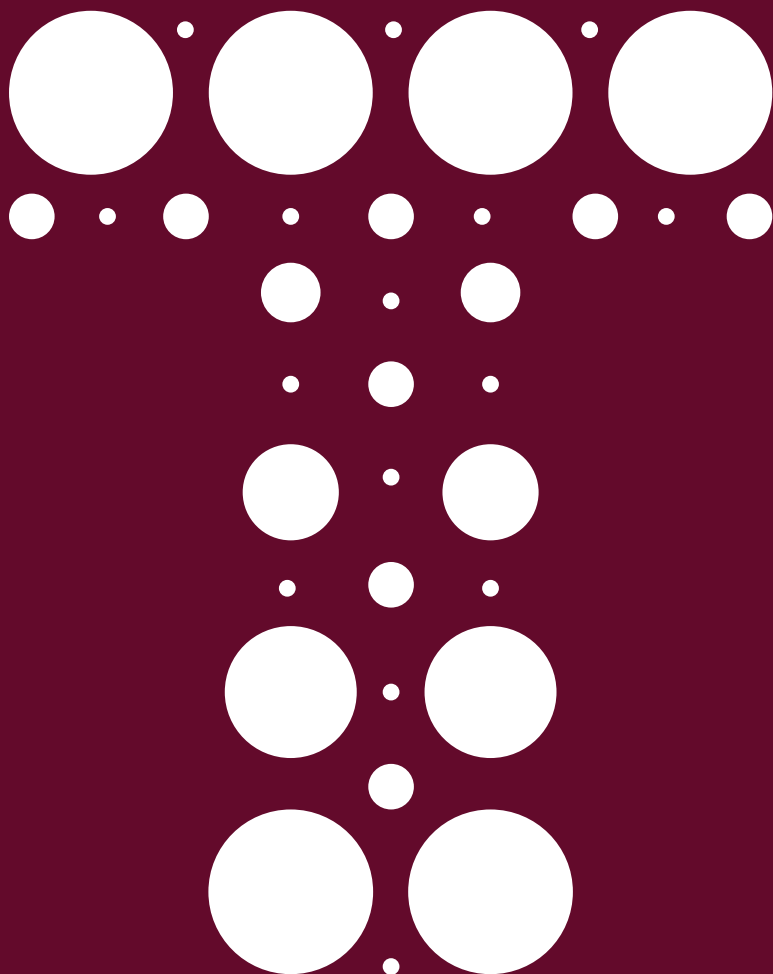


TECNOLOGÍA, ARTE Y DISEÑO EN LA ERA DIGITAL

ERÉNDIDA MANCILLA GONZÁLEZ, MANUEL GUERRERO SALINAS
MARÍA CUEVAS RIAÑO
COORDINADORES



TECNOLOGÍA, ARTE Y DISEÑO EN LA ERA DIGITAL

ERÉNDIDA MANCILLA GONZÁLEZ, MANUEL GUERRERO SALINAS
MARÍA CUEVAS RIAÑO
COORDINADORES



UASLP
Universidad Autónoma
de San Luis Potosí



UNIVERSIDAD
COMPLUTENSE
MADRID

Tecnología, Arte y Diseño en la Era Digital®

Universidad Autónoma de San Luis Potosí

Universidad Complutense de Madrid

Dr. Alejandro Javier Zermeño Guerra,

Rector de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP)

Eréndida C. Mancilla González

Manuel Guerrero Salinas

María Cuevas Riaño

Coordinadores

Primera edición, 2023

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 las instituciones dictaminadoras.

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

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

Dirección Fomento Editorial y Publicaciones

Universidad Autónoma de San Luis Potosí

Álvaro Obregón #64, Col. Centro, C.P. 78000

San Luis Potosí, SLP. México

ISBN: 978-607-535-361-6

DOI: doi.org/10.58493/scripsi.uaslp.46

Edición digital

ÍNDICE

- 07 Introducción.
Eréndida Cristina Mancilla González
- 11 Capítulo 1. Imágenes numéricas en el diseño.
*Guadalupe Salazar González, Juan Manuel Lozano de Poo,
Miguel Ortiz Brizuela*
- 39 Capítulo 2. Apoyo a la Protección Infantil por medio
de Dispositivo Inteligente.
Andrea Paola Betancourt Hermoso, Sofía Alejandra Luna Rodríguez
- 57 Capítulo 3. La relación entre imágenes y los teléfonos móviles
a través de la Postfenomenología.
Luis Alberto Teniente Paulín
- 75 Capítulo 4. La exploración de la forma como medio para descu-
brir posibilidades de configuración de la arquitectura: Tecnolo-
gías de apoyo.
Ricardo Alonso Rivera, David L. Campos Delgado
- 99 Capítulo 5. Circunstancias epistemológicas del origen
de la tecnología digital en el arte.
Gerardo Vázquez Rodríguez

- 121 Capítulo 6. Ciencia de materiales e historia del arte: tecnologías de caracterización en la construcción del relato histórico-artístico de la fotografía patrimonial y el Arxiu Valencià del Disseny.
Álvaro Solbes García, Alejandra Nieto Villena, Ester Alba Pagán
- 147 Autores

INTRODUCCIÓN

Eréndida Cristina Mancilla González

La relación entre el arte, el diseño y la tecnología es una intersección que ha evolucionado y se ha transformado a lo largo de la historia. Cada uno de estos campos tiene una influencia profunda en el otro, y juntos, han dado lugar a avances creativos y estéticos significativos. Por su parte el arte, desde su origen, ha sido una manifestación de la creatividad humana, una expresión de emociones, ideas y conceptos abstractos. El diseño, por otro lado, se ha centrado en la resolución de problemas, la funcionalidad y la estética de objetos y sistemas, buscando mejorar la experiencia humana. La tecnología, por su parte, ha proporcionado las herramientas y los medios para impulsar el arte y el diseño hacia nuevos horizontes, permitiendo la creación de obras y productos que antes eran impensables.

Este libro explora las convergencias y sinergias que han surgido entre estos tres campos. A lo largo de estas páginas, se descubrirá cómo la tecnología se ha convertido en una poderosa herramienta para la creatividad, permitiendo nuevas formas de expresión y concreción. Además, se examina cómo la estética y la funcionalidad se fusionan para dar forma a un mundo cada vez más interconectado a través de los dispositivos que definen la forma en que nos comunicamos y nuestras experiencias

digitales, esta exploración nos lleva a comprender cómo estas disciplinas colaborativas están redefiniendo nuestro presente y moldeando el futuro de la creatividad y la innovación en la era digital.

El primer capítulo aborda la irrupción de lo digital junto a lo análogo, reflexionando sobre el futuro de las disciplinas del diseño, al tener que lidiar con imágenes numéricas y abstraerse de lo real, físico, sensorial y emotivo. Tomando a las nuevas tecnologías digitales (NTD) como un apoyo en la gestión de información, la creación, representación y transmisión de ideas, en donde al mismo tiempo, el espacio digital genera que objetos y personas sean entendidas y tratadas como información para fines de consumo, por ello, se centra en exponer los límites y riesgos con la finalidad de asumir una postura crítica en su empleo.

En el segundo capítulo se presenta el diseño de un sistema inteligente de monitoreo y protección infantil portátil, el cual integra diferentes tecnologías existentes para optimizar el seguimiento y la vigilancia de infantes, con la finalidad de disminuir las amenazas potenciales por parte de terceros. Se presenta como un proyecto factible fundamentado en la metodología descriptiva, el método cualitativo y la investigación de campo.

En el tercer capítulo expone que los objetos son extensiones humanas que median la percepción y modifican la sensorialidad. Integra la dimensión filosófica, mediante la postfenomenología, para señalar las relaciones imbricadas entre el humano y la tecnología que permiten analizar la relación entre los teléfonos móviles y las redes sociales como un entramado social y no solamente como una relación lineal de artefacto-usuario.

El cuarto capítulo expone la manera en que los recursos tecnológicos apoyan el aprendizaje del diseño arquitectónico, mediante una estrategia para el manejo de la forma/espacio a un nivel conceptual. Se plantea el uso de 2 recursos tecnológicos para la inmersión del estudiante en las diversas etapas en el proceso de generación de la forma/espacio. El uso

de Pinterest como recurso que dota al alumno de un bagaje de inicio sobre las posibilidades de configuración de la forma 3D a un nivel de abstracción; y el uso de la configuración de la forma 3D a través de los medios digitales, como complemento en la elaboración de maquetas físicas (medio análogo).

El quinto capítulo aborda como desde tiempos antiguos, el arte ha estado vinculado a la tecnología; a medida que la tecnología o el arte han evolucionado, también lo ha hecho la contraparte, y esta relación ha sido fundamental para la evolución de ambos; por ello, el texto plantea una revisión general de corte epistemológico sobre el fenómeno del arte digital, generando una ruta temporal e iconográfica sobre los principales enclaves del arte digital para entender cómo se ha entrelazado con el avance tecnológico a lo largo de la historia.

El sexto capítulo aborda como las técnicas de análisis utilizadas en la ciencia de materiales se han consolidado en el siglo **XXI** como herramientas fundamentales para el estudio de las obras de arte y el patrimonio; en concreto, técnicas no invasivas como la fotografía técnica o la imagen hiperspectral. En este texto se destaca el valor de estas herramientas aplicadas al estudio del patrimonio fotográfico y del diseño, exponiendo dos casos de estudio que muestran de manera integrada una visión holística e interdisciplinar de la ciencia y el arte.

Finalmente es importante señalar que, a lo largo de la historia, la tecnología ha sido un motor de cambio en la forma en que el arte y el diseño se crean y se experimentan. Desde la invención de la cámara fotográfica hasta la realidad virtual, la tecnología ha abierto nuevas posibilidades para los artistas y diseñadores, ampliando su alcance y desafiando las convenciones. La tecnología también ha permitido la creación de objetos más eficientes, ergonómicos y sostenibles, al tiempo que ha transformado la forma en que se comunican ideas y conceptos.

CAPÍTULO 1

Imágenes numéricas en el diseño

*Guadalupe Salazar González, Juan Manuel Lozano de Poo,
Miguel Adolfo Ortiz Brizuela
Universidad Autónoma de San Luis Potosí, México.*

INTRODUCCIÓN

Las disciplinas del diseño se encuentran ante un nuevo paradigma por la irrupción de lo digital junto a lo análogo; fenómeno que obliga a reflexionar sobre el futuro de las disciplinas del diseño, al tener que lidiar con imágenes numéricas. Las nuevas tecnologías digitales (NTD) han abierto canales de creación, representación y transmisión de ideas, sin embargo, el espacio digital establece que objetos y personas sean entendidas y tratadas como información para fines de consumo. Por lo tanto, el objetivo de esta investigación es estudiar los impactos y las posibilidades de las nuevas tecnologías de información, comunicación y diseño para el hacer y quehacer con prácticas proyectuales digitales.

Al ser una propuesta fundamentalmente teórico crítica, para ello se ha realizado una revisión del estado del arte; se han observado y analizado las prácticas de diseño en estudiantes, para formular reflexión acerca

del uso y las implicaciones conceptuales que impactan en la enseñanza y ejercicios de los estudiantes y profesionistas. Es así que, se afirma que la producción de espacios, objetos y mensajes con las nuevas tecnologías obliga a teorizar en la definición de las disciplinas del diseño, su quehacer, incluso en la conceptualización de sus productos. Pues, el uso de software y hardware permiten avances al disminuir tiempo y recursos; obtener mayor precisión y detalle; simular y experimentar propuestas para su evaluación y hacer las tareas sin riesgos físicos al operador. Las acciones van desde el registro del mundo real en tres dimensiones (3D); la estratigrafía y estereotomía de edificaciones; documentar en dos dimensiones (2D); hasta producir gemelos digitales y ciudades “inteligentes” superpuestos a la realidad física o a otras realidades: virtual, aumentada, mixta y extendida. Hay que entender que todas ellas son información numérica que, al estar en un archivo único o multiarchivo, se puede actualizar y mantener su integridad, pero también relacionar entre si para generar algo nuevo.

El Dibujo Asistido por Computadora (CAC) sólo sirve para la representación de un proyecto y poco en auxiliar en el diseño, pues los softwares dejaron de orientarse para el Diseño Asistido por Computadora (DAC). No obstante, con el *diseño paramétrico* se va más allá como auxiliar para experimentar la forma, pero demanda conocimientos de geometría y matemática para establecer parámetros de fenómenos naturales, culturales y de funcionamiento, en forma de algoritmos, que complementado con el modelado de información para la construcción (BIM) apoya la planeación de la producción y su ciclo de vida.

Por el momento, las máquinas han sido más exitosas en el desarrollo de habilidades analíticas y duras que en el ámbito del diseño (Srivastava et al, 2021), sin embargo, existen aproximaciones como el *diseño generativo*, donde la inteligencia artificial (IA) simula la actividad del diseñador y ofrece con rapidez opciones conforme las premisas de diseño (características, funcionalidad, materialidad, tecnología, etc.), al revisar con algoritmos

las diversas posibilidades intersectando todas las condicionantes (lo cual el diseñador no realiza extensamente); por lo tanto, el diseñador debe ser capaz de generar esas condiciones, tomar decisiones y al agotarse la biblioteca del sistema, generar nuevas opciones; así la IA no sustituirá al diseñador, pues es quien posee la capacidad creativa.

Las NTD contribuyen al diseño en: la valoración del arte y la historia; la conceptualización asistida; la materialización de ideas; apoyar la experimentación; automatizan y mejoran tareas repetitivas, ofrece archivos para la inspiración, así el diseñador se centra en atender a las personas y la cultura en la que actúa. Sin embargo, como profesional del diseño, debe velar que la tecnología en su función instrumental no se convierta en una ontología y epistemología del diseño; lo cual sólo se supera con la reflexión teórica y crítica acerca de lo que es la imagen numérica en el diseño, con la toma de decisiones por el diseñador y la evaluación de las propuestas por los usuarios y habitantes. Además, las NTD cambian el modo de diseñar, al ser una forma de trabajo eficiente y automatizada con base en datos; el riesgo de que el diseño sea homogéneo y la dimensión humana desaparezca; que los diseñadores sean dominados por la tecnología y devengan en herramienta de ella.

LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS DIGITALES

Hoy, el uso de software y hardware es común porque permiten la disminución de tiempo y recursos, operar sin riesgos, da mayor precisión y detalle, permite simular y experimentar sin desgaste material. Aunque los nativos digitales sólo saben hacer cosas, dar clic, pues los dispositivos digitales sólo activan vías neuronales para accionar “botones”, provocando que casi no lean, escriban telegráficamente y a su vez que ya no sepan argumentar; además, los está alejando del contacto con el mundo físico y con los otros; son parte de lo que determina el mundo en que vivimos:

la información y no las cosas (Han, 2021). El mundo digital, si bien informa (salvo si son *fake news*), también inhibe capacidades como: imaginar, inspirar conocimientos, descubrir, viajar, conocer sobre el mundo que los rodea; no activa la memoria, no facilita la comunicación cara a cara, no apoya a conceptualizar. No obstante, no se puede negar que los arquitectos y diseñadores tendrán que incorporar cada vez más esos recursos en su actividad profesional, incluso es deseable que debieran ser capaces de involucrarse en el diseño de software y hardware.

El empleo de las nuevas tecnologías digitales debe sobrepasar el uso sólo para el dibujo, ya que se “brincan” la etapa de generar previamente conceptos de diseño, lo cual ha reducido imaginar los espacios y objetos; ha disminuido el pensamiento espacial, objetual y proyectivo; y, ante todo, la dimensión sensitiva y la obtención de experiencias vivenciales y existenciales. Por lo tanto, las ntd pueden aprovecharse de modo crítico en las diversas etapas del diseño: gestación, representación gráfica y materialización, comprobación y evaluación de proyectos y para la conservación patrimonial de la producción del diseño. Es claro que, en el proceso proyectual, las ntd no sustituirán el dibujo o prácticas análogas en la generación de imágenes, objetos, espacios, más bien son complementarios, pues las relaciones cuerpo-mente seguirán siendo necesarias en la labor de los diseñadores, para la comunicación, simulación y evaluación de ideas. Por ello, debe incorporarse al dibujar experiencias no sólo visuales, sino también las táctiles, auditivas, sonoras y kinestésicas,¹ además de competencias emocionales y creativas.

IMAGEN NUMÉRICA Y SÍNTESIS DE IMAGEN

Los medios digitales están en un ámbito matemático y sus manifestaciones son *síntesis de imágenes* producidas por computadoras, de naturaleza numérica, por ello se llaman *imágenes numéricas*, que cuando se imprime ya no es digital, pero sigue siendo imagen de síntesis. La imagen digital se limita por el espacio de almacenamiento que se le otorga; depende del sistema de codificación y decodificación de imágenes, es decir del algoritmo de comprensión o descomprensión del formato de la imagen, y del equipo de visualización (sea proyector, pantalla, etc.). Las imágenes digitales son imágenes matriciales o BitMap, que registra la reflexión de la luz, donde los colores y la luz se trasponen en píxeles, y cada pixel representa un punto de la imagen en un espacio colorimétrico predefinido, donde si es blanco o negro es un bit (1 o 0), si es gris con 8 bits, si es color en el espacio RGB (256 para cada color rojo, verde y azul); o pueden ser imágenes vectoriales, formadas de líneas calculadas de modo geométrico (Ameisen, 2013, 169).

La imagen analógica deja de serlo, cuando deviene en la síntesis de imagen e imagen numérica o realidad virtual, lo que Baudrillard (1997) llama desimaginación de la imagen o pérdida de imaginación de la imagen y hacer que una imagen ya no lo sea. Pues, las imágenes numéricas simulan lo físico, sea este inmersivo o no. El nombre refiere cualquier imagen digital (fotografía, dibujo, icono, etc.) adquirida, creada, procesada y almacenada en bits o sistema binario, constituyendo una matriz numérica de píxeles. Una imagen numérica es una representación bidimensional digital y pueden representarse las tres dimensiones, incluso animadas o en movimiento y es *adquirida* por dispositivos que *convierten lo analógico a la digital*.

Las imágenes se pueden generar por diversos dispositivos como los escáneres bi y tridimensionales, cámaras fotográficas digitales o de teléfonos inteligentes, cámaras 360, videocámaras y tarjetas de captura de video

que digitalizan una fuente como la televisión, georadar, dron, etc. O son *creadas* por medio de programas informáticos a través de dispositivos como el ratón o lápiz, las tabletas gráficas o el modelado 3D, generando imágenes por computador; el ejemplo más sencillo es el dibujo por computadora. También, pueden ser *procesadas* por herramientas gráficas para transformar las características de las imágenes anteriores en su tamaño, color, quitarle o agregarle elementos, colocar filtros o transformaciones topológicas, etc. y pueden ser resguardadas en cualquier medio de *almacenamientos*: USB, disco duro externo, DVD, SSD o unidad de estado sólido, etc., siendo la nube el que se está imponiendo.

