente se desempeñen ética y consciente de su compromiso con la justicia social y con el impacto ambiental que su labor significa.

La visión de la complejidad es más pertinente para el estudio de la realidad pues introduce una visión integradora y crítica de la forma de comprender los fenómenos que no es posible explicar desde otras formas de abordar el conocimiento. Este enfoque supera los límites de los paradigmas anteriores pues no se trata solo de aplicar métodos preestablecidos para resolver problemas de formas innovadoras, sino

de cuestionar las propias premisas y los enfoques que se utilizan en el proceso de diseño. Este paradigma considera la realidad como algo que no se puede entender fragmentando, separando y simplificando los hechos, donde los problemas no siempre tienen soluciones claras ni lineales que se expliquen con una lógica de causa y efecto. En lugar de buscar respuestas definitivas, el diseño desde la complejidad implica una apertura a la incertidumbre, lo imprevisible y las intrincadas conexiones entre múltiples niveles de realidad. Esto requiere que el diseñador adopte una actitud crítica y flexible, capaz de adaptarse a las fluctuaciones del entorno, de lidiar con la ambigüedad, con la contradicción y con el cambio.

Haidar (2023) basa su propuesta de la complejidad siguiendo a Morin (1999, 2001) quien reconoce la incertidumbre y lo impredecible, en contraposición a las certezas que ofrece la ciencia clásica. Este aspecto es fundamental para el conocimiento pues, sin descartar los aportes de la ciencia clásica, toma en cuenta la existencia de alternativas que tanto en las ciencias duras como en las ciencias sociales y humanas se presentan parámetros cuantitativos que pueden ser variables y experiencias subjetivas que rompen con la idea de objetividad y universalidad en el proceso de conocimiento.

Haidar enuncia, en su propuesta del paradigma de la complejidad, una serie de principios fundamentales, recuperados de Morin (1999, 2001), que permiten comprender la realidad de una manera más integradora: lo dialógico, lo recursivo y lo hologramático que permiten entender las dinámicas complejas que rigen los sistemas; la relación entre entropía y neguentropía la cual se manifiesta a través de la recursividad y establece un ciclo entre desorden y orden, interacción y organización; el bucle tetralógico que es una unidad analítica central que se relaciona con la espiral cósmica la cual refleja patrones en escalas tanto micro como macro. Un aspecto fundamental de la complejidad es la contradicción

lo que significa que todos los fenómenos se encuentran elementos antagónicos y complementarios simultáneamente. Las relaciones entre los elementos del sistema son abiertos, recursivos y retroactivos, además de estar vinculados a procesos de auto-eco-organización vital. Finalmente, el sujeto desde este paradigma es concebido como complejo y transdimensional, caracterizado por movimientos recursivos que pueden ser horizontales, verticales o diagonales, representando al *Homo Complexus*, en esta forma de comprender a la persona se integran en sus múltiples niveles los aspectos históricos, políticos, biológicos, psicológicos, sociales y culturales en relación con la naturaleza y desde una profunda dimensión de conciencia ética y social.

El enfoque de la complejidad no solo redefine la práctica del diseño, sino que también introduce una dimensión ética fundamental en la sociedad contemporánea. El diseño se convierte en una herramienta para reflexionar sobre las consecuencias que ciertas decisiones tienen en la sociedad, y en un medio para promover una ética del cuidado y la inclusión.

Al entender el diseño desde esta óptica, se reconoce que los problemas complejos no siempre tienen una única solución, y que el diseñador debe estar preparado para lidiar con la incertidumbre y lo imprevisible. Este enfoque no solo amplía el campo de acción del diseñador, sino que también lo responsabiliza de los resultados de su trabajo en términos de impacto social y cambio cultural.

En términos prácticos el diseño desde los paradigmas tradicionales se contrasta con el de la complejidad porque en los primeros suele haber un proceso de diseño más lineal, basado en un proceso de diseño más rígido y basado en objetivos específicos que sigue unas pautas metodológicas elaboradas a priori. La visión de la complejidad por su parte suele admitir múltiples interacciones entre diferentes niveles de realidad que se dan en el proceso de diseño. Si pensamos en un caso

real, basta con poner en la mente cualquier proceso de diseño basado en una investigación de audiencias, muchas veces tomando como base investigaciones de mercado, que permiten identificar necesidades, usuarios potenciales y características sociodemográficas que determinan las características formales, cromáticas y estilísticas; materiales, costos y medios de producción y reproducción del diseño están determinados por los datos recabados en la etapa de investigación. A partir de esta etapa, de los análisis sistemáticos basados en formas previas de hacer diseño, se da paso a la etapa de proyección en la que se determina la forma y posteriormente la producción. Los resultados de diseño generados a partir de procesos teórico-metodológicos tradicionales son mucho más previsibles pues el proceso, como se ha mencionado anteriormente es mucho más lineal y secuencial. Por su parte el proceso de diseño basado en el paradigma de la complejidad implica la comprensión de la forma en la que una múltiple relación de aspectos interviene en la realización del diseño. Por ejemplo, los aspectos históricos, políticos, ideológicos que acontecen en procesos mucho más holísticos que consideran las relaciones entre las múltiples variables al tiempo que tienen en cuenta procesos de iteración en los que el trabajo colaborativo y la co-creación es fundamental. Desde el paradigma de la complejidad la información de la etapa de la investigación más que servir como una serie de parámetros que tiene en cuenta etapas de decisión marcadas por métodos implican una retroalimentación continua y una elevada capacidad de las personas que diseñan de percibir las emociones de él y los otros así como una fuerte conexión con el contexto social y la manera en la que las personas se conectan con la naturaleza, el entorno, sus tradiciones, creencias, formas de vida y aspectos culturales que están más allá de los estereotipos impuestos por el capitalismo, las leyes del mercado, la ideología dominante y la economía capitalista sangrante. Impensar el diseño es una forma de enfrentar los múltiples problemas a las que la humanidad se enfrenta, la complejidad es una salida urgente, la raciona-

lidad cartesiana que en algún momento sirvió para sacar a las personas del dogmatismo anquilosante ahora debe ser revisada.

IMPENSAR EL DISEÑO GRÁFICO EN LA SOCIEDAD CONTEMPORÁNEA, UNA VISIÓN CRÍTICA DESDE LA COMPLEJIDAD.

Impensar el diseño implica no solo crear soluciones prácticas o estéticas, sino también cuestionar las implicaciones éticas y sociales del trabajo del diseñador. Esta idea es formulada por López Rangel (2005) quien aplica la visión de la complejidad de Morin al análisis de la arquitectura y los fenómenos urbanos. Desde esta perspectiva el autor retoma la idea de Wallerstein de impensar las ciencias sociales y la aplica a los fenómenos urbanos.

El planteamiento de Wallerstein (1999), construido desde el materialismo histórico, propone que la sociedad no puede ser comprendida a través de un único nivel de análisis, como lo hacen muchas teorías tradicionales basadas en una lógica racional, causal y lineal. En lugar de esto el autor propone tener en cuenta una multiplicidad de dimensiones desde donde entenderla. En este sentido es que habla de impensar porque está cuestionando la lógica clásica que subyace al pensamiento moderno por lo que también rechaza enfoques simplistas y lineales.

El acto de *impensar* implica cuestionar los modelos existentes y la racionalidad que está detrás del pensamiento social y científico al poner en tela de juicio la capacidad que tienen estos modelos para comprender la realidad social que es bastante más compleja que los esquemas simplificados con los que se representa. Por lo anterior, resulta interesante encontrar en Wallerstein (1999) la propuesta que nos conduce a replantear nuestras categorías de análisis para comprender de una manera más adecuada la complejidad inherente a los fenómenos sociales. Por lo tanto, para *impensar* las ciencias sociales resulta fundamental una reestructuración

del razonamiento crítico, alejándose de enfoques lineales hacia una lógica crítica más integradora, dialéctica y multifacética.

Otro aspecto relevante que se encuentra en la lógica del impensar es el reconocimiento de las interconexiones entre diferentes elementos sociales, económicos y políticos. Podría pensarse que es obvio que la teoría social tenga en cuenta estos aspectos, pero la relevancia se encuentra en la forma en la que se tienen en cuenta. En lugar de considerar cada uno de los aspectos de manera aislada, pone énfasis en las conexiones y las interacciones existentes entre ellos y en la manera en la que dichas interacciones propician mutuas influencias. Por ejemplo, en la complejidad las personas que diseñan buscan tener interacciones como creadores con activistas y comunidades de los lugares en donde el diseño tendrá cabida, esta interacción no deja fuera la posibilidad de que existan beneficios económicos para quienes participan en el proceso creativo, pero se tiene en cuenta aspectos como la sostenibilidad y la no exclusión de grupos sociales que tradicionalmente han quedado fuera del eje diseño-economía-política-cultura. Podemos inferir que la propuesta de Wallerstein (1999) para comprender la teoría social de una manera alterna tiene en cuenta la contradicción inherentemente en las sociedades que no puede explicarse si no se realiza un análisis más profundo y efectivo.

El paradigma de la complejidad, propuesto por López Rangel (2015), introduce una visión integradora y crítica del diseño. Este enfoque supera los límites de los paradigmas anteriores al recuperar la idea de Wallerstein y aplicarla al campo de la arquitectura y el urbanismo.

Aunque el trabajo de López Rangel se refiere a las disciplinas que estudian el diseño y los estudios urbanos en este trabajo hacemos una extensión al diseño gráfico pues consideramos que las dificultades son las mismas al pertenecer al campo general de los diseños.

El autor menciona que las herramientas teóricas y metodológicas para la comprensión desde el campo disciplinar de los procesos metropolitanos se encuentran fragmentadas y aunque cada una de ellas desarrolla estudios muy completos hay una falta de comprensión en el fenómeno integral pues es justo esa desintegración lo que dificulta y limita el desarrollo de métodos y prácticas de análisis que ofrezcan mejores resultados. Lo anterior impacta la comprensión y gestión de la ciudad, generando consecuencias negativas en su desarrollo y sostenibilidad.

En el ámbito del diseño gráfico es posible observar que este problema se presenta cada vez de manera más frecuente en especial con el arribo de la tecnología que desde el último cuarto del siglo anterior ha reconfigurado el panorama disciplinar en sus prácticas y en los objetos que se generan- por tal razón es importante tener en cuenta una visión desde el paradigma de la complejidad que permita el desarrollo de estrategias para integrar la idea de impensar el diseño en la intención de ayudar a comprender problemas como los anteriormente citados.

Este cambio refleja la necesidad de una visión integrada del diseño que permita pensarla con una manera más crítica y abordar la complejidad inherente al proceso de una manera más efectiva, de ahí la importancia de impensar el diseño.

Visiones como esta se hacen más urgentes si se piensa en la forma en la que la integración disciplinaria se presenta en la actualidad, en especial debido a la mayor complejidad de los problemas que se atienden. La integración tecnológica, las demandas sociales, la globalización, las migraciones y las necesidades económicas demandan profesionales capaces de dialogar con personas pertenecientes a muchas disciplinas que participan en la solución de problemas. En muchas ocasiones, estos problemas tienen que atenderse por la misma persona que se especia-

liza de manera escolarizada o en la práctica cotidiana en varios campos del conocimiento.

La noción de *impensar el diseño gráfico* se comprende de una manera más completa desde la complejidad. Al hablar de *impensar*, se está sugiriendo la necesidad de trascender los enfoques convencionales y habituales propios de los paradigmas tradicionales de la disciplina al considerar los desafíos a los que se enfrenta.

La complejidad en el contexto del diseño gráfico implica la interconexión de diversos elementos y principios que la integran, incluyendo no solo los aspectos visuales, estéticos, comunicativos, técnicos y culturales sino la consideración que debe tenerse de los problemas nodales de la era del *Antropoceno* a los que hay que atender y las interconexiones con la historia, la política, la economía, los aspectos sociales, el medio ambiente y la biodiversidad y la ideología. Así como López Rangel aborda la ciudad como un sistema complejo, en el diseño gráfico se debe considerar el proceso de diseño como un sistema interrelacionado en el que múltiples variables interactúan de manera no lineal y a menudo impredecible.

Impensar para hacer, no consiste solo en aplicar métodos preestablecidos para resolver problemas, aspecto reiterativo en los paradigmas de diseño tradicionales sino de cuestionar las propias premisas y enfoques que se utilizan en el proceso de diseño. Al proponer “repensar el diseño gráfico”, se está planteando la necesidad de reconocer esta complejidad y abordarla de manera holística y sistemática. Esto implica comprender las interdependencias entre diferentes elementos del diseño y la necesidad de adoptar enfoques multidisciplinarios para enfrentar los retos del diseño gráfico de manera más efectiva.

Es por esto por lo que *impensar el diseño gráfico* implica tener a la complejidad como paradigma al promover una reflexión profunda que va más allá de las simplificaciones de los modelos teóricos tradicionales. Reconoce

y aborda en la disciplina un proceso abierto, recursivo y retroactivo, además de estar vinculada a procesos de auto-eco-organización vital. En el diseño se encuentran lo dialógico, lo recursivo, lo hologramático y la recursividad.

Este paradigma considera la realidad como algo complejo, donde los problemas no siempre tienen soluciones claras ni lineales. En lugar de buscar respuestas definitivas, el diseño desde la complejidad implica una apertura a la incertidumbre, lo imprevisible y las conexiones entre diferentes niveles de realidad. Requiere que la persona que diseña adopte una actitud crítica y flexible, capaz de lidiar con la ambigüedad y el cambio. Implica concebir a un sujeto complejo y transdimensional, un *Homo Complexus* del diseño.

CONCLUSIONES

El diseño, como disciplina, ha evolucionado desde enfoques tradicionales que se centraban en la resolución de problemas funcionales hacia una visión más compleja e integradora. Los paradigmas tradicionales del positivismo, la hermenéutica y el materialismo histórico han sido fundamentales para entender el diseño, pero el paradigma de la complejidad abre nuevas posibilidades para abordar los desafíos contemporáneos.

El paradigma de la complejidad invita a los diseñadores a impensar su práctica, reconociendo que el mundo y los problemas que enfrentan son complejos, multidimensionales y a menudo contradictorios. Así, el diseño se convierte en una actividad que no solo busca resolver problemas, sino también cuestionar de manera crítica la realidad. En este sentido, las personas que diseñan se erigen como *Homo complexus*, capaces de impensar el diseño para trabajar desde la interdisciplinariidad, atendiendo múltiples niveles de realidad y con un alto sentido de responsabilidad ética y social. Esto les permite considerar las impli-

caciones culturales, políticas y sociales de su labor, con una profunda comprensión del impacto planetario que tiene su práctica profesional en el *Antropoceno*, siempre con la mirada puesta en la preservación de la biodiversidad, la reducción de las desigualdades y la eliminación de las brechas tecnológicas y económicas que tanto laceran a la humanidad.

REFERENCIAS

- Cubeiro, C. (2023). *Eso no estaba en mi libro de historia del diseño gráfico*. Almuzara.
- Fiell, P y Fiell, Ch. (2005). *Diseño del Siglo XX*. Taschen.
- Haidar, J. (2006) *Debate CEU-Rectoría. Torbellino pasional de los argumentos*. UNAM, Dirección General de Estudios de Posgrado.
- Haidar, J. (2021, octubre 30). Conferencia magistral: Espirales cognitivas de la transdisciplinariedad. Desafíos del mundo contemporáneo [Video]. YouTube. <https://youtu.be/DUDCTffx8bo>
- Haidar, J. (2023). *Las ciencias antropológicas desde la complejidad y la transdisciplinariedad: Una prospectiva*. Instituto Nacional de Antropología e Historia.
- López, R. (2015). *Los nuevos paradigmas en los análisis urbanos*. Universidad Autónoma Metropolitana. Recuperado de: <https://casadelibrosabiertos.uam.mx/gpd-nuevos-paradigmas-en-los-analisis-urbanos-los.html>
- López, R. (2005). ¿Repensar la metrópoli? Una reflexión epistemológica. *Diseño y Sociedad*; Núm. 18, primavera 2005; P.p. 4-13. Recuperado de: <https://disenoysociedad.xoc.uam.mx/index.php/disenoysociedad/article/view/239/239>
- Meggs, P. (2015). *Historia del diseño gráfico*. Trillas.
- Morin, E. (1999). *El conocimiento del conocimiento*. Ediciones Cátedra.
- Morin, E. (2001). *La naturaleza de la naturaleza*. Ediciones Cátedra.

-
- Sidorov, M. (1985). *Como el hombre llegó a pensar*. Editorial Letras.
- Svampa, M. (2019). El Antropoceno como diagnóstico y paradigma. Lecturas globales desde el Sur. Utopía y praxis latinoamericana. En *Memoria Académica*. Vol. 24, nro. 84, p. 33-54. Disponible en: https://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/art_revistas/pr.14260/pr.14260.pdf
- Wallerstein, I. (1999) *Impensar las ciencias sociales. Límites de los paradigmas decimonónicos*. Siglo XXI Editores.
- Universidad Autónoma Metropolitana. (2023). Programa de estudios de la Unidad de Enseñanza Aprendizaje (UEA) Fundamentos teóricos para el Diseño I. División de Ciencias y Artes para el Diseño. Unidad Azcapotzalco. Disponible en: <http://www.cyad.azc.uam.mx/PPEs/DPS/Programas/T-General/trim%20I/1400027>

CAPÍTULO 3

La genealogía del territorio como herramienta teórica-metodológica para desarticular el hábitat desde la complejidad

Marysol Uribe Pérez-Coeto, Diana Karina Padilla Herrera

Facultad de Arquitectura, Universidad Autónoma de Nuevo León

INTRODUCCIÓN.

Los procesos de diseño mayormente practicados parten de la satisfacción del usuario buscando la mejor experiencia posible; el diseño, ante la necesidad de seducir y mantener a sus usuarios cautivos, se ha visto atrapado en la vorágine del mercado, limitando su creación al placer y al deseo, creando y diseñando técnicas para mantener la atención y la producción ascendente. El diseño ha sido cómplice y provocador de una serie de avances, pero, también ha generado muchos problemas como, la producción en serie, la industrialización, la mercadotecnia, la despersonalización, la manipulación, la obsolescencia programada, la demanda y el consumismo, pareciera que el diseño es *desfuturizante* (Fry, 2018) por naturaleza; ante este cambio paradigma, resulta necesario,

por no decir urgente, comenzar a re-entender el diseño, y por lo tanto, construir una nueva epistemología.

Mientras que el diseño se encuentra atrapado en el paradigma moderno, el arte toma fuerza cuando alude al dolor, al sufrimiento y a la ruptura; al fracaso y la muerte; una fuerza para conectar aún más. Replantear el diseño como *arte útil* nos acerca a practicar la grieta epistemológica (Maldonado, 2022) que puede ser buscada desde el pensamiento de-colonial. ¿Puede el *arte útil* reflejar el dolor, la carencia, la angustia y la muerte? Lo hace cuando está muy cercano al cuerpo y su experiencia. Ideas que han tomado fuerza con la comprensión que Merleau Ponty (1945) hace sobre la importancia del cuerpo en el fenómeno experimentado, pues no existe experiencia sin un cuerpo y por ello el cuerpo es esencial para la experiencia de la vida. Desde el cuerpo, el *arte útil* se vuelve un logro, se convierte en la superación del problema, el descubrimiento de lo que se tiene a la mano y el ingenio orgulloso de la austeridad frente al reto.

El cuerpo y la vida son parte de la escala humana, y por ello es necesario comenzar a habitar estos espacios de forma consciente y a entenderlos desde ahí. Experimentar el espacio desde el cuerpo, nos acerca a descifrar cómo se sienten, perciben y entienden, lo que conduce a incorporarlos, esto, no significa reducir su complejidad sino entender cómo esta complejidad global llega a lo cotidiano (Massey, 2005). Volver a lo esencial pudiera ser la clave, para reconciliar a los habitantes y su hábitat con el orden natural, entendiendo esto como un sistema, es decir, “un conjunto de elementos interrelacionados, organizados de manera coherente para alcanzar un fin (Meadows & Blascos, 2022, p.22). Así, la relación cuerpo-territorio es entendida de manera dinámica, viva y recíproca. Para distinguir las relaciones entre el cuerpo-territorio se plantea una herramienta teórica/metodológica que permita rastrear las *provocaciones-mecanismos* que deslinda al cuerpo de su hábitat a partir de estructuras de poder

y control, así como los *impulsos-reacciones* que se traducen en resistencia y transformación, es decir, el territorio alterativo.

Partiendo de lo anterior, este capítulo se divide en cuatro apartados. El primer apartado *Complejidad Urbana*, aborda la relación del hábitat como resultado de un modelo antropocénico, en donde las crisis y problemáticas, son resultado de una serie de mecanismos que operan a favor del capital y en contra de los habitantes, perdiendo sabiduría y “ganando tecnología”, aunque el precio a pagar sea la extinción. En el segundo apartado, *La genealogía del territorio como herramienta teórica-metodológica*, se desarrolla la propuesta metodológica que busca rastrear las transformaciones del espacio habitado. En el tercer apartado *La provocación y mecanismos del sistema artificial* aborda la propuesta conceptual sobre las *provocaciones-respuestas* mediante la cual se devela la maquinaria de poder. En el cuarto apartado *Impulsos y reacciones del sistema natural* se muestran los *impulsos-reacciones*, que identifican la relación entre los seres vivos y el sistema ecológico, destacando que la reacción proviene de la sabiduría, donde lo colectivo se prioriza por encima de lo individual. Por último, se desarrollan las conclusiones.

COMPLEJIDAD URBANA

La ciudad, se interpreta como el espacio construido por seres racionales, es decir, seres humanos; sin embargo, las mismas ciudades han desarrollado crisis provocadas por un modelo antropocénico, cuyas “ventajas” ha otorgado a los seres humanos un gran poder frente al resto de los seres vivos. Esta posición es la que ha generado grandes patologías sociales y/o sistemas opresivos y extractivistas, que al ser usada con motivos individualistas ha causado el desbalance planetario, priorizando unos frente al resto. La rapante aceleración globalizada concentrada en producir y consumir incrementa día a día un sistema de vida individual y materialista. Las grandes ciudades presentan problemas como falta de agua,

contaminación excesiva, personas sin hogar, vivienda inalcanzable, entre otros, resultado de procesos como la globalización, la segregación, la hambruna, por mencionar algunos, donde la acumulación de capital como principal objetivo se convierte en un síntoma moderno de transformación de ciudades.

El urbanismo, como disciplina académica, tiene poco tiempo de haberse formulado (finales del XIX y principios del siglo XX) el cual busca diseñar, organizar y distribuir el espacio habitado para confort de los seres humanos; sin embargo, las pautas de diseño desarrolladas en la ciudad moderna rompieron esquemas de colectividad y comunidad, un ejemplo de ello es la propuesta realizada por Haussmann para la ciudad de París, donde a partir de la ampliación de calles, mejora de infraestructura urbana, incorporación de edificios monumentales, entre otros, se transformó el espacio marcando una división entre lo antiguo (espacios compactos, vinculados y entrelazados) y lo nuevo (apertura, modernidad y orden) (García, 2000). La perfección, que se buscaba en las ciudades modernas, fragmentó la ciudad en dos: espacio productivo (fábricas, empresas, escuelas) y reproductivo (espacio privado); sin embargo, la ciudad no es un elemento individual, por lo que se requiere un entendimiento y actuación integral sobre ella. Así, es desde el poder, que se genera la crisis de lo humano, abandonando la conciencia colectiva y planetaria por la ilusión de la comodidad individual donde la creación de condiciones favorables para la acumulación de capital en las ciudades se ha convertido en una constante dentro de las acciones urbanas, creando un desequilibrio y desigualdad urbana (Garnier, 1974) lo que provoca una desconexión con el ciclo de la vida, eso que llamamos naturaleza, al percibir los recursos de forma ilimitada.

En tiempos recientes, la ciudad ha sido interpretada como un sistema complejo, es decir, “un todo integrado constituido por fenómenos interconectados” (Vozmediano, 2021, p.6), es decir, las partes que lo integran

se comprenden de manera conjunta. De acuerdo con Edgar Morin (citado en Vozmediadno, 2021) existen tres principios del pensamiento complejo, el primero principio es dialógico el cual mantiene la dualidad y asocia dos términos complementarios y antagonistas; el segundo principio es el de recursividad organizacional, aquello que considera la causa y aquello que lo produce, por ejemplo, “todo lo que ha producido es un ciclo en sí mismo auto-constitutivo, auto-organizador y auto-productor” (Vozmediano, 2021, p.7); por último, el tercer principio es el hologramático, el cual explica que los objetos integran la totalidad y viceversa, por lo tanto, un objeto no podría entenderse solo a través de sus partes, sino que también la totalidad sirve para explicar las partes del objeto; en ese sentido, se busca explicar lo que sucede a través de una Teoría General de Sistemas donde los sistemas se presenta de forma abierta o cerrada. Los sistemas cerrados no intercambian información, mientras que los sistemas abiertos intercambian información de manera continua y permanente (García, 2024).

La ciudad se puede entender como un sistema abierto, ya que interactúa de manera directa con otros organismos intercambia información a partir de esas interacciones, lo que evidencia que existe un proceso interconectado que no se puede separar. Entender que la ciudad responde y al mismo tiempo produce efectos de manera permanente, abre la posibilidad de pensar a profundidad en los cambios estructurales que se tendrían que presentar para abrir nuevos panoramas y replantear otras formas de vivir más allá de la forma impuesta.

De manera conceptual se plantean 4 etapas de la ciudad que corresponden a una relación entre sabiduría (relación cuerpo-territorio) y conocimiento (modelo antropocénico) (Fig. 1). El conocimiento se relaciona con la ciudad moderna, una ciudad automatizada y serializada donde inicia la incorporación de tecnología; posteriormente se establece la ciudad posmoderna aquella que integra la inteligencia artificial, bioética, simu-

lación virtualización y la ciudad digital, en esta etapa el conocimiento sigue en aumento, pero, disminuye la sabiduría. La ciudad del caos refleja crisis, explotación, desigualdad y desafíos globales, a pesar de lo anterior, es en la ciudad del caos donde se desarrolla la mayor cantidad de avances tecnológicos. Por último, se conceptualiza la biociudad, se establece como la ciudad donde la recuperación de sabiduría se convierte en urgencia, y por lo tanto, se requiere la búsqueda de un equilibrio que la logre alcanzar.

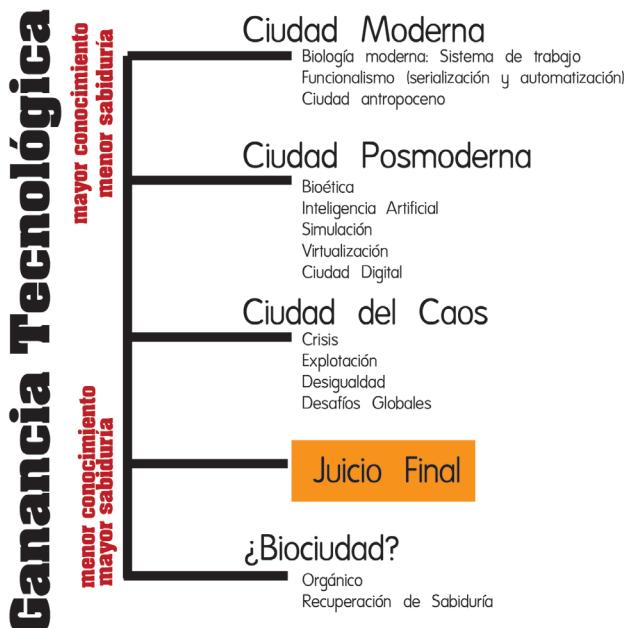


Figura 1. Complejidad Urbana. Entre conocimiento y sabiduría. Fuente: Elaboración propia, 2024

LA GENEALOGÍA DEL TERRITORIO COMO HERRAMIENTA TEÓRICA-METODOLÓGICA

Después de abordar los diferentes momentos que han consolidado la complejidad e interconectividad de los fenómenos que constituyen el espacio habitado, es necesario generar un acercamiento teórico y metodológico para poder “navegarlo”. Si el espacio habitado es entendido como sistema, que a su vez está conectado con otros más en una red infinita de interconexiones, es necesario entender cómo se provocan las respuestas que van dejando rastros y configurando el hábitat; y, por lo tanto, constituir nuevas herramientas que logren identificar los rastros de las resistencias ancestrales, las transformaciones en proceso y los espacios fértiles. Así, se propone la genealogía del territorio como herramienta teórica-metodológica que permita generar procesos de análisis, y así comprender las provocaciones, mecanismos y rastros del espacio habitado.

La palabra genealogía se define como “el conjunto de los antepasados de una persona o de un animal” pero también como “el origen y precedente de algo” (RAE, 2024). La búsqueda o rastreo sobre lo que se presenta de manera inmediata, así como de los antecedentes y lo resultante de la interacción o relación entre las partes. El concepto de genealogía proviene del desarrollo de un árbol genealógico, en donde los participantes, es decir, el linaje familiar, establece lealtades que facilitan o debilitan la vida de los involucrados. El rastreo de la información, a partir del árbol genealógico, lo que hace es visualizar vivencias de los antepasados y vincular el impacto obtenido del pasado y la proyección hacia el presente. Trasladar el concepto de genealogía a la geografía, permite otro tipo de acercamiento en donde la relación de las partes está involucrada, es decir, de lo particular a lo general y viceversa.

Otto Scharmer en su Teoría U (2007) plantea una serie de etapas metodológicas para proyectar el futuro emergente. Este recorrido asemeja el des-

censo, el fondo y el ascenso a la U en 5 etapas. La primera etapa del proceso es Co-iniciar, en esta etapa se aprende a escuchar profundamente a las voces del sistema (quienes participan), la segunda es Co-sentir en donde los participantes se sumergen en el sistema, observando y empatizando con el sistema, comenzando a habitarlo, la tercera etapa es Presentir, es el estado más profundo de la U, aquí es donde se tiene la visualización del futuro emergente, la cuarta etapa es Co-crear que consiste en crear prototipos, ensayos en donde se aprende y se mejora sobre la marcha, y finalmente, Co-evolucionar aquí la transformación se va refinando, siendo cada vez más continua y sostenible, en este paso se incorpora la visión, se habita en una totalidad. El recorrido de la U es una herramienta para el autodescubrimiento del sistema, entender su interconectividad es el proceso y transformarlo es su objetivo.

La genealogía del territorio busca descubrir el recorrido que nos permite ver el futuro emergente del espacio habitado, en donde el poder regresa al cuerpo. Este recorrido muestra los límites autoimpuestos que la complejidad del espacio ejerce, pero al identificarlos y cambiarlos se comienza una transformación estructural, continuar significa habitar el espacio emergente y practicarlo. Al practicarlo se produce hasta hacerlo hábito, este recorrido irá dejando rastros que con el tiempo cambiarán los rastros físicos de la ciudad. Estas huellas son el territorio alterativo. Lo alterativo es aquello que “tiene virtud de alterar en sentido favorable” (RAE, 2024), así, el concepto de alterar se enfoca en transformar el territorio, visualizar las fisuras que puedan abrir o ampliar las posibilidades de intervenir, es decir, se construyen las grietas del futuro emergente.

Los rastros genealógicos descubren las provocaciones más profundas de la maquinaria del poder y control, pero también los impulsos de libertad y creación. Con esto identificamos dos conceptos que serán clave para el rastro genealógico, la provocación y el impulso. Los impulsos son fuerzas que hacen mover a un cuerpo (RAE, 2024), cuando se habla

de un organismo es una reacción interna, espontánea e instintiva, surgen como una necesidad o urgencia de actuar; estarán vinculadas con la sabiduría natural del cuerpo. Por otro lado, la provocación es una fuerza externa y estará vinculada a la ventaja jerárquica, por conocimiento/ tecnología (Fig. 2).

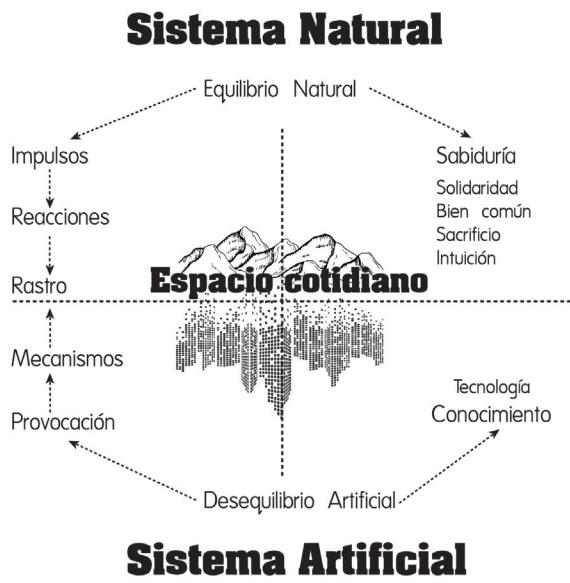


Figura 2. Rastro genealógico. Primera aproximación. Fuente: Elaboración propia, 2024

LA PROVOCACIÓN Y MECANISMOS DEL SISTEMA ARTIFICIAL.

Como se ha mencionado anteriormente la complejidad urbana se ha configurado a partir de valores, poderes y estructuras que se han consolidado a través del tiempo. Lefebvre (2013) ha sentado las bases para comprender el espacio abstracto y cómo a partir de este se ha fabricado la distancia entre el espacio cotidiano y las grandes estructuras que mantienen el poder y el control, específicamente la del capitalismo. El sistema

artificial será aquello que se genera en esta distancia, lo que permite dar continuidad a las representaciones del espacio de dominio y poder, un espacio que va homogenizado, mercantilizado y representando el poder hegemónico. Este espacio subordina las relaciones humanas y su habitar cotidiano, separándolas cada vez más de las verdaderas transformaciones del espacio.

En este sistema artificial se pueden identificar estructuras bastante consolidadas que generan mecanismos patológicos que mantienen y perpetúan jerarquías desequilibradas (Wilber, 1995, p.19). Estas jerarquías aprovechan su posición consolidando estructuras de dominio y explotación que al ser abstractas son difíciles de identificar y desmantelar. Las 3 principales estructuras identificadas son la colonialidad y su evolutiva modernidad (Mignolo y Walsh, 2018), el capitalismo (Harvey, 2012) y el patriarcado (Butler, 2007).