Las imágenes son de varios tipos: 2D; matricial; estereoscópicas; imágenes en tres o cuatro dimensiones (imágenes 2D + t (video), imágenes 3D, imágenes multi-resolution); e imágenes vectoriales. Las *imágenes* 2D se forman por puntos o píxeles, los cuales se visualizan en una pantalla del computador, el cual tiene bajo PPI (píxeles por pulgada: 72 a 96 es común) por lo que no es recomendable imprimirlas con calidad, por lo que las imágenes en .jpg de origen deben ser de alta resolución para su impresión de calidad en DPI (puntos por pulgada). La *matricial* es una matriz de puntos multidimensional: espacial, temporal que da la duración, o de otra naturaleza como la resolución u otras características. Las *estereoscópicas* son dos imágenes (vectoriales, 2D y 3D), su codificación es en formato jps, donde su formato jpg (el formato PNG acepta transparencias) se superponen en el mismo archivo inscritas cada una en un rectángulo de 1.024 x 0.768 para formar uno de 2.048 x 0.768. Las *imágenes de tres o más dimensiones* implican el espacio, el tiempo y el movimiento o animación o la resolución; la imagen en tres dimensiones representa un volumen y los puntos se llaman *voxels*. Y la *imagen vectorial* (formato svc), más común para los arquitectos, sus datos se representan con fórmulas geométrico matemáticas, que dan cuenta de la secuencia de operaciones que definen la malla; así un dibujo se constituye por líneas que se registran en la computadora indicando los vectores que definen a cada línea por la unión

de los puntos en los ejes X y Y, X y Z, Y y Z, o a un círculo a partir del centro y un radio; en lugar de una nube de puntos, que almacena la secuencia de operaciones para construir al trazo o dibujo asistido por computadora (DAC). Eso es lo que ejecuta los softwares CAD (Autocad, Archicad, Edificius BIM, Sketchup, Blender, Rhino/Grasshopper; o de Concepción Asistida Tridimensional Interactiva –CATIA–, etc.) para la creación, análisis, modificación y optimización de un diseño. La imagen definida por vectores se usa para animaciones e interacción con el usuario (por ejemplo, Flash, o para crear banners, sitios web y otros recursos); las imágenes vectoriales deben primero rasterizarse, es decir convertir la imagen vectorial en un conjunto de píxeles, para verse como imágenes en computadora, o en puntos para salida en impresora o una imagen de mapa de bits.

En la imagen numérica el color es clave, su codificación sigue la teoría física del color basado en la luz; una opción es con el espacio de color rojo, verde y azul (RGB); espacio que es una *síntesis aditiva* de colores, que juntos dan el blanco, como la luz; la mezcla de los tres da el amplio espectro visible. Otro modo emplea la *síntesis sustractiva* de color: el cian, magenta, amarillo y negro (CMYK), y es la base de la impresión fotográfica tradicional, y ahora para la impresión digital.

Por otra parte, el formato de una imagen es la representación por computadora de esa imagen, pero asociada a información de cómo se codificó, cómo decodificarla y transformarla. Los formatos tienen un encabezado con atributos: tipo de codificación, dimensión (alto y ancho), LUT (algoritmo que transforma parámetros de la imagen en otros, como: contraste, saturación, tono, compresión de color, etc.), url (dirección única que se asigna a cada recurso de la World Wide Web para localizarlo y visitarlo en el navegador; además de datos (la imagen en sí); y metadatos de la imagen: lugar, fecha, hora de disparo, características físicas de la fotografía como ISO, velocidad de obturación, uso de flash, etc..., que es lo que incluye el formato .jpg, común en las cámaras fotográficas.

EL DISEÑO PARAMÉTRICO

El diseño paramétrico (DP) es un auxiliar para experimentar la forma; demanda conocimientos de matemática y geometría para establecer parámetros de fenómenos naturales, culturales y de funcionamiento en forma de algoritmos, que complementado con BIM apoya la planeación de la producción y su ciclo de vida. Y para apoyar la administración de datos se requiere obtener la información como, por ejemplo, el Big Data o resguardarla en la nube. El diseño paramétrico dp emplea software que permite modificar un modelo en dos o tres dimensiones de modo interactivo; emplea la ia para crear modelos con algoritmos paramétricos o variables y restricciones que se introducen en el software para generar resultados en forma geométrica, en volumen o bidimensional. En particular el bim (Building Information Modeling) se presenta con una representación semántica digital “inteligente” y paramétrica, es decir con las propiedades y atributos geométricos de los objetos en su desarrollo en el tiempo o cuatro dimensiones 4D; de sus costos o cinco dimensiones 5D y con información ambiental o seis dimensiones 6D; y de información de mantenimiento o siete dimensiones). Hoy se combinan el BIM con la IA y el diseño paramétrico; esto lo ofrece, por ejemplo, Autodesk con Dreamcatcher.

Además, para los conceptos de diseño viables y el proyecto arquitectónico se requiere de diversos sistemas digitales para simular y después tomar decisiones; como: a) la *Modelación constructiva* (CAD 3D – BIM) que sirve para modelar configuraciones geométricas con asociación de datos, visualizaciones y transformaciones topológicas del volumen; b) *Optimización topológica* para el cálculo de resistencias (con análisis de elemento finito) con restricciones de material o comportamiento (Huang y Xie, 2010); c) para manipular formas es la *Programación geométrica*, como Grasshoper (edita los algoritmos regenerativos) en Rhinoceros (modelado 3D), *Generative Components en Microstation*, *Digital Project* en CATIA; y d) para

calcular radiación solar, consumo energético de edificios, ventilación, iluminación, u otra condición climática, es decir, la *Simulación Ambiental*.

En particular, la modelación paramétrica se basa en un sistema de propagación de información, para calcular desde lo conocido a lo posible y desconocido, emplea un flujo de datos y un conjunto de restricciones, que soluciona un sistema de limitaciones. Requiere datos para analizar que se introducen al software; entre mayor sea la cantidad de datos, se supone será mejor el resultado.

El proceso paramétrico radica en cuatro actividades: establecer las condiciones iniciales, preparar el procedimiento paramétrico (o seleccionar una utilidad específica), la ejecución del procedimiento y la selección e interpretación de resultados y el conjunto de parámetros seleccionados (García y Lyon, 2013, 19). García y Lyon establecen cuatro tipos de parámetros: ambientales, globales, locales y ejecución (García y Lyon, 2013, 20). Los ambientales son datos: geográficos, climáticos, contextuales, del entorno y dimensión del sitio; los globales: dimensiones o proporciones generales, requerimientos funcionales, distribución global, condiciones expresivas y restricciones técnicas; los locales: proporción de componentes, interacción entre componentes, respuesta a valores de análisis, condiciones formales y requerimientos de montajes; y la ejecución: dimensiones de producción, propiedades materiales, características del producto, valores de aplicación y dimensiones del transporte.

DISEÑO GENERATIVO

En arquitectura y en el diseño, la IA simula los procesos y condiciones para crear o monitorear espacios y objetos. Se basa en la arquitectura y el diseño generativo al establecer restricciones o condiciones y objetivos que revelan intenciones y premisas de diseño y las características formales

de estilos o géneros de edificios, respetando las relaciones topológicas, funcionales y dimensionales de los espacios.

El diseño generativo urbano que permite crear cantidad de escenarios en la planeación urbana de un asentamiento, aunado a la IA que ofrece a los asentamientos maneras de recolectar datos con miras a crear *ciudades inteligentes* (CI), ya que la IA autogestiona, autoprograma con base a la gran cantidad de información que se le proporciona; se suma, además, el aprovechamiento de los dispositivos de Internet de las Cosas (IoT), al coleccionar datos y gestionarlos de modo eficiente.

Por lo tanto, para reflexionar sobre la forma en que la IA puede transformar la noción de diseño, se deben tener en cuenta dos niveles de análisis, su práctica y sus principios. Según Verganti et al. (2020), el primero tiene que ver con la fenomenología y el proceso de diseño (toma de decisiones, análisis de contexto, etapas, métodos, prácticas colaborativas), mientras que el segundo, se refiere a la perspectiva y la filosofía que guían el acto de diseñar mediante tres principios: centrado en la persona, abductivo e iterativo.

INTELIGENCIA ARTIFICIAL

La inteligencia artificial (IA) imita la inteligencia humana y sus procesos cognitivos (Kaplan y Haenlein, 2018) como: razonar, pensar, percibir, resolver problemas, bajo dos visiones: uno que trata de imitar cómo piensa o actúa el humano y simula los procedimientos o actuaciones racionales. Se puede distinguir la IA generativa de la IA general, la más desarrollada es la generativa la general no podrá realizar procesos cognitivos, dar metas, tener conciencia, autoconciencia, intencionalidad.

La IA general es un proceso computacional con diferentes niveles de autonomía, con objetivos que el programador establece, con capacidad

de recopilar, analizar y procesar datos no estructurados, para estructurarlos, adaptarlos a diversos contextos. “Aprende” a registrar e interpretar el contexto físico o virtual, para interactuar con él, hacer predicciones, formular recomendaciones y tomar posibles decisiones, evaluándolas en pocos segundos. Para ello emplea sistemas de: aprendizaje automático; estadísticas e inferencia bayesiana; estructuras lógicas y de conocimiento; reconocimiento de imágenes; procesamiento de lenguajes naturales e identificación de patrones y tendencias.

Es así que, por ejemplo, la IA simula a una persona, al comprender y responder a textos en lenguaje natural,² hasta producir contenido inédito y estético,³ como ahora lo hace el ChatGPT; también imita voces,⁴ identifica imágenes que revelan problemas de salud (McKinney, Sieniek *et al.*, 2020),⁵ emite infracciones al reconocer placas de automóviles,⁶ clasifica demandas digitales,⁷ monitorea funcionamientos de equipo o infraestructura, imita a diseñadores humanos mediante el aprendizaje profundo (Raina, McComb y Cagan, 2019), entre otras aplicaciones o servicios.

Russell y Norvig distinguen cuatro tipos de IA: 1. la que “piensa”⁸ y realiza tareas como humanos, son los *robots*; 2. la que “piensa” y emula el pensamiento lógico racional de los humanos, al “percibir”, razonar y actuar, son los *sistemas expertos*;⁹ 3. la que imita racionalmente el comportamiento humano, son los *agentes inteligentes*; 4. el que “piensa” como humanos y automatiza actividades como: la resolución de problemas, el aprendizaje y la toma de decisiones, son las *redes neuronales artificiales* (Russell y Norvig, 2003, 6). Y también, hay IA unimodal y ahora multimodal, donde ya no sólo se “traduce” una palabra en imagen, sino de palabra a sonidos, de sonidos a imagen, etc.

En cuanto a la “percepción”, o mejor dicho, el registro del mundo físico, por las máquinas digitales (Russell y Norvig, 2003, 6) del mundo físico, se emplea como entrada a *sensores táctiles* de varios tipos (radar, georadar,

escáneres) o *sonoros* (micrófonos, sonar), o *de luz* (cámaras de espectro visible o infrarrojo), señales inalámbricas y lidar. Además, con las aplicaciones que realizan el registro hacen el reconocimiento facial, de voz (Russell y Norvig, 2003), y de objetos.

La IA apoya en las actividades de gestión de la experimentación regulatoria o la ejecutiva, ambas muy útiles para el diseño de ciudades inteligentes y gemelos digitales. La experimentación regulatoria en una empresa, ciudad, espacios, a través de: 1. *Análisis de datos*: analizar cantidad de datos e identificar patrones y tendencias y analizar bajo diversos enfoques regulatorios (como la cuantificación de la efectividad de las regulaciones existentes) y la estimar el impacto de cambios regulatorios posibles; 2. *Simulación*: hace simulación (de impactos económicos, ambientales, sociales, de respuesta a imágenes o espacios, o de otro tipo) de diversos escenarios regulatorios y evaluar su efectividad para alcanzar los objetivos; 3. *Monitoreo*: monitorear y analiza automáticamente datos de vigilancia y medición de reacciones, el funcionamiento, cumplimiento de procedimientos e identifica violaciones o reacciones.

A nivel de experimentación ejecutiva, la IA apoya el servicio público (de salud, educación, ambiental, investigación científica, seguridad, asistencia social, desarrollo tecnológico, funcionamiento y cargas en la infraestructura, etc. En síntesis, su empleo está en: 1. Clasificación automática de procesos con base al análisis de documentos; 2. Generación automática de oficios instructivos y de opiniones legales, al detectar documentos o información faltantes; 3. Prevención de fraudes, al identificar patrones dudosos en la información administrativa, funcional, financiera o geográfica.

El Internet de las cosas (IoT) se asocia a la IA, pues IoT permite la conexión de los sensores físicos a Internet y el control por medio de la IA y así medir y controlar problemas urbanos: control ambiental del aire (emisión

de gases y partículas), afluencia vehicular y atascos de tránsito, fugas de agua, etc. No obstante, la IA tiene peros, puede generar resultados no éticos o fuera de la ley: reproducir información falsa o con sesgos xenófobos, racistas, clasistas, etc. (Valle, 2002)¹⁰ o apoyar la producción de noticias, videos, imágenes, voces falsas;¹¹ o facilitar producir malwares dirigidos a personas o instituciones específicos; se debe cuidar la protección de privacidad y datos personales, garantizar transparencia, equidad y se necesita regulaciones adecuadas.

LA CIUDAD INTELIGENTE Y GEMELOS DIGITALES

La noción de ciudad “inteligente” (ci) pretende ser una versión más amplia de la ciudad digital sobre todo en el uso de tecnología digital, aunque obedece más al marketing en la competencia entre las ciudades globales, que pretenden emprendimiento, innovación y productividad. Se ha centrado en el uso eficiente de las TIC y gestionar (analizar, diagnosticar, planificar y controlar) la infraestructura y servicios urbanos, como la movilidad y la comunicación, mejoras en el transporte público, y en que existan edificios “inteligentes” que economicen recursos, infraestructura y energía y sean beneficiosos con el ambiente.

La ciudad inteligente (ci) tendría numerosos sensores, en los objetos urbanos, arrojando información: consumo energético, flujo de vehículos y personas, disputas violentas, fallas geológicas, mapas de riesgos, temperatura, volumen de precipitación pluvial, dirección y velocidad de vientos, fugas de fluidos urbanos, etc. aprovechando para ello el Big Data, pues toda ci requiere un *Centro urbano Big Data* y un *Centro de Operación de la ci*, para gestionar los servicios públicos, la seguridad pública, la gobernanza urbana y la industria inteligente.

La ciudad inteligente pretende evaluar diversos impactos prioridades de la comunidad, niveles de calidad de vida, afectaciones ambientales,

etc. evaluar lo mismo en sectores del asentamiento o de una edificación nueva o por rehabilitarse, o las posibles fallas de la infraestructura. No obstante, la pretensión de impulsar aspectos sociales y cubrir necesidades de la población no se alcanza; aún no está centrada en los habitantes, su calidad de vida, la participación ciudadana y el cuidado de la naturaleza, el énfasis es más funcionalista de los centros de población.

El gemelo digital (GD) es un clon digital, es una representación de algo real, físico (asentamiento, objeto, máquina, edificio, etc.) en virtual, a través de un modelo digital en tres dimensiones, operado en una computadora o dispositivo y sirve para saber en tiempo real cómo funciona, evaluar su operación, detectar o prever fallas y poder intervenir a tiempo para planear y solucionar problemas o mejorar el funcionamiento. El GD se crea con datos que se almacenan (en el centro de control o en la nube) y se procesan y operan a distancia con tecnología Machine Learning y Big Data. El internet de las cosas y la inteligencia artificial coadyuvan a obtener datos, procesarlos y crear el gemelo digital para controlar procesos, funcionamientos y hacer prospectivas al manipular variables y condiciones.

En la gestión de un asentamiento, el GD es un instrumento muy útil que lleva a otro nivel la CI, no sólo crea modelos virtuales para el asentamiento sino también de edificios (los más significativos o claves del servicio público: escuela, hospitales, centros comerciales, espacios públicos abiertos, etc.), para monitorearlo a distancia, revisar cimentaciones, estructuras, cableado eléctrico y comunicación, tuberías de agua y drenaje, etc. y poder simular riesgos por lluvia, viento, sismo o cualquier contingencia, como medida de prevención de inundaciones, afectación estructural, incendios, accidentes, prever actos delincuenciales, etc. pero también monitorea movimiento de personas y del transporte, su afluencia y frecuencia.

El GD de una ciudad o metrópoli integra toda la información de: infraestructura, su morfología, zonificación, geología, mapas de riesgos, flujos y cargas vehiculares, población, segregación espacial, etc. Tanto la ciudad inteligente como el gemelo digital demandan la georeferencia y geoinformación de los espacios naturales y habitables y la actualización constante de ello, permite la creación de un Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) que almacena, administra, procesa y comparte los datos geográficos y geoespaciales, para monitorizarlo y tomar decisiones. Entre mayor sea el asentamiento un gemelo digital completo, se dará mayor seguridad, equidad, funcionamiento en general.

El Gemelo Digital simula la operación, detecta fallas futuras, prevé afectaciones por la modificación de algún dato, etc. y simula futuros: riesgos, escasez de recursos e infraestructura, etc. apoya la planeación urbana, Sidewalk Labs desarrolló un software para crear diseños urbanos a partir de un diseño base.

Es importante resaltar que la gobernanza de los datos geográficos es clave para garantizar la confiabilidad de los datos, el acceso equitativo del acceso a ellos y la protección de la privacidad y seguridad de las personas. La IDE tiene retos y dificultades que abarca varios ámbitos, como son: la integración de datos geoespaciales en un solo plano o mapa de la ciudad o zona metropolitana; almacenar y gestionar la cantidad de datos generados en el Big Data; estandarización de datos geoespaciales de modo que sean operables e íntegros; ampliar la aplicación y uso del IDE para compartir la inversión; capacitar de usuarios y gestores del IDE; y la protección de la privacidad y la seguridad de los datos pero también en la integración de los datos y homologación en un solo plano o mapa para evitar confusiones y genere riesgos.

Songdo, Amaravati y Toronto

Un ejemplo de ciudad inteligente es Songdo en Corea del Sur, creada de cero en 2003, como una ciudad internacional de negocios, en 6 km² de suelo recuperado del mar, a 65 km de la ciudad más cercana: Incheon; diseñada por la oficina Kohn Pedersen Fox de Nueva York. Songdo pretendió ser tecnológicamente “inteligente” de vanguardia, ecológica (40% de su superficie verde) y ser zona franca, todo para competir internacionalmente para atraer capital. Cuenta con un centro de control digital de todos los dispositivos (cámaras, sensores de movimiento, sonido, aire, etc.) y su diseño se estructura por un gran parque con lagos; cuenta con estaciones de recarga eléctrica, control de uso del agua, recicla desechos, controla el tránsito vehicular y avisa al usuario de atascos sugiriendo alternativas, mide el consumo eléctrico en casas y edificios, sin necesidad de usar coches sino bicicletas, entre otras características. Si bien apoya el funcionamiento de un asentamiento, el monitoreo de todo implica pérdida de privacidad, la sensación de control y en cierta forma de decisiones personales.

La ciudad india de Amaravati se diseñó a partir de un gemelo digital del plan maestro, como nueva capital del estado de Andhra Pradesh, con la idea de que fuera sustentable, segura y proporcionara calidad de vida a sus habitantes, para lo cual hay un constante monitoreo de los gemelos digitales. El plan maestro de 365 ha y el complejo gubernamental de la ciudad.

Pero si bien muchos países están impulsando la creación de CI y CD, Toronto revierte la tendencia, pues se propone dejar de ser ciudad inteligente aun cuando se le ha considerado en el lugar 15 del ranking de las mejores ciudades para vivir, debido a los reclamos a la empresa gestora por vulnerar la privacidad y por el reclamo de la ciudadanía de un entorno donde puedan vivir.

Opciones de recursos digitales para la representación de lo existente

Para la investigación, conservación y difusión de los espacios habitables y arqueológicos en sus diversas escalas, así como para la educación en su diseño, documentación y el registro, requiere la conexión inalámbrica de banda ancha de los dispositivos a internet (WiFi), *Bluetooth* para conexión entre los dispositivos, para transmitir voz y datos por conexión de radiofrecuencia en la banda ISM de 2.4 GHz.

NTD para la investigación del espacio habitable

La generación de imágenes numéricas por medio de equipo digital al captar elementos del mundo tanto bajo tierra como sobre su superficie, permite diversos procesamientos para generar imágenes impresas o digitales en 3D, hacer simulaciones de operación, o pasarla a realidad aumentada o mixtas. Entre esas opciones están los siguientes.

Registro espacial bajo tierra

Para los vestigios y ruinas arqueológicas bajo tierra, se emplea estudios de prospección con técnicas de georadar TLS (Terrestrial Laser Scanning), para identificar la antigua traza de las capas de ocupación. El georadar de penetración terrestre (GPR) es una técnica geofísica superficial, no destructiva, que hace recorridos lineales. Una antena emite pulsos electromagnéticos de radiofrecuencia del orden de 10-2500 MHz, hacia el subsuelo hasta encontrarse con discontinuidades o alteraciones que afecten la propagación de las ondas electromagnéticas.

Al detectarse alteraciones, parte de esa energía electromagnética regresa a la superficie ofreciendo información confiable en tiempo real y de forma no invasiva (Gráfica 1).

Registro espacial sobre tierra

El escáner 3D laser es una técnica TLS (*Terrestrial Laser Scanning*); es un artefacto ligero, hace hasta 2 millones de puntos por segundo, en pocos

minutos registra un recinto y con una resolución de 3, 6 y 12 mm. Utiliza tres cámaras que crean imágenes y barre el espacio en los 360° en menos de tres minutos genera una nube de puntos 3D en color (Gráfica 2), con base a tecnología VIS (espectrofotometría); además, ofrece una imagen térmica del volumen y sus espacios. Dron y el LIDAR (*laser imaging detection and ranging*) técnica de teledetección óptica, con una luz láser infrarroja y de una lente receptora infrarroja que hace ver los haces láser al “rebotar” en los objetos para obtener el registro de la superficie de la tierra con mediciones exactas de X, Y y Z.

Los levantamientos fotográficos, información cartográfica del territorio, imágenes 3D de las ciudades, las edificaciones y su georreferenciación, se reúnen en un Sistema de Información Geográfico (SIG), genera capas de información para visualizarla, generar imágenes, consultarla, analizarla y cruzarla para identificar y prever problemas y situaciones; relaciones, monitorear cambios, tendencias y patrones. Con el SIG se hace una Base de datos.

MEDIOS PARA LA DIFUSIÓN Y EDUCACIÓN

Las NTD han superpuesto e insertado la realidad digital en la física, son *tecnologías intelectuales* no invasivas, algunas inmersivas, apoyan o amplían la capacidad mental a favor del pensamiento visoespacial, sensitivo y crítico de las personas, dan insumos para la investigación y difusión de los espacios natural y artificial. Coadyuvan a que la información del mundo real (actual y del pasado) se presente con imágenes y sea interactiva al replicar el objeto real, sobre todo cuando no se está ante él; ahorra tiempo, recursos y facilita la comprensión de los espacios.

Las NTD, su aplicación genera: simuladores gráficos, salas de realidad virtual, sistemas de visualización de zonas patrimoniales (naturales

y edificados) virtuales (VR) o de realidad aumentada (AR), mixta (MR) o extendida (XR)

La realidad virtual es la creación por computadora de una realidad completamente digital, se accede por un visor, sumerge al usuario en un entorno nuevo digital artificial y lo aísla de su entorno físico real y ofrece una realidad simulada 100% virtual en una pantalla.

El visor de realidad virtual, con los *Head Mounted Displays* (HMD), permite la inmersión y crea una realidad digital como si fuera real, sirve para hacer hipótesis de cómo pudo haber sido un espacio o podrá ser, como en el caso de la Sagrada Familia de Antonio Gaudí.

Más allá de ver el mundo en una pantalla plana en 2D, una cámara de 360° registra los espacios físicos y, al crear videos, ofrece experiencias inmersivas del mundo real del espacio en 3D y realizar recorridos con un visor de realidad virtual.

Con software especializados, puede: incluir elementos que existieron, o mostrar la estereotomía la estratigrafía de los espacios u objetos, hacer anastilosis estructural-formal.

La realidad aumentada muestra en una pantalla la superposición de información digital (datos, sonidos, imágenes fijas, videos, modelos 3D u hologramas) de elementos virtuales en el mundo real; se basa en fotorealismo que recrea espacios edificados o naturales o diseñados aun inexistentes; permite visualizar y simular lo que podrá ser y probar el funcionamiento de los espacios.

Otra opción para aprovechar una fotografía digital es el holograma, el cual se basa en la difracción de la luz al contacto con un objeto en tres dimensiones, que al iluminar en cierto ángulo por un haz de luz (o un láser), restaura una imagen en relieve del objeto fotografiado.

LO ÚLTIMO. CHATGPT

El ChatGPT (chat Generative Pretraing Transformer) es un chatbot de IA, es un modelo de lenguaje desarrollado por el laboratorio de investigación de inteligencia artificial estadounidense OpenAI,¹² con sede en San Francisco, lanzado en noviembre de 2022. El ChatGPT robotizado simula una conversación en tiempo real; se basa en redes neuronales artificiales (uno es *Transformer*, para textos) y aprendizaje automático, consiste en algoritmos de IA y utiliza varios lenguajes de programación y frameworks para construir sus modelos de lenguaje como Python y PyTorch. Se supone que mejora la función de Alexa, Siri y Google Assistant. Funciona al cuestionarlo, para lo cual rastrea toda la información que dispone¹³ para responder con texto o imágenes, por lo que puede contestar acertadamente o con errores lógicos o de datos desactualizados (su entrenamiento fue con datos de 2021 de textos de internet y geoinformación), por lo que hay que analizar y verificar lo que arroja, pues responde en función de la información a la que accede y tuvo en el entrenamiento. El ChatGPT funciona en el nivel de la IA *generativa* al recopilar muchísima información e identificar patrones en ella y así “predecir” o llenar huecos de algún proceso, pero no ha llegado a realizar procesos cognitivos humanos como la conciencia, autoconciencia, de dar metas, planeas, etc.; pero a nivel de la IA *general*, que está en desarrollo, es la que se orienta a cubrir esos procesos, por ello es que preocupa, en el sentido del peligro existencial para el humano.

El éxito inmediato del ChatGPT se debe a que por el momento es gratuito (ya hay una versión Plus de paga con mejor acceso), responde fluidamente en lenguajes naturales y atiende diversos contenidos. Los campos de aplicación del ChatGPT son diversos: creación artística, apoyar a realizar tareas, acelerar inferencias, redactar leyes, crear software, etc. que en el caso de los diseños podría ser un mecanismo para enfrentar el salto al vacío en el proceso de diseño, pero el riesgo es que el estudiante se quede ahí y

no evalué la respuesta ante el problema y el programa de diseño, ni la mejore y haga surgir su propia expresión y solución.¹⁴

Las escuelas de diseño deberán alfabetizar en su uso, que no suceda la ausencia como sucedió con el teléfono “inteligente” y el internet, que no ha sido aprovechado en los procesos de enseñanza-aprendizaje. Y los estudiantes o cualquier usuario deben tener amplio conocimiento para preguntar con alto nivel, de lo contrario también las respuestas serán de bajo nivel.

Además, hay que considerar el poder que acumulan las empresas que desarrollan este tipo de chats y la posible dependencia irreflexiva que puede generar su uso y en un futuro el costo a pagar no sólo monetario, sino en privacidad, libertad y usufruto de datos personales, que puede llevar a que sea sesgadas las respuestas para beneficio de empresas, como la hace Google Ads.

REFLEXIÓN FINAL

La revolución tecnológica digital de los últimos 30 años es asombrosa, pero su uso acrítico conlleva el riesgo de convertir al diseñador en simples consumidores de software o provocar su desaparición. Lidiar con los sistemas digitales a nivel de dibujo, concepción, simulación, debe ser controlado por el diseñador en su alimentación, diseño de los parámetros y diseño de los algoritmos.

La creatividad aun es bastión cognitivo del humano y la toma de decisiones también. El diseñador debe incorporar al uso de todo el hardware, software, redes y buscadores, el entenderlos, saber cómo operan y sobre todo cómo se puede desarrollar y mejorarlos para nuestros fines al diseñar, como se expone en la película el *Origen*, donde el arquitecto es el que puede solucionar el problema. Las NTD (software y hardware)

son muchas y diversas y para cantidad de fines. Son apoyos en los procesos de diseño y edificación (como el ciclo de vida), optimizan tiempo y recursos frente a los modos tradicionales del trabajo del arquitecto, urbanista y diseñador.

Por lo tanto, hoy, los estudiantes deben aprender sobre las NTD, pero no sólo saber operarlos sino también entender su conceptualización, de modo que pueden incluso generar aplicaciones o alguna mejora y en el momento producir software, por ello es necesario incluir conocimientos en programación. La academia deberá impulsar la alfabetización en el uso de las NTD y su enseñanza debe estar presente en el currículo de los planes de estudio, pero a la par de los modos tradicionales; y ofrecer elementos para la decisión de cuándo y cómo emplearlos. De no ser así, las NTD representan riesgos si no hay esa alfabetización y capacitación en ellas, incluso puede desplazar el trabajo profesional de los arquitectos, urbanistas y diseñadores. Se requiere que los usuarios sean: críticos de las NTD, lo que obliga a comprender su lógica para dominar las herramientas; capaces de actualizar y modificar las NTD e incluso de producir las innovaciones en hardware y software.

Los diseñadores pueden aprovechar su ventaja competitiva de ser los mejor capacitados en el conocimiento teórico y práctico de los espacios, los objetos y de los elementos gráficos de comunicación, así como para la evaluación de estos con relación a los habitantes y usuarios. Además, los diseñadores son competentes por su capacidad de imaginación, creatividad, emotividad, intuición, sensitiva ante los elementos del hábitat y empatía con los otros (como usuarios y habitantes) y les permite comprender sus necesidades, establecer requerimientos y requisitos, identificar frustraciones ante lo que se ha producido y ofrecido; aspectos que las NTD no atienden aun por la estructura de su lógica.

Las nuevas tecnologías han irrumpido en la vida del siglo XXI, pero las personas no conocen sus impactos, no sólo en el hecho que apoyan realizar ciertas tareas, proporcionan información, economizan tiempos y recursos, y por la facilidad de su uso porque la interfaz humano-máquina, humano-software es más amigable y la experiencia del usuario es más cuidada. Habrá que estar atentos a la IA general por el riesgo existencial de la humanidad (recordar 2001. *Odisea del espacio*). Por lo tanto, es necesario tomar en cuenta que las repercusiones y el dominio de las nuevas tecnologías, según Nicholas Carr, se revelarán plenamente cuando aquellos que han crecido con ella desplacen y olviden a sus antecesores (2019), al emplear hardware (ahora siempre utilizando una red, porque desaparecieron los softwares con soporte en un DVD o USB) y navegar en internet con cualquier buscador, no se conoce la función de las Cookies aun cuando ya al menos se avisa que están en función, pues ni aun cuando se dé clic a rechazarlas, entran en operación las metacookies. Aún falta mucha regulación en cada país y globalmente para proteger datos personales.

REFERENCIAS

Ameisen, D. (junio 2013). Qu'est-ce qu'une image numérique ? *Bulletin de la Division Française de l'AIP*, 57.

Baudrillard, J. (1997). *Le complot de l'art. Illusion, désillusion esthétique*. París: Sens & Tonka.

Carr, N. (2019). *La pesadilla tecnológica*. Alicante: El Salmón.

“Cerco Inteligente”, do Governo do Espírito Santo: <https://prodest.es.gov.br/Not%C3%ADcia/cerco-inteligente-ja-esta-em-funcionamento>.

Elevenlabs (<https://beta.elevenlabs.io>) o VALL-E, da Microsoft (<https://valle-demo.github.io/>).

García Alvarado, R. y Lyon Gottlieb, Arturo (2013). Diseño paramétrico en Arquitectura; método, técnicas y aplicaciones, *Arquisur*, 3(31), 16-27. <https://doi.org/10.14409/ar.vi13.938>.

Han, Byung-Chul (2021). *No-cosas. Quiebras del mundo de hoy*. Barcelona: Penguin.

Huang, X. y Xie, Yi Min (2010). *Evolutionary Topology Optimization of Continuum Structures*, Reino Unido: Wiley. DOI: 10.1002/9780470689486

Kaplan, Andreas y Haenlein, Michael (2018). Siri, Siri, in my hand: Who's the fairest in the land? On the interpretations, illustrations, and implications of artificial intelligence. *Bussines Horizon*, 62(1).

McKinney, S. M., Sieniek, M., Godbole, V. *et al.* (2020). International evaluation of an AI system for breast cancer screening. *Nature* 577, 89–94. <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1799-6>

Netflix Coded Bias (2020).

Nilsson, Nils J. (1998). *Artificial Intelligence: A New Synthesis*, San Francisco: Kaufmann.

“Projeto Victor”, parceria do STF com a Universidade de Brasília, destinado a criação de “machine learning” para análise dos recursos recebidos pelo STF quanto aos temas de repercussão geral: <https://portal.stf.jus.br/noticias/verNoticiaDetalhe.asp?idConteudo=471331&ori=1>

Raina, A., McComb, C., y Cagan, J. (2019). “Learning to Design From Humans: Imitating Human Designers Through Deep Learning”. En *ASME. Journal Mechanical Design*. November 2019, 141(11). <https://doi.org/10.1115/1.4044256>

Reconocimiento de voz: ACM, 1998, l.2.7.

Russell, Stuart J. y Norvig, Peter (2003). *Artificial Intelligence: A Modern Approach* (2ª ed.), Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall, pp. 537–581, 863–898.

Salazar, G y Ligorred J. (2022). Tecnología en la investigación del patrimonio arquitectónico y arqueológico. *Universitarios Potosino. Revista de divulgación científica* 18(267), 26-31.

Srivastava, Akshay, Liao, Longtai, y Liu, Henan (2021). *An anonymous composition. A case study of form-finding optimization through a machine-learning algorithm*. En Imdat As, Prithwish Basu As, I., & Basu, P. (Eds.). *The Routledge Companion to Artificial Intelligence in Architecture* (1st ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780367824259>

“Unsupervised”, nueva estrella del MoMA, en Nueva York: https://www.elconfidencial.com/tecnologia/novaceno/2022-11-21/inteligencia-artificial-arte-moma_3526284/

Valle, Vanice (2002). Administração Pública, viés algorítmico e desvio de finalidade: existe conciliação possível?. En Zockun, M. y Gabardo, E. *Direito administrativo e inovacao; crisis e soluções*. Curitiba: Ithala/IBDA. <https://www.academia.edu/89795953>

Verganti, R., Vendraminelli, L. y Iansiti, M. (2020). Innovation and Design in the Age of Artificial Intelligence. *J Prod Innov Manag*, 37, 212-227. <https://doi.org/10.1111/jpim.12523>

NOTAS

1 Ya que el diseño es un acto encarnado, corporizado y enactivo, obliga actuar en el mundo físico, como señala las ciencias cognitivas 4E (corporizada, embebida, extendida y enactiva) e inicialmente, Merleau-Ponty subrayó la importancia del cuerpo en el conocimiento del mundo y en acción.

2 El Procesamiento del Lenguaje Natural (PNL) es un área de la inteligencia artificial para comprender y generar el lenguaje humano por las máquinas digitales. El PNL usa algoritmos y técnicas de aprendizaje automático para “enseñar” a las máquinas a procesar el lenguaje natural y realizar operaciones relacionadas con el lenguaje: traducción automática, la generación de texto y la clasificación de documentos. El Prompt Engineering se relaciona con el PNL, pues para esas dos tareas se basa en modelos de lenguaje natural. Los prompts deben ser claros y específicos y son de varios tipos de: texto completo, pregunta-respuesta, clasificación, resumen, corrección, predicción de palabras, elección múltiple y de generación condicional.

3 Como la obra “Unsupervised”, nueva estrella del MoMA, en Nueva York: https://www.elconfidencial.com/tecnologia/novaceno/2022-11-21/inteligencia-artificial-arte-moma_3526284/

4 Por ejemplo, Elevenlabs (<https://beta.elevenlabs.io>) ou VALL-E, da Microsoft (<https://valle-demo.github.io/>).

5 S. M. McKinney, M. Sieniek, V. Godbole *et al.* International evaluation of an AI system for breast cancer screening. *Nature* 577, 89–94 (2020). <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1799-6>

6 Ver Programa “Cercos Inteligentes”, do Governo do Espírito Santo: <https://prodest.es.gov.br/Not%C3%ADcia/cercos-inteligentes-ja-esta-em-funcionamento>.

7 Ver “Projeto Victor”, asociación del STF con la Universidad de Brasilia, destinada a la creación de “aprendizaje automático” para el análisis de los recursos recibidos

por el STF en relación con los temas de repercusión general: <https://portal.stf.jus.br/noticias/verNoticiaDetalhe.asp?idConteudo=471331&ori=1>

8 En realidad, “pensar” es una metáfora, pues la IA no piensa, lo que sucede es que la IA genera estructuras lógicas conforme la información a la que ha almacenado o acceder a todos los recursos de internet, y tampoco toma decisiones, pero si genera con más velocidad información, estructuras que deben ser analizadas y evaluadas por el humano para que este tome decisiones.

9 Un Sistema Experto imitan el proceso lógico de los expertos para resolver problemas, por lo que emplea ese proceso, la información diversa y el conocimiento humano registrándolo en una computadora con el fin mismo fin y tomar decisiones.

10 ver el documental *Netflix Coded Bias* (2020), que elimina errores y fallas en los algoritmos de reconocimiento facial.

11 Por ejemplo, voces generadas por Elevenlabs que ha sido utilizado por trolls en “deepfakes de voz”, difundiendo memes, líneas eróticas y discursos de odio, de una manera inquietante; cf. <https://www.theverge.com/2023/1/31/23579289/ai-voice-clone-deepfake-abuse-4chan-elevenlabs>

12 La empresa fue cofundada en 2015 por Elon Musk, pero la dejó en 2018; hoy la constituyen Greg Brockman, Ilya Sutskever, John Shulman, Wojciech Zaremba, entre otros; se considera al ChatGPT como una amenaza para google como principal buscador en internet, por ello, Google ha lanzado su versión: *Apprentice Bard*, apoyado en Google Map, su traductor y su buscador en internet. Lo mismo está diseñando Alibaba.

13 Aunque OpenAI dice que no utiliza internet, no es creíble, porque no se explica cómo acumuló tanta información, además no da referencias, lo que emerge el problema de derechos de autor; pronto tendrá que regularse esto para exigir esas referencias y enfrentar los problemas éticos que implica.

14 El riesgo de que aumente la deficiente formación académica en los educandos (ya existente por el mal uso del teléfono y sus aplicaciones) ha llevado que en 2023, Nueva York prohibió el uso en su sistema de escuelas públicas, debido a “el impacto negativo en el aprendizaje y la inexactitud del contenido, no ayuda al pensamiento crítico ni las capacidades de resolución de problemas”; también ocho universidades australianas en diciembre de 2022 modificaron los exámenes y tacharon el chatGPT como trampa. Por su parte, Elon Musk en marzo de 2023 propuso cancelar por el momento su uso mientras se analiza sus consecuencias y se legisla. Habría que enseñar a revisar las referencias que arroja el Chat. Antes ya hubo advertencia de algunos miembros de Silicon Valley que indicaban que hay un 10% del riesgo de desaparecer el humano; o recientemente en abril de 2023 el Hinton, socio de Google advierte también del peligro de la existencia o presencia de la humanidad. Además del riesgo del 20 al 30 % de pérdida de empleos a corto plazo y por manipulación política de la IA.

CAPÍTULO 2

Apoyo a la Protección Infantil por medio de Dispositivo Inteligente.

*Andrea Paola Betancourt Hermoso, Sofía Alejandra Luna Rodríguez
Universidad Autónoma de Nuevo León, México.*

INTRODUCCIÓN.

Con este proyecto de investigación se dará paso hacia una concientización del cuidado y la atención referente a la niñez, por lo que los niños se verán beneficiados de un sistema adecuado para sus necesidades sin restringir su libertad y constante crecimiento, en especial, para aquellos infantes que se ubican lejos de su círculo afectivo, al cuidado de terceros y se encuentran en situación de desprotección. En este contexto, se destaca la vulnerabilidad de los niños, que, por la etapa del desarrollo en que se encuentran requieren de protección y cuidados especiales de un adulto responsable.

Los aspectos positivos de este trabajo se enmarcan en lograr que los padres trabajadores o adultos responsables estén más tranquilos al estar

sus hijos monitoreados constantemente por un sistema de vigilancia que genera alertas en tiempo real ante una situación desfavorable del infante, previniendo así resultados.