La colonialidad ha sido entendida y analizada a partir del movimiento zapatista, como lucha en carne propia (Subcomandante Marcos, 2003), por ello se han convertido en un referente decolonial mundial. El zapatismo identifica que el poder hegemónico se fue consolidando junto con las guerras mundiales, sin embargo, solo dos han sido nombradas de tal forma, las otras dos guerras han sido más silenciosas. Fácilmente podremos identificar la 1a y 2a guerra pues son eventos históricos que fueron determinando los ejes de poder, sin embargo, identifican la 3a guerra como la guerra fría la cual se dio como amenaza a la destrucción masiva de países enteros por la bomba atómica, el fin de esta guerra provocó un mundo unipolar: neoliberal, capitalista y globalizado. Para esta comunidad la 4a guerra mundial, no tiene enemigo, ya que se abre camino a través de la globalización y la revolución informática, la cual permitió la administración de la conquista desde la legalidad, desdibujando fronteras geográficas, temporales y culturales. Esta guerra crea los medios necesarios para establecer el neoliberalismo global,

usando la destrucción como motor: destrucción de ecosistemas a través del extractivismo, destrucción de lenguajes a partir de la informática, homologando territorios y generando un solo mercado para el usuario universal. Al homogeneizar modelos de vida, van evidenciando y señalando las diferencias para tener los medios y lenguajes de apropiación y despojo. Para el espacio de la colonialidad, la historia cultural y de tradición choque y por ello deben ser borradas, se difuminan las fronteras de la economía nacional y se maneja desde las esferas globales, buscando unificar monedas, se busca romper con el tejido social, creando sociedades individualistas y atomizadas, dependientes del consumo. Los valores de la 4a guerra recaen en la producción y acumulación de riqueza. La naturaleza extractiva y colonial de los actos de la era capitalocena (Moore, 2015), es decir, el impacto y la relación entre los sistemas naturales y las lógicas económicas, políticas y culturales que van acabando con la vida, y solo puede mantenerse a través de la artificialidad. Los productos de esta era son artificiales, al sustituir la vida por la capacidad de que el propio sistema provea “vida” (Subcomandante Marcos, 2003).

Otros fenómenos asociados al capitalismo son la *implosión* y *explosión* de la urbanización planetaria (Brenner, 2014) el primero puntualiza como la urbanización intensiva va fortaleciendo nodos en donde se concentra el poder, y el segundo hace referencia a la explosión que trasciende las fronteras de la urbanización, abarcando áreas naturales, rurales, océanos, esta expansión abarca todo el planeta. En base a estas ideas se puede entender que el sistema artificial es centralizado, pero trasciende todos los territorios, afectando de manera velada las formas de habitar en el planeta. Por otro lado, la revolución tecnológica, principalmente la digital, ha reforzado la desterritorialización e identificación del poder. El poder y el valor económico se concentra cada vez más en la información y datos, generando una nueva economía encargada de controlar y mercantilizar su uso. La brecha de exclusión y desigualdad va en crecimiento

pues la tecnología y el acceso al espacio de los flujos comienza a ser cada vez más necesaria en la vida cotidiana. Castells (1996) denomina a este fenómeno como virtualidad real donde las fronteras entre la realidad y la virtualidad se difuminan. El internet se ha convertido en una infraestructura tecnológica global necesaria, sin embargo, esta dependencia ha evolucionado y polarizado aún más estos poderes en el monopolio de los datos (Varoufakis, 2023).

Por otro lado, el sistema artificial ha distorsionado la relación entre la cotidianidad y los valores, al consolidar valores que refuerzan y perpetúan este sistema. Žižek (1989) identifica como el capitalismo ha provocado una gran crisis ética, donde los antivalentes triunfan a nivel estructural provocando falsas nociones de libertad y realización, mientras que el consumismo, la autoexplotación y la competitividad son entendidas como valores, y se subordinan los valores colectivos y de justicia social, hasta ser entendidos de manera negativa, al ser vinculados con la pereza y el asistencialismo. Bajo la misma lógica Byung-Chul Han (2010) identifica esta distorsión como una forma de violencia sistémica que desaparece los espacios para el autocuidado, la reflexión y descanso, valores esenciales para lograr tener una vida plena y cultivar la conexión con su interioridad y lo colectivo. Estos son algunos mecanismos de disociación que mantienen el espacio abstracto fuera del alcance del espacio cotidiano consolidando el sistema artificial, es por ello, que generar un cambio pareciera una tarea imposible. Sin acción consciente, la cotidianidad está condenada a sobrevivir las rutas impuestas por el sistema artificial. Otro ejemplo en torno a los mecanismos de control y poder del espacio abstracto se remite a los cuerpos femeninos, abogando por los principios biológicos, se ha fabricado una dependencia por protección y propiedad, la cual genera ambientes de violencia, miedo e injusticia, otorgando roles y límites que perduran de generación en generación por lo que son difícilmente cuestionados (Maldonado, 2024).

El sistema artificial se ha consolidado a partir de los mecanismos que generan la instrumentalización de sus prácticas, estos podrán ser identificados como instituciones, tradiciones, acciones, que a su vez dejan rastros tangibles e intangibles. Estos rastros son las evidencias que van surgiendo en la ciudad, como la pobreza, la inseguridad y el abandono. Para ilustrar la idea anterior con un ejemplo, se identifica la provocación en los movimientos macroeconómicos del capitalismo, una respuesta como la migración, la pobreza, el aumento de habitantes sin casa o empleo y las diferentes formas de habitar la calle, como un rastro tangible e intangible que aparece en la ciudad. Sin embargo, si cada momento se destruye en su propia complejidad generará redes interconectadas que muestran en mayor detalle cómo se presentan y relacionan estos fenómenos detallando las interconexiones infinitas que se identifican entre sus redes, constituyendo el amalgamado de la ciudad. Por ello el habitar consciente desde el problema, dota de fuerza las acciones cotidianas, generando las resistencias que provocan el habitar alterativo, desde una noción más consciente, sabia y sana del habitar.

IMPULSOS Y REACCIONES DEL SISTEMA NATURAL

Repensar la relación entre seres humanos y el planeta, ha puesto el ojo en diferentes conceptos que buscan descolonizar epistemologías y buscar la recuperación de cosmovisiones de diferentes regiones de América Latina, por ejemplo, la cosmovisión andina partía de un entendimiento de la naturaleza de manera consciente; así, la Pachamama representa la diosa de la tierra y fertilidad, aquella que alimenta y cuida a su pueblo, la reciprocidad entre pueblo y deidad se entendía desde la colectividad. Otro ejemplo es la cosmovisión maya, quienes entendían el universo a partir del mundo superior, mundo intermedio e inframundo, es decir, armonía entre la vida y la muerte. En ese sentido, la relación entre im-

pulsos-reacción se desprende desde la sabiduría de los seres humanos, aquello que no es manipulable ni controlable.

Diversos grupos han resistido en busca de alternativas que destituyan y contrarresten la dominación que se visualiza. Ejemplo de ello son los Zapatistas, miembros del Ejército Zapatista de Liberación Nacional (EZLN) quienes en 1994 se levantaron en armas y establecieron su propia forma de habitar. Los Zapatistas se rigen bajo siete principios¹ que promueven una vida donde se priorice el bien común, donde existan soluciones a la comunidad, voluntad colectiva y diálogo abierto. La postura de los Zapatistas ha sido ejemplo para muchas comunidades que buscan un bien común a partir de la autonomía y libertad. La relación que se percibe entre los principios y la aplicación de estos, muestra un acercamiento moral y ético entre los propios habitantes, así como con el contexto inmediato, lo que genera un vínculo entre cuerpo-espacio de una forma distinta.

Conceptos más contemporáneos como el buen vivir (Acosta, 2013), que se refiere a una forma de vida en armonía con la naturaleza, la comunidad y de manera personal, es decir, “una transformación de las cuestiones morales” (Latour, 2023, p.28). Buen vivir o vivir bien, describe el desarrollo concentrado en una vida con sentido; el concepto se desprende de la palabra ecuatoriana sumak kawsay que se basa en una vida en comunidad (Gudynas, 2011), lo mismo sucede con la comunidad boliviana y el concepto de suma qamaña, que tiene la misma intención de vivir en armonía tanto con la comunidad como con la naturaleza. Gudynas (2011) explica que estos conceptos ya se encuentran incluidos en la Constitución tanto de Ecuador (2008) como de Bolivia (2009) donde se buscan principios como unidad, libertad, justicia, responsabilidad, entre otros. Para Arturo Escobar (1995) estos conceptos se interpretan como una herramienta alternativa para el desarrollo, por lo que la naturaleza requiere obtener derechos que se respeten y no se den por sentado. Siguiendo la misma línea, en el libro de Pluriverso: un diccionario del postdesarrollo (Kothari, et al,

2019) apuestan por modernidad diferente e identifican tres momentos que dan respuesta al miedo futuro: los relatos de fortaleza, de globalismo y de solidaridad (p.20); los relatos de fortaleza tienen la particularidad de priorizar derechos humanos (colectivos e individuales) así como los principios ecológicos, como ejemplo se mencionan varias alternativas transformadoras entre la que destaca la propuesta una propuesta “ética radicalmente diferente” que esperan se tenga conciencia en el mundo (Kothari, et al, 2019, p.37) se menciona

- diversidad y pluriversidad
- autonomía y autosuficiencia
- solidaridad y reciprocidad
- procomún y ética colectiva
- comunión con - y derechos de- la naturaleza
- interdependencia
- simplicidad y sentido de la suficiencia
- inclusividad y dignidad
- justicia y equidad
- rechazo de las jerarquías
- dignidad del trabajo
- derechos y responsabilidades
- sostenibilidad ecológica
- no violencia y paz

La búsqueda se basa en encontrar diferentes alternativas para la construcción de otras posibilidades, conceptos como *biocivilización*, *comunalidad*, *convivencialidad*, *diseño ecopositivo*, *ecología de la cultura*, *sentipensar*, son solo algunos ejemplos donde coinciden con la interconexión de diferentes dimensiones como la política, económica, social, cultural, ética, material o espiritual, en busca de nuevas formas de crear espacios en común (Kothari, et al, 2019). Los conceptos antes mencionados comprenden

la profundidad, complejidad y conectividad del problema. La búsqueda por insumos emocionales, la imaginación, el humor, el juego, son canales sustanciales para que los espacios alterativos puedan abarcar más espacios y aspectos de la vida.

El retorno hacia la sabiduría, entendido como sistema natural, empieza con los impulsos. Los impulsos vistos desde un ámbito natural son aquellos que crean cambios y adaptaciones en un sistema; al ser naturales, están relacionados con el orden natural, es decir, por un lado, está el orden natural, pero también, la creación-destrucción, el orden-caos y los ciclos de la vida. El orden natural se entiende como aquello que sigue su curso, procesos que se distinguen por mantener la vida desde diferentes enfoques (químicos, físicos, climáticos, alimenticios, entre otros) el orden natural es, así de simple; por otro lado, el enfoque de creación-destrucción se refiere al entendimiento sobre la pérdida y renacimiento (recuperación) dentro de un sistema, a manera de ejemplo se pueden mencionar fenómenos naturales como erupciones, terremotos, tormentas, entre otros, que son necesarios para mantener y crear nuevas condiciones de vida. En el caso del orden-caos, se interpreta como la tensión y el equilibrio, es decir, la descomposición de algo en busca de nuevas posibilidades, en ese sentido, el caos se presenta en un momento de ruptura o en un momento donde el orden natural se altera. Por último, los ciclos de la vida se entienden como un sistema donde todo tiene un propósito, existe por algo, para algo y a su vez, interviene en otra cosa que se fusiona.

La reacción se desprende del impulso, que se interpreta como el resultado sobre algo mayor y complejo, la reacción entiende el sistema de manera integral, ya que está conectado con el todo. La reacción proviene de la sabiduría, es decir, es la intuición la que responde a esos impulsos. La intuición se presenta como una herramienta que trabaja en conjunto con el todo, algo que no se puede explicar o describir de manera sencilla, pero que existe. La reacción se concibe desde lo colectivo, donde el orden

natural es recíproco en todos los sentidos (natural, espiritual y social), es decir, la vida en colectividad.

A manera de ejemplo, los impulsos se interpretan como algo natural y abstracto, por ejemplo, el amor. Las reacciones al desprenderse del impulso se materializan de diferentes formas, siguiendo con el ejemplo del amor, las reacciones van a estar vinculadas a un bienestar en conjunto donde el cuidado colectivo se priorice. Apostar por la recuperación de sabiduría como marco conceptual para la articulación del hábitat implica reconocer una reintegración con los sistemas ecológicos, sanar nuestra relación con la naturaleza y con los seres vivos que habitan el planeta.

CONCLUSIONES.

El desarrollo de las ciudades ha sido guiado por un modelo antropocéntrico que ha priorizado la acumulación material y económica, donde el capitalismo, colonialismo y patriarcado, por mencionar algunos, ha provocado grandes desigualdades sociales, degradación del medio ambiente, crisis humanas etcétera; en ese sentido, el diseño se convierte en un paradigma moderno que ha incentivado dinámicas de poder que estructuran en el territorio. Seguir bajo el mismo esquema pone en riesgo a todas las especies que habitan el planeta. Reconocer a la ciudad como un sistema abierto, integrado e interconectado muestra la necesidad de replantear este cohabitar desde diferentes enfoques, donde la comprensión sobre un orden natural incentive un futuro consciente, pero sobre todo común. Así, la búsqueda del arte útil (desde el cuerpo hacia el entorno) puede ser la clave para reconciliar a los habitantes y al hábitat con el orden natural.

La búsqueda de nuevas metodologías, así como herramientas de análisis muestran la necesidad de cuestionar la forma de vivir que hemos llevado los seres humanos, así como el impacto en las decisiones que se han tomado a lo largo de los años. El diseño de las ciudades puede incentivar

dinámicas adversas donde la desesperanza sea el común denominador de los habitantes; frente a esta realidad, la genealogía del territorio como herramienta teórico-metodológica busca rastrear las provocaciones-mecanismos, así como los impulsos-reacciones que han configurado los espacios habitados. Las provocaciones-mecanismos integran las dinámicas de poder que estructuran el territorio, es decir, incorporan sistemas de dominación y alineación que desconectan al ser al ser del hábitat; mientras que los impulsos-reacciones identifican los espacios de resistencia y transformación, es decir, los impulsos integran aquello que se concibe como la colectividad, es decir, el mayor bien para todos los involucrados. Así, de manera conceptual, se interpretan cuatro etapas de ciudades que muestran la relación entre el conocimiento y la sabiduría, es decir, la dicotomía entre el sistema artificial y el sistema natural.

La transformación del hábitat debe orientarse hacia un modelo más equilibrado y consciente, que recupere la sabiduría del territorio donde se reintegren los sistemas ecológicos con los seres vivos de manera consciente. De manera conceptual se interpretan cuatro etapas de ciudades que muestran la relación entre el conocimiento y la sabiduría, es decir, la dicotomía entre el sistema artificial y el sistema natural. Así, la configuración de espacios de resistencias y transformación activa del habitar se convierte en el territorio alterativo. El territorio alterativo se alimenta de esos impulsos-reacciones, insumos emocionales, éticos y responsables que encaminan la vida hacia una integración de saberes. A manera de ejemplo, se menciona la permacultura, que puede interpretarse como el territorio alterativo, donde sus principios se basan en el cuidado a la gente, la tierra y el futuro. Es importante mencionar que territorio alterativo no necesariamente es un espacio físico, sino también, son abstracciones que entrelazan posibilidades de nuevas formas de vivir.

El camino aún no está terminado, el territorio alterativo se convierte en la apuesta del arte para la creación de espacios, desde el entendimiento del “yo” como sistema, se desarrolla una transformación profunda que empuja hacia el orden natural, es decir, desde la concepción de una unidad en reciprocidad con el todo. A la par, visibilizar el caos como el elemento de caída, es decir, como la abstracción de que se desprende desde un conocimiento superfluo, pone sobre la mesa discusiones en torno a derechos y seres vivos, atacando urgencias que, por el mismo sistema, se naturalizaron y olvidaron. Como parte de la prospectiva de investigación, se espera la decodificación de las provocaciones e impulsos y el primer ensayo para la co-creación de premisas del territorio alterativo.

REFERENCIAS

- Acosta, A. (2013) *El Buen Vivir. Sumak Kawsay, una oportunidad para imaginar otros mundos.* Centro de Estudios Regionales de la Universidad de Cuenca.
- Butler, J. (2007). *El género en disputa: El feminismo y la subversión de la identidad.* Paidós.
- Brenner, N. (Ed.). (2014). *Imploding/Explosions: Towards a Study of Planetary Urbanization.* Jovis.
- Castells, M. (1996). *La sociedad red: Una visión global de la era de la información* (Vol. 1). Siglo XXI.
- Subcomandante Marcos. (2003). ¿Cuáles son las características fundamentales del zapatismo? Enlace Zapatista. <https://enlacezapatista.ezln.org.mx/2003/02/01/cuales-son-las-caracteristicas-fundame>
- Escobar, A. (1995). *Encountering development: The making and unmaking of the Third World.* Princeton University Press.
- Fry T. (2018). *Design Futuring Sustainability, Ethics and New Practice.* Bloomsbury Publishing.
- Garnier, J. (1974): Planificación urbana y neocapitalismo, en *Geocrítica*, 1 (6):1-26. <http://www.ub.edu/geocrit/geo6.htm>
- García, J (2000) Ildefonso Cerdá y el nacimiento de la urbanística: la primera propuesta disciplinar de su estructura profunda, *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales.* Universidad de Barcelona Nº 61, <http://www.ub.edu/geocrit/sn-61.htm>
- García, J. (2024). *Ciencias de la complejidad: Teoría General de Sistemas, Pensamiento Sistémico y sus aplicaciones prácticas en las ciencias económicas, ambientales y sociales.* Edición de Kindle.
- Gudynas, E. (2011). Buen Vivir: today's tomorrow. *development*, 54(4), 441-447.

Harvey, D. (2012). *Ciudades rebeldes: Del derecho de la ciudad a la revolución urbana*. Ediciones Akal.

Han, B.-C. (2010). *La sociedad del cansancio*. Herder.

Kothari, A., Salleh, A., Escobar, A., Demaria, F., & Acosta, A. (2019). *Pluriverso: un diccionario del posdesarrollo*. Editorial Abya-Yala.

Latour, B (2023) *Como habitar la tierra*. Siglo XXI

Lefebvre, H. (2013). *La producción del espacio* (2^a ed.). Capitán Swing. (Edición original publicada en 1974).

Maldonado, D. (2020). *Post-Arquitectura Notas sobre geografías de lo invisible*. nhamerica editora.

Maldonado D. (2024). Ciudades y pornoespacio: Reflexiones teóricas sobre urbanismo alternativo. En *TRANSHUMANO. Consecuencias humanas de una revolución tecnológica* (pp. 271-303). Labýrinthos Editores.

Massey, D. (2005). *For space*. Sage Publications.

Merleau Ponty, M. (1945). *Phénoménologie de la perception*. Gallimard.

Meadows, D. & Blascos, J. (2022) *Pensando en sistemas* (Ensayo. Kindle Edition).

Mignolo, W. D., & Walsh, C. E. (2018). *On decoloniality: Concepts, analytics, and praxis*. Duke University Press.

Moore, J. W. (2015). *Capitalism in the Web of Life: Ecology and the Accumulation of Capital*. Verso.

Real Academia Española. (2024). Diccionario de la lengua española (24.^a ed.). Recuperado de <https://dle.rae.es>

Scharmer, C. O. (2009). *Theory U: Leading from the future as it emerges*. Berrett-Koehler Publishers.

Varoufakis, Y. (2023). *Technofeudalism: What Killed Capitalism*. The Bodley Head.

Vozmediano, F. (2021). *Complejidad y Teoría del Caos*. Edición de Kindle.

Wilber, K. (1995). *Sexo, ecología y espiritualidad: El alma de la evolución*. Editorial Gaia.

Žižek, S. (1989). *El sublime objeto de la ideología*. Ediciones Siglo XXI.

CAPÍTULO 4

Complejidad urbana; Modelación estadística para evaluar la entropía en el territorio para el diseño urbano

Juan Andrés Sánchez García

Universidad Veracruzana

INTRODUCCIÓN

El estudio de las ciudades es un reto intelectual bastante amplio, ya que se necesita entender la complejidad de su evolución y sus dinámicas, así como las variables que se desarrollan en dichos centros urbanos. Estas transformaciones exigen expertos en modelaciones y teorías críticas para dar explicaciones de las urbes y ayudar la toma de decisiones.

Los modelos urbanos son los que explican acontecimientos o fenómenos en los entornos urbanos, sus composiciones y las relaciones que mantienen como una red productiva y comercial, por ello la economía clásica aplicada al urbanismo ha mantenido una de las aportaciones más grandes para

hacer coexistir los flujos; algunos de estos modelos refieren a la teoría de la especialización desigual o la teoría de jerarquía de ciudades que han mantenido un énfasis en los factores a nivel espacial que muestran un enfoque sobre el cual se comprenden los fenómenos en las ciudades ante escenarios cambiantes, evolutivos y transformables a través del tiempo.

Es necesario manifestar que los territorios representan una serie de fenómenos que necesitan ser estudiados, como la periurbanización, la reurbanización, la aparición de nuevas centralidades, entre otros, que van cambiando y codificando una composición espacial de las ciudades, y una de las que tiene mayor injerencia es la que atiene al aspecto económico y comercial que va definiendo los nuevos desarrollos y expansiones de las ciudades en miras de construir una región equilibrada.

Todos los procesos y fenómenos que se presentan en el territorio tienen una importancia para los estudios urbanos hasta el siglo XX, donde uno de los enfoques resulta en dar a conocer explicaciones sobre lo que acontece en las ciudades, pero han desencadenado en la crisis donde el Urbanismo, como disciplina única, puede no tener los instrumentos y técnicas necesarias para las investigaciones, lo que ha llevado a mirar a otras disciplinas para entrelazar argumentos, enfoques, técnicas y métodos para dar argumentos significativos y afianzar los análisis en temáticas urbanas.

Hay que reconocer que la generación de conocimiento en el área del urbanismo requiere del diálogo con otras disciplinas para concebir de manera adecuada lo que consideramos como *realidad*, desde el procedimiento de análisis hasta el de síntesis para dar una explicación significativa, lo que se asimila como un continuo territorial que se encuentra en movimiento, que es temporal y atemporal, que se trasforma y que cambia, por lo que los enfoques de estudio deben promover metodologías adaptativas que se adecuen a estas características del constructo territorial.

Un punto importante en este trabajo es aportar metodologías y tecnicismos que puedan resarcir la carencia en el urbanismo de estas. Con ello se abona a no fragmentar los estudios urbanos analizados desde la propia disciplina, sino que se busca adisciplinar los fenómenos urbanos y trasladar conocimientos y prácticas de otras ciencias que ayudan a dialogar, hibridar conceptos, variables y metodologías para explicar de mejor manera los acontecimientos urbanos, pero manteniendo una forma integral, coherente y práctica de demostrar mediciones y graficaciones de transformaciones urbanas.

Una de las miradas para esta hibridación es mantener los principios de complejidad en los estudios, desde la parte heurística hasta la aparición de ciencias de la complejidad que ayuden a fortalecer los discursos en análisis de las ciudades.

Si se toma al objeto de estudio en la rama de la complejidad a la ciudad, hay que reconocer que, además de darle la cualidad de contener muchos elementos entrelazados, existe una problemática epistemológica en la manera de estudiar y explicar estas relaciones para mantener los tecnicismos adecuados, es decir que la propia perspectiva de complejidad también se transforma en las ciencias de la complejidad como un campo o un área de estudio basado en comportamientos, fenómenos y sistemas complejos.

Incorporarse a la complejidad urbana permite la comprensión de los fenómenos inherentes a las ciudades, sus interacciones y comportamiento dinámicos. En otras palabras, es una forma de entender a las ciudades como sistemas complejos desde cualquier variable que se pueda analizar y que representan el funcionamiento y composición de las propias ciudades como elementos no lineales, donde surgen emergencias, patrones y en conclusión un punto de partida para analizar sus complejidades como un desafío de forma transdisciplinaria.

En definitiva esta complejidad urbana implica aceptar que existen diversos elementos, que tienen dinámicas y que abarca muchas variables como redes de transporte o infraestructura física, aspectos sociales, económicos, culturales, entre otros que influyen en la vida urbana, es decir que va más allá de la suma de los componentes sino la medición y graficación de comportamientos colectivos difíciles de predecir, lo que demanda formas de estudiar cuyo objetivo sea la forma de medir estos fenómenos y poder representar estas redes a nivel urbano.

La necesidad de producir metodologías complejas ha desencadenado nuevas ciencias, conocimiento complementario y articulación de disciplinas, como refiere Carlos Maldonado:

La nueva ciencia apunta a un conocimiento de “síntesis”, de “integración” o de “diálogo” como evolución o cambio, donde la ciencia que estaba definida por un objeto ha quedado en el pasado, donde hoy la *interdisciplinariedad* está en pugna y establecida por campos y áreas y en donde el futuro nos muestra una *complejidad* definida por los problemas (Maldonado, 2015, citado en Sánchez, 2024, p.139).

Por tal motivo, el estudio de la complejidad urbana es beneficiada por teorías y enfoques diversos para comprender el entorno urbano y enriquece el marco de estudio del análisis de las ciudades.

Para el análisis de la complejidad urbana se requieren métodos y herramientas que aborden su diversidad; ejemplo de ello es el modelado computacional para simulaciones de escenarios en movilidades, crecimientos demográficos, infraestructura o estructuras sociales mediante algoritmos matemáticos que hacen comprender los patrones emergentes de las ciudades. Esto hace que los procesos numéricos se vuelvan una forma de interpretar lo que acontece en los espacios urbanos, y para lograr esto, se opta por integrar una disciplina indispensable en este estudio, siendo la aplicación de la *estadística*, que es utilizada en la obtención

de inferencias que se sustentan en las posibilidades y probabilidades calculadas en diferentes deducciones que ayudan en la manipulación de datos mediante una lógica de información para elegir y discernir procedimientos e información adecuada para su interpretación, pasando así a escenarios posibles, supuestos y validaciones a cumplirse para mantener argumentos sólidos en la explicación de los fenómenos con miras hacia una *urbanometría* como nueva heurística.

La estadística funciona como una manera de auxiliar a las metodologías urbanas al asignarle una forma asertiva de los estudios basados en gráficas y modelos de evaluación de supuestos, ayudados por una gama estadísticos que conforman la *ciencia de datos* que ya se cataloga como un método científico para explicar información.

En consecuencia, esta disciplina emerge de la estadística y se entiende “un concepto para unificar estadísticas, análisis de datos, aprendizaje automático, y sus métodos relacionados, a efectos de comprender y analizar fenómenos reales” (Hayashi, 1998), y ha transitado por estudiosos de los datos como John W. Tukey (1962) quien planteó la manera de explicar la evolución y desarrollo de la estadística matemática a través de procedimientos para la recopilación, análisis e interpretación de los datos.

Otros estudios como los de Peter Naur (1974) en su obra *Concise Survey of Computer Methods* y el de Chien-Fu Jeff Wu (1997) en su plática llamada *Statistics = Data Science?*, han descrito los procesos de la ciencia de datos como miras a tres principios básicos: recolección de datos, análisis y modelado de datos y toma de decisiones, haciendo a esta disciplina de suma importancia para ser trabajada en la complejidad urbana.

En otros escenarios William S. Cleveland (2001), de la Purdue University, dentro de sus trabajos presenta también a esta ciencia de datos con una perspectiva desde la computación con el fin de trabajar en investigaciones multidisciplinares para generar modelos aplicados a los axiomas

de investigación (Cleveland, 2001). Por lo tanto, se abre la oportunidad de trabajar con las ciencias de datos que abonan a la estadística urbana una manera de aplicar los métodos estadísticos con un enfoque o referencia espacial, destinados a los estudios urbanos.

ENTRE ORDEN Y DESORDEN DE UN SISTEMA COMPLEJO.

Dentro de los fenómenos urbanos es común plantear a los sistemas complejos como un ente que se replica en las ciudades, lo cual manifiesta un binomio importante de análisis que es el cuestionamiento entre orden y caos como una característica de la complejidad que necesita que, para efectos de este trabajo, requiere ser evaluada y representada como un esquema transcendental en el estudio.

La *complejidad*, partiendo de algunos principios que presenta Edgar Morín, “se impone de entrada a la imposibilidad de simplificar” (1977, p.377), siendo entonces un desafío el poder generar una red o estructura que simplifique o reduzca los elementos para evaluar y explicar un sistema complejo. Carlos Reynoso (2006), cuestionando el panorama presentado por Morín, expresa la necesidad generar una diferencia entre *simplicidad* y *complejidad* donde puntualiza que:

Mientras el principio de simplicidad manifiesta ideas claras y netas, discurso monológico, subsunción a leyes, invariancias, constancias y principio de causalidad lineal exterior a los objetos, el paradigma de complejidad muestra dialogía y macro-conceptos, causalidad compleja y endo-causalidad y la inevitabilidad de organización y autoorganización (p.176).

Esta dialogía es una abstracción de la organización o estructura de un sistema mismo que, en términos urbanos, se representa a través de un mapa cuya composición refleje la espacialidad del sistema que representen

las interacciones de una complejidad urbana que, ante esta representación, debe cuestionarse ¿Cómo se mide la complejidad de un sistema?

Medir la complejidad de un sistema puede tener una mirada crítica ya que Fernando Sancho Caparrini de la Universidad de Sevilla hace referencia que en una entrevista por el autor que:

La búsqueda de estas medidas de complejidad toca muchos temas interesantes de la teoría de sistemas dinámicos y ha dado lugar a una serie de potentes herramientas (...) Los *sistemas dinámicos* complejos muestran una gran variedad de comportamientos cualitativamente diferentes (que es una de las razones por las que la teoría de sistemas complejos es tan fascinante), y no parece apropiado intentar meter todos los sistemas complejos en una sola bolsa para medir su grado de complejidad siguiendo un único criterio (2015, p.4)

Sancho Caparrini (2015) ha sido estudioso de la relación de evolutiva y evaluativa de la complejidad de sistemas en términos de la Aleatoriedad basado en la entropía de Shannon. En este sentido, se muestra los sistemas también parten de conceptos como los procesos dinámicos y procesos de predictibilidad forman parte de los parámetros de estudio por parte de un estudio numérico en las complejidades (García, 2006).

Esto da cabida a que existe una multiplicidad de forma de evaluar la complejidad de los sistemas, y uno de ellos es explicar el cambio de estado que pasa de lo fijo, lo periódico, lo complejo a lo caótico (Reynoso, 2006). Sumando a lo anterior, tambien es plausible de evaluar la complejidad de un sistema mediante procesos como lo son:

Entropía (Gibbsy Boltzman), Información de Fisher, Complejidad Jerárquica (Simon), Entropía de Renyi, Información de Chernoff, Auto-organización (Turing), Longitud de descripción mínima (Rissa-

nen), Número de parámetros, o de grados de libertad, Complejidad de Lempel-Ziv, Información mutua máxima o capacidad de canal (Broomhead y Sidirov), Correlación, Información almacenada (Shaw), Complejidad algorítmica (kolmogorow,Solomonoff), Contenido de información algorítmica (Chatin), Dimensión fractal (Mandelbrot), Entropía Métrica (Kolmogorov-Sinai), Dimensión de Autosimilitud (Liu, Geiger, Kohn), Complejidad estocástica (Rissanen), Distancia de Fisher (Wagner–Fisher) (Reynoso, 2006, pp. 306-307)

Estas formas de evaluar la complejidad de un sistema marcan la pauta para centrar evaluaciones en alguna de ellas pero una que desencadena este trabajo es medir la tendencia al caos o al orden del sistema que se basa en un concepto de evaluación denominado entropía, como mencionan Raymond Boudon (1984), Francis Affergan (1997) y Michel Forsé (1989). Estos autores han descrito esta relación como binomios orden-desorden, igualda-desigualdad, coacción-libertad, inestabilidad-estabilidad, heterogeneidad-homogeneidad, entre otros, lo que ha ayudado a referencias de diferentes formas al proceso de *entropía* como reflejo de evaluaciones de la complejidad.

Este concepto de entropía también ha abonado a la compartida teoría del Caos donde la complejidad llega a una expresión considerable como parte del acontecimiento de lo no-lineal, de la incertidumbre, del asombro, de la sorpresa, en otras expresiones, de esperar lo inesperado. En este punto es fundamental plantear también que los fenómenos caóticos son parte de los fenómenos complejos y se debe acentuar la dificultad de encontrar algunos patrones específicos en los sistemas dado los cambios dramáticos que, a través de tiempo, pueden ser generados por ciertas perturbaciones que llegan a romper el supuesto de predictibilidad en términos de buscar una validación sólida, lo que deja entreabierto

la necesidad de aceptar que la complejidad es un término impredecible y así es su naturaliza en la investigación.

Plantear el concepto del caos es una ruptura a las investigaciones de sistemas estáticos o periódicos; esto ha provocó interés en el estudio desde Isaac Newton a través de las leyes de la gravitación universal hasta los trabajos de Edward Lorenz cuando presenta el atractor de Lorenz con resultados de simulaciones en experimentos en sistemas con emergencias y variaciones para determinar posibilidades en modelaciones y comportamientos aleatorios futuros. Dentro de este abanico de estudios, hay que reconocer que en la Teoría del caos se colocan estructuras armónicas y ritmos de orden intrínseco como si se tratase de una auto organización o auto orden, mismos conceptos que son fundamentales para entender que hasta el caos puede tener un orden definido, por lo que los estudios urbanos deben reconocer que ante un proceso caótico lo interesante es poder entender el orden que lo desencadena para entender una complejidad basada en la simplicidad.

Aunque la *Teoría del Caos* busca a la inestabilidad de un sistema hasta llegar al *caos*, lo cierto es que, en el rigor de lo establecido en las ciencias puras, es posible evaluar un *caos determinista*, lo que hace mención del término *sistema dinámico* que es un sistema que cambia, evoluciona y se transforma a través del tiempo, como se explicó que aparenta ser los procesos de las ciudades.

En este punto el único criterio que hay que reconocer es que los *sistemas dinámicos* pertenecen en parte al *caos determinista*. En este sentido el caos determinista basa sus trabajos en trayectorias articuladas a los procesos de evolución en el tiempo y que son parte de reducir la imposibilidad de escenarios buscando una manera de evaluar y expresar el proceso aleatorio en el sistema, por lo que entonces se reconoce a los cambios de estados en el tiempo como una parte importante de este acercamiento.

to. Se llaman sistemas porque están representados por un conjunto de ecuaciones que pertenecen a un sistema, y tienen la característica de ser dinámicos porque van a variar en función del tiempo (Manso, 2012) o, presentado en otras palabras, se reconoce al sistema dinámico como un conjunto de funciones en un espacio métrico que, bajo ciertos axiomas, conformaciones o diseños, tengan una lógica de desarrollo (Seade, 1994).

El punto es medular reconocer que el *sistema dinámico* basa su estudio en el concepto de *tiempo*, por lo que su medición y evaluación determina el grado de cambio que ha sufrido la estructura y organización del propio sistema, por lo que esta variación es determinada por la física como *entropía*.