Como parte de la investigación, se indagó en los términos pertinentes relacionados con la niñez, cuya finalidad fue identificar aspectos importantes a comprender y analizar para considerar más adelante en el apartado del proceso creativo o desarrollo de propuestas del diseño conceptual de producto.

Mencionado lo anterior, es importante hacer referencia a la Infancia, la cual, es un término aplicado a los seres humanos en las fases del desarrollo, según Padua (2006) debido al periodo de crecimiento en que se encuentran, su dependencia en los adultos mayores es sustancial. La Infancia o Niñez se divide en tres etapas: la primera infancia, la intermedia y la tardía, de acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2019) la primera infancia es el periodo desde el desarrollo prenatal hasta los ocho años de edad, donde se destaca que, “todo aquello que los niños experimentan durante los primeros años de vida establece una base trascendental para toda su existencia.” dicha frase recalca la importancia de resguardar las infancias actuales en México y las que están por venir, pues esta etapa se encuentra directamente relacionada con la calidad de su posible vida adulta.

El Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF) defiende con convicción que promover los derechos del niño y cuidar de los más pequeños de todo el mundo constituye la base del desarrollo humano. En el año 2018 mencionó, que la niñez es la época en la que los niños y niñas tienen que estar en constante desarrollo, asisten a la escuela y a lugares de recreo, esto es fundamental, ya que, de ese modo, practican y desarrollan sus habilidades motoras, sociales y emocionales, a la

par que, reciben el amor y el estímulo de sus familias y de una comunidad, por consiguiente, crecen fuertes y seguros de sí mismos.

La familia es el primer contexto de aprendizaje, los niños deben saber que cuentan con ellos siempre que lo necesiten, esto hará que aumente la confianza en sí mismo y se sentirán mucho más relajados cuando se enfrenten a situaciones estresantes, haciendo que sea capaz de superarlas y poder enfrentarse al mundo, sin embargo, en circunstancias, se necesita que alguien más cuide al niño, por lo menos hasta que los padres biológicos puedan estar de nuevo en posibilidad de hacerlo.

Durante este periodo, son vulnerables a diversos factores de riesgo, que pueden ocasionar accidentes y en el peor de los casos, costarles la vida. Actualmente no existe una forma específica de prevenir muchas de las principales causas de muerte infantil, sin embargo, se debe apoyar la búsqueda de formas para reducir los riesgos de estos.

Aun cuando una parte de la población se identifica con un escenario ideal de completo bienestar y un adecuado sistema de protección, no es el caso para todos los infantes, de acuerdo al Índice de los Peligros para la Niñez (2017), en México por cada 2 millones de nacidos vivos, aproximadamente 26,400 fallecen, por situaciones de descuido y accidentes, además de que México es uno de los primeros lugares a nivel mundial en abuso sexual, violencia física y homicidios en menores de edad, es importante mencionar que, las situaciones de peligro podrían prevenirse si se mejorara la atención y el cuidado hacia los infantes.

Destacando los puntos importantes, entonces se puede mencionar, que, un buen comienzo en la vida de los infantes está asociado con un estado de completo bienestar físico, mental y social, lo anterior está relacionado, con la calidad de los contextos en que se desenvuelve la vida, los niños que se sienten seguros y protegidos pueden crecer y desarrollarse mejor que aquéllos que se encuentran en entornos no seguros, donde puedan

tener miedo de expresarse libremente, la seguridad es de suma importancia para todo niño, y de ésta depende la calidad de su desarrollo emocional, físico y cognitivo.

La protección es un cuidado preventivo ante un eventual riesgo o problema, el monitoreo es el proceso sistemático de recolección y análisis de información para hacer seguimiento a actividades y quién las ejecuta, dichos términos son cruciales para el concepto que abarca este proyecto, puesto que son los principales enfoques de apoyo para el proyecto.

Partiendo de lo antes mencionado, se tiene como objetivo proponer un dispositivo de monitoreo para infantes que permita diferenciar situaciones de peligro, alertar en tiempo real y a su vez, dando seguimiento al entorno en que se encuentra el niño, brindando protección y tranquilidad para el menor y su cuidador, donde, los aspectos positivos de este trabajo se enmarcan en aquellos infantes que se encuentran lejos de su círculo afectivo, al cuidado de terceros y se encuentran en situación de desprotección.

Así mismo, se verán aplicadas las teorías psicológicas referentes al comportamiento humano y la percepción de estos, además de tocar base en medidas antropométricas, teniendo como resultado de la investigación una propuesta conceptual del dispositivo de monitoreo y protección infantil.

DESARROLLO.

El presente proyecto está fundamentado con base en la metodología descriptiva, la cual recopila información independiente y datos sobre grupos de personas, objetos y demás variables, con el propósito de comprender y describir. Además, se empleó la investigación de campo, la cual se enfoca en la solución y se apoya de diversas teorías psicológicas referentes al comportamiento humano y la percepción de estos.

Se aplicó el método cualitativo al proyecto de investigación, el cual describe y comprende fenómenos a partir de las percepciones generadas por las vivencias de los investigadores, y se basa en teoría y datos cualitativos (textos, narraciones, conceptos, etc.) (Sampieri, et al., 2000)

Partiendo de las teorías psicológicas mencionadas anteriormente, se identificó a la ya conocida, Cámara de Gesell, la cual nació gracias a Arnold Gesell, un psicólogo y pediatra estadounidense que buscaba que la presencia de un observador no influyera sobre el comportamiento de los niños en sus estudios. La cámara consiste en dos habitaciones separadas por un vidrio espejado, a través del cual las personas implicadas pueden observar y escuchar en simultáneo lo que ocurre en la entrevista sin interferir, el vidrio está acondicionado de tal forma que supone la no percepción del niño desde el interior, por lo que el proceso resulta menos intimidante.



Figura 1. La Cámara de Gesell. (Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo, 2016)

Dicha cámara es un instrumento tanto para la formación como para la investigación, dependiendo de su uso, sus virtudes varían. En la psicología, el paciente o el objeto que se evalúa facilita la detección de hallazgos, basados en la observación y el entendimiento de los diferentes contextos posibles. A su vez, pretende estudiar los comportamientos, reacciones emocionales y procesos cognitivos de los individuos, tanto en interacciones individuales como grupales, observando tanto casos reales como simulados. Comúnmente es utilizada en estaciones de policía para interrogatorios sobre casos particulares.

¿Realmente es óptimo implementar una herramienta discreta a diferencia de una evidente? ¿Qué mencionan los estudios?

Partiendo de principios en la psicología, las cámaras de vigilancia están ubicadas con el objetivo de detener a las personas malintencionadas de cometer un delito, por ende, curan el miedo a los crímenes que sienten los ciudadanos honestos. (Delgado,2009) Se comprende por efecto “Lupa” a la sensación de ser observados constantemente. Al tomar la perspectiva del observador fuera de la propia, las personas se perciben a sí mismas como si estuvieran bajo una lupa, acrecentando el sentir de sus acciones como exageradas e incluso propiciando inseguridad a la hora de tomar decisiones, ya que no tienen sus ideas claras debido a la influencia de ser juzgados. (Steinmetz,2020)

Lo antes mencionado es teoría, ¿qué sucede en la práctica?. A través de instrumentos de recolección de información como cuestionarios, entrevistas e investigación de campo, se compiló información existente dirigida a diversos tipos de adultos responsables del cuidado del infante, desde los padres de familia o tutores, hasta aquellos cuidadores sustitutos que proveen cuidado durante cierto tiempo.

La finalidad de la encuesta a continuación es justificar y decidir el concepto del dispositivo de monitoreo y protección infantil, ya sea discreto o evidente. La

encuesta fue aplicada a un total de 59 personas, de los cuales se rescataron los siguientes resultados:



Figura 2. Resultados de la encuesta aplicada a los adultos responsables.

Adulto Responsable	Comentarios
Madre / Padre de Familia	Consideran que el dispositivo debe ser evidente, con características portátiles y ligeras para poder trasladarse de manera sencilla y práctica.
Familiares	Mencionan que el dispositivo debe ser discreto, con características de ser poco invasivo, cómodo, discreto pero efectivo, buscando formas diferentes e innovadoras.
Conocidos	Comentan que el dispositivo debe ser discreto, con características de ser accesible, variedad en colores, compacto y pequeño.
Niñera (o):	La mitad considera que el dispositivo debe ser discreto, y el restante de manera evidente, con características de ser funcional y atractivo, haciendo referencia a algo infantil.
Maestra (o):	Señalan que el dispositivo debe ser discreto, con características de ser resistente al uso del infante, con la libertad del adulto de monitorear.
Médico y Psicólogos:	Consideran que el dispositivo debe ser discreto, con características de ser práctico, lavable, sencillo y que no sea invasivo.

Tabla 1. Creación de Personas y Generación de Escenarios



Figura 3. Herramienta Creación de Personas.

Posteriormente, se implementó la herramienta de Creación de Personas y Generación de Escenarios, con el objetivo de aportar a la comprensión referente a la interacción de los usuarios con el entorno, cómo se desenvuelven y cómo se ven beneficiados o afectados por el espacio que se crea.

Al utilizar la herramienta de Creación de Personas se pudo comprender el pensamiento y rutinas de algunos de los usuarios. Se logró conocer las necesidades de cada uno y los obstáculos que atraviesan según su situación. Se logran apreciar casos desde el punto de vista familiar, con apego emocional y preocupaciones significativas, hasta aquellos meramente profesionales y donde la situación sentimental es mínima, incluso situaciones intermedias, donde la preocupación existe, pero no es colosal, de igual modo, se tomarán las medidas necesarias para adaptarse y mejorar la situación.



Figura 4. Herramienta Generación de Escenarios.

La herramienta de Generación de Escenarios se implementó para aportar a la comprensión referente a la interacción de los usuarios con el entorno, conocer el cómo se desenvuelven y cómo se ven beneficiados o afectados por el espacio que se crea, existen aquellos casos ideales, en donde se cuenta con un cuidador de buen nivel socioeconómico, que puede contribuir con los aspectos de calidad en el entorno, como iluminación, mobiliario, entre otros, que de cierta forma ayudan al desarrollo de las habilidades motoras del infante, por otra parte existen aquellos que no cuentan con las condiciones ideales y se ven obligados a adaptarse a la situación como vean más conveniente, esto nos muestra el nivel de importancia que le da cada usuario y cómo el espacio puede adaptarse según cada caso, como a veces se tiene el espacio ideal pero se carece de atención sentimental o viceversa.

Partiendo de los resultados de la encuesta se puede justificar el concepto del diseño a optar que sea discreto, por otra parte, se debe tomar en cuenta los resultados de la encuesta para implementar dichos deseos en el dispositivo de monitoreo y protección infantil.

El rápido avance de la tecnología, así como el incremento en las capacidades de transmisión, almacenamiento y procesamiento de datos, ha tenido el potencial de cambiar la forma en que vivimos, además de los últimos desarrollos en movilidad y tecnologías inalámbricas, esto último será valiosa información de la cuál se puede complementar y adecuar al diseño del producto.

PREMISAS DE DISEÑO.

Partiendo de lo antes mencionado, se busca profundizar el porqué de desarrollar el diseño conceptual fundamentado en la metodología descriptiva y con base a los resultados de la investigación de campo,

donde, se puede justificar el concepto de diseño a optar que sea discreto, como se decreta en la teoría de la cámara de Gesell.

Se contempla como usuario directo al infante en la etapa de la primera infancia, desde el nacimiento hasta los ocho años de edad y como usuario indirecto se consideran a los adultos responsables, quienes estarán al pendiente de los infantes. Partiendo de las necesidades de los usuarios, se lograron establecer los diferentes puntos a satisfacer por medio del diseño de dispositivo inteligente.

1. Función de monitoreo y protección con objetivos medibles. Esto para tener un registro el cual el adulto responsable pueda monitorear.
2. Comodidad y sensación de seguridad al utilizar el dispositivo. Para evitar que sea invasivo y lleve al infante a tomarlo como objeto externo.
3. Diseño práctico y ligero. Se busca que el infante no llegue a removerse el dispositivo y que pueda acompañarlo a diferentes entornos.
4. Estética agradable, en cuestión de formas, colores y materiales. Con la finalidad de contemplar la variedad de colores según las preferencias del usuario, además que sea resistente al uso.
5. Creación de experiencias y emociones positivas a través del dispositivo. Esto para darle un valor agregado al producto, además de proteger al infante a este mismo le gustará usarlo.

Una vez establecido el soporte teórico se continuó con el proceso creativo de la propuesta, que fue evolucionando gracias a buscar cumplir con la factibilidad del proceso de producción y de interacción del usuario con el producto.

La inspiración para la ejecución y proceso creativo del proyecto está basado en elementos de monitoreo disfrazados, que puedan captar

de manera real los entornos del infante, sin interferir en su independencia y acompañándolos de manera discreta, de ese modo el infante no intentará remover el sujetador.

Dicho dispositivo consiste en un ensamble que se logra sujetar a diversas prendas, desde camisas, pantalones, incluso mochilas o bolsas, con el objetivo de impulsar la inclusividad, la portabilidad y los elementos personalizables.



Figura 5. Producto KiddOk, Dispositivo de Monitoreo y Protección Infantil Portátil.

El nombre “KiddOk” surge de la traducción de las palabras en inglés “Kid” niño y “Ok” de estar bien, haciendo referencia a ser un producto con el propósito de mantener a los infantes en un estado de bienestar, dicho sistema de monitoreo integra las diferentes tecnologías existentes con el fin de optimizar el seguimiento y vigilancia, además, busca cooperar con la situación actual, con ayuda de la sistematización de la información.

El dispositivo es de dimensiones generales de 3 centímetros de diámetro y 1.5 centímetros de altura, la solución que propone el presente trabajo es utilizar e integrar diversas tecnologías tales como: chip de GPS, micrófono, sensor de frecuencia cardiaca, lector de huellas para accionar el candado y sujetar el producto, así como componentes básicos de batería y los indicadores de esta.

Como aspectos técnicos de las piezas, se consideraron los procesos de moldeo o inyección de materiales, tales como los polímeros plásticos y los aceros, como el polipropileno, comúnmente utilizado en juguetería y acero inoxidable, que, generalmente se utiliza en elementos de la tecnología, debido a sus cualidades resistentes a las condiciones ambientales y resistencia al impacto.

El ensamble superior, cuenta con una tapa, la cual, por medio de rosca se une a las salientes que atravesarán la tela y con un recubrimiento de silicona que ayuda contra golpes y le da la característica personalizable, ya que es intercambiable y se puede encontrar en una variedad de colores, con la ventaja de mantenerse discreto o, si se desea, ser evidente.

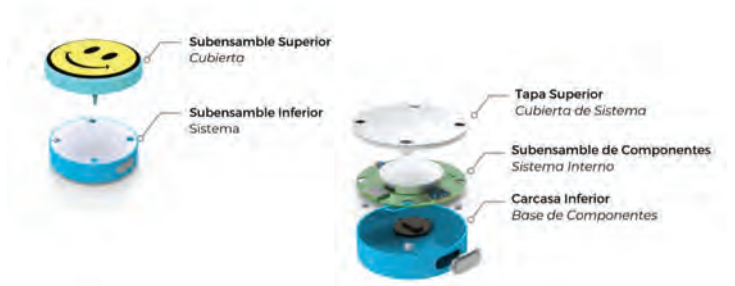


Figura 6. Subensamble de Producto, Componentes.

El dispositivo debe conectarse a la corriente para comenzar a cargarse, posteriormente se vincula a la aplicación móvil, donde, el adulto responsable debe crear una cuenta, con datos generales, desde su correo electrónico y contraseña, posteriormente se añaden las huellas dactilares y se generan los perfiles de los infantes, que el adulto responsable considere pertinentes, una vez terminado el proceso, se procede a colocar el ensamble inferior en el interior de la prenda, ocultando el sistema eléctrico, para mejorar el aspecto físico. La parte superior se coloca por el exterior de la prenda, la cual conforma la vista, con ayuda de la cubierta de silicona intercambiable a preferencia del usuario infantil.

A continuación, el adulto debe accionar el candado del dispositivo posicionando el dedo sobre el lector de huella dactilar a su vez queda asegurado el dispositivo en la prenda del infante, los datos que se logren recabar son dirigidos con ayuda del almacenamiento de la información en la aplicación móvil, donde el cuidador podrá monitorear en tiempo real a los usuarios establecidos desde la comodidad de su dispositivo deseado.



Figura 7. Ciclo de Uso de Producto.

Para uso constante de la aplicación se recomienda iniciar sesión con la cuenta registrada anteriormente, posterior a eso, debe dirigirse al perfil del usuario infantil que desea revisar, una vez ubicado en las opciones que ofrece la aplicación KiddOk, se pueden activar o desactivar las opciones de monitoreo según la preferencia del adulto, entre estas se encuentran: la localización, el sonido ambiental, la frecuencia cardiaca, la oxigenación de la sangre, cuenta con opción para resumen de los datos obtenidos y de un calendario, cuya finalidad es mostrar los resultados conforme pasan ciertos segmentos del tiempo, tales como semanas, meses, años para su consulta o comparativo de la información.

Al tener encendido el dispositivo y estar vinculado correctamente a la aplicación, el adulto recibirá notificaciones en tiempo real de momentos importantes, como el saber que el menor de edad llegó con bien a su destino o en el caso de recibir una notificación de que la frecuencia cardiaca se disparó de manera alarmante, podrá escuchar el sonido ambiental en que se encuentra el niño para detectar peligros y actuar de la manera que considere más conveniente.

Toda la información será almacenada para su análisis por medio de herramientas analíticas que permitan generar informes finales detallados y evaluar la fiabilidad y confianza de la implementación realizada.



Figura 8. Ciclo de Uso de Aplicación Móvil.

Cabe destacar las ventajas competitivas del producto expuesto, que es de tamaño pequeño y peso ligero, de ese modo evitar que sea invasivo y no lleve al infante a tomarlo como objeto externo e intente remover el dispositivo, cuenta con un sistema potente y en constante actualización de datos en tiempo real, además de presentar una estética agradable, en cuestión de formas, colores y materiales, contemplando la variedad de colores según las preferencias del usuario, así como materiales resistentes al uso. Además de contemplar al usuario infantil se considera a los adultos responsables y se toma en cuenta su punto de vista como persona al pendiente del menor.

Al contar con un sistema completo que permita diferenciar situaciones de peligro y alertar a los padres en tiempo real, estos podrán reaccionar en periodos de tiempo menores que con otros sistemas de monitoreo existentes y deficientes, además que permite llevar un control y brindar calma al saber dónde y cómo se encuentran sus seres queridos.

Con este proyecto de investigación se dará paso hacia una concientización del cuidado y la atención referente a la niñez, por lo que los niños se verán beneficiados de un sistema adecuado para sus necesidades sin restringir su libertad y constante crecimiento, en especial, para aquellos infantes que se ubican lejos de su círculo afectivo, al cuidado de terceros y se encuentran en situación de desprotección.

Al resolver el problema, se les dará a los infantes un espacio seguro para desarrollarse, promoviendo la independencia de estos, brindando confianza y tranquilidad en las personas a cargo de saber que sus niños están protegidos. Los aspectos positivos de este trabajo se enmarcan en lograr que de los padres trabajadores estén más tranquilos al estar sus hijos monitoreados constantemente por un sistema de vigilancia que genera alertas en tiempo real ante una situación desfavorable del infante.



Figura 9. Imagen Representativa de Usuarios con el producto KiddoX en uso

CONCLUSIÓN.

Una vez finalizada la investigación se puede llegar a la conclusión que todo lo que acontece al niño en sus primeros años de vida tiene una relación de causa-efecto en su desarrollo y bienestar mental, emocional y físico.

México ha tenido a lo largo de décadas avances considerables en el abatimiento de la mortalidad infantil, pero enfrenta rezagos y desafíos importantes, es por eso que no se debe desaprovechar la oportunidad de conciliar dicho problema.

Con ayuda de la investigación, se justificó que una de las prioridades de estos cuidadores es la seguridad del niño y el estado benéfico de las emociones, partiendo de este resultado se buscó profundizar en un dispositivo de monitoreo y protección infantil de los 3 a los 10 años de edad, este dispositivo debe ser adaptable a tales edades y acompañar al infante en su trayecto diario y así permitirles a los adultos responsables poder monitorear a sus infantes.

Después del proceso de investigación, se puede concluir que el mercado de los niños siempre será un mercado que va a estar abierto a áreas de oportunidad, la seguridad de los niños siempre será una prioridad. Hoy en día, las cuestiones de la tecnología nos ayudan a tener resultados óptimos y de manera sencilla, este puede ser un producto que encaje completamente en el mercado.

REFERENCIAS.

Los Derechos de la Infancia y la Adolescencia en México. 2018. UNICEF. Tomado del sitio web: SITAN-UNICEF.pdf el 10/08/21

La Importancia de la Primera Infancia. (2018) UNICEF. Tomado del Sitio web: La_primera_infancia_importa_para_cada_nino_UNICEF.pdf

Padua N., Jorge. (2006). Infancia y educación. *Convergencia*, 13(40), 177-187. Recuperado en 25 de abril de 2023, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-14352006000100006&lng=es&tlng=es.

Los peligros para la niñez – Indicadores para México. (8 Junio del 2017) Tomado del sitio web: Los peligros para la niñez – Indicadores para México Observatorio de Legislación Y Política Migratoria el 10/08/21.

Cámara de Gesell como Herramienta Investigativa en los Abusos Sexuales de Niños y Niñas. (2013) Tomado del sitio: Microsoft Word - 4A3_Sierra_GICF_07.doc (uv.es) Padua N., Jorge (2006).

Infancia y educación. *Convergencia. Revista de Ciencias Sociales*, 13(40), 177-187. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=10504006>

En México, más de 5 millones de niños en riesgo de violencia. (30 marzo del 2021). La Jornada. Tomado del sitio web: La Jornada - En México, más de 5 millones de niños en riesgo de violencia el 10/08/21.

CAPÍTULO 3

La relación entre imágenes y los teléfonos móviles a través de la Postfenomenología

Luis Alberto Teniente Paulín

Universidad Autónoma de San Luis Potosí, México.

INTRODUCCIÓN

El comportamiento humano no puede considerarse un acto que ocurre de forma completamente independiente, sin mediación con la tecnología que le rodea, pues al interactuar con ella modifica su modo de vida. Las disciplinas que comprenden las ciencias del hábitat, que abordan los estudios sobre el espacio habitable; los objetos; elementos de comunicación gráfica; y las investigaciones que se den por la interrelación entre ellos, tienen la posibilidad de explicar como la sociedad se transforma debido a la materialidad circundante en determinado contexto histórico y cultural.

Para ello es necesario superar el pensamiento cartesiano que divide de manera tajante la relación entre objetos y sujetos, entre mente, cuerpo y tecnología, una posibilidad es a través de los estudios de interacción y la

experiencia de usuario pues toma en cuenta la relación recíproca entre personas y objetos a través del uso, sin embargo estos se han limitado a fines utilitarios o comerciales donde solo se toma en cuenta, en muchos de los casos, relaciones conductuales de estímulo y respuesta en la interacción, sin superar la dicotomía entre objeto y sujeto, por esta razón es necesario integrar la fenomenología y los estudios sobre la filosofía de la tecnología para que se enriquezca la práctica.

EL MÉTODO POSTFENOMENOLÓGICO

El método postfenomenológico permite profundizar en los estudios sobre la interacción y la experiencia dentro del hábitat construido por el humano, surge de las reflexiones y escritos realizados por el filósofo Don Ihde (Ihde, 1979; Ihde et al., 2015), dando como resultado un constructo teórico que busca comprender la experiencia sensorial de las personas al usar la tecnología en la vida cotidiana como sucede a través de instrumentos, herramientas y mecanismos que le sirven para resolver tareas comunes, artefactos que satisfacen el ocio y entretenimiento o medios que facilitan la socialización y comunicación entre las personas.

Este enfoque evita separar a la tecnología de lo humano, al considerarle un fenómeno social y natural integrado a través del cuerpo y los sentidos, esta teoría se nutre principalmente de la fenomenología de Edmund Husserl (Husserl, 2002), las reflexiones sobre la técnica de Martin Heidegger (Heidegger & Rivera Cruchaga, 2012) y las teorías de la percepción de Merleau-Ponty (Dohn, 2009; Merleau-Ponty & Cabanes, 2000).

Este planteamiento teórico evita idealizar la tecnología como un proceso lineal y determinista del progreso humano, además evade el temor que surge en cada época debido a la incompreensión de las innovaciones técnicas, como sucede en la actualidad con lo digital o los avances en inteligencia artificial, debido a que considera que la humanidad y la

tecnología son proceso iterativo, imbricado y natural en el cual las necesidades y deseos guían la creación de objetos, pero a la vez cada nuevo diseño modifica la percepción y la sensorialidad transformando la forma de apreciar el mundo.

Bajo este esquema, la interacción con los medios tecnológicos ocurre siempre de forma particular entre la persona y el objeto, es decir es multiestable, concepto que proviene de la fenomenología (Husserl, 2002), donde se asume que cada experiencia individual es distinta, por lo tanto la tecnología es usada de acuerdo a la diversidad de formas de habitar, siendo el contexto y la cultura decisivos para que se adopte, modifique o se rechace, basándose en intereses y deseos propios, cambiando en muchos casos el propósito para el cual estaban diseñados los objetos y marcando la pauta para su evolución y futuras innovaciones.

Para entender el entorno tecnológico de determinada época es necesario no sólo analizar los objetos sino el entramado social y cultural que se genera a través de su uso. Esta interacción entre personas y tecnología va a intervenir cómo se relaciona con el entorno y con las demás personas, la postfenomenología (Aagaard et al., 2018) propone cuatro formas de categorizar estas relaciones:

- a. Relación de corporeización, ocurre cuando la tecnología se integra al esquema corporal humano y se vuelve una prótesis que con el uso pasa desapercibida o transparente, ejemplo de ello son los anteojos que mejoran la vista y que progresivamente se vuelven imperceptibles por quien los usa, o al dominar una herramienta, aditamento deportivo o instrumento musical que con la destreza se vuelve una extensión del cuerpo.
- b. Relación hermenéutica, sucede cuando se observa o se hace una lectura del entorno a través de la tecnología y permite interpretarlo de distinta manera, por ejemplo, al ver la naturaleza a través de la

óptica del microscopio y telescopio que ha ampliado la noción que se tiene del mundo circundante y el universo, también los micrófonos o estetoscopios que aumentan la percepción de lo audible, el reconocimiento del espacio a través de los mapas o la percepción de la distancia reducida por los medios de comunicación.

- c. Relación de alteridad, al crear lazos de compañía con los objetos, parecidos a los que se tuviera con otro ser humano como ocurre cuando se les personaliza, o al hablarles y esperar respuesta de ellos, comúnmente agregándoles un valor emotivo como a los juguetes, con la actual tecnología móvil que se ha vuelto parte de la personalidad del usuario, los asistentes de voz y cada vez más con los desarrollos de inteligencia artificial.
- d. Relación de fondo es cuando la tecnología se integra al entorno y se vuelve parte natural e indiscernible de la vida cotidiana, como sucede con la infraestructura urbana, la electricidad, los muebles del hogar o como actualmente aspiran a ser las redes inalámbricas e internet.

El filósofo de la ciencia Peter Verbeek (Rosenberger & Verbeek, 2015; Verbeek, 2005) señala que en estas relaciones no existe realmente una suma sensorial que extienda la percepción, solamente se intensifican ciertas capacidades en detrimento de otras, esto es posible verlo en la actual cultura ocularcentrista (Zamora Águila, 2007) que da prioridad al uso de pantallas dejando de lado por ejemplo la sensibilidad del tacto, la escucha o el olfato indispensables en algún momento para la socialización y supervivencia humana.

Mediante estas relaciones es posible observar y analizar cómo se entrelaza la tecnología desde un nivel sensorial individual hasta la vida social y colectiva, a continuación, se presentarán los resultados de aplicar esta forma de análisis a un fenómeno actual y cotidiano que es la captura e intercambio de imágenes en pantalla, a través de las redes sociales, facilitado por los dispositivos móviles.

EL TELÉFONO MÓVIL Y SU SINCRONÍA CON LA CULTURA VISUAL

Actualmente, gran parte tecnología cotidiana vigente ha depositado su desarrollo en los dispositivos móviles y su interfaz de pantalla, debido a las posibilidades que brindan al gestionar y realizar una gran cantidad de tareas de forma ubicua, en una cultura que demanda este tipo de hábitos en lo político, social, doméstico e individual.

Esta tecnología no se limita al artefacto físico, sino que se compone de un conglomerado de elementos que comprenden la infraestructura de conexión, plataformas, el sistema operativo de los dispositivos y el software de aplicación, además de factores legales y comerciales como normas de uso y mercantilización de datos, y sobre todo la parte sociocultural que surge del comportamiento y experiencia entre usuarios, todo esto en suma puede considerarse un ecosistema de medios de interacción (Aguado et al., 2013; C. Scolari et al., 2013; C. A. Scolari, 2015) que debe considerarse al analizar este fenómeno tecnológico.

El teléfono móvil en sincronía con las plataformas de redes sociales ha pautado la forma en que se diseñan y evolucionan, la evidencia más clara es la incorporación de cámaras fotográficas de mejor óptica y los avances en el procesamiento digital de la imagen, así como la implementación de cámaras frontales para la toma de autorretratos que ha vuelto parte de la cultura popular a través del nombre *selfie*, este avance no se ha detenido ahí sino que continua ampliándose a través de programas de inteligencia artificial y reconocimiento facial que facilitan la captura y edición de imágenes en tiempo real a través de filtros.

Otros ejemplos de este desarrollo paralelo entre dispositivos y plataformas son las mejoras en la sensibilidad táctil de las pantallas para facilitar la producción de contenido y su navegación, la exigencia de mayor almacenamiento virtual de datos o los algoritmos de reconocimiento e interpretación de los gustos del usuario, desembocando en fines alter-

nativos como la seguridad de la privacidad a través del reconocimiento gestual y la huella dactilar o la publicidad de contenidos personalizados y sesgados para cada usuario.

RELACIONES FENOMENOLÓGICAS ENTRE TELÉFONO, *INSTAGRAM* Y LAS IMÁGENES

La complejidad de este fenómeno hace visibles distintas relaciones entre dispositivos móviles y redes sociales mediante del intercambio cotidiano de imágenes que amalgaman la sensorialidad a través de la técnica. Para poder demostrar esto, como primer paso se realizó un análisis material (Ihde, 1998) desde el surgimiento y evolución de la plataforma social dominante en la actualidad usada para visualizar, capturar y compartir imágenes personales, en este caso *Instagram* (Leaver et al., 2020; Serafinelli, 2018), en una segunda etapa se examinó la estructura de la interfaz así como sus normas y políticas de uso (Meta, 2022a, 2022b, 2022c) que son quienes definen los *affordances* o posibilidades de interacción facilitados y permitidos a los usuarios (Norman, 1990), como tercer se se documentaron las opiniones de los usuarios sobre plataforma, una cuarta etapa abordó a un grupo de control mediante entrevistas semiestructuradas donde se indagó sobre su experiencia directa con la plataforma, su dispositivo y las imágenes con las que conviven cotidianamente. Por último, se analizaron las relaciones de corporeización, hermenéuticas, de alteridad y fondo que las personas han creado con las imágenes en su dispositivo móvil.

Se considera que el estudio es representativo por ser un fenómeno expandido a nivel global en el cual las personas tienen experiencias similares y compartidas con esta tecnología, si bien debe tomarse en cuenta la posible existencia de Multiestabilidad debido a cuestiones culturales, geográficas, de edad o género, estas no son tomadas en cuenta y pueden ser consideradas para posteriores estudios comparativos más amplios.

Para este caso se seleccionó a un grupo de 56 estudiantes (34 mujeres y 22 hombres) de entre 15 y 16 años de la ciudad de San Luis Potosí, que comparten situaciones de contexto y convivencia debido al aula de estudio y espacio de residencia cercano a su escuela. Además, se optó en esta ocasión enfocarse solamente en una plataforma de red social, de la enorme oferta que existen en la actualidad. A través de un sondeo se eligió a *Instagram* (85%) como la plataforma más popular entre los alumnos para visualizar, capturar y compartir imágenes personales, seguido de *Facebook* (12%) y *TikTok* (3%), debe tomarse en cuenta que la popularidad de estas plataformas va cambiando conforme a su evolución o la aparición de otras nuevas.

ANÁLISIS DE LA RELACIÓN HERMENÉUTICA PRODUCIDA POR LA INTERFAZ DE *INSTAGRAM*

Instagram es una red social que se creó en 2010 con la finalidad de aprovechar las posibilidades de la recién incorporada cámara fotográfica en el teléfono móvil, su identidad gráfica evoca a las cámaras instantáneas del siglo *xx*, incitando a capturar fotografías de la vida cotidiana (Leaver et al., 2020). En su lanzamiento fue una aplicación exclusiva para los dispositivos *iPhone*, debido a sus capacidades tecnológicas y su éxito comercial, la rápida popularidad de la aplicación se le atribuye a la cantidad de controles para editar o modificar las fotografías capturadas, denominados comúnmente como filtros.

Para 2011 se añadió el concepto de etiquetas en la descripción de las imágenes denominadas *#Hashtag*, que impulsó nuevas dinámicas de interacción entre los usuarios (Caerlos Mateo & Tapia Frade, 2013), pero también gracias a estos metadatos se facilitó identificar los gustos personales y sesgar la forma de visualizar el contenido.

En 2012 es comprado por *Facebook*, ahora llamado *META*, otra red social con más popularidad de uso, y en 2013 se amplió su acceso a los teléfonos con sistema operativo Android, lo que aumentó su fama debido a que en ese tiempo era el sistema más usado por el mercado.

En 2013 *Instagram* incorporó en sus normas la facultad de poder comercializar las imágenes que suben los usuarios, que aceptan firmando un contrato al suscribirse a la plataforma, también se implementó la tecnología para crear etiquetas dentro de las imágenes. En 2016 se agregó el concepto de *Stories*, que son imágenes, secuencias de imágenes o videos que aparecen temporalmente en la página del usuario (máximo 24 horas) y que transformó la dinámica de interacción de la comunidad (Serafinelli, 2018) que anteriormente usaba la plataforma como álbum digital de fotografías.

En 2017 se hizo posible agregar imágenes yuxtapuestas a manera de adhesivos, denominadas *Stickers* y también filtros de realidad aumentada que enmascaran imágenes en tiempo real dando mayor relevancia al video que a la fotografía, para 2018 se mejoraron estos *stickers* con animación que permitió a los usuarios nuevas formas de expresión.

En 2018 se adaptó para poder realizar transmisiones de video en tiempo real a través de lo que se denominó *Instagram TV* compitiendo con otras plataformas de video gracias a su facilidad de uso, espontaneidad, fácil de intervención y gratuito. Desde 2019 se ha ido convirtiendo en una plataforma de videos instantáneos, cortos y temporales denominados *Reels* que han modificado la forma de interactuar con las imágenes y contenidos a través de dinámicas que la plataforma y los usuarios van generando en cooperación.

Las posibilidades de interacción que ofrece Instagram están determinados por los *affordances* de su interfaz a través de la ubicación, visibilidad u ocultamiento de sus controles que va a favorecer ciertas acciones (Dohn,

2009; Norman, 1999), en este caso la interfaz presenta en primer instancia los *Reels* de los contactos y diversas formas de activar la cámara o la galería de imágenes personal para publicar contenido, posteriormente está la facilidad de navegar “infinitamente” por su contenido, al poder seguir viendo imágenes de los contactos, intercalado con sugerencias de otras cuentas y publicidad.

En el apartado de *Condiciones de uso de Instagram* (Meta, 2022c) manifiesta ofrecer oportunidades personalizadas para crear, conectar, comunicar y descubrir nuevas experiencias con el objetivo fortalecer relaciones sociales de interés colectivo, y para lograr esto recopila información y estadísticas de los usuarios desde todas las empresas de META; como *Facebook*, *Whatsapp* y *Messenger*. El resultado se refleja al destacar contenido, funciones y ofertas de cuentas que sean de interés del usuario, mediante inteligencia artificial y aprendizaje automático es como se realizan estos procesos que ofrecen experiencias uniformes y sin interrupciones.

La plataforma exige que el usuario asuma los compromisos de las normas comunitarias para hacerlo un espacio seguro (Meta, 2022a, 2022b) como tener al menos la edad de trece años para ser usuario, aunque no existe forma de acreditarlo, no haber sido expulsado previamente de la comunidad, no usurpar la identidad de otras personas y no tener antecedentes por delitos sexuales. Además, alienta a subir fotos y videos propios que tengan los derechos legales para ser publicados, prohíbe las imágenes de desnudos, contenido sexual y de “enorme cantidad” de violencia gráfica.

Se pide evitar el contacto forzado con personas y las acciones repetitivas que puedan considerarse molestas por los demás o SPAM que son mensajes en abundante cantidad y generalmente de publicidad. No esta permitido ofrecer dinero por cuentas, comentarios, reacciones o seguidores, o pro-

mocionar servicios sexuales, venta de animales, armas o drogas, ni juegos de apuestas o lotería sin el consentimiento previo de la empresa META.

Instagram manifiesta ser una comunidad diversa y positiva, que protege de la desinformación, el acoso, amenazas e incitaciones al odio y a las autolesiones como desórdenes alimenticios o trastornos. Sin embargo declara que puede realizar excepciones cuando el contenido es de interés periodístico relevante o trata de concientizar por ejemplo en temas de lactancia, parto o cirugías relacionadas con la salud, actos de protesta u obras artísticas como cuadros y esculturas, siempre evaluando el valor y el posible daño basándose en la norma internacional de derechos humanos.

Este ambiente comunitario se mantiene gracias a un algoritmo entrenado y en constante desarrollo que identifica el contenido perjudicial para eliminarlo o bloquear las cuentas de los usuarios, además de contar con un grupo de personas capacitadas para evaluar imágenes que aún son confusas y pasan desapercibidas por el algoritmo, también se promueve el cuidado por parte de los usuarios reportando malas acciones.

OPINIÓN DE LOS USUARIOS SOBRE *INSTAGRAM*

Se realizó un análisis de los comentarios realizados por usuarios dentro del *Foro de opinión* que es un apartado alojado en donde se descarga la aplicación de *Instagram*, siendo un área en donde las personas constantemente hacen retroalimentación sobre su experiencia positiva o negativa de uso, y en consecuencia los desarrolladores tomarían en cuenta para hacer arreglos o modificaciones a la interfaz

Se consideró observar las opiniones plasmadas durante seis meses, durante enero-junio 2022, con la finalidad de comprender de forma general la experiencia de los usuarios con versión actualizada de la

interfaz, para lo cual se analizaron 800 comentarios realizados durante ese lapso de tiempo.

Es relevante señalar que en los comentarios que realizados por los usuarios se repite constantemente su incomodidad al cambio en la posición de imagen horizontal al vertical, además consideran que la plataforma afecta la resolución de las imágenes que comparten, y cambia o recorta el tamaño de forma arbitraria, lo que refleja un sentir y una habituación hacia una forma de producir y publicar imágenes.

Se hace notar el descontento generalizado por haber cambiado la dinámica de *Instagram* de álbum fotográfico digital por una plataforma que favorece los videos de corta duración, acusándole que imita a su competencia *TikTok*, una reciente red social creada en 2016, pero popularizada en todo el mundo a partir de la pandemia de SARS-COVID de 2019.

Los usuarios describen cambios sutiles en la sensibilidad al navegar por la interfaz, se repiten continuamente palabras como “fricción”, “pesadez”, “lentitud” y “contraste” que son causadas por modificaciones al color y tamaño de controles, botones, pantallas, cajas de texto o el tamaño de la tipografía, lo que permite romper la idea de que los dispositivos móviles se centran en el sentido visual, y más bien involucran otros sentidos como el tacto y la física de los objetos a pesar de que sean representaciones en pantalla.