ENTROPÍA; MEDIDA ORDEN-DESORDEN DEL SISTEMA

La teoría entrópica es transdisciplinar basado en las leyes de la termodinámica, la termostática, la estadística, la temporalidad, la mecánica cuántica y la relatividad, entre otras, lo que hace que opere en leyes generales desde diferentes niveles de realidad y se aplica con en la mayoría de las ciencias. Desde el aspecto puro, se basa en el desorden y así es como debe entenderse a la entropía urbana, ya que este tiene aplicaciones como los diferentes flujos poblacionales, económicos, de recursos, entre otros.

La *entropía* entonces es una manera adaptativa, sin caer metodologías establecidas, para medir el orden de un sistema bajo el axioma que entre mayor entropía mayor desorden existe en él. El significado de entropía es de transformación o cambio, pero se cuestiona cuál sería la mejor manera de medir este cambio de estado del sistema y una de ellas es a través de la probabilidad y un acercamiento es a través de su concepción básica, que le pertenecen a Ludwig Eduard Boltzmann, quien también desarrolló la constante de Boltzmann a partir de los principios de probabilidad basado en diferentes estados y se representa de la siguiente manera:

Ecuación 1 Entropía de Boltzman

$$S = k \log W$$

Donde S es la entropía, la K es la constante de Boltzman equivalente a $1.3806488(13) \times 10^{-23}$ y el Log W es el número de preguntas para determinar el número de estados en que puede estar el sistema.

En términos de la estadística se reconoce que la entropía es una manera de establecer un conteo de estados posibles acomodados por diferentes organizaciones o configuraciones que se combinan de diferentes maneras como lo expresa su función matemática:

Ecuación 2 Fórmula de combinatorias

$$C_m^n = \binom{m}{n} = \frac{m!}{n! (m-n)!}$$

Por ende, se establece que entre más elevado sea el número de elementos (n) dentro de un sistema, mayor es el número de posibilidades y configuraciones, por lo que se establece que el número de posibilidades en que los elementos cambien de forma proporcional al número de elementos que se encuentren, por lo que la probabilidad mínima sería que, ante muchos elementos, el sistema se mantenga constante, es decir que no existió un cambio y todo se mantuvo igual. Esto abre la posibilidad a que, en un sistema, cuya complejidad determina la cantidad de elementos, puede cambiar de estado con tan solo una perturbación mínima, como lo expresa el efecto mariposa, de lo cual Boltzman inició una rama de la física llamada *mecánica estadística* que presenta un enlace con la ciencia de datos para el desarrollo de modelar los procesos mediante ecuaciones de probabilidad en investigaciones aplicadas a los sistemas.

En conclusión, en un sistema dinámico se puede evaluar mediante la *entropía*, o el grado de desorden, los cambios en las configuraciones pueden ser muy grande como parte de su naturaleza, pero que en té-

minos espaciales produce diferentes estructuras de las ciudades. En este estudio se busca que la representación de estados o tipos de configuraciones diferentes, estén representado en términos geoestadísticos de la *dispersión* y la *concentración* como una interpretación, o en su caso analogía, del concepto de entropía sin pretender tener el cien por ciento de las mismas características.

Aquí se aclara que la *concentración* y *dispersión*, en términos de estadística, se miden por estadísticos y ecuaciones encaminados a la desviación estándar y a la varianza como un parámetro que mide la distancia de todos los datos al punto medio, pero que representa una analogía que ayuda a medir la entropía de un sistema. Aplicado en este trabajo, la entropía representa el orden en que el territorio se mantiene organizado después de un periodo de tiempo, por lo que se visualiza que el orden se representa por la homogeneidad que mantuvo el sistema y, caso contrario, gran heterogeneidad es equivalente a la composición de un sistema caótico.

Esta conceptualización lleva a puntualizar que la medición de la entropía en un sistema urbano es una de las maneras en que se tienda a hibridar al urbanismo con los procedimientos métricos para construir a la urbanometría como una disciplina que ayuda a completar estos comportamientos en investigaciones urbanas.

CAMBIO DE ESTADO EN LA CONCENTRACIÓN ESPACIAL DESDE LA ENTROPÍA

Para este ejercicio de evaluación de entropía en un *sistema dinámico*, se establece que en un periodo de 10 años se puede medir el grado de cambio que sufrió, mutó o evolución un sistema tomando como base la configuración de su estructura y organización urbana mediante el concepto de *entropía*. Esto muestra el nivel de desorden de un sistema aplicado al territorio de la Zona Metropolitana de Xalapa.

Para medir su entropía, se construyó una teselación en dos períodos. La variación que se obtuvo entre el estado A y el estado B se presentan expresados en la cantidad de Teselas que aumentaron basados en axiomas predefinidos en 7 municipios: Xalapa, Tlalnelhuayocan, Banderilla, Coatepec, Emiliano Zapata, Jilotepec y Rafael Lucio; en 2010 se consolidaron 52 teselas mientras que en 2020 se consolidaron 69, presentadas con la concentración de unidades económicas mapeadas que formalizan estructuras espaciales en ambos períodos.

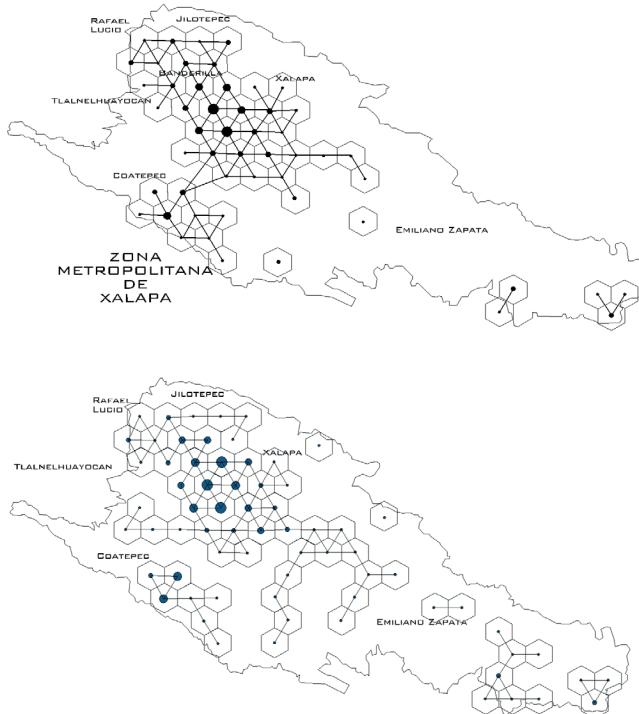


Fig. 1 Comparación de proceso de constelación urbana desde las teselas hexagonales. Fuente: Elaboración Propia

Para medir el grado entrópico del cambio de estado se colocan 2 muestras independientes no pareadas y de diferentes tamaños, presentadas en la *figura 1* donde se observa quede las 52 teselas que habían, 4 desa-

parecieron y se agregaron 21 para configurar las 69 finales, asumiendo que en 10 años aparecieron nuevas concentraciones como lo establece los procesos de expansión urbana. En este procedimiento se mide si apareció una variación en el comportamiento de manera significativa, lo que en términos de sistemas dinámicos es el nivel de entropía en el territorio.

Variable	N	Media	Desv. Est.	Varianza	Coef. Variación
Concentración_2010	52	236	479.9	230,305.9	203.36
Concentración_2020	69	571	1200	1,440,676.0	210.36

Tabla 1. Estadísticas descriptivas de la concentración de Unidades económicas en Teselas de 2010 y 2020 Fuente: Elaboración propia.

En la *tabla 1* se observa que la media aritmética tuvo una variación significativa ya que concentró mayor cantidad de unidades económicas como se esperaba en 2020; la varianza tuvo de una diferencia significativa debido a que, al aparecer nuevas teselas, sus variaciones aumentaron tanto en las periferias como en las nuevas centralidades, fenómenos que no permiten tener parámetro adecuado por lo que se tiene como referente al *Coeficiente de Variación* como evaluación que compara las concentraciones en dos sistemas de distribuciones distintas, cuyos valores de medias siempre deben presentar un valor positivo y expresarse de forma porcentual.

Por lo tanto, las medidas de centralidad no fungen con significancia en la entropía pero si las medidas de dispersión que valoran los movimientos con base en el *coeficiente de variación* que “es una medida estadística que nos informa acerca de la dispersión relativa de un conjunto de datos” (Economipedia, 2021), y cuyo estadístico es el resultado de la división de la desviación estándar entre el valor absoluto de la media del sistema, presentado en valores porcentuales como se muestra a continuación:

Ecuación 3 Coeficiente de Variación

$$CV = \frac{\sigma_x}{|\bar{x}|}$$

El coeficiente de variación (CV) tiene la propiedad de no poseer unidades, sino que es adimensional, no es sensible a los cambios de escala y su valor es menor a 1 generalmente. Hay que reconocer que de entrada es un sistema heterogéneo por la distribución que se presenta en el periodo A donde las zonas periurbanas se encuentran en consolidación mientras que los centros de municipios son áreas consolidadas, por lo que se asume que existe una variación de estado y una variación al pasar 10 años para cambiar de estado.

Por tales características el CV es una relación de dispersión que atañe a la manera en que los elementos o se distribuyen en el territorio, por lo que se infiere que si hubo aumento de dispersión en 2020 como cualquier fenómeno aleatorio que tiene en su naturaleza el crecimiento.

En este sentido, se muestra que el coeficiente de variación del sistema aumentó de 203.36 a 210.36 como se aprecia en la *tabla 1*, pero la perturbación de los valores es grande al haber mucha variabilidad y diferencias en las medidas de centralidad, por lo que para minimizar la perturbación se estandarizan los valores en las teselas a porcentajes obteniendo los siguientes resultados:

Variable	N	Media	Desv. Est.	Varianza	Coef. Variación
%Concentración_2010	52	1.652	3.360	11.292	203.36
%Concentración_2020	69	1.379	2.900	8.409	210.36

Tabla 2. Estadísticas descriptivas del porcentaje de concentración de UE en Teselas 2010 y 2020. Fuente: Elaboración propia.

Con esta estandarización se muestra que las medidas de tendencia central y varianza se redujeron y se explica porque, al aparecer nuevas teselas, se distribuye el 100% entre más polígonos con valores cercanos a 1%, sobre todo en la periferia y con esto se produce la reducción de variabilidad. Lo importante es destacar que el CV no fue sensible a la estandarización de datos y se mantiene con los mismos valores por lo que se convierte en un estadístico que mantiene la heterogeneidad de ambos sistemas en el modelo territorial.

Para evaluar este cambio de entropía se corre la prueba T-Student para determinar si existió variación significativa entre sus medias aun cuando no se tienen muestras pareadas en ambos periodos y, para disminuir el ruido, se realiza con los valores estandarizados bajo la siguiente prueba de hipótesis:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 \text{ (las medias son iguales)}$$

vs

$$H_a: \mu_1 \neq \mu_2 \text{ (las medias no son iguales)}$$

	N	Media	Desv. Est.	Error Estándar de la Media
Teselas en 2010	52	1.68	3.36	0.47
Teselas en 2020	69	1.38	2.90	0.35
Valor T	Valor p			GL
0.47	0.639			100

Tabla 3. Resultados de la prueba de T para dos muestras independientes de Teselas en 2010 y 2020. Fuente: Elaboración propia.

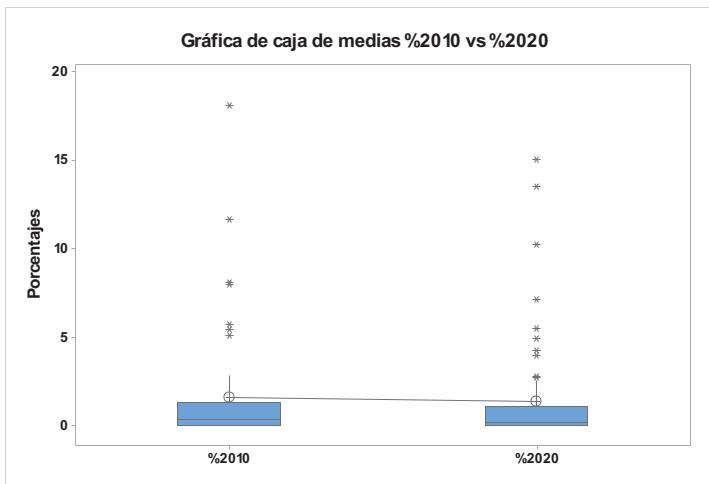


Fig. 2. Igualdad de medias entre %2010 y %2020. Fuente: Elaboración propia.

Basado en la prueba mencionada, se determina que no se rechaza la Hipótesis nula, con un $\alpha = 0.05$ y un valor de confiabilidad del 95%, y se acepta que las medias aritméticas se mantuvieron significativamente igual en el cambio de estado del sistema, lo que hace referencia a que los centros consolidados en los municipios mantuvieron su centralidad haciendo que sean estos los que determinen las variaciones nulas, pero no asegura las dispersiones perimetrales en expansiones urbanas.

Por tanto, se evalúa los cambios de concentración espacial mediante la prueba de homogeneidad de varianza bajo dos métodos estadísticos: Prueba de intervalos de confianza de Bonnet y el método de cálculo para la prueba de Levene. El método para la prueba de Levene considera las distancias de los datos en función de la mediana en vez de la media muestral. El utilizar la mediana en lugar de la media hace que la prueba logre una robustez para muestras más pequeñas (Minitab18, 2021), mientras que el método de cálculo para los intervalos de confianza de Bonett utiliza un algoritmo de cálculo alternativo y se calcula invirtiendo los intervalos de confianza corregidos (Minitab18, 2021).

Estas pruebas tienen como finalidad determinar si estas distribuciones espaciales o concentraciones de unidades económicas cambian significativamente para mantener un sistema homogéneo o mantienen una tendencia a la dispersión o al caos en el proceso entrópico, lo anterior, se realiza mediante la siguiente prueba de Hipótesis con un intervalo de confianza de 95%:

$$H_0: \sigma^2_1 = \sigma^2_2 \text{ (las varianzas son iguales)}$$

vs

$$H_a: \sigma^2_1 \neq \sigma^2_2 \text{ (las varianzas no son iguales)}$$

Método	IC para relación de Desv. Est.		Ic para relación de varianza	
Bonett	(0.456, 2.737)		(0.208, 7.491)	
Levene	(0.527, 3.069)		(0.277, 9.421)	
Método	GL1	GL2	Estadística de prueba	Valor P
Bonett	--	--	--	0.039
Levene	1	119	3.59	0.060

Tabla 4. Resultados de prueba de Levene y de Bonnet para prueba de homogeneidad de varianza para concentración 2010 y 2020. Fuente: Elaboración propia.

Con base en los resultados obtenidos en la *tabla 4* y la *figura 3*, con un α de 0.05 y un nivel de confiabilidad de 95%, la prueba de Bonett refiere que se rechaza H_0 y se acepta que hay una diferencia en la variabilidad, por lo que aparece una dispersión de datos, sin embargo, la prueba de Levene no rechaza H_0 y acepta que existe homogeneidad de varianza. Esta discrepancia cae en los límites del valor P, por lo que se decide volver a generar el modelo basado en muestras estandarizadas para minimizar el ruido.

Prueba e IC para dos varianzas: 2010, 2020
Relación = 1 vs. Relación ≠ 1

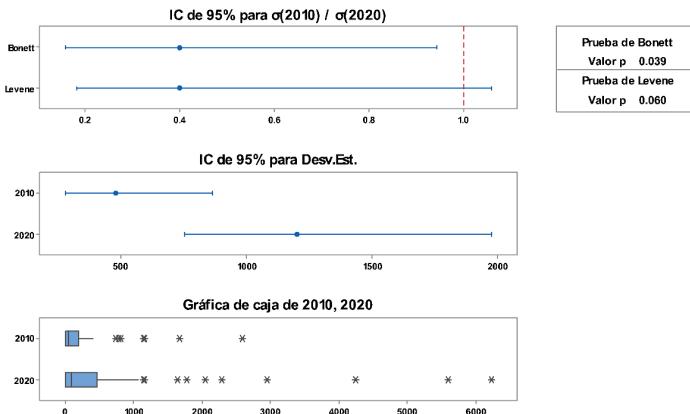


Fig. 3. Resultados gráficos de prueba de homogeneidad de varianza de Bonnett y Levene para concentración en 2010 y 2020. Fuente: Elaboración propia.

Método	IC para relación de Desv. Est.	IC para relación de varianza		
Bonett	(0.456, 2.737)	(0.208, 7.491)		
Levene	(0.527, 3.069)	(0.277, 9.421)		
Método	GL1	GL2	Estadística de prueba	Valor P
Bonett	--	--	--	0.690
Levene	1	119	0.19	0.661

Tabla 5. Resultados de prueba de Levene y de Bonett para prueba de homogeneidad de varianza para porcentaje en 2010 y 2020. Fuente: Elaboración propia.

**Prueba e IC para dos varianzas: %2010.00, %2020
Relación = 1 vs. Relación ≠ 1**

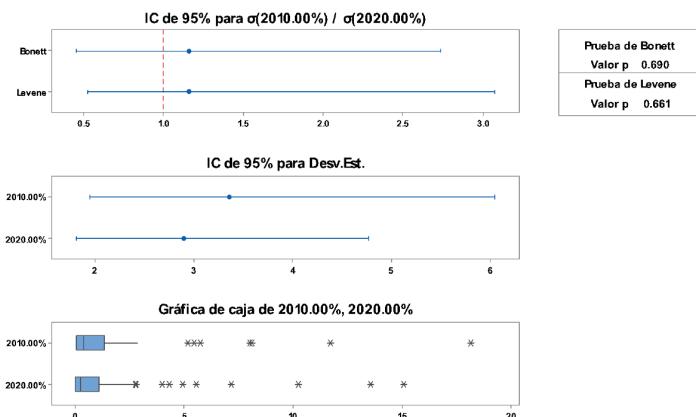


Fig. 4. Resultados gráficos de prueba de homogeneidad de varianza de Bonnet y Levene para porcentaje en 2010 y 2020. Fuente: Elaboración Propria.

Este nuevo modelaje reconoce que, a un nivel de confiabilidad del 95% y con un α de 0.05, en ambas pruebas no se rechaza H_0 y existe homogeneidad de varianzas. Ante estas pruebas se aclara que la estandarización de datos se utiliza para mejorar los modelos y que en algunos casos puede ocultar las variabilidades, por lo que se asume el resultado del CV que afirma que hubo un cambio en las muestras pero la prueba de Levene ratifica que el cambio no es significativo por la forma de distribución espacial lo que concluye que si tiende al caos o al desorden pero en 10 años no es trascendental ya que las variaciones se dieron solo en las áreas no consolidadas de la periferia mientras que los centros se mantuvieron homogéneos haciendo que la entropía no representara una caos importante.

CONCLUSIÓN

La transformación y evolución de las ciudades en el transcurso del tiempo es una forma inherente al desarrollo territorial, al cual todas las urbes están inscritas. La complejidad de espacios urbanos radica en poder evaluar la inestabilidad, la imprevisibilidad y las variaciones en los crecimientos de las ciudades con cualquier variable que implique una dispersión, en este caso las actividades económicas.

Los trabajos metodológicos que abonan a la medición de fenómenos urbanos pueden no ser siempre los mejores y propios de la disciplina ya que los análisis de las ciudades requieren métodos complejos que ayuden a determinar los crecimientos que afrontan las urbes y zonas metropolitanas en los estudios territoriales.

Ante esta situación es imprescindible que para determinar la complejidad de una ciudad se necesitan dos elementos importantes: uno es el concepto complejo que se requiere evaluar y otro el parámetro de evaluación. Este trabajo se centró en evaluar el concepto de entropía, cuya línea rectora es determinar la tendencia al orden o caos de cualquier sistema evaluado, explicado por el coeficiente de variación, mismo que no puede ser entendido si no se transita por el diálogo disciplinar que en este caso fue la física, la estadística y la geografía matemática.

Por otro lado, el parámetro de evaluación se centró en la determinar la heterogeneidad de dispersión basada en las pruebas de medias y de homogeneidad de varianza para determinar si en el tiempo hubo una transformación, la cual se da como en cualquier sistema, pero no fue significativa, por lo que se asume que existe una tendencia al caos, pero dos períodos o un lapso de 10 años no son suficiente para determinar una tendencia al desorden.

Es innegable que en la interpretación no es que no exista el caos, sino que al evaluar un sistema completo de ciudades se debe asumir que los

centros urbanos se mantienen constantes y las zonas periféricas con las que tienden a la transformación por lo que para efectos de futuros trabajos se requiere que se separen los sistemas céntricos a los periurbanos para delimitar comportamientos de sistemas y buscar la estabilidad solo en zonas de transformaciones.

Lo cierto es que el procedimiento anterior muestra una forma de evaluar estas transformaciones que pueden ser aplicadas al diseño de ciudades como una manera de evaluar con exactitud los cambios de magnitudes territoriales basados en intervalos de confianza y en graficación para la presentación de resultados.

En este sentido la interdisciplina muestra como un modelo estadístico-matemático, que proviene de la perspectiva de la física, representa una forma de evaluar al urbanismo para representar las complejidades entre el caos y el orden para la obtención de procedimientos que ayudan a medir los sistemas entrópicos en las ciudades. Esta perspectiva contribuye a la concepción de estudiar a profundidad las metrías y las grafías del procedimiento urbano que favorece al mantenimiento de estándares para valorar y evaluar los procedimientos evolutivos en las ciudades.

Por consiguiente, el impacto de la complejidad urbana en la planificación y gestión de ciudades se manifiesta en la necesidad de considerar múltiples y escenarios en las políticas urbanas. La interconexión entre aspectos sociales, económicos, ambientales y culturales requiere de un enfoque integral que aborde la diversidad de desafíos presentes en los entornos urbanos. La gestión de la complejidad implica la implementación de estrategias flexibles que puedan adaptarse a la dinámica cambiante de las ciudades, así como la incorporación de tecnologías y herramientas innovadoras para el análisis y monitoreo de datos urbanos en tiempo real.

REFERENCIAS

- Seade, J. (1994). *Una Introducción a los Sistemas Dinámicos*. Ciencias (34), 23-29.
- Affergan, F. (1997). *La pluralité des mondes*. Albin Michel.
- Boudon, R. (1984). *La place du désordre: critique des théories du changement social*. Presses Universitaires de France.
- Cleveland, W. S. (2001). Data science: an action plan for expanding the technical areas of the field of statistics. *International Statistical Review*, 21-26.
- Economipedia. (08 de 01 de 2021). Obtenido de <https://economipedia.com/definiciones/coeficiente-de-variacion.html>
- Forsé, M. (1989). *L'Ordre improbable : Entropie et processus sociaux*. Presses universitaires de France.
- García, R. (2006). *Sistemas complejos; Conceptos, método y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria*. Gedisa.
- Hayashi, C. (1998). *Studies in classification, data analysis, and knowledge organization*. Springer.
- Maldonado, C. (2015, 23 de febrero). *Introducción al pensamiento científico de punta* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=ojzVLq6zn0o&t=2573s>
- Manso, I. (2012). *Simulación numérica de sistemas* [Tesis de maestría] Universidad de Sevilla. Repositorio institucional de la Universidad de Sevilla. <https://biblos.us.es/bibing/proyectos/abreproj/5068/fichero/Proyecto+fin+de+carrera+Ignacio+Manso.pdf>
- Minitab18. (2021, 25 de marzo). *Bonett's method or Levene's method*. Minitab. <https://support.minitab.com/es-mx/minitab/18/help-and-how-to/statistics/basic-statistics/supporting-topics/tests-of-proportions-and-variances/bonett-s-method-or-levene-s-method/>

Morín, E. (1977). *La Méthode*. Editions du seuil.

Reynoso, C. (2006). *Complejidad y Caos; una exploración antropológica*. Buenos Aires: sb Editorial.

Sánchez, J. (2024). Las ciencias de la complejidad como aproximación a la morfogenética en el diseño arquitectónico; robusteciendo el modelo de diálogo disciplinar. *Cuadernos*, 228, 135-152. doi: <https://doi.org/10.18682/cdc.vi228.11327>

Sancho, F. (2015, 7 de junio). Cómo medir la complejidad. Blog Investigador Fernando Sancho Caparrini, F. (07 de 06 de 2015). *Blog Investigador Fernando Sancho Caparrini*; . (D. d. Artificial, Editor) Recuperado el 2018, de Cómo medir la complejidad: <http://www.cs.us.es/~fsancho/?e=81>

Tukey, J. (1962). The future of data analysis. *Annals of Mathematical Statistics*, 33(1), 1–62. <https://doi.org/10.1214/aoms/1177704711>

CAPÍTULO 5

La vivienda en pandemia: resiliencia de los habitantes como un proceso autopoietico en un sistema complejo. Documentación de casos en la República Mexicana

Káteri Samantha Hernández Pérez

Universidad Autónoma de Nuevo León

CONTEXTO Y TRANSFORMACIONES

La vida cotidiana cambió en diciembre del 2019 por una nueva variante de coronavirus, SARS-CoV-2, causada por un agente zoonótico emergente que provoca la enfermedad de la COVID-19; capaz de ocasionar un síndrome respiratorio agudo grave y en ciertas personas era fatal (Hernández, 2020). Ya en enero del 2020 la Organización Mundial de la Salud informó el brote de esta enfermedad, y en marzo, la identificó como una pandemia.

A finales de marzo, los informes oficiales señalaron alrededor de 400,000 personas contagiadas en más de 160 países, situación que acrecentó

la preocupación mundial (BBC News Mundo, 2020). En México se implementaron ciertas medidas de confinamiento como el distanciamiento social, la suspensión de actividades no esenciales y el distanciamiento social, sin embargo, las disposiciones de resguardo variaron entre los estados de la República Mexicana y, en algunos casos, las restricciones se relajaron después de pocos meses, lo que generó posteriormente críticas respecto a la falta de una estrategia nacional uniforme y alineada con las recomendaciones internacionales.

El propósito del confinamiento era frenar el impacto del virus sobre el sistema de salud y evitar un colapso en la atención médica, mientras que se buscaba ganar tiempo para la implementación de medidas adicionales, como la vacunación masiva que llegaría muchos meses después. Sin embargo, tal como indica Cortés Álvarez (2021), no se plantearon las afectaciones de la reclusión en casa; estar contenido el mayor tiempo posible bajo ciertas normas restrictivas, era una nueva experiencia que significaba un reencontrarse con un espacio recrudecido y expuso las condiciones de vida de las personas. Por lo tanto, era inevitable regresar a ese espacio que, en muchos casos, solo se utilizaba para dormir o asearse; ahora, entre esas mismas paredes, todas las actividades debían llevarse a cabo, enfrentando las limitaciones espaciales, lumínicas, térmicas, entre otras; además del impacto emocional, identitario y de salud que generaban esas condiciones.

La rutina diaria de adultos mayores, adultos, jóvenes, adolescentes y niños, dio un cambio drástico, para verterse por completo a la vivienda. Nicolini (2020) explica que esas modificaciones en la vida de las personas alrededor del mundo se reflejaban en la conducta, la percepción y el entorno, mismo caso en los mexicanos, que pronto se hicieron notorios los efectos colaterales en la sociedad, tanto a nivel económico, acceso a servicios básicos, educación y de forma sobresaliente en la salud.

La vivienda en lugar de sentirse igual a un refugio y proteger a las personas de la pandemia, conforme pasaron los días una serie de efectos comenzaron a hacerse visibles, que la hacía todo, menos un hogar confortable, es decir, las condiciones no se ajustaron adecuadamente para enfrentar el confinamiento (Hernández, 2022). Lo anterior revela la ruptura en la dinámica del sistema vivienda-habitante, donde la adaptabilidad y la capacidad de reorganización fueron insuficientes para mantener el bienestar de las personas, que a pesar de la adversidad debían contar con un entorno que coadyuvara en brindar la capacidad de resiliencia.

Es aquí donde se unen los cuatro conceptos fundamentales de este capítulo, y que están estrechamente relacionados en el contexto de la pandemia y el confinamiento. Estos son: la vivienda como un espacio clave, la resiliencia de los habitantes para adaptarse a las nuevas condiciones, la autopoiesis como un proceso de autogeneración y reorganización de las dinámicas internas del hogar, y finalmente, el entendimiento de todo esto dentro de un sistema complejo. En este contexto, la habitabilidad se vuelve un factor central, ya que las condiciones espaciales tangibles y no tangibles de la vivienda incidieron directamente en la capacidad de los habitantes para enfrentar la retadora experiencia del confinamiento, impactando en su bienestar, conformado por su rutina, alimentación, salud física, mental, psicosocial.

Con el objetivo de analizar las condiciones de habitabilidad que repercutieron en la resiliencia de los habitantes de diferentes partes de la República Mexicana durante la pandemia en sus viviendas, es necesario explicar desde un proceso de sistemas complejos, específicamente autopoético, ya que permite entender cómo las viviendas no solo son espacios físicos, sino sistemas vivos que interactúan y se transforman en respuesta a las necesidades emergentes, que en este caso fue provocada por la contingencia sanitaria de la COVID-19 y el llamado a estar confinado en casa.

Para ello se retoma las entrevistas semiestructuradas que se emplearon para la recolección de información cualitativa, compuesta por diez preguntas se indaga sobre la experiencia del confinamiento y aplicadas durante las primeras semanas de la pandemia, abarcando un promedio de 21 a 24 horas de contención en casa. Esta herramienta se destinó a una población clasificada en diferentes grupos etarios: niños (5-14 años), adolescentes (15-17 años), jóvenes (18-29 años), adultos (30-59 años) y adultos mayores (mayores de 60 años), de acuerdo con los criterios establecidos por el enfoque del estudio (CNDH México, 2019). Las entrevistas se llevaron a cabo de forma voluntaria a través de la red social Facebook, mediante videollamadas y con el consentimiento previo (Hernández, 2022).

La muestra es no probabilística y se recolectaron 50 respuestas: 9 de niños, 10 de adolescentes, 10 de jóvenes, 11 de adultos y 10 de adultos mayores, provenientes de los estados de Baja California, Ciudad de México, Chiapas, Jalisco, Nuevo León y Puebla. Las respuestas se interpretaron utilizando el método de análisis del discurso, basado en la identificación de patrones y significados emergentes, se realizó una escala de afectaciones percibidas de cinco niveles que permitió profundizar en las narrativas individuales y en las experiencias compartidas de los participantes en el contexto de la pandemia y consolidado en cinco ámbitos: percepción del espacio, rutina, hábitos, alimentación, salud, basados en la habitabilidad de la vivienda, de las cuales se comparten los hallazgos y además se vislumbran desde una perspectiva de los sistemas complejos.

LA VIVIENDA COMO SISTEMA COMPLEJO: INTERACCIÓN ENTRE ESPACIO Y HABITANTE

De acuerdo con lo que indica Salazar (2004) en su artículo el paradigma de la complejidad en la investigación social se basa en la compresión de los sistemas de redes interdependientes, de tal manera que rechaza

el reduccionismo y la previsibilidad absoluta del conocimiento. Este enfoque inspirado en el trabajo de Edgar Morín sostiene que la realidad es un tejido de interacciones múltiples, donde el todo y las partes se impactan entre sí. La complejidad, vista desde esta perspectiva, demanda un análisis que integre elementos dialógicos, recursivos y hologramáticos, reconociendo la inestabilidad y la interrelación dinámica entre componentes dentro de un sistema social o ecológico.

Para Luhmann (Citado en Coccoza, 2023) en su teoría de sistemas, la complejidad es un concepto que agrupa diversos significados y niveles de análisis. Define un sistema como una estructura con características esenciales, cuya ausencia pondría en duda la identidad del sistema. El concepto en sí permite abstraer y comparar elementos, ya sean similares o diferentes, bajo el criterio de igualdad/desigualdad, sirviendo así para reconocer patrones y relaciones que mantienen la cohesión y el sentido del sistema en su conjunto

González (2009) explica como una teoría sujeta a los sistemas complejos cuenta con la presencia de determinadas reglas, pero revela una sensibilidad extrema a las condiciones iniciales, es decir, a los pequeños cambios en el punto de partida y los cuales producen comportamientos caóticos o impredecibles; afectando de manera significativa el patrón de acción global del sistema. De una forma puntual, siguen ciertas reglas naturales, no obstante, debido al dinamismo del entorno, los resultados del impacto del fenómeno son difíciles de predecir a largo plazo.

Moriello (2005) indica que la relación de intercambio es crucial porque cada uno influye y modifica al otro de forma dinámica e impredecible. Es por esta razón que un sistema real no sigue solo una línea de conducta estática, ya que responde tanto a estímulos menores como a grandes cambios externos tal como apunta Vázquez Rodríguez (2022).

La complejidad tiene una memoria comunitaria, está definida por su devenir a nivel biológico, social, político entre otros aspectos que le otorgan características únicas. Son los acontecimientos en el tiempo añade Salazar (2004) los que generan un efecto de “*imprinting*, la huella indeleble” de un suceso que se entrelaza de forma intrincada. El sistema se ve afectado por la complejidad de sus interacciones y por la naturaleza variable de los factores que lo rodean, adaptándose continuamente para mantener su funcionalidad y evitar el deterioro en la medida de lo posible.

Uno de los elementos que conforman este entorno que rodea al sistema humano es la vivienda, dado que está de manera reiterada en interrelación con sus habitantes y responde a sus necesidades, demandas y hábitos. Asimismo, interpretado como modelo reactivo (adaptativo), la vivienda se transforma para satisfacer funciones de protección, confort y bienestar psicológico, modificando su estructura, uso y organización según el contexto social, ambiental y cultural en que se ubica. No solo proporciona un lugar físico para estar, aunque indudablemente tiene una parte material, sino también cuenta con otra ontológica; que a su vez impacta en el ser y la identidad de las personas, ya que se habla de un espacio donde de forma individual o colectiva hay una serie de experiencias, desarrollo de rutinas, interacciones y significaciones de la existencia (Hernández y Rivera, 2019).

Habraken (2000) ya colocaba a la vivienda como un espacio y componente cuya función es responder y acoplarse a distintos usos marcados por las necesidades de las personas. John Turner (1977) lo aplicó a la autoconstrucción de las viviendas cuando se convierten en sistemas vivos, no porque sean un objeto con vida, sino porque satisface los requerimientos de habitantes, por tanto, son flexibles, modificables y pueden orientarse a una evolución con el tiempo, de manera parecida a los sistemas biológicos.

La interacción constante entre los habitantes y el espacio doméstico representa un proceso en el que ambos se retroalimentan, tratando de configurar un entorno habitable que responda tanto a cambios internos como externos, manteniendo su función en momentos de tensión o adaptación, como sucede en situaciones de confinamiento. Es este diálogo constante entre el sistema vivo (el habitante) y el entorno (vivienda como entidad física y ontológica) que se intensificó debido a estar contenidos la mayor parte del tiempo; para pocos una experiencia de reflexión introspectiva que mejoró ámbitos de su cotidianidad, y para otros un detrimiento que avanzó día con día, pasando por picos, estados planos y finalmente el empeoramiento a su bienestar.