También han adoptado palabras que surgen del lenguaje computacional como *scrollear* para referirse a desplazarse a través de las imágenes, *buggear* cuando el sistema tiene fallos, o *doxear* cuando se hace pública información que era privada para las personas, por citar algunas, y que muchas de ellas se extrapolan al lenguaje coloquial, volviéndose parte de las metáforas que son usadas en su actuar cotidiano (Lakoff & Johnson, 1995) y que condicionan formas de sentir y pensar.

Por último, también debe señalarse como una cantidad de usuarios culpa a la plataforma de Instagram de favorecer atributos y posibilidades cuando la interfaz es usada en los dispositivos con sistema operativo de *Apple*, lo cual sea cierto o no tiene implícito un señalamiento social y económico debido a que son dispositivos más costosos y no de acceso a la mayoría, lo cual les hace suponer que entre mejor es el dispositivo tiene mayor calidad su representación en la red social.

EXPERIENCIA DE LA INTERACCIÓN CON LAS IMÁGENES EN *INSTAGRAM*

Partiendo de un total de 56 estudiantes, se tomó un grupo de control conformado por 20 elementos elegidos al azar, a los cuales se les aplicó una entrevista semiestructurada compuesta de 32 preguntas que pueden clasificarse en cuatro interrogantes principales:

- e. a) ¿Cuál es su relación personal con la tecnología y las imágenes digitales a partir de su biografía?
- f. b) ¿Qué tipo de imágenes producen, editan y eligen para exhibirlas y cuáles son sus hábitos cotidianos en Instagram?
- g. c) ¿Cómo es su experiencia con el manejo de imágenes y qué tanta importancia tiene en su vida diaria?
- h. d) ¿De qué forma la tecnología interviene en su manera de concebir nuevas imágenes?

Se indagó en la experiencia personal de los estudiantes al relacionarse con *Instagram*, del cual se obtuvieron las siguientes observaciones.

Los estudiantes entrevistados vinculan su biografía al álbum de imágenes que tienen en su perfil, editándolo continuamente si es conveniente, ya sea por un cambio de situación personal, social o sentimental, al eliminar imágenes de personas con las que tuvieron conflicto, dejaron de tener contacto o que les causan conflicto o pena. También pueden modificar

el orden de las imágenes o eliminar algunas para dar una impresión estética generalizada de su página como imágenes de un mismo color, tamaño o motivo, con la finalidad que refleje su personalidad.

La mayoría de los entrevistados afirman tener “cientos o miles” de imágenes almacenadas y dispersas en dispositivos físicos como la computadora familiar, *laptop* personal o teléfono móvil, además del almacenamiento virtual en redes sociales o correo electrónico, estas imágenes son un compendio de fotografías tomadas por ellos, compartidas por otras personas o imágenes descargadas de internet que les sirven de inspiración y forman parte de su identidad. Esta apropiación de imágenes tiene un gran valor emocional, del cual incluso lamentan haber perdido archivos por diversas circunstancias como daño, robo o extravío de dispositivos físicos, sin embargo, admiten la poca recurrencia o viabilidad de poder volver a ver todos sus archivos.

Los adolescentes consideran que ha ido cambiando la forma de vincular sus imágenes en redes sociales, pues comenzaron a usarlas desde la infancia y ahora tienen más criterio para saber que publicar y lo que no, pues temen al escarnio público o al robo de identidad, consideran que las plataformas digitales de redes sociales pueden ser espacios hostiles donde se toma provecho de la vida privada, además cuidan que la plataforma no les censure o bloquee su perfil debido a imágenes que puedan ser interpretadas como ofensivas o prohibidas.

Los usuarios suben a las redes sociales imágenes que reflejen su forma de ser y que logren impactar a sus contactos o seguidores, pues reconocen que su gusto y estética personal puede inspirar a los demás ya que refleja espontaneidad, naturalidad, creatividad y estilo de vida propio. Sin embargo, consideran que no tener un mejor dispositivo es una limitante para la expresión, pues una mayor calidad en la captura de imágenes les pu-

diera brindar un aspecto profesional, siendo esta una de las principales motivaciones para adquirir periódicamente un nuevo teléfono móvil.

En cuanto a la interfaz de *Instagram* consideran que las mejoras en las herramientas son un aliciente a ser más creativos, al facilitar la edición de fotografías, inserción de elementos interactivos como animación o audio, adaptar o reciclar imágenes ajenas o anteriores, involucrar a personas en cada publicación o seguir las tendencias que aparecen diariamente como retos o conmemoraciones.

Consideran que las imágenes que publican son enteramente de su autoría, y que a pesar de usar en algunos casos imágenes ajenas, la modificación o alteración que les realizan se fundamenta en la intención que desean darle como transformarla en una frase motivadora, en una broma, en una crítica o para manifestar una experiencia vivida, y esa intervención les permite sentir una apropiación personal de las imágenes.

CONCLUSIONES

Se puede observar cómo los teléfonos móviles en combinación con Instagram han ido adaptando el esquema corporal de sus usuarios a un modo de participación de lo visual, a través de la pantalla, las cámaras y el tacto, esto es porque le permite desplazarse a través de una infinita galería de imágenes o activar al instante la cámara para capturar cualquier momento, además condiciona gestualidades al tomar autorretratos o *selfies* debido a los lentes de las cámaras, y que algunos psicólogos como Tapia Gómez (Tapia Gámez, 2021) lo han relacionado a trastornos de dismorfia corporal que se refiere a una preocupación patológica por la belleza del cuerpo, exaltada en la actualidad por los filtros embellecedores de las redes sociales como *Instagram*.

Existe también una relación hermenéutica al permitir estilizar los sucesos cotidianos a través de filtros de edición que van a promover una apariencia artificial de los hechos, objetos y personas que son transformados, otro factor que altera la mirada y la lectura del mundo es el sesgo y acotación de la realidad, realizada por algoritmos, y que se basa en el gusto personal por algoritmos, brindando un entorno.

La interfaz invita a crear relaciones de alteridad a través de elementos interactivos como etiquetas, deslizadores, botones o cajas de texto que buscan la constante retroalimentación de los demás mediada por la interfaz, y por último la relación de fondo se encuentra en la noción que tienen los usuarios de resguardo y memoria visuales de sus recuerdos, siempre expuestos u ocultos, pero disponibles para ser consultados.

Instagram acostumbra a sus usuarios a una forma de ver los hechos cotidianos valiosos por su posibilidad de tener reacciones o retroalimentación, sin embargo, debe tomarse en cuenta que la interfaz decide a cuantas, y cuales personas muestra las imágenes, lo que incentiva un gusto específico a determinados hechos, gestos o eventos que predispone la sensorialidad del entorno.

REFERENCIAS

- Aagaard, J., Berg Friis, J. K., Sorenson, J., Tafdrup, O., & Hesse, C. (2018). An Introduction to Postphenomenological Methodologies. En *Postphenomenological Methodologies*. Lexington Books.
- Aguado, J. M., Feijóo González, C., & Martínez Martínez, I. J. (2013). *La Comunicación móvil: Hacia un nuevo ecosistema digital*. Gedisa.
- Caerlos Mateo, R., & Tapia Frade, A. (2013). Instagram, la imagen como soporte de discurso comunicativo participado. *Revista de Comunicación Vivat Academia*, 124, 68–78.
- Dohn, N. (2009). Affordances revisited: Articulating a Merleau-Pontian view. *International Journal of Computer Supported Collaborative Learning*, 4(2), 151–170.
- Heidegger, M., & Rivera Cruchaga, J. E. (2012). *Ser y tiempo*. Editorial Trotta.
- Husserl, E. (2002). *Lecciones de fenomenología de la conciencia interna del tiempo*. Trotta.
- Ihde, D. (1979). *Technics and Praxis: A Philosophy of Technology*. Springer Dordrecht.
- Ihde, D. (1998). *Expanding hermeneutics: Visualism in science*. Northwestern University Press.
- Ihde, D., Cabañes Martínez, E., & García Olivares, D. (2015). *Postfenomenología y tecnociencia: Conferencias en la Universidad de Pekín*. Sello Arsgames.
- Lakoff, G., & Johnson, M. (1995). *Metáforas de la vida cotidiana*. Cátedra.
- Leaver, T., Highfield, T., & Abidin, C. (2020). *Instagram*. Polity Press.
- Merleau-Ponty, M., & Cabanes, J. (2000). *Fenomenología de la percepción*. Ediciones Península.
- Meta. (2022a). Cómo garantizamos que Instagram sea un espacio seguro y solidario. <https://about.instagram.com/es-la/safety>

Meta. (2022b). Normas comunitarias. Servicio Instagram. https://es-la.facebook.com/help/instagram/477434105621119/?helpref=uf_share

Meta. (2022c). Condiciones de Uso. https://es-la.facebook.com/help/instagram/581066165581870/?helpref=uf_share

Norman, D. A. (1990). *La psicología de los objetos cotidianos* (1a ed.). Nerea.

Norman, D. A. (1999). *Affordances, conventions, and design*. Interactions.

Rosenberger, R., & Verbeek, P.-P. (Eds.). (2015). *Postphenomenological investigations: Essays on human-technology relations*. Lexington Books.

Scolari, C. A. (Ed.). (2015). *Ecología de los medios: Entornos, evoluciones e interpretaciones* (Primera edición). Gedisa Editorial.

Scolari, C., Aguado, J. M., & Feijóo, C. (2013). Una ecología del medio móvil: Contenidos y aplicaciones. En *La Comunicación móvil: Hacia un nuevo ecosistema digital* (pp. 79–104). Gedisa.

Serafinelli, E. (2018). *Digital life on Instagram. New social communication of photography*. Emerald publishing.

Tapia Gámez, I. (2021). *Impacto de las redes sociales en el trastorno dismórfico corporal*. Sesiones bibliográficas.

Verbeek, P.-P. (2005). *What things do: Philosophical reflections on technology, agency, and design*. Pennsylvania State University Press.

Zamora Águila, F. (2007). *Filosofía de la imagen: Lenguaje, imagen y representación* (1. ed). UNAM, Escuela Nacional de Artes Plásticas.

CAPÍTULO 4

La exploración de la forma como medio para descubrir posibilidades de configuración de la arquitectura: Tecnologías de apoyo.

*Ricardo Alonso Rivera, David L. Campos Delgado
Universidad Autónoma de San Luis Potosí. México.*

INTRODUCCIÓN

En relación con el problema de cómo iniciar al alumno en el aprendizaje del diseño arquitectónico, se plantea aquí la exploración de la forma tridimensional a nivel conceptual, es decir, con un cierto grado de abstracción, y con ello descubrir a su vez posibilidades de conceptualización de la arquitectura, es decir, posibilidades de configuración de la arquitectura.

Se hace referencia a un cierto grado de abstracción en el manejo de la forma arquitectónica, porque es a este nivel que es posible dar inicio en el proceso de diseño arquitectónico en un momento en que los es-

tudiantes no conocen y dominan todavía los elementos y componentes constructivos con que se genera la forma arquitectónica como tal. Además de que es precisamente este nivel conceptual de la forma arquitectónica donde se presenta el momento idóneo para manejar sus aspectos básicos y fundamentales en relación con sus cualidades y atributos como forma.

Respecto de la estrategia aquí planteada se verá que, para dar inicio en este proceso de diseño y de exploración de la forma a nivel conceptual, se presenta el problema de que no es posible partir de la nada, o partir de puras explicaciones teóricas, sino que es necesario una especie de punto de partida que, para el caso del diseño, estaría en mostrar y conocer las posibilidades de las formas tridimensionales mismas; con lo cual se generaría a su vez una especie de bagaje o acervo mental, el cual se deberá ir acrecentando y con ello enriqueciendo la capacidad del diseño de la forma. Sobre este aspecto es que se propone la utilización de la plataforma digital *Pinterest* como herramienta de apoyo en la búsqueda y acopio de ideas concretas que puedan ser detonadoras de posibilidades de configuración de la forma, es decir, del inicio del proceso de diseño en el estudiante.

En relación con la importancia del bagaje mental como un antecedente necesario a los procesos de la generación de la forma, se abordará aquí su fundamentación teórica sobre la base de las aportaciones de Niklas Luhmann, y esto será el sustento por el cual se valide la importancia de los propósitos para los que se plantea el uso de los recursos tecnológicos que aquí se analizan.

En cuanto a la etapa ya propiamente de la exploración de la forma, se verá también que ello se puede llevar a cabo mediante el uso de la tecnología digital como recurso para la configuración de la forma, y no sólo para su mera representación que es al nivel en el que más comúnmente se queda su uso por parte de los estudiantes, o incluso como un mero

recurso de estetización de la apariencia de la forma en una etapa final del proceso de diseño arquitectónico. En particular se hará referencia al software *3DMax* y al software *Rhino*, que se basa en la creación de superficies que lo hacen un paso lógico posterior al trabajo con *3DMax*, que es un *software* mucho más intuitivo y flexible. Cabe mencionar también que el software *Rhino* es una herramienta que incorpora de una manera eficiente varios aspectos esenciales en el desarrollo del diseño de la forma al nivel abstracto y geométrico que aquí se hace referencia. No está por demás mencionar que el acopio de los resultados de la exploración de la forma a través de los medios digitales (así como los análogos) pueden luego ser puestos a disposición a través de la plataforma *Pinterest* con las ventajas que esta ofrece.

DESARROLLO

Se podría pensar que una manera lógica en cómo dar inicio al aprendizaje del proceso de diseño arquitectónico es aquella en la cual se tienen que enseñar primeramente los conocimientos que proporcionarían al alumno lo necesario para poder llevar a cabo el proceso de diseño arquitectónico, para en una etapa posterior llevar a cabo el diseño arquitectónico propiamente en la práctica (en el taller de diseño); A partir de esta estrategia, el diseño arquitectónico no se podría empezar a enseñar y practicar en una etapa de la formación del alumno inicial. Es por ello que aquí se plantea la posibilidad de comenzar el aprendizaje del diseño arquitectónico desde una etapa inicial de la formación del estudiante por medio de una estrategia del manejo de la forma arquitectónica a un nivel conceptual, lo cual implica un cierto grado de abstracción en el manejo de la forma del espacio arquitectónico y del volumen que lo contiene.

Este planteamiento tiene también otra finalidad adicional que tiene que ver con cierta problemática que se puede presentar en algunas dinámicas en relación con el aprendizaje del proceso de diseño arquitecto-

tónico, las cuales se dan en consecuencia de ciertos apoyos metodológicos de análisis de la problemática de las necesidades y requerimientos de las funciones, a partir del cual luego se espera que se genere como consecuencia la propia configuración o conceptualización de la forma arquitectónica: pero ello puede devenir en una simplificación del proceso de diseño en donde se espera que la forma arquitectónica sea un resultado garantizado generado a partir sólo del análisis, en una especie de traducción literal de las formas de esquemas, diagramas o representaciones graficas analíticas, que por tanto suelen ser mayormente de índole funcional. El problema de esto es que se dejan de lado los aspectos cualitativos de la configuración del espacio arquitectónico, tales como los aspectos perceptuales, existenciales, culturales, o incluso el propio aspecto compositivo o estético¹. Otra problemática similar que también suele presentarse a partir de estas estrategias metodológicas es aquella en la que la forma arquitectónica surge en consecuencia de una zonificación o trabajo de lo funcional en una planta arquitectónica (bidimensional), que luego ya en etapa posterior sólo se trabaja en su levantamiento y en su estetización superficial; aquí el problema de un uso de las tecnologías digitales sólo como recurso de representación de la forma, es decir, de renderización y estetización de la arquitectura muchas veces ya sólo a nivel de fachadismo.

La estrategia del manejo de la forma arquitectónica a nivel conceptual, entendida desde inicio como forma tridimensional, se basa en la idea de que aún a este nivel de abstracción es posible trabajar las cualidades y atributos del espacio en relación con las actividades del ser humano, en función precisamente de las características que genera determinada configuración formal del espacio. Se trata de cualidades y atributos del espacio tales como si el espacio es público o privado, si se trata de un espacio de estar o de transición, si el espacio es centrípeto o centrífugo, si el espacio es abierto o cerrado, si el espacio es permeable

o impermeable, si los espacios se relacionan entre sí de manera continua o separada, etc. Estas cualidades y atributos del espacio tienen que ver con las condiciones requeridas por las diferentes actividades del ser humano en lo que respecta al aspecto funcional principalmente, pero también en relación con otros aspectos cualitativos como pueden ser los aspectos ya mencionados en relación con lo perceptual, lo existencial o lo sociocultural; aunque todo esto a un cierto nivel de generalidad dado que se trata de una etapa de formación inicial. Sobre esto mismo, es importante recalcar en una ventaja fundamental que se tiene en el manejo de la forma arquitectónica a este nivel de abstracción que aquí se plantea, la cuál tiene que ver que con esta condición es posible tener una mayor atención y concentración sobre las cualidades que se generan por la pura configuración de la forma del espacio; algo que debería ser sustancial en la arquitectura y que en etapas posteriores de la formación del estudiante se ve eclipsado por aspectos de otra índole tales como los aspectos ya meramente estilísticos que con el uso de la tecnología digital de los renders se está generalizando como solución maquilladora o decorativa meramente.

Ahora bien, la estrategia del manejo de la forma arquitectónica a nivel conceptual tiene sus propios desafíos que habría que reconocer; el primero de ellos y según se ha mencionado al principio, tiene que ver con que se trata de una estrategia de trabajo para una etapa en donde el alumno es totalmente nuevo en el aprendizaje de la arquitectura y llega con la expectativa natural respecto a la elaboración de proyectos de arquitectura en un sentido real como única posibilidad, a partir de la experiencia que la propia vida les ha dado en relación a las formas propias de la arquitectura o de edificaciones en la que han habitado, lo que implica que la forma arquitectónica tiene que ser generada a partir de sus componentes propios y específicos tales como, muros, ventana, puertas, columnas, techos, fachadas, escaleras, pasillos, etc.

Es debido a ello que la estrategia del trabajo de la forma arquitectónica a nivel conceptual que aquí se plantea tiene la problemática de trabajar con algo que es del todo desconocido para el alumno que se inicia en el aprendizaje del diseño arquitectónico.

Es aquí donde se vuelve totalmente indispensable introducir al alumno en el tipo específico de configuraciones posibles de la forma arquitectónica a este nivel conceptual mostrándoles cómo es que esto se puede hacer mediante una selección de ejemplos relevantes en donde se puedan ver las diversas posibilidades de configuración de la forma a este nivel como única manera en que se puede dar el inicio en el estudiante que, al momento de comenzar su formación, desconoce del todo de lo que se trata.

TEORÍA DE LA FORMA

Sobre la importancia de reconocer la necesidad de dotar a los alumnos de recursos formales previos para poder dar inicio en el proceso de diseño arquitectónico, es decir, dotarles de una especie de bagaje mental de posibilidades de las formas; se plantea aquí recalcar en las fundamentaciones que, sobre la base de la teoría de sistemas sociales, ofrece el autor Niklas Luhmann en relación con las formas del arte. Cabe aclarar que, como se verá, estas explicaciones pueden servir también para el caso de las formas del diseño en general en el entorno de otro tipo de sistemas sociales, como lo pueden ser las formas de la arquitectura que es el tema más específico que aquí se trata; tan es así que el propio autor ha aplicado su teoría de sistemas sociales a otros ámbitos. No está por demás mencionar que la utilización de la explicación de las formas del arte a partir de esta teoría no tiene que ver sólo con que en las formas de la arquitectura puede existir un componente artístico, sino que esta teoría puede tener efecto también para las demás cualidades de las formas de la arquitectura que les son propias, como lo pueden ser también las cualidades de la forma arquitectónica en relación a lo funcional o a

su estabilidad estructural; y ello es posible debido a que la explicación del surgimiento de las formas se hace sobre la base de que estas cualidades se procesan y reconocen en el entorno de un sistema que es social.

N. Luhmann comienza su teoría con relación a las formas del arte haciendo ver la importancia de la aclaración de la participación de la percepción y la comunicación en el arte. Explica que el arte es, en su sentido moderno, un equivalente funcional del lenguaje: su finalidad es poner en marcha un tipo específico de comunicación que se sirve de la capacidad de percepción (o de la imaginación) de las formas para emprender una “búsqueda de sentido” en el entorno del sistema del arte, que es un sistema social. En relación con el surgimiento de las formas de arte, se hace ver que éstas se introducen en el entorno del sistema del arte diferenciándose de lo demás, y a partir de ello suscitar, “provocar” una comunicación que se da con de lo que ella aporta como forma, a partir de su diferencia específica como forma. Aquí lo importante es “...el efecto disparador de la diferencia específica: poner en marcha, si se logra como forma, un tipo específico de comunicación”; una forma, que al modificar el estado del sistema se convierte en información: como *“diferencia que hace una diferencia”*, y esto es precisamente la comunicación. (Luhmann, N. 2005. pp. 45-50)².

N. Luhmann ahonda en la teoría de la forma sustentada en la diferencia que entiende a la forma como desenlace de la operación de distinción que la introduce en el mundo y hace observable lo que señala como forma, la cual es posible de reconocerse como forma, de comprenderse, a partir de reconocer, de poder observar, su diferencia respecto de lo demás, lo cual se concibe simplemente como el otro lado de la forma, el lado externo a la forma, que entonces se vuelve necesario para reconocer la propia forma, de lo que se puede deducir entonces, que la diferencia específica de la forma sólo es posible de reconocerse en relación, en comparación, a lo demás que existe en el mundo y esto es importante para lo que aquí

se quiere fundamentar. Por otra parte, N. Luhmann explica también que cuando las distinciones se marcan como formas, en o a través de las formas (perceptibles, recuérdese: por ejemplo, formas geométricas), que se aseguran dos cosas: se pueden distinguir y se pueden reproducir, lo cual es importante porque, mientras que la percepción se las arregla con distinciones no-formadas, la comunicación presupone (se basa en) la elaboración de formas en dos sentidos: primero, como condición para la concurrencia de diversos sistemas psíquicos (la conciencia que las percibe) quienes perciben las formas por su diferencia específica; segundo, para garantizar la capacidad de enlace de la comunicación, porque la comunicación recurre a lo ya comunicado y anticipa otras comunicaciones posibles, esto es, la presencia de la recursividad en el momento de cualquier operación comunicativa. Esto debe ser entendido para toda comunicación, y en especial para la comunicación del arte que se apoya en formas auto-producidas en el ámbito de lo perceptible. Así entonces, el sentido de las formas del arte es poner a disposición, para operaciones ulteriores del sistema de comunicación (del arte en ese caso), procesamientos, aumentos de la complejidad, en su lado interno (en la forma misma), pero no en el externo, esto es: *asimétricamente*. Así surgen las formas, como imposición o como acontecimiento³.

Ahora bien, ¿qué tiene que ver esta explicación teórica del surgimiento de las formas del arte en relación con las formas de la arquitectura?, y más específicamente, ¿qué tiene que ver con relación al problema de cómo introducir al estudiante en el proceso del diseño arquitectónico?

Lo primero que habría que decir ante este propósito es que las formas de la arquitectura tienen también un componente estético o artístico, un componente que tiene que ver con la percepción de las formas de la arquitectura y lo que por su medio se nos comunica o aporta de manera similar a las formas del arte, de tal forma que la teoría del arte aquí expuesta aplica directamente a la cualidad comunicativa de la condición

estética de las formas de la arquitectura. Pero, además, aquí se deduce que esta explicación teórica puede perfectamente aplicarse también a las demás cualidades de la forma de la arquitectura que tienen que ver con otras condiciones a las que responde la forma arquitectónica, porque el reconocimiento de las cualidades de una forma, sean de tipo comunicativo o de algún otro tipo o fin, ¡es un reconocimiento que se da en el entorno de un sistema que es social!

Así pues, la aplicación que se desprende tiene que ver, primeramente, con la idea de que las demás cualidades de la forma arquitectónica también se reconocen y se procesan en el entorno del sistema social que es también el sistema de la arquitectura, el sistema de las formas de la arquitectura, en donde lo importante es la aportación de cada forma por su diferencia específica, por sus características de configuración propia, para entender de manera más concreta. Sobre esto se puede deducir que las configuraciones posibles en relación a la forma, que tienen su base en la geometría, son tipologías ya reconocidas, y por tanto, el conocimiento de esas tipologías de posibilidades ya logradas de las formas se vuelve fundamental para la inmersión del estudiante que se inicia en el proceso de diseño arquitectónico, y así poder dar inicio: de aquí la importancia de proveer al estudiante del acervo o bagaje de tipologías y posibilidades de las formas.

Una segunda cuestión se vuelve medular, y tiene que ver con que la diferencia específica de una forma sólo se puede reconocer en relación con lo demás, el lado externo de la forma: de aquí la importancia de la necesaria comparativa que siempre se da para la distinción de algo en la propia forma, y de aquí la importancia otra vez del necesario almacenaje que se da al entorno del sistema social de las formas de que se trate: Nuevamente, almacenaje o bagaje que es necesario de dotar al estudiante que se inicia en el proceso de diseño.

Luego también se entiende que, así como en el caso del sistema del arte la comunicación recurre a lo ya comunicado para garantizar la capacidad de enlace de la comunicación, así también es necesario que, en el procesamiento del reconocimiento de las cualidades de las formas de la arquitectura, se recurra a lo ya logrado para garantizar la capacidad de enlace del logro de las formas; de forma tal que, así como la comunicación recurre a lo ya comunicado y anticipa otras comunicaciones posibles, así también el reconocimiento de otros tipos de cualidades en una forma recurre a lo ya logrado y así también anticipa otras formas posibles con otras condiciones y cualidades posibles, esto es: la presencia de la recursividad en el momento de cualquier operación de reconocimiento de cualidades y aportes de una forma al entorno de un sistema social que se trate, las de la arquitectura en el caso que aquí se aborda.

Ahora bien y en relación tanto al almacenaje de formas de la arquitectura y sus cualidades, como a la recursividad necesaria para las operaciones y procesamiento de las formas que se reconocen en el entorno del sistema social de la arquitectura, es importante aquí recordar que este almacenaje de formas de arquitectura y sus cualidades se ha dado en los archivos y en los libros y revistas especializadas; pero más recientemente la plataforma Pinterest se presenta como un recurso tecnológico digital con nuevas posibilidades para la dinámica del procesamiento en el entorno del sistema social de la arquitectura que se aboca a reconocer y procesar las cualidades de sus formas.

PLATAFORMA PINTEREST.

En relación con el reconocimiento de las posibilidades de lo que con las formas de diseño se puede lograr, y de lo cual es necesario aprender; y en relación también al problema de cómo dar inicio a la enseñanza del proceso de diseño, se plantea aquí como recurso idóneo el uso de la

plataforma Pinterest para proporcionar un cierto bagaje o banco de posibilidades de configuración de la forma/espacio, que según se ha fundamentado, es imprescindible. Pinterest es una plataforma que permite a los usuarios crear y administrar colecciones de imágenes en tableros personales temáticos. Su funcionalidad sigue la metáfora de tableros o murales en los que se fijan con alfileres las fotos de los temas que interesan. (<https://es.wikipedia.org/wiki/Pinterest>)

A diferencia de otras plataformas o redes sociales, la particularidad de Pinterest es que no se basa tanto en la posibilidad de los usuarios de expresarse mediante textos e imágenes de su exclusiva autoría sino mediante la selección de imágenes ya existentes en la propia plataforma. Esta capacidad de búsqueda, selección y colección de imágenes en tableros temáticos es lo que se presenta como una herramienta tecnológica de gran ayuda para los procesos de enseñanza-aprendizaje en las disciplinas que trabajan mucho sobre el aspecto de lo visual, como es el caso del arte, la arquitectura y el diseño.

En relación con otras plataformas de búsqueda de imágenes como es el caso de Google, Pinterest se destaca precisamente por su capacidad de almacenar, clasificar y ordenar las imágenes en los tableros temáticos que se van creando, a partir de los cuales la propia plataforma genera y ofrece al usuario una serie de nuevas imágenes semejantes para seguir el proceso de búsqueda y selección de imágenes. Se trata, por lo tanto, de un enriquecimiento constante de la interacción entre el usuario y las sugerencias de imágenes de la plataforma Pinterest al permitir una actualización automática de las recomendaciones que, una vez registrados en Pinterest, la aplicación nos ofrece en el *feed* de inicio personalizado, de manera que la búsqueda se da en relación con los intereses muy específicos del usuario.

La plataforma tiene la posibilidad de trabajar tableros individuales o también colectivos, en donde varios usuarios depositan las imágenes seleccionadas de manera tal que se enriquece el acervo de imágenes de interés según tema y según, en este caso, el grupo de trabajo. Por otra parte, está la posibilidad de que estos tableros sean conformados de manera previa por el propio profesorado que presenta esta selección de imágenes como pauta para dar inicio e introducción a los fines u objetivos de la materia o asignatura, en el caso de este estudio: imágenes sobre proyectos de diseños de forma/espacio a nivel conceptual.

Esta plataforma se ha venido implementando a lo largo de los últimos 6 semestres en los ejercicios del taller de diseño de los primeros semestres de la carrera de arquitectura de la Facultad del Hábitat, en los cuales se ha desarrollado esta estrategia de inmersión de los alumnos en el proceso de diseño arquitectónico a través del manejo de la forma/espacio a nivel conceptual.

Para el caso de la implementación de esta plataforma de Pinterest como apoyo de la estrategia aquí planteada en relación al diseño de la forma del espacio a nivel conceptual, se han generado básicamente 2 tipos de “tableros” por parte de los docentes: uno de ellos que funciona como una especie de “Acervo” de los trabajos de diseño realizados en el propio taller y que se escogen como los más relevantes en relación a los fines y estrategia didáctica aquí expuesta; y otro tablero en el que se coloca una selección mucho más amplia y diversa de trabajos similares que son escogidos en búsquedas realizadas por los propios docentes en razón de su relevancia y diversidad de posibilidades tipológicas de la forma.

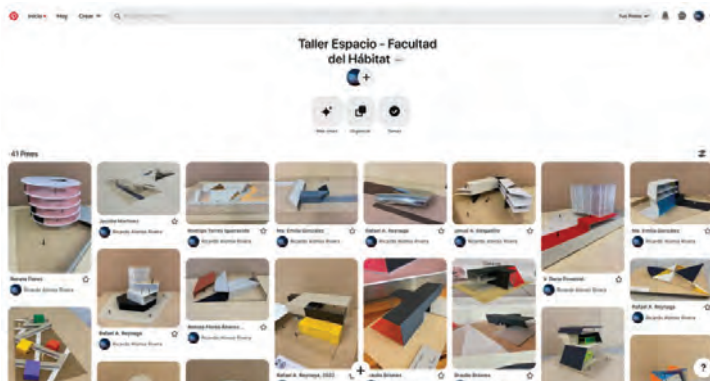


Figura 1. Tablero en Plataforma Pinterest. <https://www.pinterest.com/alonso092o/taller-espacio-facultad-del-habitat/> Nota: En este tablero se van depositando imágenes de los trabajos mejor logrados en la implementación de la estrategia aquí expuesta en relación al manejo de la forma arquitectónica a nivel conceptual.

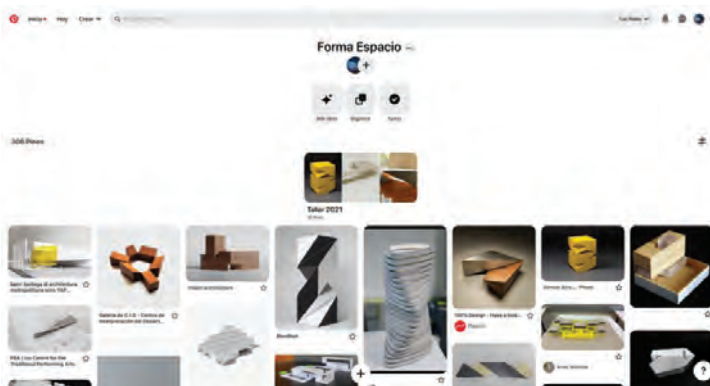


Figura 2. Tablero en Plataforma Pinterest. <https://www.pinterest.com/alonso092o/forma-espacio/> Nota: En este tablero está un repertorio que se va incrementando para ofrecer un bagaje amplio de las posibilidades de configuración de la forma arquitectónica a nivel conceptual (trabajos seleccionados de búsquedas en la propia plataforma de Pinterest).

DISEÑO DIGITAL DE LA FORMA 3D: RHINO

En relación con la generación de la forma arquitectónica a nivel conceptual, es decir, a nivel de abstracción geométrica de la forma 3D, se vuelven muy importantes los medios con los que se cuenta en el proceso de diseño en que se genera la forma (sea una forma simple o una forma compleja como resultado de una composición o diseño de conjunto), porque, más allá de los tradicionales medios como son el dibujo o las maquetas o modelos físicos, actualmente se cuenta con recursos tecnológicos muy avanzados en la generación y visualización tridimensional de la forma. La manipulación de la forma geométrica en el ámbito del diseño, se debe ver como una geometría que participa en los procesos y no en los resultados, una geometría que profundiza en las variaciones de la forma y la estructura de los objetos, vale la pena referir aquí la tesis de Emilia Benito Roldán (2016) en relación a la geometría dinámica que en su momento planteó Hermann von Baravalle en la Escuela HfG de Ulm.

Esto es importante porque, como se ha visto, las formas propias del ámbito del arte o del diseño son formas que comunican a través de sus características y cualidades de configuración formal, que son producidas en el ámbito de lo perceptible (N. Luhmann). Para el caso de la forma arquitectónica a nivel conceptual que aquí compete, las formas tridimensionales que presentan mayor complejidad en su entendimiento y manipulación tridimensional requieren, por lo tanto, recursos de configuración en tres dimensiones. Como se decía, esta condición se ha trabajado usualmente en bocetos o modelos a escala, pero ahora están presentes también los recursos digitales de configuración y visualización de la forma tridimensional que potencializan las posibilidades de generación de la forma tridimensional en el proceso de diseño, que implica el trabajo de una forma de vacíos o espacios tridimensionales y de cuerpos volumétricos. Es importante enfatizar que estas herramientas de generación de la forma tridimensional, exponenciadas por la velocidad de los procesos

digitales, también se encuentran inscritas dentro de los mecanismos de comunicación, autoproducción y generación de recursividad descrita por N. Luhmann. Bajo esta lógica, las herramientas digitales cubren el rol de facilitadores acelerados de esos procesos y se vuelven piezas fundamentales de una metodología de enseñanza acorde con las posibilidades tecnológicas de nuestra época. Así como la plataforma Pinterest se vuelve un mecanismo acelerado para documentar, archivar y documentar acervos gráficos, las herramientas de manipulación de geométrica generan procesos acelerados para proyectar, manipular y visualizar formas con diferentes configuraciones y variaciones.

El interés específico en reconocer a las herramientas digitales como pieza fundamental de los procesos de aprendizaje del diseño arquitectónico responde, en parte, al indiscutible dominio que el día de hoy profesan los medios digitales en cada aspecto relacionado con la producción, representación y difusión del diseño arquitectónico. Responde también a la necesidad de explorar y definir el aún incipiente rol que las herramientas digitales deben jugar como parte del proceso de aprendizaje integral que aquí se describe.

Con esto en mente, se plantea aquí analizar los procesos pedagógicos aterrizados en el uso de aplicaciones digitales concretas; *3D Studio Max* de la compañía Autodesk (3D Max) y *Rhinoceros* de la compañía Robert McNeel & Associates (*Rhino*), sustentados en la operatividad interna del *software* y que, de acuerdo con este acercamiento pedagógico, se presentan como una pieza vinculable al proceso descrito anteriormente. Esto reafirma la estrategia de equipar al alumno con herramientas que continúen el entendimiento y manipulación de la forma arquitectónica, ahora desde el territorio y potencial abierto por los medios digitales y entendido como una continuación lógica del trabajo de maquetas o modelos análogos.

En primera instancia, uno de los principales desafíos de dicha estrategia, radica en trascender y eliminar malas prácticas asimiladas a lo largo de más de 40 años de la popularización del software de dibujo vectorial digital 2D⁴, las cuales representaron el primer acercamiento que la disciplina tuvo con las herramientas digitales, tanto desde la perspectiva de la práctica profesional como desde el terreno de la enseñanza de la arquitectura. A pesar de incorporar desde su primera versión la posibilidad de construir y manipular geometría 3D, la difícil operatividad del ambiente tridimensional en las primeras versiones del *software* y la poca capacidad de los procesadores de la época, hicieron que AutoCAD se popularizara primordialmente como una aplicación de dibujo y producción 2D. Esto representó un accidentado punto de partida para el entendimiento de los medios digitales como una herramienta integral al proceso de diseño y los recluyó al territorio de la representación y producción bidimensional. Lo cual, a su vez, significó una desconexión tacita con lo que aquí hemos llamado el sistema de las formas de arquitectura, siguiendo los lineamientos teóricos de N. Luhmann. Esto quiere decir que, en la medida en la que se afianzaba el entendimiento y la operatividad limitada del uso de herramientas digitales, abocados a cubrir la esfera de la representación bidimensional, más crecía la brecha que la separaba de lo que aquí hemos señalado como procesos adecuados para la generación y manipulación de la forma.

Este alejamiento del mundo de la forma y el espacio dio como resultado generaciones de arquitectos y diseñadores para quienes la producción de las herramientas digitales estuvo restringida a explotar sus capacidades de dibujo vectorial 2D; lo cual empujó también de manera natural el que las incursiones en el mundo 3D a través de estas herramientas se limitaran a simples operaciones de extrusión con líneas o polilíneas, lo que genera de manera sistemática, superficies y sólidos de la complejidad geométrica y formal más básica posible.

En este contexto es importante señalar el valor de los foros académicos de especulación arquitectónica⁵, los cuales han contribuido enormemente a la exploración y expansión de las capacidades de las herramientas digitales como mecanismos de manipulación formal/espacial. Hoy en día, siguen siendo los foros académicos alrededor del mundo los que concentran las discusiones pedagógicas respecto a la postura crítica con nuestras herramientas y metodologías de enseñanza. Un acercamiento que es de particular relevancia al proceso aquí descrito es el que tiene que ver con el Diseño Operativo⁶ y la manipulación de forma/espacio a través de operaciones geométricas (Di Mari, Yoo, 2012)

El acercamiento del Diseño Operativo ofrece una estrategia replicable y de alto valor pedagógico. Su metodología está basada en entender, manipular y controlar las transformaciones en la configuración de sólidos o formas geométricas a través de operaciones o deformaciones específicas.

La geometría resultante adquiere cualidades espaciales y formales distintas a las de la geometría inicial y es el proceso interactivo de manipulación y control de ese cambio lo que conduce al alumno a (ver estos recursos como también generadores de la forma 3D) entender o valorar ambos estados (inicial/resultante) en la geometría de la forma.

Estas operaciones están divididas en tres grandes grupos: Adiciones, Sustracciones y Desplazamientos; dentro de los cuales encontramos un total de 30 operaciones geométricas: expandir, extruir, inflar, ramificar, unir, anidar, *offset*, doblar, sesgar, dividir, girar, entrelazar, intersectar, elevar, alojar, traslapar, rotar, trasladar, esculpir, comprimir, fracturar, nivelar, muescar, pizcar, cortar, afilar, incrustar, extraer, inscribir, perforar.

A pesar de ser un valioso punto de partida, existen diferencias sustanciales entre el acercamiento propuesto por Di Mari y el propuesto en esta metodología. Quizás la más importante de ellas radica en que mientras Di Mari asume en todos los casos, por lo menos de manera ilustrativa,

que la geometría de partida siempre sea el cubo, en este acercamiento se sugiere que la paleta geométrica se extienda para comprender objetos sólidos básicos como prismas, conos, cilindros, esferas y pirámides.