La teoría de autopoesis de Maturana y Varela (1980) ayuda a caracterizar el rol de las condiciones de la vivienda, como un soporte para aumentar o disminuir la capacidad de hacer frente a los cambios en las condiciones de vida, en las dinámicas de la familia y la interacción social. Esta teoría, aunque ya lleva años atrás desde su propuesta, aún sigue vigente, porque se aplica a sistemas autorregulados en contextos biológicos, sociológicos e incluso en la arquitectura; debido a que ofrece un marco fundamental para describir e interpretar cómo un sistema vivo crea y mantiene su propia estructura pese a las condiciones externas, y lo hace por medio de la adaptación, la regeneración y la preservación con coherencia, sin dejar atrás la funcionalidad.

AUTOPOIESIS EN LA DINÁMICA DE ADAPTACIÓN DE LOS HABITANTES DURANTE LA PANDEMIA

La autopoesis es un concepto introducido en la biología por Humberto Maturana y Francisco Varela en 1972, el cual describe la capacidad de los sistemas vivos para producir y regenerar sus propios componentes, constituyéndose así, como unidades autónomas. Esta autonomía es esencial

en los sistemas vivos, les conservar su identidad frente a cambios del entorno, aunque su delimitación exacta resulta compleja y ha sido objeto de debate en la literatura científica (citado en Rodríguez y Torres, 2003).

La teoría de la autopoiesis propone el concepto de “máquinas vivientes” que, mediante la interacción de sus componentes, sostienen y recrean su estructura. Este marco teórico ha trascendido la biología, aplicándose a la educación, psicología, sociología y medicina. En contextos de crisis, como la pandemia de COVID-19, la teoría se adapta para entender la autogestión de sistemas sociales (salud, economía, educación) que se reorganizan y mantienen operativos bajo sus propias reglas, aunque la falta de coordinación intersistémica puede dificultar respuestas eficaces (Sánchez Sotés, Herr, Fischer, 2023).

Similarmente, la epigenética y el concepto de exposoma reflejan procesos de autoorganización y adaptación. Ambos sistemas, aunque diferentes en nivel de análisis, poseen mecanismos que regulan, ajustan y mantienen la identidad en respuesta al entorno (Hernández y Rivera, 2019). La epigenética, por ejemplo, adapta la expresión genética en respuesta a factores externos sin alterar el ADN, permitiendo una respuesta adaptable y una transmisión de patrones de adaptación a futuras generaciones (Silvestre, 2021).

Este enfoque resulta igualmente relevante en el ámbito de la vivienda, ya que es en este espacio donde las personas reconfiguran sus entornos para adaptarse a condiciones de confinamiento. La vivienda, aunque no viva, forma parte de un sistema complejo en cuyas interacciones habitante-entorno se fomentará la resiliencia en momentos de crisis, permitiendo ajustes en los espacios y comportamientos. Sánchez Sotés, et al., (2023) exploran el potencial de la autopoiesis en el diseño urbano y habitacional, destacando su relevancia académica y práctica.

En este sentido, la comunicación multisistémica entre salud, vivienda y percepción permite que cada sistema se adapte y responda ante desafíos como la pandemia. La COVID-19 evidenció la necesidad de respuestas dinámicas en un mundo globalizado, destacando cómo las interacciones entre sistemas son esenciales para mantener la estabilidad. De lo contrario, la falta de coordinación podría derivar en consecuencias más perjudiciales.

Es aquí, donde la resiliencia emerge como una respuesta clave para la adaptabilidad en sistemas complejos, actuando tanto en el ámbito físico como psicológico. Según Cyrulnik (2002), la resiliencia puede ser difícil de alcanzar tras experiencias traumáticas, pero no imposible. No obstante, las condiciones precarias, como la falta de apoyo en el entorno afectivo, social, físico y económico aumentan la vulnerabilidad de las personas y obstaculizan su estabilidad. Cyrulnik subraya que, sin herramientas de afrontamiento, la adversidad puede desencadenar traumas que dificultan el desarrollo de una resiliencia genuina.

Amirzadeh, Sobhaninia, Buckman y Sharifi (2023) afirman que la COVID-19 incrementó el interés científico en la resiliencia frente a pandemias, destacando las perturbaciones sociales, económicas y ambientales provocadas por el virus SARS-CoV-2. Si bien las políticas de respuesta se enfocaron en soluciones a corto plazo, como el cierre de ciudades y el distanciamiento social, muchos barrios y viviendas no contaban con las condiciones necesarias para fomentar la resiliencia, entre ellas, la falta de versatilidad y flexibilidad en el diseño.

Mientras tanto, en el estudio de Cuerdo Vilches et al. (2020), se evalúan las afectaciones del confinamiento en la calidad de la habitabilidad, exponiendo la importancia de espacios adecuados para la nueva cotidianidad y sobrellevar con más fortaleza las vicisitudes. Ahora bien, teniendo toda la base anterior, surgen preguntas clave, las cuales son: ¿En qué medida puede un sistema vivo mantener su interacción en condiciones adversas,

y cómo afectan las condiciones de habitabilidad la resiliencia en momentos de crisis?, ¿qué sucedió para que algunas personas lograran establecer una mayor adaptabilidad a la situación del confinamiento en la vivienda, y así contar con más herramientas para disfrutar de un estado de salud físico, mental y psicosocial durante la pandemia de la COVID-19?

CONDICIONES DE HABITABILIDAD Y SU IMPACTO EN LA RESILIENCIA DE LOS HABITANTES

María Peñalver (citado en Rosell, 2020) indica que la contingencia se convirtió en un periodo de reflexión, capaz de revelar carencias ya existentes en las casas y evidenciar que los espacios donde se habita son psicológicamente deprimidos, pocos flexibles, además presentan una escasez de metros cuadrados y deficiencias para comunicarse con el exterior, provocando así una desorientación temporal. No todas las personas experimentaron las mismas circunstancias de confinamiento, a su vez se añadieron factores como la ubicación del predio, el acceso a servicios básicos, la calidad de la vivienda, los materiales de construcción y aislamiento, así como la disponibilidad de espacios al aire libre y la conectividad digital. Además, en cuanto a los factores personales, la situación laboral, el estado económico, las condiciones de salud preexistentes, el apoyo social y familiar de las personas.

Silvestre (2021), expresa que esta experiencia llevó a todos a descubrir su casa, saber más de aspectos que antes de la pandemia no se relacionaban con la contribución al bienestar, el confort y la salud. Con el confinamiento se replanteó la importancia de ciertos criterios de la vivienda: la cantidad de metros cuadrados, la altura, las habitaciones y las amenidades. El presidente CSCAE, Lluis Comerón (citado en Rosell, 2020) dijo que el valor de la casa se resignificó, especialmente en parámetros apegados a la habitabilidad, es decir, con el diseño, las orientaciones, la calidad,

el tamaño, los espacios intermedios, las ventanas que permitan la entrada de luz solar y de ventilación, entre otros aspectos.

Las personas según sus circunstancias fueron trasladados a una casa con deficiencias físicas notorias, como el hacinamiento, mala iluminación artificial y natural, carente ventilación, precariedad espacial, olores desagradables y materiales de baja calidad. Además, enfrentaron problemas graves de confort térmico y falta de acceso o intermitencia a servicios básicos (agua, servicio eléctrico, etc.). A estas condiciones se sumaron escenarios de violencia, conflictos con familiares, problemas económicos, adquisición de nuevas responsabilidades o un aumento de cargas emocionales y físicas. Estas situaciones impactaron día a día en el bienestar de las personas, reflejándose claramente en afectaciones en la salud y convirtiendo el confinamiento una experiencia insoportable e incluso traumática (Amerio et al., 2020; Cuerdo-Vilches et al., 2020; Hernández, 2020; Nicolini, 2020; Jaimes et al., 2021; Torres Pérez, 2021; Hernández, 2022; Ip, 2022;).

Uno de los estudios que documenta estas experiencias desafiantes es la investigación doctoral (2019-2022), titulada “*Análisis de la vivienda y su relación con la salud a partir de las condiciones de habitabilidad: caso de estudio del confinamiento en México durante la pandemia por la COVID-19*”. Este trabajo personal explora la conexión entre las condiciones de la vivienda y la salud, centrándose en aspectos clave de habitabilidad. Este trabajo aborda la conexión entre las condiciones de la vivienda y la salud, centrándose en aspectos clave de habitabilidad. Para recopilar información cualitativa, se empleó una entrevista semiestructurada con diez preguntas relacionadas con las vivencias durante las primeras semanas de confinamiento. La muestra de carácter no probabilístico incluyó 50 participantes de diferentes grupos etarios niños (5-14 años), adolescentes (15-17 años), jóvenes (18-29 años), adultos (30-59 años) y adultos mayores (mayores de 60 años), de acuerdo con los criterios

establecidos por el enfoque del estudio (CNDH México, 2019) realizado por voluntarios a través de videollamadas en Facebook.

Los participantes procedían de seis estados de México (Baja California, Ciudad de México, Chiapas, Jalisco, Nuevo León y Puebla), y las respuestas fueron interpretadas mediante análisis de discurso, identificando patrones y significados emergentes en áreas como percepción del espacio, rutina, hábitos, alimentación y salud, todas conectadas a la habitabilidad de la vivienda. Ahora bien, para ampliar los resultados de la tesis, en este escrito se presenta le otorgó un matiz vinculado la estructura autopoética y los sistemas complejos, bajo la premisa de evaluativa que busca medir no solo la afectación directa en los seis ámbitos aludidos anteriormente, sino la relación con las afectaciones en la capacidad de los individuos de autorregularse y adaptarse en un entorno desafiante.

Una de las preguntas incluidas en la entrevista se centró en la percepción que los participantes tenían sobre el tipo de vivienda en la que residían durante el confinamiento. Se les pidió que identificaran si su vivienda era de interés social (a.I), clase media (b.II), media-alta (c.III), clase alta (d.IV) o si no correspondía a ninguna de estas categorías (e.V). Esta pregunta se aplicó a todos los grupos etarios, excepto a los niños. Los resultados mostraron que el 4.9% de los participantes se identificó con la opción a.I, el 78% con b.II, el 12.2% con c.III, y el 4.9% con e.V. Ningún participante seleccionó la opción d.IV.

Además, se indagó sobre el tiempo total de confinamiento en semanas y las horas diarias que permanecían dentro de sus hogares sin salir. Los resultados por grupo etario fueron los siguientes: los niños reportaron un promedio de 3.8 semanas y 23.4 horas diarias; los adolescentes, 5.5 semanas y 22.4 horas; los jóvenes, 3.2 semanas y 23.0 horas; los adultos, 1.9 semanas y 21.6 horas; y los adultos mayores, 5.3 semanas y 23.8 horas. Estos datos reflejan las diferencias en la experiencia del confinamiento

Clave		Sexo	Edad	Rutina	Alimentación	Salud mental (estado de ánimo)	Salud física	Salud psicosocial (convivencia)	Sueño	Lidido
I	Sujeto clave Niños	020	M	5	5	3	5	4	5	3
		018	F	6	4	2	4	5	4	5
		021	F	7	3	2	3	3	5	4
		017	F	9	4	2	4	2	3	3
		016	M	10	3	4	4	2	4	5
		019	F	10	3	1	5	4	3	2
		031	M	10	4	2	5	2	4	4
		028	M	12	3	4	3	4	3	2
		032	F	12	2	4	3	3	4	3
		038	F	15	5	5	5	5	5	5
II	Sujeto clave Adolescentes	039	F	15	4	1	3	3	3	2
		040	F	15	5	3	4	5	2	3
		041	F	15	4	4	3	5	4	2
		042	F	15	4	3	4	4	4	2
		045	M	15	2	1	5	4	3	2
		047	F	15	5	2	3	1	3	5
		049	M	17	2	1	4	2	5	3
		050	M	17	3	2	5	2	1	3
		048	M	17	5	1	4	4	1	4
		023	F	18	5	5	5	4	5	5
III	Sujeto clave Jóvenes	025	F	18	2	3	5	5	5	1
		034	M	18	4	1	5	4	2	4
		035	M	20	3	3	4	3	3	2
		024	F	22	5	3	5	5	1	4
		030	M	22	2	3	5	5	4	5
		008	M	23	4	4	3	4	2	3
		002	F	27	4	2	4	4	2	5
		011	F	27	4	2	4	4	1	5
		029	F	27	5	2	4	4	3	2
		007	F	30	1	3	3	2	2	5
IV	Sujeto clave Adultos	027	F	32	4	2	5	4	5	1
		026	M	34	3	1	5	5	4	1
		001	F	35	3	1	4	5	4	5
		009	M	36	1	2	2	1	2	1
		010	M	37	1	1	1	1	1	1
		022	M	38	5	3	1	3	5	4
		012	F	41	3	3	3	5	1	5
		003	M	53	1	1	3	1	3	5
		006	M	56	3	2	2	3	2	1
		004	F	57	1	2	5	4	3	1
V	Sujeto clave Adultos mayores	033	F	60	2	1	5	5	1	2
		046	F	60	1	1	1	2	1	1
		013	F	64	5	2	2	2	5	2
		043	F	64	1	1	3	1	2	1
		014	F	69	2	1	1	3	3	1
		015	M	69	3	2	1	3	3	2
		037	F	70	1	1	1	3	1	2
		036	M	71	1	1	1	1	2	1
		044	M	73	3	1	3	1	3	1
		005	F	86	5	4	5	5	5	1

1 No afectado
 2 Poco afectado
 3 Afectado
 4 Frecuentemente afectado
 5 Muy Afectado

Fig. 1. Escala de afectaciones percibidas por las condiciones de habitabilidad de la vivienda, y su relación con la resiliencia ante el confinamiento, desde un enfoque autopoietico y sistemas complejos por grupo etario en México (Fuente: elaboración propia)

según la edad, lo cual resulta relevante para comprender su impacto en diversos aspectos de la vida cotidiana.

En la *figura 1* se exponen las respuestas de las entrevistas semiestructuradas mediante una tabla organizada horizontalmente por grupo etario. En la vertical, se incluyen datos estadísticos como clave, sexo, edad y los ámbitos donde se observaron cambios: rutina, salud mental, física, psicosocial, sueño y libido (excepto en menores de edad). A escala de puntuación de 1 a 5 refleja el grado de afectación experimentado por los participantes, donde 1 significa “No afectado” y 5 “Muy afectado”, utilizando además un código de color para representar la intensidad del impacto.

Los resultados evidencian que los habitantes, en función de su grupo etario y género experimentaron distintos grados de afectación en su vida. Esta variabilidad en las respuestas no es arbitraria, sino que responde a un proceso de reorganización interna dentro del sistema vivienda-habitante. Los más afectados fueron los jóvenes y adolescentes, quienes presentaron mayores niveles de ansiedad, estrés y sensación de aislamiento. En menor medida, esta situación también impactó a los niños, seguidos por los adultos y, finalmente, por los adultos mayores, quienes presentaron una menor alteración en su bienestar. A continuación, se presenta una comparativa detallada de estas afectaciones por grupo.

Los factores que causaron un impacto de forma negativa en la resiliencia de los habitantes por grupo etario son:

1. En niños, la sensación de encierro y aburrimiento por falta de contacto con el exterior o áreas libres en el interior, limitaciones espaciales que reducen las oportunidades de juego y convivencia. Además de los problemas de seguridad emocional debido a la percepción de peligros, disminución de la calidad de sueño por desajustes en los horarios y uso prolongado de dispositivos electrónicos, así como cambios en la alimentación asociados a antojos recurrentes y una dieta

desbalanceada motivada por la ansiedad y el entorno monótono. En las niñas se manifestó un descontento particular ante la carga de responsabilidad de cuidar a hermanos menores, lo que generó una sensación de sobrecarga y redujo su tiempo para realizar sus propias tareas y actividades personales.

2. En adolescentes, los espacios reducidos y la falta de privacidad generaron mayor tensión, mientras que los cambios en la rutina y el uso excesivo de dispositivos electrónicos ocasionaron una disminución en la motivación para el aseo personal, trastornos del sueño e insomnio, además del aumento de los conflictos familiares por la convivencia constante y la sensación de encierro, lo que intensificó emociones negativas como el estrés y la irritabilidad.
3. Los jóvenes experimentaron aspectos adversos como espacios limitados y falta de privacidad, que generaron hartazgo y estrés. También sufrieron alteraciones en la alimentación, con un aumento en antojos y consumo de alimentos poco saludables. La calidad de su sueño disminuyó, presentando problemas para conciliar el sueño y despertando en un estado físico y emocional deteriorado. Además, la convivencia en un lugar no adecuado de forma reiterativa incrementó los conflictos por el espacio personal y en las relaciones familiares.
4. Los adultos enfrentaron la falta de condiciones óptimas para el trabajo remoto y una carga adicional de responsabilidades domésticas (particularmente las mujeres en este aspecto). También reportaron un aumento en problemas de salud física, como dolores musculares y alteraciones en el sueño. A esto se sumaron el estrés y la ansiedad derivados de la incertidumbre económica y, en algunos casos, la pérdida del empleo. El consumo de sustancias como alcohol y tabaco se incrementó como un recurso de escape frente a estas presiones de la vida y la necesidad de desvincularse de una realidad dolorosa.
5. Los adultos mayores experimentaron una sensación constante de aislamiento y soledad debido a la falta de contacto directo con fa-

miliares y amigos, lo que incrementó la tristeza y la desesperanza. Además, se observó un deterioro de dolencias físicas preexistentes, como malestares articulares y alteraciones en el sueño, agravadas por la inactividad y la permanencia prolongada en espacios cerrados. La incertidumbre y el estrés fueron factores recurrentes, ya que la preocupación constante por el contagio y el bienestar de sus seres queridos generó un estado de alerta permanente.

Los factores que causaron impacto de manera beneficiosa en pro de la resiliencia de los habitantes por grupo etario son:

1. Los niños que contaron con acceso a áreas comunes y espacios abiertos como patios, así como el contacto con la naturaleza a través de mascotas y plantas, mostraron mejor adaptación, ya que contribuyó a mitigar el impacto de la sensación de aislamiento. Asimismo, el incremento en las actividades realizadas en familia fortaleció los lazos afectivos, generando un ambiente de apoyo y compañía, que también se veía reflejado en su salud física y emocional.
2. Los adolescentes potenciaron su bienestar en espacios bien iluminados y adaptados dentro de sus viviendas, lo cual facilitó su concentración en actividades educativas, coadyuvando a reducir el impacto negativo de la interrupción de la vida escolar presencial. La relevancia de contar con espacios que incentivarón la convivencia familiar sana a través de actividades compartidas fue primordial para el afianzamiento de los lazos familiares y proporcionar un entorno de apoyo emocional.
3. En el caso de los jóvenes, disponer de áreas privadas dentro de la vivienda promovió momentos de introspección y autoconocimiento, lo que les permitió conectar con ellos mismos en un ambiente de relativa autonomía. Por medio de tres formas, la primera teniendo un lugar para interactuar usando dispositivos electrónicos para conexión social y entretenimiento, y la segunda, para realizar actividades físi-

- cas y no permanecer anclados largas horas en los medios digitales.
4. En el grupo de los adultos, las viviendas que ofrecían circulación de aire óptima, luz natural y acceso a áreas verdes resultaron fundamentales para el bienestar emocional, ya que estos elementos brindaron una atmósfera más saludable y acogedora. De tal manera, sirvió de apoyo para permanecer más tiempo en el interior sin desesperarse o sentir esa necesidad desesperada por salir de casa. A su vez, la consolidación de relaciones afectivas, especialmente entre madres e hijos pequeños, fue un recurso de soporte emocional que ayudó a afrontar la adversidad.
5. En los adultos mayores, disponer de espacios para sus valores espirituales facilitó su adaptación emocional, ayudándolos a afrontar la frustración y mantener esperanza y tranquilidad, pese a limitaciones espaciales como la falta de amplitud o dificultades de para desplazarse en el interior. La introspección y el refuerzo de vínculos afectivos fueron estrategias clave, permitiéndoles reflexionar y fortalecer la relación con familiares cercanos. Por ejemplo, tener ventanas amplias posibilitaron la comunicación con otros sin salir de casa. Además, aquellos que pudieron reorganizar su entorno lograron mayor estabilidad físico-emocional, incluso quienes padecían enfermedades preexistentes, tal es el caso, de crear espacios de trabajo limpios, ventilados y con iluminación natural para realizar pasatiempos como manualidades, reparación, tejido, leer o escribir.

En resumen, espacios abiertos con presencia de vegetación y áreas de convivencia fortalecieron el bienestar integral en niños y adolescentes, mientras que los jóvenes y adultos encontraron en la privacidad y en la calidad del entorno físico (como luz y ventilación) un soporte para el autocuidado y la estabilidad emocional. En adultos mayores, el refuerzo de vínculos afectivos y valores espirituales contribuyó a sobrellevar el aislamiento. Quienes padecían condiciones crónicas como problemas respiratorios, enfermedades cardiovasculares o trastornos

musculoesqueléticos se vieron especialmente afectados por la falta de movimiento, sedentarismo prolongado y la buena ventilación. Destacando la relevancia de adaptar los entornos habitacionales para mejorar la resiliencia en tiempos de crisis.

CONCLUSIONES

Como bien se ha explicado, la capacidad de un sistema vivo para mantener su interacción en condiciones adversas depende de su nivel de adaptabilidad, autorregulación y capacidad de reorganización interna (autopoesis). En el caso del sistema vivienda-habitante, la habitabilidad desempeñó un papel crucial. La vivienda no solo funcionó como un refugio físico, sino que también actuó como un sistema complejo, en el que las dinámicas espaciales, sociales y emocionales influyeron en la capacidad de afrontamiento de los habitantes. Mientras algunos encontraron maneras de reorganizar su entorno y hacer de su hogar un espacio funcional y flexible, otros se enfrentaron a limitaciones espaciales y estructurales que intensificaron la sensación de encierro, el estrés y la incertidumbre e impactando en otros aspectos de su salud.

El nivel de habitabilidad de la vivienda tuvo un impacto directo en la capacidad de afrontamiento de sus habitantes. Espacios con buena iluminación, ventilación, áreas verdes o zonas adaptables favorecieron una mejor calidad de vida durante el confinamiento. Por el contrario, aquellas viviendas pequeñas, hacinadas o con deficiencias en su diseño expusieron con crudeza las desigualdades en el acceso a una vivienda digna y saludable.

El impacto del confinamiento se manifestó de manera diferenciada según la edad y las condiciones de habitabilidad:

- Niños y adolescentes: encontraron apoyo emocional en los espacios comunes y el acceso a áreas al aire libre, lo que fortaleció el vínculo familiar y su bienestar.
- Jóvenes y adultos: la privacidad se convirtió en un recurso esencial para su bienestar. Aquellos que contaron con áreas individuales bien iluminadas y ventiladas lograron establecer dinámicas más equilibradas entre el trabajo, el descanso y la convivencia, lo que impactó positivamente en su salud mental y estabilidad emocional.
- Adultos mayores: la introspección y el fortalecimiento de vínculos afectivos fueron estrategias clave para sobrellevar el aislamiento. La capacidad de reorganizar su espacio y acceder a entornos que promovieran autonomía y confort facilitó una mejor adaptación, especialmente para aquellos con limitaciones físicas o enfermedades preexistentes.

Finalmente, los hallazgos de este estudio ofrecen un punto de partida para reflexionar sobre la habitabilidad y su rol en la resiliencia de las personas ante crisis, que cada vez son más frecuentes. Esta pandemia deja una enseñanza importante: la vivienda no puede perpetuarse en condiciones desfavorables. La forma de interacción con el entorno influye directamente en la salud y el bienestar, pero no solo individual, sino colectivo.

En los momentos de crisis se vuelve evidente la urgencia de repensar los espacios que habitamos. ¿Estamos diseñando viviendas que realmente nos protejan y se adapten a nuestras necesidades en un mundo en constante cambio? La respuesta a esta pregunta definirá la capacidad de afrontar futuras crisis, así como las estrategias para construir y gestionar ciudades más humanas, habitables y resilientes.

REFERENCIAS

- Amirzadeh, M., Sobhaninia, S., Buckman, S. T., & Sharifi, A. (2023). Towards building resilient cities to pandemics: A review of COVID-19 literature. *Sustainable Cities and Society*, 89. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2022.104326>
- Amerio, A., Brambilla, A., Morganti, A., Aguglia, A., Bianchi, D., Santi, F. y Capolongo, S. (2020). COVID-19 Lockdown: Housing Built Effects on Mental Health. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(5973). doi:10.3390/ijerph17165973
- BBC News Mundo. (2020). BBC. Recuperado el 20 de 05 de 2020, de <https://www.bbc.com/mundo/noticias-52009140>
- CNDH México. (2019). *Análisis Situacional de los Derechos Humanos de Niñas, Niños y Adolescentes*. Comisión Nacional de los Derechos Humanos, México. <https://n9.cl/rthi>
- Cocozza, A. (2023). Theory and History in the Human and Social Sciences. In *The Unexpected in Action: Ethics, Rationality, and Skills*. Springer Nature Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-031-26793-2_4
- Cortés, N. (2021). Introducción. In *La pandemia de la COVID-19 y sus efectos colaterales* (pp. 11-17). Universidad de Guanajuato. ISBN: 978-607-441-897-2
- Cuerdo-Vilches, T., San José, I., y Navas, M. (2020). Proyecto sobre confinamiento social (covid-19), vivienda y habitabilidad [COVID-HAB]. *Paraninfo Digital*, 14(32). <https://ciberindex.com/index.php/pd/article/view/e320660>
- Cyrulnik, B. (2002). *Los patitos feos: la resiliencia: una infancia infeliz no determina la vida*. Gedisa.
- González, J. (2009). La teoría de la complejidad. *Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal*, 76, núm. 157, 243 - 245. <http://www.redalyc.org/articulo.ox?id=49611942024>

Habraken, N. (2000). *The Structure of the Ordinary: Form and Control in the Built Environment* (N. J. Habraken & J. Teicher, Eds.). Penguin Random House LLC.

Hernández, K. (2022). Análisis de la vivienda y su relación con la salud a partir de las condiciones de habitabilidad. Caso de estudio: “el confinamiento en México durante la pandemia por la COVID-19” [Tesis doctoral]. Repositorio Académico Digital Universidad Autónoma de Nuevo León. <http://eprints.uanl.mx/id/eprint/23636>

Hernández, K. (2022). Una pandemia no apta para niños. La vivienda en México como lugar de confinamiento. *MADGU. Mundo, Arquitectura, Diseño Gráfico y Urbanismo*, 5(10), 33. <https://doi.org/10.36800/madgu.v6i10.87>

Hernández, K. y Rivera, N. (2017). La epigenética y la vivienda social, más allá de un espacio carente de función y forma. In M. E. Molar Orozco & R. S. Roux Gutiérrez (Eds.), *Los retos en la vivienda del siglo XXI* (pp. 131-140). ISBN: 978-607-506-302-7

Hernández, K. y Rivera, N. (2019). Análisis de la calidad de vida y sus efectos en la epigenética humana desde el enfoque del Desarrollo Sostenible. N. L. Rivera Herrera & L. A. Ramírez Barragán (Eds.), *Retos de las ciudades Reflexión desde el ODS 11* (pp. 57-86). Universidad de Guadalajara. ISBN E-book 978-607-547-781-7

Hernández, J. (2020). Impacto de la COVID-19 sobre la salud mental de las personas. *Medicentro Electrónica*, 24(3), 578-594. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1029-30432020000300578&lng=es&nrm=iso

Ip, P. (2022, marzo 31). *Sixth Tone*.

Jaimes, M., Aguilera, M., Cuerdo-Vilches, T., Oteiza, I., & Navas, M. (2021). Habitability, Resilience, and Satisfaction in Mexican Homes to COVID-19 Pandemic. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 18(6993), 1.36. <https://doi.org/10.3390/ijerph18136993>

Luhmann, N. (1997). *Organización y decisión: Autopoiesis, acción y entendimiento comunicativo* (D. Rodríguez Mansilla, Ed. y Trans.). Anthropos.

Maturana, H., & Varela, F. (1980). *Autopoiesis and cognition: The realization of the living*. Springer.

Moriello, S. (2005): Inteligencia Natural y Sintética. Buenos Aires, Editorial Nueva Librería.

Nicolini, H. (2020). Depresión y ansiedad en los tiempos de la pandemia de COVID-19. *Cirugía y cirujanos*, 88(5), 542-547. <https://doi.org/10.24875/ciru.m20000067>

Rosell, J. (2020, 9 de abril). *Así cambiará el diseño de las viviendas tras la experiencia del estado de alarma*. El Español. https://www.elspanol.com/invertia/observatorios/vivienda/20200409/cambiar%C3%A1-diseno-viviendas-experiencia-alarma/480453064_0.html

Salazar, I. (2004). El paradigma de la complejidad en la investigación social. *Educere: Revista Venezolana de Educación*, (24), 22-25. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3654333>

Sánchez, G., Herr, C., & Fischer, T. (2023). What to Make of the Appropriation of Autopoiesis in Architecture? In *Proceedings of Relating Systems Thinking and Design*, RSD11 (193). Brighton, UK.

Silvestre, E. (2021). *Tu casa sana*. RBA Integral.

Turner, J. (1977). *Housing by people: Towards autonomy in building environments*. Marion Boyars.

Vázquez, G. (2022). *Diseño y complejidad Utopías, ideales y paradigmas*. Labýrinthos.

CAPÍTULO 6

Realidad virtual: su aplicación en el diseño y representación arquitectónica

Jesús Alberto Hartz Vázquez, Gabriela Carmona Ochoa

Universidad Autónoma de Coahuila

INTRODUCCIÓN

Los sistemas complejos adaptativos están formados por múltiples componentes que interactúan entre sí y se adaptan a cambios internos o externos; entre sus características están la autoorganización, pues los componentes individuales interactúan y generan patrones complejos sin una guía centralizada; la adaptación, ya que los sistemas aprenden y evolucionan con base en experiencias pasadas; la no linealidad, pues se presentan pequeñas variaciones que pueden llevar a resultados muy diferentes; y la emergencia, la cual encontramos en las interacciones locales que surgen de comportamientos o estructuras globales que no se pueden predecir a partir de los componentes individuales (Holland, 1996). La realidad virtual, como se explicará más a fondo en este texto, crea entornos tridimensionales interactivos que simulan la realidad

o crean mundos completamente nuevos; los usuarios pueden interactuar con estos entornos a través de avatares u otros medios, lo que genera dinámicas propias dentro del entorno virtual; por lo cual ofrece un medio dinámico y flexible para experimentar, simular y analizar los sistemas complejos adaptativos. En lo virtual, las propiedades de adaptación, emergencia y no linealidad que definen a los sistemas complejos adaptativos se pueden percibir en tiempo real, ofreciendo a los investigadores y diseñadores un espacio único para explorar interacciones complejas y ver cómo evolucionan a través del tiempo.

La relación entre los sistemas complejos adaptativos y la realidad virtual se puede observar especialmente desde la perspectiva de la interacción, la evolución del entorno digital y el comportamiento de los usuarios; los sistemas complejos adaptativos están formados por múltiples agentes interconectados que interactúan entre sí y con el entorno; estas interacciones generan patrones emergentes que no pueden predecirse completamente. Algunos ejemplos son los ecosistemas, las economías, las redes neuronales y hasta las ciudades (Mitchell, 2009). Una de las principales características es la autoorganización, pues no necesitan un control centralizado de emergencia, es decir que los patrones surgen de la interacción entre agentes y su adaptabilidad, pues estos aprenden y cambian con el tiempo.

En lo que respecta a la realidad virtual se le considera como un sistema complejo adaptativo porque muestra un entorno digital dinámico donde múltiples agentes humanos y virtuales interactúan y generan nuevas dinámicas; se convierte en un sistema complejo adaptativo cuando se da la interacción de agentes, usuarios, personajes y las inteligencias artificiales; cuando los diferentes agentes interactúan en un entorno digital el sistema evoluciona y crean nuevo contenido modificando el mundo virtual; su mundo virtual cambia de forma emergente y se da el aprendizaje y la adaptación del sistema (Müllery Rüger, 2021). En la

realidad virtual también se puede analizar el comportamiento de los usuarios y ajustar la experiencia virtual, por ejemplo, en videojuegos o en el metaverso; en este tipo de plataformas las interacciones de los usuarios con el sistema y con las inteligencias artificiales se adaptan a la dificultad y a la narrativa según las decisiones del jugador; otro ejemplo son las ciudades virtuales o arquitecturas digitales que crecen orgánicamente según la actividad de sus habitantes.

En cuanto a la arquitectura virtual desde la perspectiva de los sistemas complejos adaptativos, puede ayudar a entender los espacios y la evolución que se genera con la interacción de sus usuarios; por ejemplo, los entornos virtuales no sólo reflejan el diseño original, sino que se transforman con la cultura y hábitos digitales, la dinámica social y espacial; dentro de un mundo virtual se pueden revelar patrones emergentes que no estaban planeados por los diseñadores; se pueden aplicar modelos de sistemas complejos adaptativos para predecir cómo evolucionará un espacio virtual en el tiempo. La realidad virtual puede estudiarse como un sistema complejo adaptativo porque combina múltiples agentes en un entorno digital donde la interacción genera cambios emergentes (Batty, 2018; Schmidt y Ludwig, 2003).

La realidad virtual aplicada en la representación de espacios arquitectónicos se ha convertido en una herramienta clave para el diseño, la experimentación y la simulación de entornos; desde la perspectiva de los sistemas complejos adaptativos se puede ver cómo los espacios virtuales no son simplemente representaciones estéticas, sino sistemas dinámicos en constante evolución; la realidad virtual permite crear, visualizar y experimentar espacios arquitectónicos de una manera interactiva, se pueden probar diferentes materiales, iluminación y distribución espacial; como todo lo que sucede es en tiempo real, la simulación de experiencias espaciales permite evaluar cómo los usuarios interactúan con un espacio antes de su construcción (Batty, 2018). También permite la colaboración,

remota de arquitectos, diseñadores e ingenieros, pues estos pueden trabajar juntos en un mismo entorno virtual. Otro ejemplo se puede ver en cuestiones de patrimonio en donde se realiza la preservación digital; actualmente se recrean estructuras históricas en mundos virtuales; los arquitectos pueden construir modelos 3D interactivos que los usuarios exploran con visores de realidad virtual; la relación con los sistemas complejos adaptativos se da cuando ese entorno arquitectónico virtual es más que una simple maqueta digital, pues incorpora dinamismo, interactividad y evolución (Batty, 2018; Schmidt y Ludwig, 2003).

Se puede ver como la interacción de agentes (usuarios) que se da en los espacios arquitectónicos virtuales no se da en aislamiento, sino que dependen de la interacción de múltiples agentes (usuarios humanos) que exploran modifican y personalizan el entorno; utilizando inteligencia artificial se analiza el comportamiento de los usuarios, por ejemplo sus reacciones a los cambios de luz, clima, materiales, etc.; un ejemplo se puede ver en el Metaverso, ahí una plaza digital cambia con la actividad de los usuarios, si muchas personas la visitan aparecen nuevas estructuras o interacciones emergentes de autoorganización y evolución del espacio virtual. Los entornos virtuales pueden cambiar en tiempo real según las acciones de los usuarios; en lugar de ser estructuras fijas pueden adaptarse y evolucionar, los espacios se transforman en función del tráfico de usuarios; otro ejemplo son los museos virtuales, ciertas salas se reorganizan según el interés del público, se puede decir que los edificios aprenden de las interacciones y ajustan su diseño y así optimizan el uso de la luz y del espacio (Müller y Rüger, 2021). Existen ciudades virtuales que se expanden con nuevas zonas según la actividad de sus habitantes; un ejemplo lo encontramos en un campus universitario virtual, ahí los espacios de estudios se reconfiguran según las necesidades de los estudiantes, se crean más zonas de trabajo en equipo; si se detecta que aumenta la colaboración entonces se da la emergencia de patrones

y análisis de comportamiento, dado que los espacios virtuales en realidad virtual permiten registrar datos en tiempo real, se pueden detectar patrones emergentes en la forma en que los usuarios interactúan con la arquitectura; también pueden detectar por donde se agrupan más las personas o qué rutas son las más transitadas o cómo afectan los cambios en el diseño a la experiencia del usuario, esto permite estudiar la evolución de los espacios digitales basándose en las dinámicas sociales, aquí es donde se pueden aplicar y hacer estudios netnográficos (Carmona, 2015).

En una ciudad virtual se puede estudiar el análisis de tráfico peatonal y ayudar a rediseñar caminos o crear nuevas zonas de interés; con los sistemas complejos adaptativos se obtienen entornos arquitectónicos digitales, que no sólo representan un diseño, sino que evolucionan con el tiempo, no son estáticos si no vivos, que cambian según la interacción se autorganizan y adaptan a las necesidades de los usuarios, pueden analizarse para entender su evolución; por ejemplo The Line en un principio fue una ciudad virtual; el proyecto en NEOM es un mega desarrollo futurista en Arabia Saudita que incluye una ciudad lineal de 170 km sin automóviles, ni emisiones de carbono; antes de construir la físicamente se creó una versión en realidad virtual y realidad aumentada para simular su desarrollo, probar su funcionamiento y analizar la interacción de los futuros habitantes apoyado en sistemas complejos adaptativos; el entorno digital apoyó la interacción de múltiples arquitectos, urbanistas y diseñadores que modificaban en tiempo real el proyecto; la ciudad virtual y sus futuros habitantes pudieron explorar los espacios antes de ser construidos y dar retroalimentación; las inteligencias artificiales simulaban como se moverían las personas dentro de la ciudad, su autoorganización y su evolución. La ciudad virtual se modificó en respuesta a las necesidades de los usuarios y a los datos recopilados de las simulaciones, se probaron diferentes distribuciones espaciales para ver cuáles funcionaban mejor antes de la construcción física, los patrones emergentes se analizaron,

como los flujos de peatones y el uso de espacios, según las interacciones en la realidad virtual se detectaron zonas de alta y baja actividad, lo que permitió rediseñar ciertos espacios para mejorar la eficiencia; la ciudad virtual se adaptó con ayuda de inteligencia artificial y algoritmos de optimización que simularon comportamientos de la población (Muset, 2023). Se identificaron posibles problemas urbanos y arquitectónicos antes de la construcción real, evitando errores, costosos; con una simulación digital hiperrealista de la ciudad, creada con tecnología de gemelos digitales, inteligencia artificial y realidad virtual se puede ver cómo se aplican nuevas tecnologías a la arquitectura y el urbanismo; también se puede observar cómo se transforma dicho contexto en un sistema complejo adaptativo, ya que el entorno digital no es estático, sino que evoluciona con la interacción de los diversos actores, generando patrones emergentes y adaptándose a las necesidades de los usuarios antes de su implementación en el mundo real.

Como se puede constatar la realidad virtual es una tecnología emergente que ha tomado fuerza en cuanto a la representación arquitectónica, pues las posibilidades que ofrece son muy variadas; se sabe que las personas que no cuentan con estudios relacionados con la arquitectura o el diseño tienen cierta dificultad para entender lo que se ha dibujado en los planos o tener una percepción espacial adecuada al momento de ver dichas representaciones, por lo que se ha recurrido a mostrar dibujos en perspectiva o renders (dibujos en perspectiva usando medios digitales) para que así tuvieran una mejor percepción de los proyectos arquitectónicos.

El interés por la realidad virtual aplicada en la representación arquitectónica tiene que ver con la idea de tener una experiencia inmersiva en la cual se pudiera explorar un modelo 3D fiel al proyecto arquitectónico sin necesidad de que el mismo fuera construido, siendo esto de mucha utilidad, ya que, teniendo la experiencia, las personas podrían saber cómo sería el resultado final del proyecto; gracias a los softwares de arquitec-

tura, hoy las posibilidades son muy amplias con este tipo de modelado y además se puede obtener mucha más información. El objetivo de este trabajo de investigación es determinar la influencia que tiene la aplicación de la realidad virtual en la percepción de las personas al observar un proyecto arquitectónico de una vivienda tipo medio respecto a los métodos tradicionales de representación, entendiendo como métodos tradicionales de representación arquitectónica a los planos arquitectónicos, maqueta y renders.

Baraya (2020) dice que la inteligencia humana se divide en ocho tipos diferentes de inteligencia, entre ellas está la inteligencia espacial, la cual es la capacidad de generar modelos de la realidad en tres dimensiones en nuestros pensamientos; la arquitectura es una de las tantas disciplinas que sacan partido de esta capacidad; a lo largo de la historia se ha buscado que la proyección mental deba ser plasmada para que otros la perciban de una manera fiel a la que los proyectos imaginan. Con la aparición de las computadoras para el diseño y la generación de modelos 3D, la visualización arquitectónica empezó a apoyarse en herramientas que habían sido utilizadas en otros medios como el cine, diseño, fotografía y videojuegos; hoy en día se ve como la representación arquitectónica se ha encaminado al uso del hiperrealismo; la visualización arquitectónica utiliza la realidad virtual auxiliada por dispositivos multisensoriales para lograr que las personas tengan la experiencia de entrar en el modelo arquitectónico y así tener la mejor percepción posible de los proyectos arquitectónicos.

Se parte del supuesto de que la aplicación de la realidad virtual en la representación arquitectónica influye positivamente en la percepción que tienen las personas de un proyecto arquitectónico respecto a los métodos tradicionales de representación. Las personas con nulo o poco conocimiento sobre arquitectura y los métodos de representación tienen mejor percepción del proyecto arquitectónico con métodos más moder-

nos como pueden serlo, renders y recorridos con realidad virtual. Con la aplicación de la realidad virtual en la representación arquitectónica se logra tener una mayor percepción de un proyecto arquitectónico y las personas sienten una inmersión total en el diseño.

SOFTWARES CAD Y LOS MOTORES DE RENDERIZADO.

Como se mencionó anteriormente la tendencia de la visualización arquitectónica está encaminada hacia el hiperrealismo gracias a la generación de imágenes creadas por computadora. A lo largo de la historia se han buscado nuevas y mejores maneras de representar la arquitectura, lo que a su vez ha provocado la implementación de tecnologías inmersivas en la representación arquitectónica, como lo es la realidad virtual. Gracias a las computadoras, Internet y la creación de softwares CAD hubo un gran avance en la representación arquitectónica, de modelación 3D, softwares de renderización; ahora la arquitectura se representa más allá del papel y de la mente, ahora se hace de manera digital. A continuación, se enlistan los softwares CAD para arquitectura.

Nombre	Características
AutoCAD.	Crea, mide y modifica geometrías en dos dimensiones, lo que le permite generar dibujos con gran precisión. Además, puede diseñar sólidos en tres dimensiones, incorporando superficies y objetos en malla que pueden ser renderizados mediante su propio motor. También ofrece la posibilidad de automatizar tareas como la comparación de dibujos, el recuento de elementos, la inserción de bloques y la creación de tablas de planificación.

3Ds Max	Crea sólidos tridimensionales con superficies y objetos en malla, permitiendo modelar con un alto nivel de detalle. Además, cuenta con su propio motor de renderizado, lo que facilita la visualización mediante renders y es compatible con motores de render externos. También ofrece la posibilidad de animar los objetos modelados en 3D.
Civil 3D	Está orientado al diseño de ingeniería civil y es compatible con software BIM (Modelado de Información para la Construcción). Ofrece funciones integradas que optimizan la creación de bocetos, el diseño y la documentación para proyectos de construcción. Permite realizar estudios de explicación, modelado 3D de superficies, diseño de emplazamientos y análisis topográficos, modelado de carriles, así como análisis de aguas pluviales y sanitarias. Además, facilita la producción documentación de planos, y puede intercambiar información con otros programas.
CATIA	Crea modelos tridimensionales con un alto nivel de detalle y asignación de texturas. Además, posibilita simular el comportamiento del modelo en situaciones de la vida real.
Chief Architect	Está dirigido a constructores, diseñadores, interioristas, arquitectos y paisajistas. Este software permite la creación de dibujos, detalles constructivos y elevaciones en dos dimensiones, además del modelado en 3D. También facilita la visualización de los elementos mediante su propio motor de renderizado, lo que lo convierte en una herramienta muy completa y versátil, ya que todas estas funciones se encuentran integradas en el mismo programa.

Revit/ AutoDesk	Compatible con la metodología BIM (Modelado de Información para la Construcción), este software optimiza la eficiencia y precisión de los proyectos, desde el diseño conceptual, la visualización y el análisis, hasta la fabricación y la construcción. Permite crear modelos tridimensionales con alta precisión, ya que el modelo 3D desarrolla o modifica los planos, elevaciones y secciones. Además, es ideal para el diseño de múltiples disciplinas de ingeniería, como la estructural y la de fabricación, así como para el diseño de instalaciones necesarias en la construcción. La visualización de los modelos 3D se facilita mediante su motor de renderizado integrado y es compatible con otros motores.
Rhinoceros o Rhino	Se pueden crear, editar, analizar, documentar, renderizar, animar y traducir curvas, superficies y sólidos, así como nubes de puntos y mallas poligonales. Además, permite la elaboración de dibujos e ilustraciones en dos dimensiones. La visualización de objetos 3D es posible gracias a su motor de renderizado incorporado y también ofrece la opción de integrar otros motores.
SketchUp	Es un software de modelado 3D basado en caras que permite generar ilustraciones en 2D a partir del modelo tridimensional. También facilita la elaboración de dibujos y la creación de planos, secciones y elevaciones. Aunque no cuenta con un motor de renderizado propio, es compatible con motores externos, lo que posibilita la visualización del modelo debido al render.

Tabla 1. Softwares CAD para arquitectura. Fuente: Elaboración propia (Clark, 2024)

Poncela (2019) explica que los motores de render se pueden definir como programas dedicados a la creación de imágenes y videos de manera digital, mediante una computadora; la función de estos motores

es recopilar y calcular distintos parámetros de una escena, la cual parte desde el modelo 3D en cuestión y parámetros asignados a la misma, como lo son: la iluminación, sombras, simulaciones, partículas y texturas, las cuales a su vez cuentan con distintos parámetros que deben calcularse como lo es la reflectividad, difusión y relieve. El resultado final de los cálculos mencionados anteriormente es una imagen o video a la que se le conoce como render. Estos programas de renderizado pueden ser incorporados a software de edición 3D, como los mencionados o como softwares independientes en los cuales se tendrá que exportar el modelo 3D para su renderización; entre algunos de los programas de renderizado encontramos a V-Ray, Lumion, Unreal, Artlantis, Twinmotion y Enscape. Gracias a los motores de renderizado la visualización arquitectónica ha dado grandes pasos, debido a que muchos de estos motores de renderizado hacen posible la generación de imágenes panorámicas en 360°, las cuales pueden ser vistas con unas gafas de realidad virtual; algunos de estos motores son directamente compatibles desde un inicio con las tecnologías de realidad virtual.

LA TECNOLOGÍA DEL FUTURO: REALIDAD VIRTUAL

Los primeros intentos de aplicar la realidad virtual como una herramienta de visualización fueron en los sistemas de recorridos virtuales arquitectónicos; los primeros trabajos en este campo fueron realizados por la Universidad de Carolina del Norte a comienzos del año 1986; siguieron otros grupos de investigación que crearon aplicaciones, por ejemplo, el caso de la visualización de La Basílica de San Pedro, presentada en el congreso Mundial de Realidad Virtual en 1995. La sensación de presencia y el sentido del espacio en un entorno virtual abre la posibilidad de percibir el entorno bajo diferentes condiciones de luz, tal como en la vida real y la posibilidad de recorrer espacios que no existen en realidad (Mazuryk y Gervautz, 1999).

A continuación, se presentan algunas máquinas que fueron los primeros intentos de esta tecnología.

Año	Nombre	Características
1960-1962	Sensorama	Morton Heilig desarrolló un simulador multisensorial que utilizaba una película pregrabada a color con sonido estéreo, complementada por sonido binaural, diseñado para ofrecer una experiencia de audio 3D similar a la de estar en el lugar donde se producen los sonidos; incorporaba también elementos como olores, viento y experiencias vibratorias. Este fue el primer intento de crear un sistema de realidad virtual, presentando todas las características ambientales, aunque carecía de interactividad.
1965	El visor definitivo	Ivan Sutherland introdujo la realidad virtual al proponer el concepto de un mundo artificial que integraba gráficos interactivos, force-feedback (estímulos generados por fuerzas en el sentido kinestésico), así como experiencias sensoriales de gusto, olfato y sonido.
1965	La espada de Democles	Ivan Sutherland construyó un dispositivo considerado el primer Head Monted Display (HMD) o visor montado en la cabeza, que contaba con un rastreo adecuado de la posición de esta. Este dispositivo ofrecía una vista estéreo y se actualizaba correctamente según la posición y orientación de la cabeza de la persona.
1971	Grope	Se desarrolló un prototipo de sistema de force-feedback en la Universidad de Carolina del Norte.

1975	Videoplace	Una realidad artificial creada por Myron Kruger, en este sistema, las siluetas de los usuarios eran capturadas por cámaras y proyectadas en una gran pantalla. Los participantes pudieron interactuar entre sí gracias a técnicas de procesamiento de imagen que determinaban sus posiciones en dos dimensiones en dicha pantalla.
1982	Vcass	Thomas Furness, en el Laboratorio de Investigación Médica Armstrong de la Fuerza Aérea de los Estados Unidos, desarrolló el simulador de sistemas aerotransportados visualmente acoplados, en un avanzado simulador de vuelo.
1984	VIVED- Virtual Visual Environment Display:	Se construyó una pantalla de entorno visual en el Centro de Investigación Ames de la NASA, utilizando tecnología estándar. Este dispositivo era un HMD monocromático estereotípico.
1985	VPL	VPL fue la compañía que fabricó el popular Data-Glove y el Eyephone HMD, siendo estos los primeros dispositivos de realidad virtual disponibles en el mercado.
1989	BOOM	Fake Space Labs fabricó BOOM, el cual era una pequeña caja que contenía dos monitores CRT, visibles a través de agujeros para los ojos. El usuario podía sostener la caja frente a estos y moverse en el entorno virtual, mientras un brazo mecánico indicaba la posición y orientación de dicha caja.

1989	UNC Walk-through Project:	En la Universidad de Carolina del Norte se desarrolló una aplicación para recorridos arquitectónicos. Se construyeron diversos dispositivos de realidad virtual para mejorar este sistema, incluyendo HMD's rastreadores ópticos y el motor de gráficos Pixel-Plane.
1990	Virtual Wind Tunnel (Túnel de Viento Virtual):	Desarrollado a principios de los años 90 en la aplicación Ames de la NASA, este sistema permitió la observación e investigación de campos de flujo.
1992	CAVE (Cave Entorno Virtual Automático):	Es un sistema de visualización virtual y científica. En lugar de utilizar un HMD, proyecta imágenes estereoscópicas en las paredes de la habitación, requiriendo que el usuario utilice lentes con obturador LCD. Este enfoque garantiza una mejor calidad de resolución de las imágenes y un campo de visión más amplio.
1995	Realidad Aumentada	Esta tecnología se utilizó anteriormente para proporcionar información adicional de vuelo a los pilotos de combate (VCASS). Gracias a su gran potencial para mejorar la visión humana, la realidad aumentada se convirtió en un enfoque central en muchos proyectos de investigación a principios de los años 90's.

Tabla 2. Antecedentes de la realidad virtual. Fuente: Elaboración propia (Mazuryk y Gervautz, 1999).

Como se observa en la *Tabla 2*, los términos realidad virtual y entornos virtuales se utilizan de manera indistinta en la comunidad informática;

otros términos relacionados incluyen experiencia sintética, mundos virtuales, mundos artificiales y realidad artificial. A principios de los años 90, el término de realidad virtual comenzó a ganar más popularidad. A continuación, se presentan algunas definiciones de realidad virtual:

Autor	Año	Definición
Fuchs	1992	Son gráficos interactivos en tiempo real con modelos en tres dimensiones, combinados con una tecnología de visualización que le dan al usuario la inmersión en el mundo modelado y la manipulación directa.
Gigante	1993	Es la ilusión de la participación en un mundo sintético en lugar de la observación externa de dicho entorno. La realidad virtual en dispositivos estereoscópicos que rastrean el movimiento de la cabeza en tres dimensiones, seguimiento de manos/cuerpo y sonido binaural. La realidad virtual es una experiencia inmersiva y multisensorial.
Cruz-Neira	1993	La realidad virtual se refiere a lo inmersivo, interactivo, multisensorial, centrado en el espectador, y entornos en tres dimensiones generados por computadora y la combinación de las tecnologías requeridas para construir estos entornos.
Von Schweber	1995	La realidad virtual te deja explorar y ver el mundo en tres dimensiones en tiempo real, con seis grados de libertad. En esencia, la realidad virtual es un clon de la realidad física.

Tabla 3. Concepto de realidad virtual. Fuente: Elaboración propia (2024)

Como se observa en la *Tabla 3* algunas de estas definiciones tienen variaciones, pero esencialmente son equivalentes, todas ellas explican que la realidad virtual se parece a vivir una sensación o a tener una experiencia interactiva e inmersiva, es decir con la sensación de presencia, en un mundo simulado o casi real y autónomo.

Lo primordial para poder tener una experiencia en realidad virtual es un HMD, mejor conocidos como gafas de realidad virtual o visor de realidad virtual; un HMD es un dispositivo que va montado en la cabeza del usuario que cuenta con una pantalla, por la cual es posible reproducir las imágenes creadas por una computadora y disfrutar así de una experiencia en realidad virtual; los dispositivos cuentan con un apropiado rastreo de la cabeza, lo que permite actualizar correctamente a la posición y orientación de la cabeza del usuario; la persona una vez inmersa en una experiencia en realidad virtual, si volteá la cabeza hacia la izquierda, el movimiento será reflejado en lo que se verá a través de las gafas, de igual forma, algunas de estas gafas detectan la altura a la que se encuentren las gafas mediante sensores, por lo que si se agacha, esto también se verá reflejado; algunas gafas de realidad virtual, las cuales no necesitan de una computadora como tal para poder funcionar correctamente y que se les conoce como gafas de realidad virtual todo en uno.

LA IMPORTANCIA DE LA PERCEPCIÓN VISUAL EN LA ARQUITECTURA

La percepción dentro de la disciplina de la psicología se le considera como un proceso subjetivo, es una manera de interpretar la realidad, es un proceso en el que construimos y atribuimos características a lo sentido por medio de un estímulo físico que ha captado nuestro organismo. Arnheim (2006), considera a la percepción como un estado subjetivo, a través del cual se realiza una abstracción del mundo externo, de hechos y sucesos relevantes para la persona; realizó un estudio sistemático de las artes visuales a partir de los principios de la psicología y dice lo siguiente:

“La percepción visual no opera con la fidelidad mecánica de una cámara, que lo registra todo imparcialmente: todo el conglomerado de diminutos pedacitos de forma y color que constituyen los ojos y la boca de la persona que posa para la fotografía, lo mismo que la

esquina del teléfono que asoma accidentalmente por encima de su cabeza. ¿Qué es lo que vemos?... Ver significa aprehender algunos rasgos salientes de los objetos: el azul del cielo, la curva del cuello del cisne, la rectangularidad del libro, el lustre de un pedazo de metal, la rectitud del cigarrillo" (Arnheim, 2006, pp. 58-59).

En psicología la sensación se determina como la parte objetiva y la percepción la subjetiva del proceso sensorio-perceptivo (Montagud, 2020). La sensación tiene que ver con los órganos de los sentidos, los cuales captan los estímulos físicos, y estos se van a transformar en impulsos nerviosos y los van a enviar al cerebro en donde se realizará la percepción. La sensación es objetiva y es la captación de un estímulo físico, es decir se recibe un estímulo, se registra y se codifica la información en los órganos sensoriales, después viaja por las vías neuronales o nervios y llega hasta el cerebro.

Santana (2016) dice que en la arquitectura se pueden determinar cinco tipos de percepción las cuales principalmente ayudan o auxilian a percibir la arquitectura: la percepción visual, espacial, auditiva, táctil y del tiempo. La percepción visual (Montoya, 2016) es de suma importancia en la percepción de la arquitectura, debido a que es el primer acercamiento que se tiene con la misma. Con la percepción visual se puede percibir la forma de la arquitectura y darle valores cualitativos, para percibir inmediatamente de qué se trata, la forma brinda información altamente privilegiada, incluso es posible determinar el género de un objeto arquitectónico. De igual modo se pueden percibir los materiales con los que el objeto arquitectónico está construido (Montoya, 2016) como sus texturas, acabados y el paisaje, lo cual crea cierta percepción del objeto arquitectónico. Se pueden percibir los colores de la arquitectura, los cuales forman un papel importante, debido a que los colores pueden influir de manera contundente en nuestros sentidos, estados de ánimo y la forma de entender el objeto arquitectónico. Más allá del valor estético

que los colores puedan aportar la percepción de estos son los responsables de una serie de estímulos conscientes e inconscientes que influyen en la experiencia de los usuarios en el espacio.

Según el uso que se le pueda dar a los colores se puede oscurecer o iluminar un espacio, resaltar volúmenes, detalles constructivos o hacer énfasis en determinadas formas o aspectos del espacio.

La percepción espacial opera bajo la percepción visual (Escobar, 2012), por lo que están altamente ligadas una de la otra; los espacios tienen un papel importante en la arquitectura ya que estos al momento de ser identificados por el usuario dan las bases necesarias para navegar por el entorno. Cuando hay ausencia de espacios, surge la desorientación y ansiedad al no saber a dónde dirigirse; esto debido a la relación entre el individuo y su entorno, ya que este sugiere ciertas relaciones, estructuras y diferencias que el individuo organiza con ayuda de la percepción y le da un significado a lo que ve.

Las texturas, acabados y materiales con los que los objetos arquitectónicos y sus espacios son construidos, juegan un papel importante en como los percibimos (Escobar, 2012), otorgando atmósferas a los mismos y haciendo que los percibamos de una manera u otra. Asimismo, los colores juegan un papel relevante, ya que dependiendo de los colores utilizados se pueden percibir espacios más amplios, dar jerarquía a ciertos espacios e incluso el de percibir cosas más cerca que otras.

Este tipo de percepción tiene que ver en como distinguimos el sonido, lo que escuchamos, dentro de los objetos arquitectónicos y como reaccionamos (Hernández, 2012). La percepción auditiva tiene mucha conexión con los espacios, ya que dependiendo de estos percibimos el sonido de una manera u otra; por lo cual es posible crear atmósferas en los espacios, que según sea la intención de dicha atmósfera es posible crear estímulos en el sujeto y consecuente a esto despertar ciertas

emociones en el mismo. Este tipo de percepción da la capacidad a las personas de recibir, interpretar e integrar las sensaciones (Cruz, 2010) que son transmitidas.

La textura de los materiales que fueron utilizados en la construcción del objeto arquitectónico, su temperatura, su dureza y la presión y una vez percibidas estas características asignarles cualidades específicas a las mismas. Los materiales juegan un papel de suma importancia en la arquitectura y para la percepción táctil no es la excepción, ya que la misma es capaz de estimular a los sujetos y lograr que los mismos tengan cierta percepción de los espacios; la percepción táctil (Cruz, 2010) ha tomado una mayor relevancia en los últimos años, debido a que se busca una arquitectura más universal y accesible.

La percepción del tiempo se refiere a como percibimos el paso de este; este tipo de percepción es muy importante en la vida ya que esta hace que tengamos una noción del pasado, presente y futuro (Morgando, 2014). En la arquitectura es posible tener este tipo de percepción viendo en qué estado se encuentran los materiales de un objeto arquitectónico (Morgando, 2014), de esta manera es posible percibir si se trata de un objeto nuevo o si se trata de un objeto que tiene años de haber sido construido. De igual manera al estar dentro de un objeto arquitectónico se puede percibir el paso del tiempo mediante luces, sombras y cómo es la iluminación de un espacio.

Para dar un ejemplo, si una habitación tiene una ventana orientada hacia el este, los rayos del sol entrarán por la misma todas las mañanas y así los sujetos dentro de la habitación sabrán que se trata de una hora temprana del día, cuando los rayos del sol ya no tengan incidencia en la habitación y esta sea iluminada más indirectamente sabrán que se trata de una hora más avanzada del día, ya que puede ir desde el mediodía hasta ciertas horas de la tarde según la calidad de iluminación de la

habitación, una vez que en la habitación no puedan realizarse ciertas tareas como leer o escribir sin la necesidad de luz artificial, el sujeto sabrá que se trata de una hora muy avanzada del día, ya se trate de un atardecer o la noche misma.

En conclusión, se sabe que la percepción es fundamental para entender un objeto arquitectónico; y es a través de los cinco tipos de percepción; visual, espacial, auditiva, táctil y del tiempo que las personas tienen la posibilidad de entender mejor los espacios.

ESTUDIO DE PERCEPCIÓN

Este trabajo de investigación tiene como objetivo determinar la influencia en la percepción de las personas al aplicar la realidad virtual en el proyecto arquitectónico de una vivienda de tipo medio respecto a métodos tradicionales de representación. Para este estudio se propuso utilizar el método cualitativo, ya que cuando se trata de percepción se está hablando de algo que es subjetivo. Una de las principales características de este enfoque es la recolección de datos no estandarizados, ya que no se efectúa una medición numérica, pues no tiene como objetivo el efectuar un análisis estadístico; la recolección de los datos tiene como objetivo el obtener las perspectivas y puntos de vista de las personas participantes en el estudio, es decir, sus emociones, experiencias, significados y otros aspectos subjetivos; son un conjunto de prácticas interpretativas que hacen al mundo visible, lo transforman y convierten en una serie de representaciones en forma de observaciones, anotaciones, grabaciones y documentos; es naturalista porque estudia a los objetos y seres vivos en sus contextos o ambientes naturales e interpretativo, pues intenta encontrar sentido a los fenómenos en términos de los significados que las personas les otorguen (Hernández Sampieri, et. al. 2006).

Los sujetos seleccionados para el caso de estudio de este proyecto de investigación fue un grupo de 5 personas en un rango de edad de los 21 a 23 años, con el mismo nivel de estudios (actualmente estudiando licenciatura) y que no fueran estudiantes de arquitectura o ingeniería civil, debido a que estas carreras están relacionadas a la arquitectura y construcción. A las personas seleccionadas se les mostraron las siguientes formas de representación arquitectónica según sea el caso:

- Planos arquitectónicos sin nombres en áreas
- Maqueta arquitectónica
- Recorrido con realidad virtual

Se optó por remover los nombres en las áreas de los planos para observar si los participantes eran capaces de identificar los espacios solamente por las figuras del mobiliario en los planos. Los planos fueron impresos en una hoja de tamaño carta cada uno, a blanco y negro en una escala 1:100; los planos fueron realizados en el software de AutoCAD.

La maqueta arquitectónica que se realizó fue monocromática con losas removibles y materiales de madera balsa, palitos de madera, estropajo natural y MDF.

El recorrido con realidad virtual fue realizado en dos etapas: la primera etapa consta del modelo 3D con sus respectivas texturas y amueblado, el cual fue realizado una vez teniendo los planos realizados en AutoCAD. Primero se importaron los planos al programa de modelado 3D, en este caso en particular fue utilizado SketchUp; una vez importados los planos se realizó el modelo 3D con las medidas correspondientes arrojadas por los planos; teniendo el modelo 3D en crudo, se aplicaron las texturas correspondientes en el modelo y el mobiliario según correspondía en los planos. Terminado el proceso de aplicar texturas y amueblado del modelo 3D se utilizó el motor de renderizado de Enscape para la visualización mediante la realidad virtual del modelo. Para hacer más real la experiencia

virtual, todas las texturas fueron trabajadas para ser lo más físicamente correctas respecto a reflexiones, difusión de los materiales y relieve de texturas. Una vez terminada la primera etapa de configuración de la escena del modelo 3D se usó como software auxiliar SteamVR con el cual es posible el enlace de los lentes de realidad virtual utilizados (en este caso Oculust Quest 2) con el motor de renderizado.

A continuación, se muestra en la *Tabla 4*, a manera de resumen, con los resultados obtenidos de las observaciones realizadas en los cinco casos.

Per- sona	Lo obser- vado	Duración de observación Minutos	Descripción de lo percibido	Nivel de compre- sión
1	-Planos arquitectónicos -Maqueta	Planos: 3:06 Maqueta: 0:52	Con los planos no entendió las escaleras, después de observar la maqueta comprendió que se trataba de las escaleras	Bueno
2	-Planos arquitectónicos -Maqueta -Realidad virtual	Planos: 2:00 Maqueta: 1:00 Realidad virtual: 4:50	No comprendió totalmente la planta de conjunto. No dimensionaba en su cabeza los espacios mediante los planos y maqueta. Cuando tuvo una experiencia en realidad virtual comentó que todo se veía muy real y más amplió	Excelente

3	-Planos arquitectónicos -Realidad virtual	Planos: 2:41 Realidad virtual: 5:17	No comprendió totalmente la planta de conjunto y comentó que los espacios los percibía muy reducidos con los planos, pero que al momento de verlos en realidad virtual los notó muy amplios	Excelente
4	-Planos arquitectónicos -Realidad virtual -Maqueta	Planos 2:43 Realidad virtual: 7:11 Maqueta 0:52	No comprendió totalmente la planta de conjunto. Cuando tuvo una experiencia en realidad virtual comentó que los espacios eran más amplios de lo que se había imaginado con los planos. Se le hizo redundante observar la maqueta después de la experiencia en realidad virtual	Excelente

5	-Planos arquitectónicos -Renders	Planos 3:42 Renders 1:30	No comprendió totalmente la planta de conjunto, con los planos no pudo percibir si los espacios eran grandes o pequeños hasta observar los renders ya que comentó que los percibía amplios	Bueno
---	-------------------------------------	-----------------------------	--	-------

Tabla 4. Resumen de los resultados de investigación. Fuente: Elaboración propia (2024)

A continuación, se muestran algunos ejemplos de las diferentes representaciones arquitectónicas que se mostraron a las personas que fueron los sujetos de estudio.

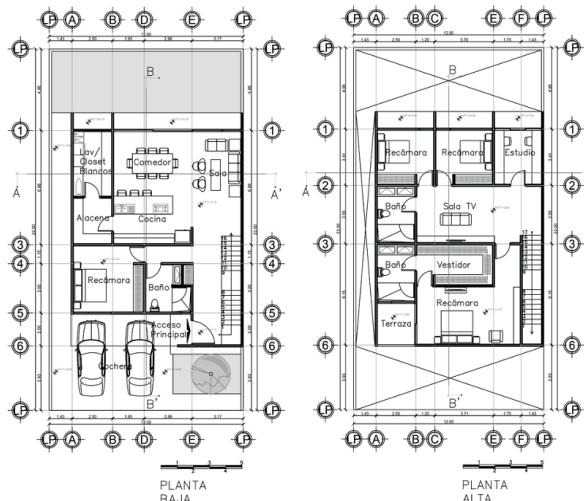


Fig. 1. Planta baja y Planta alta del proyecto arquitectónico. S/E. Fuente: Elaboración propia (2024)



Fig. 2. Vista en perspectiva de la maqueta del proyecto arquitectónico y render de la fachada principal del proyecto arquitectónico. Fuente: Elaboración propia (2024)

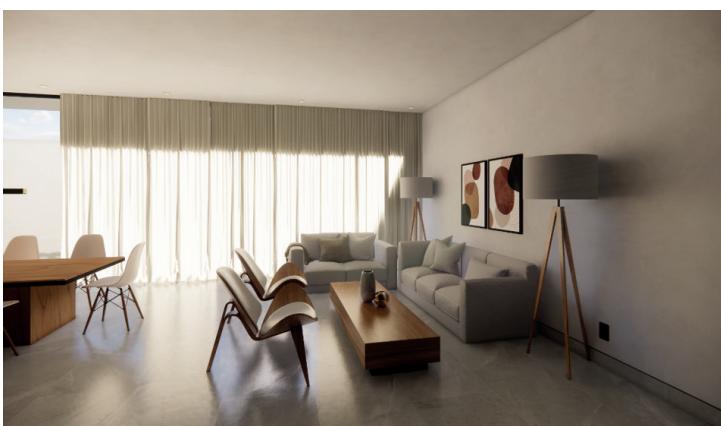


Fig. 3. Render de la sala del proyecto arquitectónico. Fuente: Elaboración propia (2024)



Fig. 4. Persona del caso 3 teniendo una experiencia virtual inmersiva del proyecto arquitectónico. Fuente: Elaboración propia (2024)

CONCLUSIONES

Gracias al avance de la tecnología hoy en día es posible realizar representaciones de la arquitectura de manera digital; los distintos softwares CAD son herramientas para expresar las ideas de los proyectistas, la incorporación de tecnologías usadas en películas y videojuegos permite la realización de renderizados de proyectos arquitectónicos y lograr representar a la arquitectura de manera fotorrealista y la incorporación de la realidad virtual en los mismos. Gracias a la evolución de los motores de renderizado, hoy en día es posible la visualización de proyectos arquitectónicos en realidad virtual, ya sea en renders 360° o de una manera inmersiva.

El objetivo de este proyecto de investigación era determinar la influencia que tiene la aplicación de la realidad virtual en la percepción que los sujetos tienen de una vivienda de tipo medio respecto a métodos tradicionales de representación arquitectónica; por medio de los cinco casos de estudio

se pudieron recabar los siguientes datos; los sujetos que participaron en el experimento pudieron leer la mayoría de los planos sin problema alguno, incluso quitándole el nombre a las áreas, a excepción de la planta de conjunto, pues resultó interesante que la mayoría de los participantes no lo pudieron entender; los participantes mencionaban que las sombras era lo que los confundía. Las personas que no tuvieron una experiencia inmersiva con la realidad virtual, coincidían que los métodos adicionales a los planos, es decir los renders, los ayudaban a tener una mejor percepción del proyecto pues ambos se complementaban, con los planos veían cómo estaban distribuidos los espacios; tal fue el caso de la persona del caso 5, que mencionó que viendo sólo los renders no podía saber cómo estaba distribuido el proyecto y que gracias a los planos podía saber en dónde estaba cada espacio mostrado.

Las personas que sólo tuvieron acceso a los planos arquitectónicos no lograban tener una percepción total del espacio, ya que si bien podían ver las medidas de los espacios no podían dimensionar el número en su cabeza; la persona del caso tres mencionó que cuando veía los espacios en el plano se le hacían sumamente reducidos, pero que al momento de tener una experiencia inmersiva con la realidad virtual su percepción cambió totalmente ya que ahora percibía los espacios tal y como eran, mencionando que eran muy amplios; esto también fue una constante con los demás sujetos, si bien a los otros dos los espacios les parecían amplios en planos, al momento de tener una experiencia inmersiva su percepción cambió completamente.

Cabe mencionar que los sujetos que tuvieron una experiencia inmersiva con la realidad virtual mencionaban que se sentían verdaderamente en el espacio, perdiendo incluso la noción con la realidad, todos coincidieron que fue su método preferido para tener una mejor percepción del proyecto, ya que es como si estuvieras en el proyecto ya construido.

Se puede concluir que la influencia que tiene la aplicación de la realidad virtual en la percepción que los sujetos tienen de una vivienda de tipo medio respecto a métodos tradicionales de representación arquitectónica es altamente positiva, observamos que este método de representación arquitectónica traslada a los sujetos a lo que podría llamarse un “gemelo” de lo que podría ser el proyecto construido, siendo el modelo del proyecto altamente fiel a lo que la realidad podría llegar a ser, también influye la creación de atmósferas en los espacios gracias a el mobiliario 3D incluido en el modelo hace aún más realista la experiencia.

La representación arquitectónica que utiliza realidad virtual o recorridos de inmersión comparte principios claves con los sistemas complejos adaptativos, como por ejemplo la capacidad de adaptación, la interacción y la emergencia, pues permite simular espacios tridimensionales donde el usuario puede hacer un recorrido para experimentar un espacio, incluso con los cambios del entorno como la iluminación, ventilación, colores, etc., o su relación con los objetos como el mobiliario; es decir que es un entorno dinámico y se pueden observar las acciones de los usuarios y poder realizar cambios o adaptaciones al proyecto si así se requiere; a partir de interacciones simples entre componentes; en un entorno que usa la realidad virtual, se pueden observar patrones a partir de las interacciones de múltiples usuarios en el mismo espacio virtual; por ejemplo, en un recorrido inmersivo, el comportamiento de grupos de personas interactuando dentro del espacio puede revelar flujos y comportamientos no previstos por los arquitectos. En un entorno arquitectónico inmersivo que utiliza la realidad virtual, los usuarios y el entorno “adaptan” su comportamiento en tiempo real, pues estos entornos permiten explorar cómo los espacios arquitectónicos pueden ser dinámicos y responden a diversas variables, lo que enriquece el proceso de diseño y también la experiencia del usuario, por lo tanto, el usuario entiende mejor el proyecto y su percepción de él.

Los sistemas complejos adaptativos y la realidad virtual están relacionados en su capacidad de autoorganización y evolución, pues se componen de múltiples agentes interconectados que interactúan sin necesidad de un control centralizado, lo que genera patrones emergentes impredecibles como se sabe, estos sistemas incluyen ecosistemas, economías y ciudades.

En el caso de la realidad virtual, esta se considera un sistema complejo adaptativo porque involucra la interacción dinámica entre usuarios, inteligencias artificiales y el entorno digital. Los entornos virtuales evolucionan con la interacción de sus agentes, generando cambios emergentes y adaptativos; esto se observa en videojuegos, metaversos y ciudades digitales, donde la arquitectura y el diseño cambian según las necesidades y el comportamiento de los usuarios.

Desde la perspectiva arquitectónica, los espacios virtuales no son solo representaciones estáticas, sino sistemas en constante evolución; la arquitectura digital en la realidad virtual permite experimentar con materiales, iluminación y distribución espacial en tiempo real, facilitando la colaboración remota entre diseñadores; además, la preservación digital de estructuras históricas se enriquece al incorporar interactividad y evolución en modelos 3D explorables mediante realidad virtual. Ejemplos concretos de cómo los entornos virtuales se comportan como sistema complejo adaptativo incluyen:

- Plazas en el metaverso que cambian con la actividad de los usuarios.
- Museos virtuales cuyas salas se reorganizan según el interés del público.
- Ciudades virtuales que se expanden en función de la actividad de sus habitantes.

El caso de The Line, una ciudad futurista en Arabia Saudita ilustra cómo un entorno virtual permite simular y optimizar el diseño urbano antes de su construcción física; gracias a la inteligencia artificial y la realidad virtual, se analizaron flujos de peatones y patrones emergentes para

ajustar la distribución espacial de manera eficiente. Es posible concluir que la aplicación de los sistemas complejos adaptativos en la realidad virtual y la arquitectura digital permite comprender la evolución de los espacios virtuales en función de la interacción social y la dinámica emergente, facilitando estudios como la netnografía para analizar patrones de comportamiento y optimizar el diseño de entornos digitales.

Un sistema complejo adaptativo en arquitectura es aplicable en proyectos que utilizan realidad virtual para su representación; podría ser el diseño de un espacio arquitectónico, generativo e interactivo en un entorno de realidad virtual, por ejemplo en gran escala, una ciudad virtual adaptativa, como la que se realizó para The Line; los elementos clave del proyecto serían los agentes interdependientes, los usuarios o habitantes virtuales, diseñadores y urbanistas que actúan como agentes autónomos, tomando decisiones sobre la configuración del espacio, las decisiones individuales afectan al sistema global, generando patrones emergentes, de autoorganización y emergencia. La ciudad va a evolucionar a partir de interacciones locales; es decir se puede modificar una plaza o rediseñar una calle, pues el sistema adapta su estructura en respuesta a estos cambios; las zonas con mayor densidad de actividad pueden volverse naturales dentro del entorno virtual, es cuando se presenta la adaptabilidad y el aprendizaje; otro elemento clave sería el sistema que utilizaría algoritmos para identificar patrones de uso y mejorar la distribución espacial en tiempo real, si una zona se vuelve muy transitada, el sistema puede sugerir cambios en el diseño urbano, optimizando, flujos y accesibilidad; otro elemento sería la no linealidad y la retroalimentación que ayudan a tomar decisiones, un pequeño cambio en una estructura puede generar transformaciones mayores en el entorno, permitiendo a los usuarios experimentar diferentes configuraciones antes de aplicar cambios definitivos, creando así un proceso adaptativo. Este sistema permite explorar cómo las comunidades pueden diseñar sus espacios

urbanos en entornos virtuales, antes de implementarlos en la realidad física, además, facilita la experimentación con modelos urbanos sostenibles, reduciendo errores de planificación y costos. Este es un ejemplo que muestra como los sistemas complejos adaptativos pueden aplicarse en arquitectura a través de permitir un entorno interactivo que evoluciona según las interacciones de los usuarios.

REFERENCIAS

- Arnheim, Rudolf. (2006). *Arte y percepción visual*. Editorial Alianza Forma.
- Baraya, S. (2020). La evolución de la representación visual en la arquitectura (y hacia dónde se dirige). ArchDaily. <https://www.archdai.com/evolucion-representacion-visual-arquitectura>
- Batty, M. (2018). *Inventando ciudades del futuro*. MIT Press.
- Carmona, G. (2015). Ciudad Imaginaria y sociedad virtual: Las redes sociales virtuales como medio para el análisis de los imaginarios urbanos. Universidad de Guadalajara, Universidad Autónoma de Coahuila.
- Clark, S. (2024). *El mejor software de arquitectura*. TechRadar. <https://www.techradar.com/best/best-architecture-software>
- Cruz-Neira, C., Sandin, D. J., & De Fanti, T. A. (1993). Realidad virtual basada en proyección de pantalla envolvente: El diseño e implementación de CAVE. En *Computer Graphics: Actas de SIGGRAPH*.
- Cruz Abud, Y. (2010). *La percepción en la arquitectura*. <https://percepcionyarquitectura.blogspot.com>
- Escobar, G. (2012). *Percepción y comunicación visual en la arquitectura*. Slideshare. https://es.slideshare.net/gene_29/percepcion-y-comunicacion-visual-en-la-arquitectura#:~:text=Importancia%20de%2ola%20Percepción%20Visual%20en%20el%2ocampo,presentan%20al%20observarlos%20se%2opuede%20organizar%20en%2ogrupos
- Fuchs, H. (1992). Research Directions in Virtual Environments. Taller invitacional, Universidad De Carolina del Norte, Chapel Hill.
- Gigante, M. A. (1993). *Virtual reality: Definitions, history and applications*. San Diego: Virtual Reality.

- Hernández, L., Taibo, J., Seoane, A., & Jaspe, A. (2011). Percepción del espacio en la visualización de arquitectura mediante realidad virtual inmersiva. *EGA Expresión Gráfica Arquitectónica*.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2006). *Metodología de la investigación* (4.^a ed., Vol. 1). (N. I. López, Ed.). McGraw-Hill.
- Holland, J. (1996). Sistemas adaptativos complejos: Redes de neuronas artificiales y algoritmos genéticos (A. Pazos, Trad.). Universidad de Michigan.
- Mazuryk, T., & Gervautz, M. (1999). *Virtual reality: History, applications, technology, and future*. Institute of Computer Graphics, Vienna University of Technology.
- Mitchell, M. (2009). *Complejidad: Una visita guiada*. Universidad de Oxford Press.
- Montagud, N. (2020). *Las 4 diferencias entre sensación y percepción*. Psicología y Mente. <https://psicologiyamente.com/neurociencias/diferencias-sensacion-percepcion>
- Morgando Bernal, I. (2014). *La percepción del tiempo*. Investigación y Ciencia. Recuperado de <https://www.investigacionyciencia.es/blogs/psicologia-y-neurociencia/37/posts/la-percepcion-del-tiempo-12083>
- Musset, A. (2023). NEOM and The Line (Saudi Arabia): Futuristic utopia or urban nightmare? *L'Information Géographique*, 87(1). Éditions Armand Colin. <https://www.cairn.info/revue-l-information-geographique-2023-1-page-139.htm>
- Müller, W. y Rüger, B. (2021). *Realidad virtual para arquitectura, diseño e ingeniería: aplicaciones y soluciones industriales*. Springer.
- Poncela, M. (2019). *Los motores de render para diseño 3D*. Cipsa. Recuperado de <https://cipsa.net/motores-render/>
- Schmidt-Belz, B. y Ludwig, B. (2003). *CoActas de la Conferencia Internacional sobre Sistemas Complejos*.

Von Schweber, L., & Von Schweber, E. (1995, marzo 14). Virtual reality-Virtually here. *PC Magazine*. Recuperado de http://www.infomaniacs.com/Pubs/PC-Mag_VR_intro.htm

CAPÍTULO 7

Metáforas desde el cómic y el anime para la enseñanza del paradigma de la complejidad en el diseño

Gerardo Vázquez Rodríguez

Universidad Autónoma de Nuevo León

En el vasto panorama del diseño contemporáneo, existe una creciente conciencia de la necesidad de abordar los desafíos actuales desde una perspectiva más amplia y multidisciplinaria holística. Durante décadas, el paradigma predominante en la educación y la producción del diseño se ha arraigado en enfoques reduccionistas que han simplificado la realidad en partes aisladas, ignorando la interconexión y la complejidad inherente a los sistemas naturales y sociales. Sin embargo, en un mundo cada vez más interdependiente y globalizado, esta visión fragmentada y simplificadora ya no es suficiente para abordar los problemas complejos que enfrentamos en el siglo XXI (Vázquez, 2019).

El diseño, ya sea de objetos, de arquitectura o de ciudades, tiene un impacto profundo en la calidad de vida de las personas y en el entorno natural, por lo tanto, será fundamental reconocer que nuestras decisiones de diseño tienen grandes implicaciones en las vidas de nuestros usuarios, estas

implicaciones van más allá de la estética y la funcionalidad, afectando profundamente la salud de los ecosistemas, la biología, la equidad social y la sostenibilidad a largo plazo (Vázquez, 2019). En base a lo anterior, consideramos imperativo que el diseño rompa con el paradigma convencional de educación y producción de la ciencia del siglo XX, que se ha basado principalmente en métodos funcionalistas y simplificados que implican el progreso materialista a toda costa, evadiendo en muchos casos las múltiples implicaciones que nuestras creaciones pueden tener en la realidad. Esta dinámica educativa y profesional propuesta implicaría incorporar el diseño hacia una visión holística y multidisciplinar, más comprensiva de la interconexión sistémica e innata en la que vivimos todos los seres vivos permanentemente. Esta amplia perspectiva se sitúa desde lo complejo y lo holístico, reconoce la interconexión y la interdependencia de todos los elementos de un sistema, así como la importancia de considerar múltiples disciplinas y perspectivas en el proceso de diseño. Apuntamos desde lo anterior, que solo mediante la comprensión profunda de la complejidad inherente a los sistemas naturales, sociales y tecnológicos, podemos crear diseños que sean verdaderamente efectivos, sostenibles y significativos en el mundo contemporáneo.

Así, desde este contexto, surge la propuesta de utilizar nuevas metáforas que ayuden a ejemplificar y educar sobre las principales características del fenómeno sistémico y su complejidad en el diseño. Se considera, que esto, podría ser útil como herramienta de comunicación y enseñanza para estudiantes y profesionistas del diseño, metáforas provenientes de ámbitos masivos, como el cómic¹ norteamericano y el anime² japonés, fenómenos culturales globales que ejemplifican en algunas de sus narrativas propuestas mediáticas que describen paradigmas sobre la complejidad y resaltan su utilización en la construcción y el uso de objetos de diseño. Por lo tanto, entendemos que estas narrativas visuales, que son accesibles y populares entre un amplio público, pueden ofrecer

una vía alternativa y eficaz para la comprensión y el uso de los lenguajes de la complejidad en el ejercicio del diseño. Al recurrir a metáforas que trascienden las barreras lingüísticas y culturales, podemos facilitar la comprensión de conceptos abstractos y fomentar una visión más integradora y sistémica del diseño ante los contextos contemporáneos.

En derivación, a lo anterior, en este artículo, exploraremos cómo es que metáforas seleccionadas desde el cómic y el anime pueden proporcionar un puente entre la educación convencional del diseño y la visión holística de los sistemas complejos adaptativos, permitiendo a estudiantes y profesionistas expandir sus horizontes creativos para abordar los desafíos del siglo XXI desde posibilidades efectiva y significativa.

Por lo tanto, como primer aspecto en este texto, comenzaremos analizando los fundamentos teóricos sobre los sistemas complejos, explorando cómo el concepto de simbiosis puede ser visto como una puerta de entrada hacia la teoría de la complejidad en el ámbito del diseño. Posteriormente, se contextualizará el entendimiento contemporáneo del cómic y el anime, así como su uso como herramienta educativa en diversos experimentos y aplicaciones. En una tercera sección, se describirá el método de selección para las metáforas presentadas a partir del cómic y el anime y finalmente, se analizarán ejemplos específicos de narrativas gráficas que ilustran los postulados planteados. Al hacerlo, esperamos abrir nuevas perspectivas y posibilidades en el campo del diseño, contribuyendo así a la creación de objetos en general con una visión de futuro más sostenible y equitativo para todos.

LA SIMBIOSIS COMO PUERTA DE ENTRADA PARA COMPRENDER LOS SISTEMAS COMPLEJOS ADAPTATIVOS EN EL DISEÑO.

Como se mencionaba anteriormente, este apartado inicial propone realizar un análisis sobre los principales puntos que intervienen en las

lógicas conceptuales y procesuales que dan forma a un sistema complejo adaptativo y presentar la simbiosis como un elemento revelador para el entendimiento de los sistemas.

Un *sistema complejo adaptativo* (SCA) es una estructura de elementos interdependientes que interactúan de manera dinámica, permitiendo que el sistema evolucione y se adapte al entorno. Estos sistemas se caracterizan por su capacidad de autoorganización, emergencia de propiedades y adaptación, lo que la diferencia de sistemas más rígidos y predecibles. La noción principal sobre la complejidad radica en que los componentes del sistema, a pesar de ser simples, producen colectivamente comportamientos complejos y novedosos, adaptándose a través de procesos que emergen de las interacciones internas y de su relación con el entorno (Holland, 2006).

Los principales elementos de un SCA incluyen a los agentes del sistema, las reglas de interacción y la adaptabilidad. Los agentes son determinados como las unidades autónomas del sistema, que pueden ser células en un organismo, individuos en una comunidad o incluso empresas en una economía, cada agente sigue reglas de interacción que guían sus relaciones, generando patrones colectivos sin la necesidad de un control central.

Además, de los elementos, la adaptabilidad es un rasgo esencial en estos sistemas; los agentes pueden modificar y adaptar su comportamiento o estructura en función de la retroalimentación del entorno, lo cual les permite enfrentar desafíos cambiantes (Mitchell, 2009).

También, la autoorganización es otro componente clave en un SCA, ya que el sistema tiende a organizarse sin intervención externa directa, formando estructuras que reflejan la interacción y la cooperación entre los agentes.

Además, los SCA por su naturaleza adaptativa y emergente, representan un paradigma crucial para entender fenómenos tanto biológicos como sociales; bajo el estudio de estos sistemas, será posible comprender cómo los agentes, mediante interacción y adaptación, producen sistemas resilientes que son capaces de evolucionar y prosperar en entornos complejos y cambiantes.

A la par, un concepto esencial dentro de los SCA y central para este texto será la simbiosis, que describe la relación estrecha y persistente entre dos o más agentes, beneficiéndolos de alguna forma. En el ámbito biológico, la simbiosis es observable en relaciones como la que existe entre los hongos y las raíces de las plantas en las micorrizas. Esta relación permite a las plantas obtener nutrientes adicionales mientras el hongo accede a los carbohidratos de la planta, facilitando un intercambio adaptativo que fortalece a ambas especies frente a las limitaciones ambientales (Margulis y Fester, 1991). En el ámbito social, un ejemplo de simbiosis adaptativa puede observarse en la relación entre comunidades humanas y sus instituciones; por ejemplo, en una ciudad, el sistema de transporte y los ciudadanos interactúan en un ciclo de dependencia mutua donde las necesidades de movilidad informan las políticas de transporte, y estas, a su vez, influencian los patrones de conducta de los ciudadanos. Esta relación promueve adaptaciones en ambos sistemas, que favorecen la cohesión y la funcionalidad urbana (Miller y Page, 2008).

La simbiosis, en un sentido más amplio, puede también entenderse como la relación de mutua influencia y dependencia entre los individuos de un sistema y el entorno en el que estos habitan. Esta relación se manifiesta en un intercambio constante y adaptativo, donde las características del entorno modifican a los individuos, y los individuos, a su vez, transforman el entorno en un proceso evolutivo bidireccional (Margulis, 2008). En este sentido, la simbiosis no se limita únicamente a relaciones entre organismos o agentes, sino que se extiende a la interacción continua entre

las propiedades del ambiente y los elementos del sistema, conformando un vínculo adaptativo que es tanto estructural como funcional.

Un ejemplo ilustrativo de este tipo de simbiosis se observa en los ecosistemas naturales, donde las cualidades del suelo, el clima y la disponibilidad de recursos afectan directamente las adaptaciones fisiológicas y comportamentales de las especies. Los árboles de manglar, por ejemplo, desarrollan raíces aéreas y adaptaciones fisiológicas que les permiten filtrar el agua salada, un claro ajuste a la salinidad y textura del suelo en ambientes costeros (Odum, 1971). Este proceso de adaptación, a su vez, modifica el entorno, ya que las raíces de los manglares estabilizan el suelo, evitan la erosión costera y crean hábitats que benefician a otras especies. De esta manera, la interacción entre el entorno y el organismo crea una relación simbiótica adaptativa en la que ambas partes se transforman mutuamente y contribuyen a la estabilidad del ecosistema.

En los sistemas sociales, este fenómeno se observa en la relación entre la arquitectura urbana y el comportamiento humano. Las características físicas y estructurales de una ciudad, como sus plazas, parques, sistemas de transporte y la organización del espacio público, condicionan las actividades, dinámicas y patrones de vida de sus habitantes. Al mismo tiempo, el uso que los individuos hacen de estos espacios urbanos redefine y reconfigura el entorno construido, que se adapta para responder a las necesidades emergentes de la población. Este proceso permite que el sistema urbano evolucione en respuesta a las demandas sociales, culturales y económicas, creando un entorno que es producto tanto de las características físicas de la ciudad como de las interacciones y actividades de sus ciudadanos (Jacobs, 1961).

En ambos ejemplos, la simbiosis entre el entorno y los elementos del sistema no se presenta como una relación estática, sino como un proceso dinámico y adaptativo. La interacción constante redefine las cualidades

del sistema y del ambiente, haciendo de la simbiosis un proceso integrador en el que cada cambio en un elemento repercute en el otro, generando patrones complejos de co-evolución y sostenibilidad (Capra, 1997). La relación entre el entorno y los elementos del sistema, así entendida, permite que los sistemas se adapten, evolucionen y mantengan un equilibrio dinámico en respuesta a las demandas y posibilidades mutuas.

Puntualizando, la simbiosis en un sistema complejo puede ser entendida como un fenómeno resultante y unificadorio de todas las interacciones y dinámicas que emergen entre los elementos internos del sistema y su entorno. Este enfoque expande la idea tradicional de simbiosis solo como una relación de beneficio mutuo entre organismos, para interpretarlo como un proceso integrador que condensa la multiplicidad de interacciones en un sistema, permitiendo su adaptación, evolución y autorregulación. En este sentido, la simbiosis actúa como un mecanismo de cohesión y convergencia, donde los intercambios entre los elementos del sistema y el entorno no solo favorecen la supervivencia, sino que promueven la formación de patrones de organización colectiva y el desarrollo de propiedades emergentes (Capra, 1997).

Este proceso ampliado de simbiosis puede observarse tanto en sistemas biológicos como en sistemas sociales y ecológicos. En los sistemas biológicos, por ejemplo, la simbiosis entre bacterias y organismos multicelulares no solo permite el desarrollo de funciones vitales, sino que también contribuye a la configuración de redes de interdependencia que, en última instancia, definen la estructura y dinámica del ecosistema en su conjunto (Margulies, 2008). Las bacterias del microbioma humano, por ejemplo, desempeñan un rol fundamental en la digestión y en la regulación inmunitaria, estableciendo un intercambio continuo con su entorno, el cuerpo humano, y, al mismo tiempo, siendo influidas por factores ambientales y estilos de vida. Esta relación simbiótica no es una interacción aislada,

sino el resultado de una red de conexiones complejas y multidimensionales que unifican diversas funciones y estructuras (Gill et al., 2006).

En el ámbito de los sistemas sociales, la simbiosis también se manifiesta como un proceso que agrupa y modula la interacción entre individuos y su contexto. La relación entre los habitantes y los espacios urbanos es un ejemplo de cómo las características de un entorno pueden ajustarse y evolucionar a partir de los patrones de comportamiento y las necesidades colectivas de la población. Las ciudades, en este sentido, se convierten en sistemas adaptativos que reflejan la simbiosis entre infraestructura, comportamiento social y prácticas culturales, donde cada cambio en el entorno construido puede desencadenar nuevas dinámicas sociales y viceversa (Jacobs, 1961).

A través de esta visión, la simbiosis en un sistema complejo no es solo una interacción puntual entre dos entidades, sino un proceso resultante que articula las diversas dinámicas e interdependencias en un sistema con el entorno, proporcionando cohesión y adaptabilidad a través de patrones emergentes de organización. Como sugiere Capra (1997), la complejidad de estos sistemas depende de las interacciones simbióticas, que actúan como fuerzas integradoras y permiten la existencia de redes de cooperación y mutualismo fundamentales para la sostenibilidad del sistema.

La simbiosis que se establece entre el entorno y los elementos de un sistema podría ser, un componente esencial para informar a los estudiantes y profesionales del diseño sobre el impacto que sus creaciones pueden tener en los usuarios y en el sistema como un todo. En el ámbito del diseño, la exploración del concepto de simbiosis permitiría entender cómo los elementos individuales, ya sean objetos, espacios o interfaces, interactúan y coevolucionan con las personas y su contexto. Esta interacción simbiótica no solo puede configurar la manera en que los usuarios experimentan y usan los productos o entornos, sino que también ge-

nera nuevas necesidades, expectativas y adaptaciones que enriquecen al sistema en su conjunto, convirtiéndolo esencialmente en un sistema complejo adaptativo (Capra, 2014).

Por lo tanto, al abordar el diseño desde esta perspectiva sistémica y simbiótica, los diseñadores podrían desarrollar una sensibilidad hacia las relaciones de interdependencia que se forman entre sus creaciones, los usuarios y el entorno. Por ejemplo, un edificio diseñado no solo debe responder a una función específica, sino que también influye en el comportamiento social, la sostenibilidad ambiental y la calidad de vida de los usuarios, lo cual evidencia cómo cada intervención en el entorno tiene un impacto adaptativo y simbiótico en el sistema (Alexander, 2020). La aplicación de este enfoque holístico en el diseño reconoce que los estudiantes y profesionales consideren no solo los aspectos funcionales o estéticos, sino también el papel de sus obras en la generación de un entorno más adaptable y sostenible. En este sentido, postulamos que el estudio de la simbiosis aplicada al diseño tiene el potencial de ser una herramienta educativa fundamental para comprender las dinámicas de coevolución entre los usuarios y el entorno, al estudiar este concepto los diseñadores pueden ser capaces de crear soluciones de diseño integrales y responsables.

Bajo la intencionalidad de lo anterior, fundamentamos en los próximos apartados de este texto, que las metáforas y ejemplos visuales provenientes de áreas de consumo masivo mediático, como el cómic y el anime, y que en casos determinados llegan a explorar estas relaciones simbióticas y complejas en narrativas accesibles, ofrecen un recurso valioso para transmitir conceptos abstractos de complejidad y adaptabilidad en el diseño (Johnson y Kawamoto, 2016). Estas narrativas ayudarían a visualizar cómo los productos de diseño no existen de forma aislada, sino que son elementos que continuamente influyen y son influenciados por el entorno, evidenciando el diseño como una disciplina inherentemente adaptativa.

En sinopsis de este apartado, se propone incorporar el concepto de sistemas complejos adaptativos al ejercicio del diseño, por medio de la profundización en el concepto de simbiosis; esto permitiría sensibilizar al diseñador sobre el rol transformador que sus obras tienen en la vida de los usuarios y en el contexto más amplio. Esta comprensión puede guiar la práctica hacia un diseño más consciente, integrador y sostenible, donde los profesionales valoren la interdependencia y la adaptabilidad como principios rectores de sus creaciones, promoviendo un impacto positivo en el sistema social y ecológico (Meadows, 2008).

En el apartado siguiente, se argumentará sobre el uso del cómic y el anime como herramientas mediáticas de amplio alcance popular, exponiendo casos en los que se han empleado como recursos para la enseñanza.

ARGUMENTO DEL CÓMIC Y DEL ANIME.

Contextualizando histórica y culturalmente, el cómic estadounidense ha experimentado una notable evolución desde sus modestos comienzos como un formato impreso y de divulgación local hasta convertirse en un importante producto de interés y consumo masivo a nivel nacional e internacional. En sus inicios a finales del siglo XIX y principios del siglo XX, los cómics eran principalmente tiras cómicas en los periódicos, que presentaban historias cortas y humorísticas en viñetas secuenciales. Estas tiras cómicas, como “The Yellow Kid” y “Little Nemo in Slumberland”, capturaron la imaginación del público y sentaron las bases del cómic como medio popular (Ingle y Sutera, 2022).

El lanzamiento de “Famous Funnies” en 1934 se considera el primer cómic estadounidense dedicado exclusivamente a las historietas, y marcó el inicio de la era dorada del cómic (Ingle, y Sutera, 2022). Durante este período, personajes icónicos como Superman, Batman, Wonder Woman

y Captain América surgieron como héroes de cómic, capturando la atención del público y generando un interés masivo en el medio.

La Segunda Guerra Mundial también desempeñó un papel importante en la popularización del cómic, ya que los cómics se distribuían ampliamente entre las tropas como entretenimiento ligero y moraleja. Después de la guerra, el cómic continuó creciendo en popularidad entre los jóvenes estadounidenses, con la creación del Cómics Code Authority en la década de 1950 para regular el contenido y hacer que los cómics fueran más aceptables para los padres y la sociedad en general (Ingle y Sutera, 2022).

En las décadas siguientes, el cómic estadounidense experimentó una expansión significativa en términos de géneros, estilos y temas, abarcando desde superhéroes hasta ciencia ficción, horror, fantasía, crimen y más. La creación de editoriales importantes como Marvel Cómics y DC Cómics, junto con la distribución masiva a través de quioscos, tiendas de cómics y supermercados, contribuyó al aumento del consumo y la popularidad del cómic en todo el país (McCloud, 1994).

La llegada de la era digital en el siglo XXI ha transformado aún más la industria del cómic, con la proliferación de plataformas en línea y aplicaciones que ofrecen acceso a cómics digitales y webcómics. Esto ha ampliado el alcance del cómic y ha permitido que nuevas voces y perspectivas encuentren su lugar en el medio, lo que demuestra su continua relevancia y adaptabilidad en un mundo en constante cambio.

A la par del sucedido con el cómic occidental norteamericano, el cómic japonés también pasaría de ser un formato impreso de divulgación local a convertirse en un importante producto de interés y consumo masivo global, dando lugar al fenómeno del anime. El manga tiene sus raíces en Japón, donde se desarrolló a partir de las tradiciones artísticas como la ancestral estampa japonesa y narrativas locales, este fenómeno

surgiría como una forma de arte popular que abarcaba una amplia variedad de géneros y estilos, desde historias de samuráis y fantasía hasta dramas románticos y comedias. Sin embargo, será a lo largo del siglo XX que la industria del manga experimentó un crecimiento significativo en Japón, con la proliferación de revistas y editoriales dedicadas a la publicación de cómics, así, el manga se convirtió en una parte integral y representativa de la cultura popular japonesa, influyendo en una amplia gama de medios y expresiones artísticas, incluida la televisión, el cine, la música y la moda (Clements y McCarthy, 2015).

A medida que el manga ganaba popularidad, muchas de sus historias fueron adaptadas al formato de anime, es decir, series de televisión animadas o películas. Estas adaptaciones permitieron que las historias del manga llegaran a una audiencia aún más amplia y diversa, tanto en Japón como en el extranjero. Con el tiempo, el anime comenzó a ser exportado a otros países, donde se ganó una base de fanáticos leales y contribuyó al crecimiento del interés por la cultura japonesa en el extranjero. Series de anime como “Dragon Ball”, “Sailor Moon” y “Pokémon” se convirtieron en fenómenos globales que trascendieron de forma masiva las fronteras culturales (Brienza, 2016).

Cabe destacar que tanto el cómic estadounidense como el anime japonés experimentaron una transformación significativa en las últimas décadas al convertirse en un fenómeno cinematográfico y mediático alto consumo. Esta evolución ha sido impulsada en gran medida por estrategias de marketing inteligentes y una comprensión profunda de la cultura popular y sus necesidades de representación.

En general, tanto en el cómic como en el anime, por medio de una ardua estrategia de marketing transmedia, las adaptaciones cinematográficas y televisivas se han convertido en parte de una amplia campaña de consumo masivo mundial, que incluye cómics, juegos de video, juguetes,

ropa y otros productos relacionados. Esta estrategia crea una experiencia inmersiva para los fanáticos y amplifica el impacto de la marca en múltiples plataformas. En conjunto, los estudios de cine y las compañías de entretenimiento han invertido grandes sumas de dinero en campañas publicitarias estratégicas para promocionar las películas basadas en cómics, estas campañas incluyen avances cinematográficos, carteles, publicidad en redes sociales, eventos promocionales y colaboraciones con marcas.

Además, las principales franquicias de cómics y anime, como el Marvel Cinematic Universe (MCU), DC Extended Universe (DCEU), Toei Animation y Studio Ghibli, han adoptado un enfoque de construcción de extensos universos cinematográficos, donde múltiples películas están interconectadas y comparten un mundo narrativo coherente. Esto crea una sensación narrativa de continuidad y emoción entre las películas, lo que mantiene el interés del público en aumento. En consecuencia, la popularidad de las películas de cómics y anime ha tenido un impacto significativo en el imaginario popular. Los personajes, historias y temas de estas representaciones visuales se han vuelto omnipresentes en la cultura popular, influenciando la moda, la música, la televisión, los videojuegos y otros aspectos de la sociedad contemporánea.

En consecuencia, a todo lo anterior, la transformación del arte de historietas, tanto occidental como oriental, se ha convertido en un fenómeno multimedial de alto consumo que ha sido posible gracias a estrategias de marketing efectivas y adaptaciones cinematográficas exitosas. Esta evolución ha tenido un impacto profundo en el imaginario popular, reforzando la influencia de los cómics en la cultura contemporánea y creando una conexión más profunda entre los fanáticos y sus personajes favoritos.

Puntualizando, el arte de las historietas, tanto norteamericanas como japonesas se han transformado en un arduo fenómeno de masas y podría tener un impacto significativo en la educación y el comportamiento de la

población debido a su capacidad para transmitir mensajes, influir en la opinión pública y moldear la percepción social. Los cómics, sustentados principalmente en el cine, aportan entretenimiento y escape de la vida cotidiana por parte de la población, ofreciendo una forma de evadirse de la realidad y sumergirse en mundos imaginarios, esto puede tener un efecto positivo en el bienestar emocional y mental de las personas, proporcionando una vía de escape temporal del estrés y las preocupaciones cotidianas. Pero, además, el contenido mediático puede reflejar y promover valores, creencias y comportamientos culturales que contribuyen a la formación de la identidad individual y colectiva de una sociedad.

En resumen, al contexto anterior, el cómic al transformarse en cine o a formatos audiovisuales masivos tiene el potencial de ser un medio didáctico poderoso y efectivo que puede enseñar, informar y educar al público de diversas maneras. Desde la narración visual y emocional hasta la exploración de temas sociales importantes, el arte del cómic puede estimular el pensamiento crítico, inspirar la reflexión y motivar la acción. Desde el medio de la educación de diseño será interesante reconocer y aprovechar el potencial educativo del cómic en general, ya sea en elemento gráfico o en cine para enriquecer la experiencia del estudiante y promover el aprendizaje significativo, a continuación, argumentamos sobre esta idea.

Cómic y anime como instrumentos educativos.

Proponemos que las narrativas visuales del cómic y el anime, populares y accesibles para la mayoría, pueden actuar como vehículos efectivos para transmitir conceptos complejos de manera comprensible y significativa. Al documentar y analizar estas metáforas narrativas, se busca que los diseñadores adquieran una comprensión más profunda de las implicaciones de la complejidad en el proceso creativo, facilitando la aplicación de este conocimiento en sus prácticas de diseño. Justificamos este apartado, desde un breve estado del arte donde se incluyen investigaciones rele-

vantes para comprender la efectividad y el potencial de utilizar formas de arte visual como herramientas pedagógicas en el ámbito del diseño.

Numerosos estudios han investigado el uso del cómic como un medio educativo para enseñar una variedad de temas, desde historia y literatura hasta ciencia y matemáticas. Por ejemplo, el trabajo de McCloud (1994) ofrece una exploración profunda de la estructura y el lenguaje del cómic, demostrando cómo puede ser utilizado como una forma efectiva de comunicar información compleja de manera visual y accesible; este estudio fue innovador al explorar el cómic como un medio artístico y narrativo complejo, desentrañando su estructura, lenguaje y efectos psicológicos en el lector. McCloud utiliza el mismo formato de cómic para analizar aspectos fundamentales de este arte, como la relación entre texto e imagen, la secuencialidad, el uso del tiempo, y la interacción entre el autor y el lector. Este trabajo es reconocido no solo por su claridad en explicar conceptos visuales y teóricos sobre los cómics, sino también por ofrecer una perspectiva crítica sobre cómo los cómics funcionan como una “forma de ver” que desafía los límites convencionales de la comunicación visual y la narrativa gráfica.

Además, se han realizado investigaciones específicas sobre el uso del cómic en la educación del diseño. Por ejemplo, el estudio de Rowsell y Wohlwend (2016) examina cómo los cómics pueden ser utilizados como herramientas pedagógicas en entornos de diseño, destacando su capacidad para fomentar la creatividad, la expresión visual y la comprensión de conceptos complejos. Estos autores argumentan que los cómics ofrecen un formato accesible y atractivo que puede mejorar las habilidades de lectura y escritura, además de fomentar claramente la interpretación visual y facilitar el aprendizaje colaborativo. Propone que, al integrar cómics en el aula, los docentes de diseño pueden conectar mejor con el interés de los estudiantes y hacer que los conceptos abstractos sean

más comprensibles, convirtiendo el proceso educativo en una experiencia dinámica y participativa.

También Keogh (2020), realiza un trabajo de investigación donde se revisan varias intervenciones académicas sobre el uso del cómic en la educación, el autor destaca cómo los cómics pueden ser herramientas efectivas para enseñar habilidades de lectura, escritura, pensamiento crítico y creatividad, apuntalando estos métodos principalmente hacia escuelas de diseño y humanidades, demostrado la alta percepción y sensibilidad de los estudiantes de estas escuelas hacia la asimilación de conocimiento por medio de lenguajes visuales y de representación. Keogh resalta que los cómics, al combinar texto e imagen, permiten una comprensión profunda y accesible, especialmente en el ámbito de las escuelas de diseño y humanidades. Los estudiantes de estas disciplinas muestran una sensibilidad y percepción elevadas hacia los lenguajes visuales y representativos, lo que facilita la asimilación del conocimiento mediante formatos narrativos gráficos. La investigación concluye que los cómics no solo estimulan el aprendizaje, sino que también enriquecen el proceso educativo, particularmente en áreas que valoran la comunicación visual y la creatividad.

En cuanto al anime, si bien hay menos investigaciones documentadas sobre su uso en educación, se ha explorado su impacto en el desarrollo cultural y cognitivo de los individuos. Steinberg (2012) examina por medio de estudios comparativos, cómo el anime ha influido en la cultura popular japonesa y cómo puede ser utilizado como una forma de promover la alfabetización visual y la apreciación estética en los espectadores. Steinberg analiza cómo el anime, con su rica iconografía y narrativa visual compleja, ha moldeado tanto las prácticas culturales como la percepción estética en Japón, permitiendo a los espectadores desarrollar habilidades interpretativas sobre formas y simbolismos visuales. El estudio sugiere que el anime no solo entretiene, sino que educa visualmente, incentivando

en los espectadores una comprensión estética y crítica que va más allá de la mera visualización pasiva.

Cohn en 2010, presentan un estudio que se centra en el uso del manga (el término japonés para cómic y raíz del anime) como recurso educativo en la enseñanza de la cultura y el idioma japonés. Los autores exploran cómo el manga puede ser una herramienta efectiva para involucrar a los estudiantes y fomentar la comprensión intercultural, lo que sugiere su potencial para educar en diseño en un contexto cultural más amplio. A través del análisis de diversos ejemplos de manga, los autores demuestran que este medio no solo facilita el aprendizaje lingüístico, sino que también introduce elementos de la cultura japonesa, como valores, costumbres y prácticas sociales. Concluyen que el manga es una herramienta valiosa en el aula, promoviendo una comprensión profunda y multisensorial de la lengua y cultura japonesa.

En su artículo “The influence of online anime towards children. *Online Journal of Communication and Media Technologies*”, Abd Rahim et al. (2013) analizan cómo el anime japonés influye en sus audiencias, particularmente en los jóvenes, destacando su capacidad para inspirar la creatividad y la imaginación. Este medio también facilita una comprensión más profunda de temas complejos, como la tecnología, la sociedad y la identidad, lo cual puede ser especialmente relevante para explorar su potencial educativo en el campo del diseño. En el trabajo anteriormente señalado, se subraya que el anime, al abordar cuestiones éticas y futuristas, fomenta el pensamiento crítico y el autoconocimiento, impulsando a los jóvenes a explorar y reflexionar sobre su lugar en la sociedad y su identidad.

Así, en las últimas décadas, ha surgido un interés creciente en explorar el potencial educativo del cómic y el anime en diversas áreas, incluido el diseño. Estas formas de arte visual no solo entretienen, sino que tam-

bien pueden transmitir información de manera efectiva y estimular la imaginación y la creatividad de su público.

En resumen, el estado del arte muestra que tanto el cómic como el anime han sido reconocidos como recursos educativos efectivos en una variedad de contextos; estas formas de arte visual tienen el potencial de facilitar la comprensión y la comunicación de conceptos complejos, lo que los hace especialmente relevantes para el campo del diseño, donde la capacidad de visualizar y comunicar ideas es fundamental. Por lo tanto, postulamos que utilizar metáforas del cómic y el anime para enseñar nuevos paradigmas de pensamiento, como la complejidad en el diseño, representa una extensión natural de investigaciones previas sobre el uso de estos medios en educación.

METODOLOGÍA APLICADA

Se postula para esta investigación el uso del método documental aplicado a las humanidades, técnica de investigación que se centra en el análisis de documentos y fuentes escritas y/o gráficas para obtener información y generar conocimiento en campos como la historia, las artes, la filosofía y otras disciplinas humanísticas (Figueroa, 2020). Acotando, las principales características generales de este método se fundamentaron y estructuraron de la siguiente manera para este trabajo:

Se seleccionaron casos de estudio representativos para elaborar una propuesta de enseñanza del concepto de simbiosis y los sistemas complejos. Así se elaboró un proceso de análisis exhaustivo de múltiples cómics y animes, donde fue fundamental asegurar una base representativa y metodológicamente sólida. En términos metodológicos, la investigación requirió de un enfoque cualitativo estructurado en varias etapas de selección y análisis de material. A continuación, se describe el diseño

de investigación documental que se llevó a cabo para obtener una muestra representativa y válida para esta selección.

1. Definición de criterios de selección

Se establecieron criterios para identificar obras de cómic y anime que abordarán explícitamente temas de simbiosis, interdependencia, adaptación, y otras características propias de los sistemas complejos adaptativos, la base para estos criterios está fundamentados en la descripción teórica de este mismo texto. Los criterios deberían incluir elementos narrativos y temáticos, tales como:

- Representación de relaciones simbióticas o co-dependientes entre personajes o entidades.
- Elementos de adaptación y transformación en respuesta a interacciones o influencias mutuas.
- Narrativas que incluyan dilemas éticos, identitarios o tecnológicos vinculados con la complejidad.

2. Construcción de una muestra preliminar

Una selección inicial abarcó 30 cómics y animes que son populares, reconocidos en su influencia cultural, y que hayan sido previamente identificados en la literatura académica o especializada por abordar temas complejos, ya sea de manera directa o metafórica (Brienza, 2016; Levi, 2006). Esta muestra podría incluir tanto clásicos como *Akira*, *Ghost in the Shell*, *Attack on Titan*, y *Tokyo Ghoul* en anime, así como *The Sandman*, *Swamp Thing*, y *X-Men* en cómic, todos ellos explorando temas que permiten reflexionar sobre sistemas complejos y la interdependencia.

3. Análisis temático de la muestra

Utilizando un análisis temático cualitativo (Braun y Clarke, 2006), cada obra de la muestra preliminar se examina a través de categorías que reflejan características de los sistemas complejos adaptativos:

-
- Simbiosis e interdependencia: ¿La narrativa presenta una relación simbiótica o de co-dependencia?
 - Emergencia y adaptación: ¿Los personajes o entidades adaptan su comportamiento en respuesta a interacciones mutuas?
 - Complejidad identitaria o ética: ¿Se exploran temas de identidad, conflicto ético, o transformación en un contexto de complejidad?

Se realizó una codificación para cada uno de estos temas, permitiendo observar patrones y concentraciones de temáticas relevantes en las narrativas de cada cómic o anime.

4. Reducción y refinamiento de la muestra

A partir del análisis temático, se identificaron aquellas obras que mejor representan y ejemplifican los criterios establecidos. En este caso, las obras que no cumplen de manera consistente con los temas de simbiosis, adaptación y complejidad podrían eliminarse de la muestra. Este proceso de reducción condujo a una selección final de 2 obras que exploran de forma profunda las características de los sistemas complejos y la simbiosis, y que además son accesibles para una audiencia interesada en el diseño. Se seleccionaron, el cómic norteamericano *Venom*³ y el anime de Japón *Neon Genesis Evangelion*⁴.

5. Selección de *Venom* y *Neon Genesis Evangelion* como estudios de caso

En esta última etapa, *Venom* y *Evangelion* podrían seleccionarse en función de la riqueza con la que representan las relaciones simbióticas en sus narrativas y de la forma en que reflejan los elementos de sistemas complejos.

- *Venom* se identifica como un caso que explora la simbiosis a través de la relación entre Eddie Brock (ser humano) y el simbionte (extraterrestre), mostrando adaptación mutua y la transformación de la identidad en un contexto de interdependencia.
- *Neon Genesis Evangelion* se distingue por su exploración de la relación simbiótica entre los pilotos y sus naves robóticas (Evas), planteando

temas de complejidad ética, identitaria y adaptación, particularmente en un marco de narrativa psicológica profunda y crítica social.

Este enfoque metodológico se realizó bajo el intento de asegurar que tanto *Venom* como, *Neon Genesis Evangelion*, no fueran seleccionados arbitrariamente, sino como casos representativos de las temáticas de simbiosis y sistemas complejos. Por lo tanto, podríamos postular que el análisis documental de estas obras permitirá crear herramientas educativas coherentes que ayuden a estudiantes y profesionales del diseño a entender estos conceptos abstractos de manera aplicada y visual.

HALLAZGOS Y CONCLUSIONES.

La exploración de *Venom* como narrativa gráfica y audiovisual permite identificar y analizar de manera didáctica el concepto de simbiosis en el contexto de los sistemas complejos adaptativos. *Venom*, se centra en la relación simbiótica entre el periodista Eddie Brock y una entidad alienígena conocida como simbionte, la cual establece con su huésped una interacción mutuamente dependiente y, a menudo, conflictiva (Waid, 2020). Este vínculo se convierte en una metáfora poderosa que ilustra cómo los sistemas complejos adaptativos pueden operar en un entorno de diseño, resaltando la influencia recíproca entre el contexto y los elementos interactuantes.

Desde el diseño, la narrativa de *Venom* permite abordar la simbiosis como un proceso donde los sistemas, ya sean individuos o entornos, no funcionan de manera aislada, sino que dependen de interacciones constantes y adaptativas. Esta relación entre *Venom* y Eddie no solo transforma a ambos en cuanto a habilidades y debilidades, sino que establece una estructura emergente donde las decisiones y características de uno afectan irremediablemente al otro, creando un nuevo “sistema” híbrido que se adapta y responde al entorno. Este tipo de narrativa es particularmente

útil en el diseño, donde los elementos deben “coexistir” con el entorno y adaptarse a las necesidades cambiantes y las influencias externas.

Asimismo, desde un enfoque gráfico y visual, *Venom* usa elementos oscuros y viscerales para representar simbólicamente la fusión de identidades y habilidades (Alexander et al., 2022). Esta representación visual de la interdependencia puede inspirar a los estudiantes de diseño a comprender cómo elementos contrastantes, como la funcionalidad y la estética, o la durabilidad y la innovación, pueden combinarse en un diseño equilibrado, resaltando la adaptabilidad y la resiliencia como valores clave en los sistemas complejos.

Finalmente, los componentes audiovisuales en las adaptaciones cinematográficas de *Venom* (Fleischer, 2018 y Serkis, 2021) permiten una exploración más profunda de la simbiosis a través del movimiento, el sonido y la expresión, creando una experiencia inmersiva que facilita la comprensión de cómo los sistemas adaptativos se influencian mutuamente y evolucionan a través de la interacción continua con el contexto y entre los elementos mismos (Toribio-Roura, 2024). De esta manera, *Venom* se convierte en una herramienta visual y narrativa para ilustrar los principios de interdependencia y adaptación que sustentan los sistemas complejos en el diseño.

En cuanto, la exploración de *Neon Genesis Evangelion* de Hideaki Anno (2005) ofrece una rica plataforma para examinar la simbiosis como un concepto integrador de los sistemas complejos adaptativos en el ámbito del diseño. *Evangelion* explora relaciones profundamente interconectadas entre humanos, tecnología y entorno, representadas a través de los “Evas”, biomecanoides pilotados por humanos que requieren una sincronización psicológica y física con el piloto para operar. Esta relación plantea una metáfora poderosa sobre la simbiosis, al mostrar cómo las máquinas y sus usuarios se adaptan mutuamente en un proceso

continuo y dinámico, reflejando la adaptabilidad y la co-evolución de los sistemas complejos (Napier, 2001).

Narrativamente, *Evangelion* aborda la dependencia mutua entre el piloto y el Eva, quienes no solo comparten un vínculo físico sino también emocional. Esta interdependencia es clave para la eficacia de los Evas, lo que ilustra cómo los elementos dentro de un sistema complejo no pueden actuar en aislamiento; su funcionamiento depende de la sincronización y de una simbiosis efectiva. En el diseño, esta narrativa puede trasladarse a la relación entre un diseñador y sus herramientas o su entorno, donde cada cambio o influencia genera una reacción adaptativa en el sistema, promoviendo una visión más holística del diseño como un proceso integrado (Steinberg, 2012).

Visualmente, el anime emplea recursos gráficos y efectos de animación que enfatizan las fases de sincronización y conflicto entre los pilotos y los Evas, utilizando juegos de luces, sombras, y cambios en la intensidad de los colores para simbolizar el nivel de conexión o desconexión. Estas representaciones visuales de la simbiosis pueden inspirar a los diseñadores a explorar cómo diferentes elementos visuales y funcionales pueden interactuar, generando un sistema adaptativo que responde al entorno y a las necesidades cambiantes (Wong et al., 2015). A través de estos recursos, los estudiantes y profesionales del diseño pueden ver cómo los sistemas en el diseño pueden evolucionar y adaptarse a partir de sus interacciones internas y externas, en un proceso simbiótico que refleja la adaptabilidad y la complejidad de sistemas reales.

En sus adaptaciones cinematográficas, *Evangelion* profundiza en estos conceptos a través de un arte audiovisual que explora la psicología de los personajes y sus vínculos con los Evas, sumergiendo al espectador en la experiencia sensorial de la simbiosis. Este enfoque fomenta una comprensión visceral de cómo los elementos de un sistema se adaptan y co-evo-

lucionan, ofreciendo un ejemplo potente de cómo el arte audiovisual puede servir como una herramienta educativa para ilustrar los principios de los sistemas complejos adaptativos en el diseño (Denison, 2015).

En conclusión, la incorporación de la teoría de los sistemas complejos adaptativos al área del diseño debe de representar un avance significativo en el modo en que los profesionales del diseño comprenden y desarrollan sus procesos creativos y analíticos. La complejidad inherente a los sistemas adaptativos, donde los elementos interdependientes evolucionan y se modifican mutuamente en respuesta a su entorno, refleja, de manera cercana, los desafíos y dinámicas que enfrentan los diseñadores en su interacción con usuarios, contextos y tecnologías. Integrar esta perspectiva en la educación y práctica del diseño implica una transición del enfoque tradicional, muchas veces lineal y reduccionista, hacia un enfoque más holístico, flexible y adaptativo, que se alinea con las demandas de un mundo en constante cambio (Johnson, 2002).

Dentro de este marco, el concepto de simbiosis debería deemerger como un recurso crucial que permite a los diseñadores visualizar y comprender las relaciones de interdependencia que estructuran los sistemas complejos. La simbiosis, en su esencia, ofrece una metáfora accesible y poderosa para ilustrar cómo los componentes de un sistema de diseño (como materiales, herramientas y usuarios) se influyen mutuamente y co-evolucionan, generando resultados que van más allá de la suma de sus partes. Así, la simbiosis actúa como un puente conceptual que facilita la comprensión de las complejidades de estos sistemas, permitiendo a los estudiantes y profesionales ver sus creaciones como parte de un entramado dinámico en el que sus decisiones tienen un impacto multi-dimensional (Capra, 2014).

Por último, el adecuado uso de herramientas innovadoras como el cómic y el anime se podrían revelar como estrategias educativas altamente

eficaces para transmitir estos conceptos complejos de manera atractiva y accesible. Estas formas de narrativa visual no solo capturan la atención de las audiencias, sino que también permiten una representación más intuitiva de ideas abstractas, como la adaptabilidad, la emergencia y la interdependencia de los sistemas. Al integrar ejemplos de narrativas gráficas de cómics y anime, que exploran la simbiosis y la interrelación de componentes dentro de universos ficticios, se genera un contexto pedagógico donde los conceptos de la teoría de sistemas complejos se vuelven tangibles y significativos, fomentando así una nueva visión del diseño en sus múltiples dimensiones (McCloud, 1994; Steinberg, 2012).

En suma, la combinación de la teoría de los sistemas complejos adaptativos con la narrativa visual del cómic y el anime no solo podría contribuir a una comprensión más profunda de la interconectividad y el dinamismo del diseño, sino que también ayudaría a promover una educación más inclusiva y contextualizada, capaz de disponer a los diseñadores para abordar los retos de un entorno cada vez más complejo y en constante transformación.

REFERENCIAS

- Abd Rahim, N., Mamat, R., Ab Halim, H., Sujud, A., y Roslan, S. N. A. (2013). The influence of online anime towards children. *Online Journal of Communication and Media Technologies*, 3(3), 199.
- Alexander, C. (2020). *The nature of order: An essay on the art of building and the nature of the universe: A vision of a living world*. Center for Environmental Structure
- Alexander, D. L., Goodrum, M., & Smith, P. (Eds.). (2022). *Drawing the Past, Volume 1: Cómics and the Historical Imagination in the United States*. Univ. Press of Mississippi.
- Anno, H. (2005). *Neon Genesis Evangelion*. Panini Video.
- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative research in psychology*, 3(2), 77-101.
- Brienza, C. (2016). *Manga in America: Transnational Book Publishing and the Domestication of Japanese Cómics*. Bloomsbury Academic.
- Capra, F. (1997). *The web of life: A new scientific understanding of living systems*. Anchor.
- Capra, F. (2014). *The Systems View of Life: A Unifying Vision*. Cambridge University Press.
- Clements, J., y McCarthy, H. (2015). The anime encyclopedia: A century of Japanese animation. Stone Bridge Press.
- Cohn, N. (2010). Japanese visual language: The structure of manga. En T. Johnson-Woods (Ed.), *Manga: An anthology of global and cultural perspectives* (pp. 187–203). Continuum.
- Denison, R. (2015). *Anime: A critical introduction*. Bloomsbury Publishing.
- Eisner, W. (1985). *Cómics and Sequential Art*. Poorhouse Press.
- Figueroa, D. (2020). El método de investigación documental. En Los métodos de investigación para la elaboración de las tesis de maestría en educación (pp. 7-22). Pontificia Universidad Católica del Perú.

- Fleischer, R. (Director). (2018). *Venom* [Película]. Columbia Pictures.
- Gill, S., Pop, M., DeBoy, R. Eckburg, P., Turnbaugh, P., Samuel, B. & Nelson, K. (2006). Metagenomic analysis of the human distal gut microbiome. *science*, 312(5778), 1355-1359.
- Holland, J. (2006). Studying complex adaptive systems. *Journal of systems science and complexity*, 19 (1), 1-8.
- Ingle, Z., & Sutera, D. (2022). *The 100 Greatest Superhero Films and TV Shows*. Rowman & Littlefield.
- Jacobs, J. (1961). *The Death and Life of Great American Cities*. Random House, INC.
- Johnson, H., & Kawamoto, A. (2016). "Visual-kei". En I. Chapman & H. Johnson (Eds.), *Global glam and popular music: Style and spectacle from the 1970s to the 2000s*. Routledge.
- Johnson, S. (2002). *Emergence: The connected lives of ants, brains, cities, and software*. Simon and Schuster.
- Keogh, B. (2020). Investigación sobre habilidades, culturas y políticas en la creación de juegos.
- Levi, A. (2006). The Americanization of anime and manga: Negotiating popular culture. En *Cinema anime: Critical engagements with Japanese animation* (pp. 43-63). Palgrave Macmillan US.
- Margulis, L. (2008). *Symbiotic planet: a new look at evolution*. Basic books
- Margulis, L., y Fester, R. (Eds.). (1991). *Symbiosis as a source of evolutionary innovation: speciation and morphogenesis*. MIT press.
- McCloud, S. (1994). *Understanding Cómics: The Invisible Art*. William Morrow Paperbacks
- Meadows, D. (2008). *Thinking in systems: A primer*. Sustainability Institute

-
- Miller, J. y Page, S. (2008). *Complex adaptive systems: an introduction to computational models of social life*. Princeton University Press.
- Mitchell, M. (2009). *Complexity: A guided tour*. Oxford University Press.
- Napier, S. (2001). *Anime from Akira to Princess Mononoke: Experiencing Contemporary Japanese Animation*. Palgrave.
- Odum, E. (1971). *Fundamentals of ecology*. Printing Company Ltd.
- Rowsell, J., y Wohlwend, K. (2016). Free play or tight spaces? Mapping participatory literacies in apps. *The Reading Teacher*, 70(2), 197-205.
- Schodt, F. L. (1986). *Manga! Manga!*: The World of Japanese Cómics. Kodansha International.
- Serkis, A. (Director). (2021). *Venom: Let There Be Carnage* [Película]. Columbia Pictures.
- Steinberg, M. (2012). *Anime's media mix: Franchising toys and characters in Japan*. U of Minnesota Press.
- Toribio-Roura, E. (2024). Beyond the Human: Crossovers for an Onto-epistemological Bifurcation. *Balkan Journal of Philosophy*, 16(1), 19-30. <https://doi.org/10.5840/bjp20241613>
- Vázquez, G. (2019). *Posibilidades teóricas para el estudio de la complejidad y los sistemas adaptativos*. Labyrinthos Editores
- Waid, M. (2020). *History of the Marvel Universe* (Vol. 1). Marvel Entertainment.
- Wong, K., Westfahl, G., & Chan, A. (2005). *World weavers: globalization, science fiction, and the cybernetic revolution* (Vol. 1). Hong Kong University Press.

NOTAS

1. El cómic es una forma de narrativa visual que combina imágenes y texto en secuencias organizadas para contar historias o transmitir ideas, y es considerado un medio artístico en sí mismo. Esta forma de comunicación visual es única, pues utiliza la yuxtaposición de viñetas para representar el tiempo, el espacio y las emociones de manera estilizada y accesible (McCloud, S. 1994). El cómic, que incluye géneros tan diversos como el drama, la comedia, el suspenso y la ciencia ficción, ha sido una forma culturalmente significativa de expresión desde principios del siglo XX, evolucionando en diferentes culturas y adaptándose a diversos públicos, tanto infantiles como adultos, y alcanzando gran influencia en el entretenimiento global (Eisner, 1985).
2. El manga japonés y el anime mantienen una relación estrecha, donde el primero suele ser la base narrativa y visual del segundo. En Japón, el manga (cómic japonés) es un medio de gran popularidad y amplitud temática, que aborda géneros diversos y atrae audiencias de todas las edades. Debido a esta rica narrativa y su éxito comercial, muchas series de manga son adaptadas al formato animado, conocido como anime, permitiendo una interpretación visual dinámica que enriquece la experiencia del espectador y expande su alcance cultural (Napier, S.J. 2001; Schodt, F.L. 1986). El anime toma los elementos gráficos y narrativos del manga y los reinterpreta con movimiento, música y actuación de voz, adaptando o expandiendo las historias para audiencias globales. Esta interconexión permite que los relatos japoneses no solo se mantengan en el papel, sino que se transformen en experiencias multimedia de gran influencia y alcance en la cultura popular mundial (Clements y McCarthy, 2015).
3. Venom es un personaje de cómic creado por David Michelinie y Todd McFarlane, que apareció por primera vez en The Amazing Spider-Man #299 (1988), publicado por Marvel Comics. Originalmente concebido como un villano, Venom es un simbionte alienígena que se une al periodista Eddie Brock, creando un personaje complejo que oscila entre el bien y el mal, explorando temas de identidad y lucha interna. La relación entre Brock y el simbionte permite una narrativa simbiótica

donde ambos personajes dependen uno del otro para sobrevivir y evolucionar, representando un notable ejemplo de adaptación mutua y transformación de identidad (Ingle, Z., y Sutera, D. M. 2022).

Venom ha sido adaptado al cine en varias ocasiones, destacando la película Venom (2018), dirigida por Ruben Fleischer, y su secuela Venom: Let There Be Carnage (2021). Estas adaptaciones han contribuido a su popularidad y a su posición como uno de los personajes más reconocibles de Marvel, atrayendo a una audiencia global y ampliando su influencia en la cultura popular y en el análisis de temáticas complejas de relación y dependencia en contextos narrativos (Waid, M. 2020).

4. Neon Genesis Evangelion es una serie de anime creada y dirigida por Hideaki Anno, producida por el estudio Gainax y transmitida por primera vez en Japón en 1995. La serie sigue a un grupo de adolescentes, liderados por Shinji Ikari, que pilotean enormes mechas conocidos como “Evangelions” para combatir misteriosas entidades llamadas “Ángeles” en un escenario post-apocalíptico. Evangelion se distingue por su exploración psicológica y existencial de los personajes, abordando temas complejos como la identidad, la soledad y la interdependencia humana, lo que lo ha convertido en un referente en la ciencia ficción y en los estudios de la mente y la relación con el entorno (Napier, 2001).

Además de la serie original de televisión, Evangelion ha sido adaptada a varias películas, incluyendo la tetralogía Rebuild of Evangelion, que reimagina y expande la historia original, y The End of Evangelion (1997), un largometraje que ofrece una conclusión alternativa. Estas adaptaciones han consolidado a Evangelion como un fenómeno cultural global, influyendo en generaciones de creadores y audiencias, y destacándose como un ejemplo de cómo el anime puede abordar de manera profunda la complejidad de las relaciones simbióticas y los dilemas existenciales en la narrativa visual (Steinberg, M. 2012).

CAPÍTULO 8

Artivismo como concepto y práctica en twitter (ahora X). Una lectura desde la ciencia de redes

José Antonio Motilla Chávez

Universidad Autónoma de San Luis Potosí

Martín Zumaya Hernández, Diego Espitia Cobrejo

Universidad Nacional Autónoma de México

INTRODUCCIÓN

La emergencia del concepto artivismo, o su campo semántico que se puede construir con los conceptos arte político, arte para la resistencia, activismo artístico, entre otros, que hoy en día gozan de amplia presencia en el mundo del arte, tiene sus orígenes en la propuesta de corrientes como el internacional situacionismo y *Fluxus*, y las diversas movilizaciones políticas de las décadas de 1960 y 1970.

De acuerdo con Tristan Tréneau (2011), a partir de la obra de Lemoine y Ouardi, la emergencia del altermundismo, el levantamiento zapatista

y la democratización del internet, ubicados en la década de 1990, reactivaron y resignificaron las prácticas, tradiciones y estrategias de lucha anteriormente señaladas.

La unión de los conceptos arte y activismo implica enfrentarse a dos dimensiones; por un lado, una formulación de carácter estético, que como tal dialoga y circula dentro de un amplio y complejo circuito denominado el mundo del arte, y por el otro, como elemento inherente al activismo, la reivindicación e impulso de una determinada agenda, que por medio de una actividad militante persigue incidir en la coyuntura. De esta manera, la pieza se convierte en un instrumento o dispositivo de lucha que tiene una vocación revolucionaria, es decir, su objetivo no sólo es informar, mostrar o representar, sino transformar mediante el impacto decisivo en la disputa.

Ahora bien, es importante considerar que la actual coyuntura se desarrolla en el marco del neoliberalismo, modelo que emergió en el mundo occidental a partir de la década de 1970, y que busca la regulación de la vida por medio del mercado, el aumento de la participación de la iniciativa privada en aspectos que anteriormente controlaba el Estado, y, en consecuencia, la paulatina supresión del modelo de estado benefactor.

En este sentido, Alberto Santamaría ha estudiado la relación entre la emergencia del neoliberalismo y el surgimiento de expresiones contraculturales tales como el punk. Una de las tesis centrales del trabajo de este autor es que:

“...si el neoliberalismo se interesó por los movimientos culturales disruptivos fue, principalmente, porque portaban un mensaje, una mirada o una tensión hacia el presente que era necesario sofocar, destilar, apaciguar [...] En este sentido, el mercado era el mejor modo de desactivar dichas tendencias: convertirlo todo en cultura fácilmente etiquetable” (2022, p.13).

El control de las expresiones disidentes por medio del mercado es uno de los ejes centrales de la tensión del artivismo, ya que, mientras que la dimensión activista remite, entre otras, a las lógicas propias de las luchas sociales, culturales y ambientales, el espacio discursivo natural de su dimensión artística es el del mundo del arte, es decir, a una serie de dinámicas de corte eminentemente comercial. Los conceptos neoliberalismo y mercado, como elementos que atraviesan el fenómeno artístico contemporáneo, son elementos esenciales dentro de la propuesta de Martha Rosler, quien señala, que la época actual está configurada en torno a un modo artístico de producción, en el que las condiciones económicas se han tornado de alguna manera “artísticas”, al establecerse valores centrales para el mundo contemporáneo tales como la creatividad (2017).

En este mismo sentido, Lipovetsky y Serroy plantean que la sociedad contemporánea está articulada por un modo de producción estético que funciona como un sistema en apariencia menos agresivo que el capitalismo fordista, pero que “explota de manera generalizada las dimensiones estético-imaginario-emocionales, con fines de ganancia y conquista de mercados” (2016, p.9-10). En consecuencia, según las condiciones señaladas por estos autores, el mundo del arte tiene implicaciones que comprometen la producción de los artistas. Al hablar de un ecosistema en el que los productores están atravesados por una serie de lógicas que son apropiadas y reproducidas por medios tales como las redes sociales, la construcción de trayectorias responde a cuestiones que obligan a la elaboración de discursos con posibilidades de ser aceptados, es decir, de circular dentro de dichos circuitos o sociedades discursivas.

De esta manera, se conforma una estética, que como tal responde a una serie de condiciones marcadas por las diversas coyunturas, que se convierte en una suerte de sentido común para una comunidad determinada. Precisamente esta categoría puede permitir comprender el desarrollo que ha tenido el concepto artivismo en el periodo que nos ocupa en el

presente artículo. Como punto de partida, comprendemos el concepto según lo planteado por Antonio Gramsci, quien señala que “cada estrato social tiene su “sentido común” que en última instancia es la concepción de la vida y de la moral que está más extendida [...] el sentido común no es algo rígido e inmóvil, sino que se transforma continuamente [...]” (Gramsci, 2023, p.90). En este sentido Kate Crehan señala:

“estamos continuamente encausando la corriente de eventos que nos arrastran hacia relatos conocidos, dando sentido a lo que, de otro modo, parecería fortuito. El conocimiento al que recurrimos para ello deriva tanto de los círculos específicos en los cuales nos movemos, como de nuestras propias experiencias de vida en tanto estas son mediadas por los relatos que tenemos disponibles. Con el tiempo, este conocimiento llega a constituirse en un núcleo sólido y emocionalmente persuasivo con respecto al cual evaluamos lo que nos ocurre y en qué forma los demás nos explican el mundo” (2018, p.66).

Así, un concepto cuya circulación ha aumentado sustancialmente en los últimos 13 años, que se vincula de manera orgánica con una multiplicidad de campos, tales como los feminismos, las luchas ambientales, la defensa de los derechos humanos, entre otros y al encontrarse en un punto liminal entre el activismo y el mundo del arte, puede construir sentido de manera predominante en uno u otro mundo. De esta manera, ¿Cuál es el sentido común de cada una de esas sociedades discursivas? ¿Cómo se configura en el ecosistema virtual? ¿Cómo ha sido su comportamiento en los últimos 13 años?

ARTIVISMO, UN ANÁLISIS ESTADÍSTICO EN TWITTER/X

Para observar cómo ha evolucionado el concepto de artivismo a lo largo del tiempo en la conversación digital en X (de aquí en adelante Twitter),

recopilamos 35,314 *tweets* en inglés y 15,823 en español, publicados entre enero de 2010 y junio de 2023, que utilizan palabras clave relacionadas con el concepto artivismo como: “artivismo”, “artivista”, “arte político” y sus correspondientes en inglés.

Para determinar estadísticamente los temas principales en el corpus (entendiendo aquí tema como un conjunto de palabras relacionadas estadísticamente entre sí que aparecen en distintos *tweets*, en donde se habla del mismo asunto), usamos la factorización matricial no negativa NMF (Non-Negative Matrix Factorization). Esta técnica descompone la matriz de documento-término en dos; una matriz de documentos y otra de temas. La matriz de temas contiene un conjunto de valores numéricos que representan el grado de pertenencia que cada documento (*tweets* en este caso) tiene con respecto al conjunto de temas subyacentes en el corpus. Por otro lado, la matriz de documentos contiene valores numéricos que indican la importancia relativa de cada palabra del vocabulario del corpus en cada uno de los temas estimados. Con estos valores construimos nubes de palabras, en dónde el tamaño de cada una corresponde al valor de importancia que tiene dentro de un tema determinado. Identificamos 40 temas, los cuales a su vez clasificamos en cuatro categorías:

- Artivismo como concepto
 - Artivistas y sus obras
 - Artivismo como lucha social
 - Otros temas relacionados con el artivismo
- A continuación, describiremos los hallazgos:

El mundo hispanohablante

En la *figura 1*, se presentan las nubes de palabras asociadas a los temas identificados en las publicaciones recopiladas alrededor del concepto artivismo. En ellas se puede observar que, en el discurso de los usuarios hispanohablantes, el arte y el activismo se consideran como herramientas para la transformación social. Es decir, podemos establecer que, desde el diálogo digital, el artivismo es un concepto que entiende a la práctica artística, como una estrategia, herramienta o dispositivo, que, mediante la acción, impulsa o persigue cambios sociales que permiten la transformación de la realidad.



Fig.1. Nubes de palabras asociadas al tema Artivismo (concepto), en el corpus de Twitter en español, inferidos a través del NMF. Elaboración propia, 2023.

En la segunda categoría, denominada “artivistas y sus obras” (*figura 2*), se observan nubes de palabras asociadas a artistas de origen latinoamericano como Daniel Arazola (y su obra “No Soy Tu Chiste”) y Tania Bruguera, así como a temas relacionados con el *graffiti* y el arte urbano. En el caso de Arzola, “no soy tu chiste”, que se asume como una “campaña”, y fue denominada como “la primera campaña viral venezolana”, el artista realizó una serie de ilustraciones con las que visibiliza a la comunidad LGBT y denuncia el atropello a los derechos humanos de esta.



Fig.2. Nubes de palabras asociadas a activistas y obras, en el corpus de Twitter en español, inferidos a través del NMF. Elaboración propia, 2023.

La viralidad en la distribución de sus contenidos y por lo tanto lo visible que resulta, responde a varios factores: primero, la obra es difundida desde la cuenta personal del artista, desde una cuenta oficial del proyecto, y a través de una serie de “hashtags”. Segundo, su proyecto ha sido publicado en medios masivos nacionales e internacionales. Tercero, ha establecido colaboraciones con artistas como Madonna, es decir, su nivel de exposición es muy alto (Arzola, 2023).

En la nube de palabras, con mucho menos menciones que Arzola, podemos identificar a Tania Bruguera, quien es una de las artistas latinoamericanas con mayor trayectoria. Bruguera, quien define su práctica artística como arte de carácter político, recurre a la noción de “arte útil”, y lo define como,

“una manera de trabajar con experiencias estéticas que se enfocan en la implementación del arte en la sociedad, donde la función del arte ya no es un espacio para señalar problemas, sino un lugar desde el cual se crean propuestas y se implementan posibles soluciones [...] Si es arte político, debe lidiar con consecuencias, y si lidia con consecuencias, pienso que debe ser arte útil”. (2011).

Para esta artista, el objetivo de esta forma de hacer arte es que la imagen no se contiene a sí misma, sino que va más allá y persigue fungir como una ventana o un dispositivo que vincule a la pieza con determinada problemática o coyuntura. Paradójicamente, la definición de Bruguera establece lo opuesto al camino seguido por la obra de Arzola, al ser esta una obra que persigue objetivos de carácter mayormente publicitarios, que si bien, su discurso señala una serie de situaciones por las que atraviesa la comunidad LGBT, lo hace de una manera muy general, sin señalar o problematizar sobre el origen del conflicto. Es decir, se queda en un nivel de enunciación o señalamiento. Su labor es comunicativa sin establecer estrategias que persigan la transformación de la realidad.

También observamos que la noción de la práctica artivista está relacionada con el arte urbano, que curiosamente, no es necesariamente la vía de salida de los dos artistas anteriormente mencionados. Geográficamente es interesante, ya que los lugares con mayor mención son Madrid, Cuba y Chile, lo cual indica que si bien el artivismo es un tema que se asocia con América Latina, el peso de la capital española es preponderante.



Fig.3. Nubes de palabras asociadas a luchas sociales, en el corpus de Twitter en español, inferidos a través del NMF. Elaboración propia, 2023.

En la tercera categoría, denominada “artivismo como lucha social” (*figura 3*), se observa el papel preponderante que tienen los feminismos.

el género, la denuncia de la violencia en contra de las mujeres, la defensa del espacio público, de los derechos humanos y de los animales.

En la categoría otros, agrupamos los temas en donde aparecen palabras asociadas a cuentas de personalidades como Antoni Gutierrez Rubí, Imma Aguilar Nácher, Miss Lily Shangay; o a centros culturales como el Instituto de Artivismo Hannah Arendt (Cuba), Trasnoch Cultural (Venezuela), CICUS (España), que han realizado exposiciones de arte de carácter político. Estas nubes muestran información relacionada con los trabajos de carácter académico o político de los personajes antes mencionados, o bien, ofrecen información sobre los eventos ofertados.

Dado que cada uno de los *tweets* contiene información sobre su fecha de publicación, y la NMF se puede determinar el grado de pertenencia que cada tweet tiene con los temas estimados estadísticamente, es posible explorar la evolución de las categorías. Para ello obtenemos el promedio de todos los *tweets* sobre un tema en específico para cada año; y luego realizamos la suma para todos aquellos temas que se agrupan en las distintas categorías tal y como se ve a continuación.

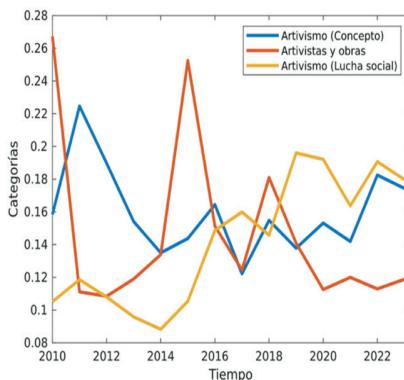


Fig.4. Evolución en el tiempo de las categorías relacionadas con el artivismo en el corpus de *tweets* en español. Los picos representan aquellos momentos en donde más *tweets* han sido publicados con respecto a un tema. Elaboración propia, 2023.

En la *figura 4* se observa el desarrollo de cada categoría. Es evidente que a partir de 2014 el artivismo, como un elemento inherente a la lucha social, ha cobrado importancia frente a los personajes identificados como artivistas, cuya presencia en *Twitter* ha disminuido. Los picos de 2015 y 2018 corresponden principalmente a información relacionada con la “campaña” de Arazola y las exposiciones que ha llevado a cabo en distintos países.

El mundo angloparlante

En relación con el mundo angloparlante, agrupamos las palabras en las cuatro categorías señaladas anteriormente (artivismo como concepto, artivistas y sus obras, artivismo como lucha social, y otros temas relacionados con el artivismo).

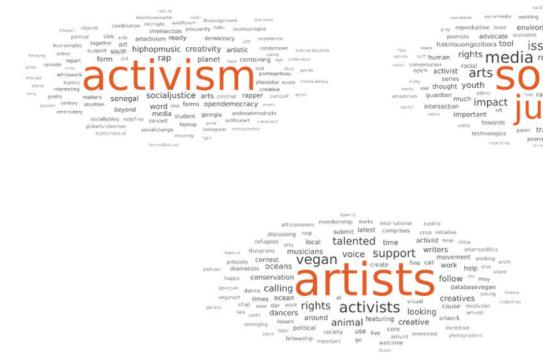


Fig.5. Nubes de palabras asociadas al tema Artivismo (concepto), en el corpus de Twitter en inglés a través del NMF. Elaboración propia, 2023.

En la primera, (*figura 5*), destaca la preponderancia que tiene el artivismo como un medio para la búsqueda de justicia social. Se observa que las nubes asocian al artista como un activista, cuyo principal interés o preocupación es la defensa del medio ambiente y de los derechos de los animales.

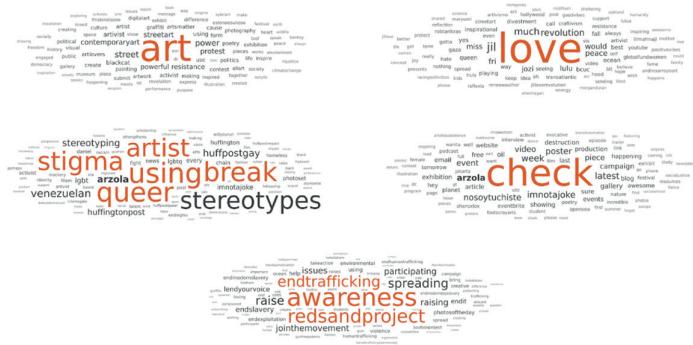


Fig.6. Nubes de palabras asociadas a artivistas y obras en el corpus de Twitter en inglés a través del NMF. Elaboración propia, 2023.

Respecto a los artivistas y sus obras (segunda categoría), la figura 6 destaca nuevamente la figura de Arzola. Esto evidencia que la viralidad del proyecto traspasó fronteras idiomáticas y fue también comentada ampliamente en la esfera digital angloparlante. También observamos una nube relacionada con el denominado *street art*, siendo este común a la comunidad hispano hablante. Así mismo, identificamos temas relacionados con dos artistas activistas; la española Jordina Salabert, más conocida por su nombre artístico *Jil Love*, y su iniciativa *Jil Love Revolution*, que se define como el “despertar una fuerza en aquellos que ven nuestras imágenes...para crear conciencia, encender ideas e incitar a la gente a la acción” (Turbeville, 2016); y la estadounidense Molly Gochman, creadora del *Red Sand Project*, un proyecto que busca acabar con la trata de seres humanos y la esclavitud moderna.

En cuanto a los temas inferidos del corpus de *tweets* que hacen referencia a las luchas sociales (tercera categoría), identificamos varias nubes asociadas a distintas causas sociales:



Fig.7. Nubes de palabras asociadas a temas sobre luchas ambientales, en el corpus de *Twitter* en inglés inferidos a través del NMF. Elaboración propia, 2023.

Las nubes de la *figura 7* hacen referencia al tema que, de acuerdo con el método estadístico usado, recibió más atención por parte de la comunidad, el activismo en pro de las luchas ambientales, principalmente el cambio climático y la protección de los recursos marinos, este último promovido principalmente por la fundación *Save our Seas*. En estas nubes se observa cómo se hicieron llamados a la acción, a través de la creatividad y las manifestaciones artísticas.



Fig.8. Nubes de palabras asociadas a temas relacionados con equidad de género, en el corpus de *Twitter* en inglés inferidos a través del NMF. Elaboración propia, 2023.

En la *figura 8* se pueden observar las nubes de palabras asociadas con tweets relacionados con la equidad de género. A diferencia de lo observado en la

comunidad hispanohablante, la conversación en inglés hace hincapié en la equidad, más que en denunciar las diferentes violencias ejercidas en contra de las mujeres.



Fig.9. Nube de palabras relacionadas con el control de armas, en el corpus de Twitter en inglés inferidos a través del NMF. Elaboración propia, 2023.

Finalmente, en la *figura 9* se observa una nube de palabras que hace alusión principalmente al *Soulbox Project*, un proyecto que usa el arte para crear conciencia sobre el control de armas en Estados Unidos, y en menor medida a un proyecto similar llamado *Moms Demand Action*, una iniciativa en el mismo sentido.

También se hallaron otros temas relacionados con el artivismo, que al igual que en el caso de Twitter en español, corresponden a cuentas de organizaciones (como *Pangeaseed*, *Amplifier*) que están relacionadas con distintas causas sociales, o bien a cuentas de personas como Muhammad Rasheed (caricaturista) o @TeamAbyss2 (músico), que usan sus perfiles para promocionar sus proyectos. Al igual que en el caso anterior, como se puede observar en la *figura 10*, podemos determinar cómo estos temas se han desarrollado a lo largo del tiempo.

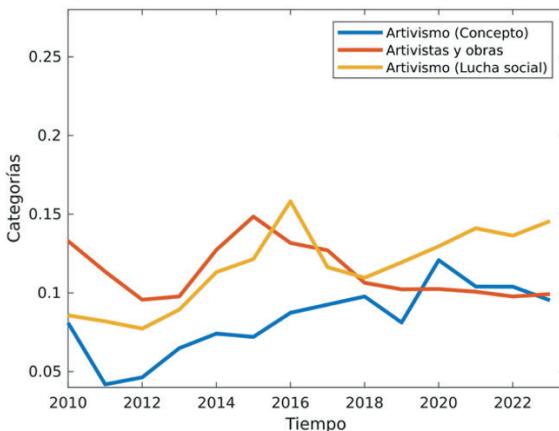


Fig.10. Evolución en el tiempo de las categorías relacionadas con el artivismo en el corpus de tweets en inglés. Los picos representan aquellos momentos en donde más tweets han sido publicados con respecto a un tema. Elaboración propia, 2023.

A diferencia de la figura 4, donde la importancia del artivismo para los hispanohablantes, en su faceta de lucha social, comenzó a ser relevante a partir de 2014 para los angloparlantes, este es el aspecto con el que prácticamente desde el principio de nuestras observaciones han asociado al artivismo, teniendo su pico máximo en 2016, debido principalmente a que en ese año la fundación *Save our Seas* lanzó una campaña para promocionar una beca para el estudio y conservación de los tiburones. Unido a la categoría de las luchas sociales, los artivistas y sus obras también han gozado de una alta visibilidad en el Twitter angloparlante, en particular en los años 2013 al 2015, donde las campañas de Daniel Arazola y Jill Love y Molly Gochman tuvieron máxima difusión.

También podemos ver cómo ha cambiado el artivismo como concepto. Comparando con las otras dos líneas de la figura, se puede observar que, para la comunidad de Twitter angloparlante, esta ha sido la categoría con menor presencia en la discusión digital de las tres, aunque ha ganado

relevancia con los años, al punto que, a partir de 2020, ha llegado a tener más presencia los artivistas y sus obras.

REDES DE COOCURRENCIA Y ANÁLISIS DE COMUNIDADES

El mundo hispanohablante

La red de concurrencia de *hashtags* alrededor del concepto “artivismo” (*figura 11*) está constituida por tres *clusters* principales. El primero, que es el que tiene mayor peso, gira en torno a los conceptos feminismo, arte urbano, *performance*, y derechos humanos. Esta subred, representada en color rosa, en su mayoría remite a luchas y estrategias de resistencia, que, por lo tanto, se asocian a la dimensión activista del concepto.

El segundo *cluster* con mayor número de conexiones, se agrupa en torno al concepto “arte”. Este está directamente relacionado con el concepto cultura, que es el segundo más conectado. En esta subred encontramos conceptos que son parte del campo semántico del arte (literatura, ilustración, pintura, etcétera). El tercero se agrupa en torno al concepto “art”; es en este en donde se localiza el nombre de “Daniel Arzola”. Es interesante que las palabras que integran esa comunidad son, entre otras, creatividad, psicoterapia, psicología, terapia, bienestar, arteterapia, salud mental y post pandemia. Este *cluster* está alejado de conceptos tales como arte político, feminismo y curiosamente, del concepto LGBT, el cual Arzola busca reivindicar.

Justo entre las subredes de artivismo y arte, identificamos un cuarto *cluster* en color naranja, que remite al caso de Nsé Ramón Esono Ebálé, ilustrador de nacionalidad ecuatoguineana, quien firma como “Jamón y Queso”. En 2014, el artista ilustró la historieta “La pesadilla de Obi”, en la cual realizó una crítica directa al presidente de Guinea Ecuatorial, Teodoro Obiang Nguema. En 2017 fue encarcelado en una prisión de alta seguridad. La serie de atropellos de los que fue víctima motivaron

la movilización internacional con el objetivo de defender sus derechos humanos y conseguir su libertad (OMCT, 2017).

El nombre de Tania Bruguera lo ubicamos en un quinto *cluster* agrupado en torno al concepto Cuba. En este caso, predomina el *hashtag* “#freetañaangelelsexto”, con el cual, en 2015, diferentes usuarios se movilizaron con el fin de exigir la liberación de los artistas Tania Bruguera, Angel Santisteban y Danilo Maldonado. Este *cluster* está directamente relacionado con la red que gira en torno al concepto feminismo, la cual, es la que supone una dimensión política y activista contundente.

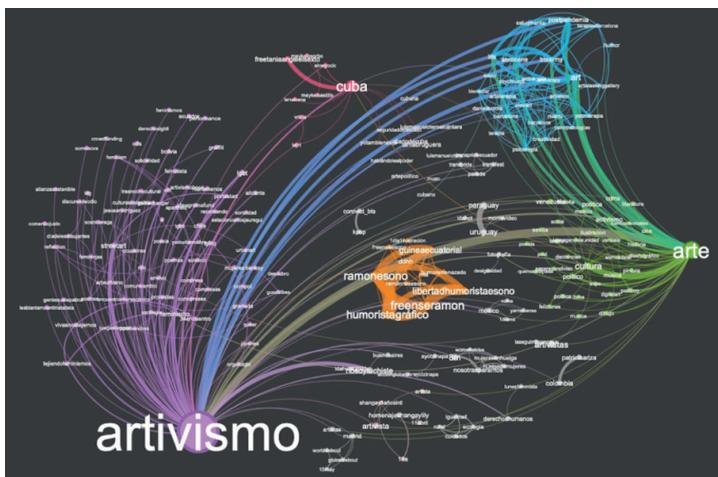


Fig.11. Red de coocurrencia de hashtags de las publicaciones recopiladas en español. Los módulos de la red, representados por colores, corresponden a las macro-narrativas presentes en el corpus de publicaciones.
Elaboración propia, 2023.

El contexto angloparante

La red de concurrencia de *hashtags* en torno al concepto “*artivism*” se compone de ocho *clusters* (figura 12). El primero, que es el de mayor peso, refiere a diversas causas tales como el control de armas, los refugiados, Greenpeace, Ucrania, inmigración, cuestiones indígenas, arte comunita-

rio, entre otros. El segundo, directamente relacionado con los conceptos artivismo y arte, gira en torno a causas de carácter ambiental, por ejemplo, a la contaminación por plásticos, al cambio climático, la deforestación y la vida salvaje.

El tercer *cluster*, directamente relacionado con la noción arte y no en primera instancia con el concepto artivismo, ofrece una serie de conceptos aparentemente con poca relación, tal como lirismo, esparce el amor, legendario, queer, escritura, ecología y bellas artes. El cuarto *cluster* coloca a la política o lo político como el concepto central. Se integra por los conceptos cultura, Trump, demócratas y tecnología. Está principalmente conectado con el *cluster* “arte” y con el *cluster* “artivista”.

El quinto *cluster*, directamente relacionado con el concepto artivismo, gira en torno a lo urbano, así encontramos conceptos tales como arte urbano, que es el preponderante, arte político, fotografía callejera, protesta, arte social, primavera americana y acción directa. El sexto *cluster*, conectado directamente con los conceptos arte y artivista, tiene como elemento central el concepto activismo. En torno a él se articulan los conceptos valentía, ilegal, foto montaje, justicia social, artivistas, cultura artística y cambio social.

El séptimo *cluster*, a saber, el más pequeño, y vinculado con los conceptos arte y artivismo, tiene como concepto central el término arte contemporáneo, e incluye los conceptos fotografía, obra de arte, palabra hablada, el arte importa, acrílico, arte terapia, amantes del arte, arte moderno, poesía e inspiración. Es interesante que, si bien esta dimensión remite directamente al arte contemporáneo, los elementos que lo acompañan no necesariamente son parte de su campo semántico, es decir, el hablar de conceptos como “amantes del arte”, o referirse a abordajes artísticos completamente disciplinares, sugiere que dichas conversaciones

responden a actores hasta cierto punto marginales, y que desconocen el funcionamiento de dicha sociedad discursiva.

Finalmente, el octavo *cluster* se agrupa en torno al concepto artivista, y se integra por dos conceptos preponderantes: artista y activista. Este *cluster* refleja claramente la tensión a la que se hace referencia en el primer apartado, respecto a la complicada relación entre ambos conceptos, misma que es susceptible a diversas interpretaciones. En este grupo encontramos los conceptos música, rap, libre, prisionero, hiphop, marketing artístico, comunidad y levantamiento.

La red angloparlante tiene diferencias importantes con la hispanohablante, en primer lugar, es notable el uso del concepto “artivista”, como el individuo que elabora productos estéticos, construidos desde una dimensión activista, que al diferenciarse del artista requiere de una categoría propia. Segundo, es notable el menor peso que tienen las luchas feministas en este contexto; mientras que en el mundo hispanohablante es la categoría con mayor centralidad, conceptos como “derechos de las mujeres” y “arte feminista”, están a la par de otras muchas luchas o conceptos. Tercero, es importante la presencia de las luchas ambientales, ya que, si bien en el mundo hispanohablante aparecen en la conversación, no tiene la contundencia con la que se habla del tema en lengua inglesa.

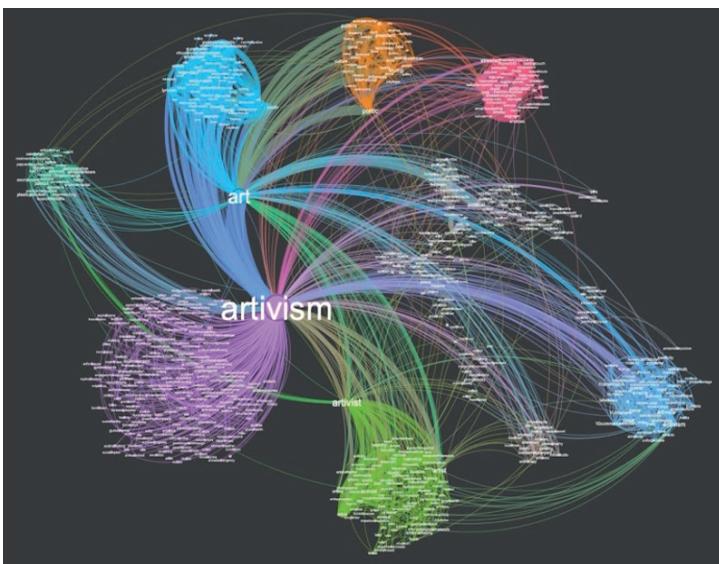


Fig.12: Red de coocurrencia de *hashtags* de las publicaciones recopiladas en inglés. Los módulos de la red, representados por colores, corresponden a las macro-narrativas presentes en el corpus de publicaciones. Elaboración propia, 2023.

CONCLUSIONES

De acuerdo con lo planteado por Friedrich A. Kittler, nos encontramos ante una serie de redes discursivas que en conjunto construyen determinados sentidos. En este tenor es importante señalar que el lenguaje al ser un fenómeno de carácter dinámico se configura de acuerdo con las necesidades de la sociedad discursiva en la cual está inserto. Así, la notable presencia que tiene el nombre de Daniel Arzola en la red, como resultado de la promoción de su obra por medio de una campaña de carácter publicitario, da pie a lecturas en un sentido determinado, al entender una actividad de esa categoría dentro del concepto artivismo, es decir, la centralidad que autores como él pueden tener, construye determinados sentidos, en especial, para públicos que están preponderantemente

interesados en la dimensión artística (y su campo semántico) la cual, está atravesada por la noción de lo “espectacular”.

Así, el sentido común, según lo planteado por Gramsci y problematizado por Crehan, se establece como un núcleo sólido “con respecto al cual evaluamos lo que nos ocurre y en qué forma los demás nos explican el mundo” (2018, p.67). De esta manera, la preponderancia del mercado a partir de la viralidad propia de la referida “campaña”, coincide con la intención que Santamaría identifica por parte del neoliberalismo y que ya lo advertían Adorno y Horkheimer: reducir toda expresión cultural a mercancía.

En este tenor, la dimensión mediática del mercado se apropiá del concepto, y la viralidad de la obra la posiciona de manera contundente. Si bien, desde determinadas comunidades que entienden al artivismo como un dispositivo de lucha para transformar la realidad, este tipo de manifestaciones pueden suponer un sin sentido, en el entorno de usuarios no especializados o que están sustancialmente alejados de las prácticas del arte político y de la resistencia, la obra de Artola se constituye, definitivamente, como un claro ejemplo de artivismo. Así, la obra de artistas que son clave dentro de la tradición del arte político tiene mucho menor presencia y circulación en la red, es decir, quedan fuera de la discusión masiva.

Las diferencias señaladas entre las comunidades estudiadas permiten comprender cómo se ha desenvuelto el concepto por distintas condiciones y que, si bien podríamos pensar que por la cobertura global de *Twitter* las discusiones son comunes, por un lado, cada comunidad plantea sus propias conversaciones a partir de los problemas que marcan sus coyunturas específicas, y por el otro, conceptos que en apariencia podrían tener el mismo peso o contundencia, funcionan de distinta manera. Tal es el caso del concepto feminismo, el cual en el caso hispanohablante

está relacionado por conceptos tales como el transfeminismo, la auto-defensa y lo comunitario, y que es uno de los *clusters* con mayor peso, en el mundo angloparlante está directamente vinculado con equidad, violencia y género.

El presente estudio ha demostrado que el análisis de los conceptos desde una perspectiva comparada, con ayuda de herramientas computacionales y estadísticas, permite comprender el devenir de un término específico, el cual, de acuerdo con lo planteado por Cal Montoya, establece el “horizonte de la experiencia posible como los límites de esta”. (2004, p.109).

REFERENCIAS

- Arzola, D. (2024). *Statement of the artist*. [Sitio web]. <https://www.danielarzola.com/about-me>
- Bruguera, T. (2024). *Introducción acerca del arte útil*. [PDF]. https://arendtinststitute.org/wp-content/uploads/2011_-introduction_on_useful_art_-esp.pdf
- Cal, J. (2004). La Historia conceptual como filosofía política. Breve reseña desde la historiografía de la filosofía. En *Intuición. Revista de Filosofía*, 1(2), 101-123.
- Crehan, K. (2018). *El sentido común en Gramsci. La desigualdad y sus narrativas*. Morata.
- Gramsci, A. (2023). *Cuadernos de la cárcel. Cuadernos 1-5 (1929-1932)*. Akal.
- Kittler, F. (2018). *La verdad del mundo técnico*. Fondo de Cultura Económica.
- Lipovetsky, G y Serroy, J. (2016). *La estetización del mundo: vivir en la época del capitalismo artístico*. Anagrama.
- Rosler, M. (2017). *Clase cultural. Arte y gentrificación*. Caja Negra.

Organización Mundial Contra la Tortura. (2017). *Detención arbitraria del Sr. Nsé Ramón Esono Ebalé*. <https://www.omct.org/es/recursos/llamamientos-urgentes/arbitrary-detention-of-mr-ns%C3%A9-ram%C3%B3n-esono-ebal%C3%A9>

Santamaría, A. (2022). *Un lugar sin límites. Música, nihilismo y políticas del desastre en tiempos del amanecer neoliberal*. Akal.

Tréneau, T. (2011). Stéphanie Lemoine et Stéphanie Ouardi. Artivisme: art, action politique et résistance Culturelle. En *Critique D'art*, 37. <https://doi.org/10.4000/critiquedart.1324>

Turbeville, B. (2023). Artivist Jil Love Tackles Chemtrails, Vaccines and Animal Rights. En *Activist Post*. <https://www.activistpost.com/2016/06/artivist-jil-love-tackles-chemtrails-vaccines-and-animal-rights.html>

AUTORES

Coordinadores

Dra. Eréndida Cristina Mancilla González. - Doctora en Arquitectura, Diseño y Urbanismo por la Universidad Autónoma de Morelos. Es profesora investigadora SNII nivel I. Facultad del Hábitat de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, actualmente es líder del Cuerpo Académico Vanguardias del Diseño. erendida@fh.uaslp.mx

Dr. Manuel Guerrero Salinas. - Doctor en Arquitectura, Diseño y Urbanismo por la Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Actualmente adscrito a la Facultad del Hábitat de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Profesor Investigador SNII nivel I. Miembro del Cuerpo Académico Vanguardias del Diseño. mguerrero@fh.uaslp.mx

Dr. Gerardo Vázquez Rodríguez - Doctor en Arte por la Uni. Autónoma de Barcelona. Profesor adscrito a la Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Arquitectura. Cuerpo Académico de Estudios sobre Diseño. Coordinador de la Red de Diseño y Compeljidad (REDYC). gerardo.vazquezrd@uanl.edu.mx

Capítulo 1.

Dra. Sofía Alejandra Luna Rodríguez - Diseñadora Industrial con una Maestría en Artes y Doctorado en Arquitectura Diseño y Urbanismo con acentuación en Diseño Industrial con publicaciones a nivel nacional e internacional. Enfocada a la docencia e investigación académica dentro de la UANL, siendo miembro del Sistema Nacional de Investigadores nivel 1 (SIN 1), además de ser la fundadora del Grupo de Investigación en Diseño DAMATEUR. sofia.lunard@uanl.edu.mx

Dra. Sonia Guadalupe Rivera Castillo - Arquitecta, Master en proyectos sociales, con Doctorado en Filosofía con orientación en Arquitectura y Asuntos, profesora/investigadora de la Facultad de Arquitectura (UANL), Coordinadora del programa de Arquitectura en posgrado, miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI 1), integrante del Cuerpo académico NODYC y del grupo de investigación MAS Lab, laboratorio de estudios sobre ciudad. sriverac@uanl.edu.mx

Dra. Liliana Beatriz Sosa Compeán - Doctora en filosofía con orientación en arquitectura y asuntos urbanos, Máster en diseño y desarrollo de nuevos productos, licenciada en Diseño industrial. Profesora en la Facultad de Arquitectura (UANL), jefa de investigación de diseño. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores e Investigadoras. Líder del cuerpo académico NODYC Nodo de diseño y complejidad. Línea de investigación: diseño basado en sistemas complejos. liliana.sosacm@uanl.edu.mx

Capítulo 2.

Dra. Olivia Fragozo Susunaga - Profesora investigadora de tiempo completo en la UAM-Azcapotzalco, División de Ciencias y Artes para el Diseño. Desde 1991 ha sido docente en diversas instituciones públicas y privadas donde ha participado también como coordinadora de programas académicos. Pertenece al Grupo de Investigación Teoría y Creación de la Imagen y al Cuerpo Académico Estéticas, cultura y tecnología. Pertenece al SNII nivel I.

Capítulo 3.

Dra. Marysol Uribe Pérez-Coeto - arquitecta egresada de la Universidad Autónoma de Coahuila (UAdeC), con una maestría en Diseño Arquitectónico y un Doctorado en Filosofía con Orientación en Arquitectura y Asuntos Urbanos por la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL). Actualmente, forma parte del cuerpo docente de la UANL en los programas de licenciatura, maestría y doctorado. Promotora de la comunidad Somos Luz en el Laboratorio ciudadano de Nuevo León. Miembro del cuerpo académico Estudios Sobre Diseño y cofundadora de Hábitat Consciente: grupo de investigación transdisciplinar

Dra. Diana Karina Padilla Herrera - Doctora en Filosofía con Orientación en Arquitectura y Asuntos Urbanos por la Facultad de Arquitectura de la UANL. Realizó una estancia de investigación en el Instituto de Estudios Urbanos y Territoriales en la Pontificia Católica de Chile dentro de su programa doctoral. Sus líneas de investigación se centran en cuatro ejes principales: Multidimensiones de la geografía humana, biopolítica urbana; exclusión espacial en América Latina e Historiografía y cartografía urbana. Es profesora-investigadora de la Facultad de Arquitectura y forma parte del cuerpo docente a nivel licenciatura y posgrado. Pertenece al Sistema Nacional de Investigadores nivel Candidato; actualmente coordina el Doctorado en Filosofía con Orientación en Arquitectura y Asuntos Urbanos de la Facultad de Arquitectura de la UANL.

Capítulo 4.

Dr. Juan Andrés Sánchez García - Doctor en Arquitectura y Urbanismo por la Universidad Veracruzana y Doctor en Arquitectura Diseño y Urbanismo por la Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Es profesor e investigador de Tiempo de la Facultad de Arquitectura Xalapa de la Universidad Veracruzana, miembro del Sistema Nacional de Investigadores. juansanchez@uv.mx

Capítulo 5.

Dra. Káteri Samantha Hernández Pérez - Doctora en Filosofía con Orientación en Arquitectura y Asuntos Urbanos. Facultad de Arquitectura, Universidad Autónoma de Nuevo León. Cuerpo académico 3X4 y Grupo de investigación ARQUIVITA kateri.hernandezprz@uanl.edu.mx

Capítulo 6.

Jesús Alberto Hartz Vázquez - Arquitecto por la Universidad Autónoma de Coahuila (UAdeC). Co-fundador de Kamino, estudio dedicado a la visualización arquitectónica y diseño. Se destaca por su capacidad de crear soluciones innovadoras en entornos virtuales para proyectos arquitectónicos y cuenta con cuatro años de especialización en visualización arquitectónica y diseño. Desarrolla proyectos que integran tecnología avanzada en el diseño arquitectónico. jesus.hartz@uadec.edu.mx

Dra. Gabriela Carmona Ochoa - Doctora en Ciudad, Territorio y Sustentabilidad por el Centro Universitario de Arte, Arquitectura y Diseño de la Universidad de Guadalajara, es Profesora Investigadora de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Autónoma de Coahuila, miembro del Sistema Nacional de Investigadores Nivel II del CONACYT y es Profesora con Perfil Deseable del PRODEP-SEP. g_carmona@uadec.edu.mx

Capítulo 7.

Dr. Gerardo Vázquez Rodríguez - Doctor en Arte por la Uni. Autónoma de Barcelona. Profesor adscrito a la Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Arquitectura. Cuerpo Académico de Estudios sobre Diseño. Coordinador de la Red de Diseño y Compeljidad (REDYD). orcid: 0000-0002-7076-8790 gerardo.vazquezrd@uanl.edu.mx

Capítulo 8.

Dr. José Antonio Motilla Chávez - Doctor en Historia por la Universidad Nacional Autónoma de México. Profesor Investigador de Tiempo Completo de la Facultad del Hábitat de la UASLP. Miembro del Laboratorio de Estructuras y Dinámicas Sociales de la Facultad del Hábitat de la UASLP. SNII I.

Dr. Martín Zumaya Hernández - Doctor en Ciencias Físicas por la UNAM. Miembro del Laboratorio de Estructuras y Dinámicas Sociales de la Facultad del Hábitat de la UASLP. Actualmente se desempeña como responsable de la subdirección de ciencia de datos y análisis estratégico de Canal Once del Instituto Politécnico Nacional. SNII C.

Dr. Diego Espitia Cabrejo - Doctor en Ciencias por la Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Investigador del Programa Universitario de Estudios Sobre Democracia, Justicia y Sociedad (PUEDJS). Miembro del Laboratorio de Estructuras y Dinámicas Sociales de la Facultad del Hábitat de la UASLP.

2025

Universidad Autónoma de San Luis Potosí

Universidad Autónoma de Nuevo León