Con esto se busca que el repertorio formal con el que cuenta el alumno sea el más abundante posible. Al mismo tiempo, se busca darle seguimiento y traducir los primeros acercamientos de maquetas análogas a las interfaces digitales. Desde esta perspectiva, el *software* 3DMax y la funcionalidad implícita para manipular objetos sólidos básicos en su *interface* ofrece el enlace idóneo.

Parte de esta compatibilidad radica en el potencial que ofrecen modificadores con parámetros numéricos que controlan la intensidad de la deformación y la visualización automática de sus resultados. Todas las formas geométricas (cubos, prismas, conos, cilindros, esferas, pirámides) listadas anteriormente son objetos sólidos de creación automática en la *interface* de 3DMax y dentro de su lista de modificadores geométricos se encuentran muchas de las operaciones descritas por el Diseño Operativo. Sin embargo, las operaciones en 3DMax contemplan exclusivamente la manipulación de sólidos y, como veremos más adelante, la relación geométrica entre sólidos y superficies es una pieza esencial del acercamiento pedagógico de esta metodología.

Es importante recordar que en términos geométricos los sólidos son figuras tridimensionales, que poseen largo, ancho y alto, ocupan un lugar en el espacio y que, a su vez, definen un volumen. Sus caras son superficies que pueden ser planas, como en el caso de los poliedros (cubos, pirámides) o superficies con curvatura, como en el caso de los sólidos de revolución (cilindro, cono, esfera). Es de particular importancia precisar que las caras de un sólido geométrico encierran un espacio interior finito y que el resultado de manipular una o varias de las superficies que definen

al sólido lo abren o lo dejan expuesto (y lo vinculan al espacio exterior a éste) al volumen infinito del espacio exterior.

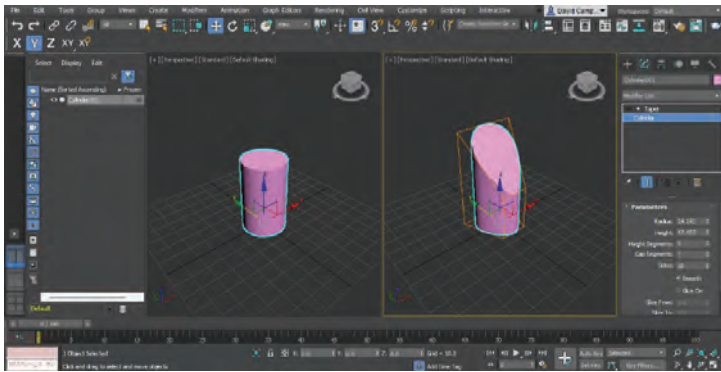


Figura 3. Captura de pantalla de *Interface 3D Studio Max*. Trabajo elaborado por D. Campos (autor)

De la mano a ese énfasis, esta metodología busca hacer evidente el reconocimiento del espacio interior inscrito en la forma (finito) y la percepción de la totalidad geométrica, su percepción desde el exterior y su relación con el contexto (infinito). Lo anterior también busca resaltar en el alumno la relación interior/exterior, extendiendo esa relación más allá de su entendimiento utilitario y operativo (función) hacia incluir también su dimensión perceptual y su relación contextual⁷.

Por ser un *software* basado en la creación de superficies, *Rhino* se vuelve una pieza esencial dentro de la secuencia progresiva de esta metodología. El nivel de precisión y de rigor geométrico en sus procesos de construcción de superficies lo hacen el paso lógico posterior al trabajo con 3DMax, que es un *software* mucho más intuitivo y flexible. Al mismo tiempo, *Rhino* es una herramienta que incorpora de una manera eficiente varios aspectos esenciales en el desarrollo de un diseño del espacio a nivel conceptual a un posterior desarrollo de un proyecto de diseño ya propiamente arquitectónico.

En primer lugar, *Rhino* cuenta con procesos eficientes y claros para extraer información 2D de un modelo digital 3D. Diversos atributos en su *interface* hacen que estos procesos sean intuitivos y muy evidentes. Esto contribuye a enfatizar en el alumno la idea de que cualquier dibujo vectorial bidimensional (plantas, cortes, fachadas) es un mecanismo para representar un objeto tridimensional. Además, el reforzar principios básicos de la Geometría Descriptiva, que son los fundamentos sobre los cuales estas herramientas de representación están basadas, ayudan a crear en el alumno la noción de conocimiento progresivo, esencial en su formación como profesional del diseño. Esto beneficia a una de las consecuencias implícitas en esta metodología, que es dotar al alumno con mecanismos para manipular y controlar la forma y el espacio geométrico, desde un punto de partida abstracto y conceptual hasta la definición técnica de un proyecto arquitectónico, según se ha planteado en la estrategia que aquí se presenta.

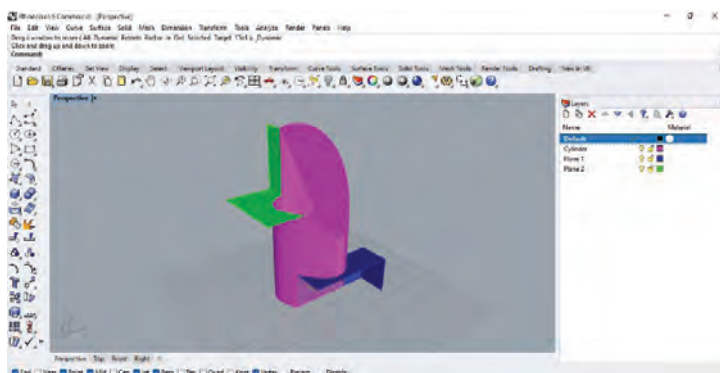


Figura 4. Captura de pantalla de *Interface Rhino*. Trabajo elaborado por D. Campos (autor)

Es por esto que la capacidad de retroalimentación en el proceso de modelado implícita en *Rhino* la hace una herramienta particularmente versátil. Las decisiones que se toman conforme el proyecto avanza y el proceso conduce al alumno de lo conceptual a lo arquitectónico, en cualquier

momento pueden llevar a replantear suposiciones asumidas en las etapas iniciales del proceso.

Por último, es importante mencionar que *Rhino* posee una capacidad prácticamente ilimitada de operar a través de diferentes unidades de medida, lo cual enfatiza en el alumno la idea del diseño como herramienta para ordenar el mundo material, independientemente de su escala. Esto significa que en el alumno se crea la habilidad y el entendimiento, promovida por las cualidades de la herramienta, de promover la convivencia de la arquitectura con su contexto, pero al mismo tiempo la convivencia con su sustento físico, material y constructivo.

CONCLUSIONES.

De lo aquí expuesto lo primero que habría que resaltar son las ventajas de iniciar al alumno en el proceso de diseño arquitectónico desde los primeros semestres de su formación, lo cual es posible en mucho mejor manera si ello se lleva a cabo con un manejo de la forma arquitectónica a nivel conceptual, es decir a un nivel abstracto, en el plano de la configuración geométrica de la forma. Con esto lo que se consigue es que se descubran las diversas posibilidades de generación y manipulación de la forma y lo que con ellas se puede lograr en términos compositivos (estéticos), pero también en términos de las cualidades espaciales que se pueden lograr para las condiciones de habitabilidad requeridas; aunque claro, en este nivel de inicio de formación se trabajarían estas cualidades a un nivel de generalidad esencial que luego en el avance de la formación podrán ir siendo incrementadas, detalladas y profundizadas. Es también importante mencionar que, al manejar la forma a un nivel conceptual, se consigue que el estudiante se concentre más en el manejo de las cualidades espaciales de la forma por encima de la simple configuración geométrica. Ahora bien y en relación a las características y cualidades propias de las formas, arquitectónicas en este caso, de lo aquí tratado

se colige que las cualidades de las formas son posibles de identificar, de reconocer, en función de su diferencia específica que presentan, y ésta sólo es posible de reconocer en relación con las demás formas que existen, “el otro lado de la forma, su lado externo”, al que hace referencia N. Luhmann, porque el reconocimiento de las cualidades de una forma es un reconocimiento que se da en el entorno de un sistema que es social. De ahí la importancia de la comparativa constante con relación al bagaje de posibilidades existentes en relación con la forma arquitectónica.

El llevar a cabo la enseñanza sobre la base de dotar a los estudiantes de un bagaje amplio de posibilidades de la forma, apoyándose para ello en la plataforma de Pinterest, ha sido una estrategia que ha potencializado la obtención de mejores resultados en el proceso de diseño; las imágenes que aquí se presentan con relación a los resultados obtenidos en el transcurso de tres generaciones de estudiantes en que se aplicó esta estrategia, así lo han demostrado.

Como pieza integral y evolutiva de este proceso, presentamos también la idea de que la generación de la forma es la pieza central en la enseñanza del diseño. Para ello, además de los recursos tradicionales del boceto y las maquetas físicas (o análogas según se les quiera llamar), el modelado en plataformas digitales como *Rhino* o *3dMax* constituyen medios ideales para la creación y manipulación de la forma, con una velocidad potencializada para generar variaciones automáticas y configuraciones ilimitadas. Cabe señalar que el uso limitado a herramientas de representación bidimensional ha sido dañino al avance de estos objetivos. Dado que los estudiantes cuentan con acercamientos a recursos digitales desde etapas iniciales y a lo largo de múltiples aspectos de su preparación académica, es perfectamente viable promover que las herramientas digitales de generación tridimensional de la forma se incorporen al método de enseñanza de diseño que aquí se propone.

REFERENCIAS.

Álvarez, M., Castro, A., Muñoz, L., Hernández, G. y Rodríguez, M. (2018). La utilidad de Pinterest como recurso didáctico en la enseñanza de la Historia del Arte en el ámbito universitario. En Rosabel Oig-Vila (Ed.), *El compromiso académico y social a través de la investigación e innovación educativas en la Enseñanza Superior*. Barcelona: Octaedro.

Benito Roldán, E. M. (2016). *La geometría como lenguaje de las formas: Hermann von Baravalle en la hfg de UIm*. Madrid: UPM. Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid, Departamento de composición arquitectónica. Tesis de doctorado en arquitectura.

Broadbent, G. (1971). *Metodología del diseño arquitectónico*. Barcelona: Gustavo Gili.

Carrer, Ch. (2018). *Pensar el espacio: reflejos, superficies y colores*. México: Secretaría de Cultura / Petra ediciones.

Di Mari, A. y Yoo, N. (2012). *Operative Design: A Catalog of Spatial Verbs*. Amnsterdam: BIS Publishers.

Jones, Ch. (1982). *Métodos de diseño*. (3ª ed.). Barcelona: Gustavo Gili.

Luhmann, N. (2005). *El arte de la sociedad*. México: Herder / UIA.

Martínez Valdez, M. (2022). *Diseño arquitectónico: jugando geometría*. EUA: Kindle.

Salazar González, G. (2008). Modos proyectuales. *Cuadernos de Arquitectura de Yucatán*. México: UAY, Mérida.

NOTAS

1. Las metodologías del diseño provenientes de autores como Geoffrey Broadbent y Christopher Jones, que en cierto tiempo sirvieron de fundamento para la enseñanza y ejercicio del proceso de diseño arquitectónico, han devenido en la práctica de una dinámica de los Talleres de proyectos en donde se espera que los esquemas, diagramas o modelos de análisis predominantemente funcionales,

sean los que lleven a la conceptualización o generación de la forma del espacio arquitectónico.

2. Para que se entienda un poco mejor esta explicación, se colige aquí que esta diferencia que genera la obra de arte tiene que ver con los aspectos propios del arte como son fines estéticos o compositivos, ideas y significados manifiestos a través de formas perceptibles, los cuales, en la medida en que sean entendido como tal, se confirman en el entorno o sistema del arte, y se asientan como un producto u obra que efectivamente algo es capaz de comunicar.

3. Ver también: Cap. 2, p.114, y Cap. 3, p.195-198

4. El software AutoCAD, creado por la compañía Autodesk, tuvo el lanzamiento de su primera versión en 1982 y desde entonces ha sido el indiscutible líder en el mercado del diseño asistido por computadora, CAD por sus siglas en inglés (Computer-Aided Design).

5. En particular, al final de la década de los 90s, los paperless studios del GSAPP (Graduate School of Architecture, Planning and Preservation) de Columbia University, son ejemplos importantes que ilustran la atención que se generó alrededor de las herramientas digitales como medios para expandir discusiones discursivas y disciplinares respecto a la experimentación especulativa con la forma y el espacio.

6. A través de su trabajo, que comprende los libros *Operative Design* y *Conditional Design*, Anthony Di Mari y Nora Yoo, ambos graduados del GSD (Graduate School of Design) de Harvard University, presentan un acercamiento pedagógico nutrido y basado por su propia experiencia docente.

7. Aquí se vuelve esencial el entendimiento y dominio de los conceptos de volumen finito y volumen infinito, así como los diferentes mecanismos para inducir su percepción y la forma en la que la forma y el espacio se relaciona con las diferentes condiciones contextuales con las que la arquitectura convive.

CAPÍTULO 5

Circunstancias epistemológicas del origen de la tecnología digital en el arte.

Gerardo Vázquez Rodríguez

Facultad de Arquitectura

Universidad Autónoma de Nuevo León, México.

INTRODUCCIÓN

Desde una visión acotada de la extensa relación del arte con la tecnología podríamos ejemplificar que, durante la prehistoria, los artistas utilizaban herramientas primitivas para tallar en piedra y madera, y para hacer pinturas con pigmentos naturales. En la Edad Media, el arte se centró en la religión y se utilizó la tecnología para crear obras de arte como las vidrieras de las catedrales. Durante el Renacimiento y el Barroco, el arte se convirtió en una forma de expresión personal, y los artistas utilizaron nuevas tecnologías como la perspectiva para crear obras más realistas (Guyer, 2009).

En el siglo XIX, la invención de la fotografía cambió radicalmente la forma en que se concebía el arte. Los artistas comenzaron a experimentar con nuevas técnicas y materiales, y casi a la par o desde esta motivación fotográfica, se crearon nuevos movimientos como el impresionismo y el expresionismo. A principios del siglo XX, la tecnología comenzó a tener un papel más importante en la creación de obras de arte, y surgieron nuevos movimientos como el futurismo y el cubismo que exploraban las posibilidades de la tecnología en el arte (Guyer, 2009).

Para las décadas de mil novecientos cincuenta y sesenta del siglo XX, el arte y la tecnología computacional se fusionaron de manera radical, dando pie al nacimiento del arte digital. Los artistas comenzaron a experimentar de manera destacada con computadoras y software para crear obras de arte que eran imposibles de realizar de otra manera. En la actualidad, el arte digital es una forma de expresión artística totalmente aceptada y se encuentra en museos y colecciones reconocidas de todo el mundo (Paul, 2015).

En base a lo anterior consideramos preciso el desarrollar una aproximación de corte epistemológico que nos pueda plantear una ruta posible del camino que ha seguido la evolución de la mancuerna entre arte y la tecnología de la digitalización; intentando aportar conocimiento sobre los principales puntos de origen que dan pie a esta amalgama de conocimientos. Postulamos que los trabajos de este corte permiten a los lectores crear herramientas para interpretar ideologías, conceptos y motivaciones subyacentes en la estructura y el desarrollo del fenómeno a estudiar.

Por lo tanto, definimos como puntos de origen de la evolución del arte digital, cuatro principales etapas de desarrollo, la primera será la incipiente utilización de equipo de cómputo en la producción de arte, subsecuente planteamos el uso del internet, como tercera y cuarta etapa se consideran el uso de la robótica y la inteligencia artificial. La generación de esta cla-

sificación parte desde el desarrollo y aparición masiva de la tecnología digital, creemos que el arte fue precursor de esta línea de uso colectivo de cierta tecnología en la sociedad; esta planteamiento hace que nos separemos eventualmente de clasificaciones que provienen desde el ámbito artístico, como podría ser el ampliamente utilizado sistema clasificatorio de Bruce Wands (2007), donde contemplaría las dos siguientes categorías: propuestas artísticas que consideran lo digital como Herramienta y Propuestas artísticas que consideran lo digital como Medio. El arte digital puede involucrar una amplia variedad de disciplinas y técnicas y cabe acotar que, como forma de arte relativamente nueva, el arte digital está en constante evolución y experimentación, su definición y categorización sigue siendo un tema de debate en la comunidad artística y académica.

DESARROLLO

Coincidimos con autores como Rush (2005) , Ascott (2007), Cramer y Martin (2008) y Paul (2008) (2015), al definir el arte digital como las prácticas artísticas que utilizan tecnología digital o electrónica como medio de producción y/o exhibición. Esto incluye, obras de arte generadas por computadora, arte de medios interactivos, instalaciones multimedia, arte en línea y arte de realidad virtual. La digitalización en el arte se considera una forma de expresión artística que ha evolucionado enormemente desde sus inicios prácticos en las décadas de 1950 y 1960, aunque las primeras conceptualizaciones teóricas estarían obligadas desde los primeros años del siglo xx por medio del movimiento futurista y sus narrativas sobre seres autómatas que conviven con los seres humanos y el desarrollo descriptivo de seres biológicos modificados por implantes tecnológicos (Marinetti, 1909) .

En sus inicios, la práctica del arte digital se centró en la utilización de computadoras para crear imágenes y gráficos generados por ordenador.

Los primeros artistas digitales experimentaron con patrones oscilatorios, hologramas, comunicación digital y programación básica para computadoras, intentando generar nuevas imágenes y representaciones, fuera de lo convencional. A medida que la tecnología avanzaba, los artistas comenzaron a utilizar una variedad mucho más amplia de tecnología para crear entornos artísticos más complejos y detallados. A continuación, exponemos nuestra clasificación sobre el fenómeno.

ARTE Y SISTEMAS COMPUTACIONALES

Una de las primeras referencias de una obra artística que utilizó como herramienta formal un sistema computacional y digital fue la serie de piezas realizadas por el artista estadounidense Ben Laposky en la década de 1950, él creó una serie de obras que llamó "Oscillograms", en las que utilizó una máquina osciloscopio para crear patrones y formas abstractas utilizando ondas eléctricas. Estas formas eran registradas en película fotográfica y posteriormente ampliadas como obras de arte. Aunque esta técnica no involucraba directamente el uso de una computadora, sentó las bases para la creación de obras de arte digitales y equipo sofisticado de cómputo (Laposky, 1953).

En 1967, se crea la obra "Hummingbird", una pieza de arte digital creada por el artista estadounidense Charles "Chuck" Csuri, y es considerada una de las primeras obras de arte digital de la historia, fue formada utilizando una computadora IBM 1130, con la cual a través de sólo líneas logró dibujar un colibrí que después se desfragmenta en líneas abstractas (Csuri, 1967). Este trabajo se realizó a partir de 30,000 imágenes que construían 25 secuencias en movimiento. El autor utilizó una técnica llamada "animación de celda" para crear la ilusión de movimiento en la obra. "Hummingbird" es una obra significativa en la historia del arte digital, muestra una de las primeras colaboraciones entre artistas y programa-

dores de computadoras (López M. , 2019). Esta primigenia pieza de arte digital ha sido exhibida en importantes museos de arte contemporáneo de todo el mundo.

Para la década de 1970 el artista alemán Dieter Jung crea las primeras obras de inmersión en un ambiente digital, entornos creados previamente desde secuencias de programación holográfica¹. Después de estudiar holografía en Nueva York, Jung trabajó con destacados científicos para desarrollar un trabajo que amplió las posibilidades técnicas y artísticas de la holografía, que el físico Dennis Gabor descubrió casi por casualidad en 1948, esto convertiría a Jung en uno de los principales protagonistas del arte holográfico a nivel internacional. Para sus primeros hologramas, Jung utiliza plumas encontradas en 1977 en Central Park en Nueva York, que flotan en el espacio y proyectan sus sombras como objetos de filigrana en la imagen holográfica. Posteriormente, transfirió poemas al medio de la holografía, para lo cual tuvo que construir elaborados modelos para filmarlos en un plato giratorio de 360°, esta instalación consiste en una serie de hologramas que se proyectan en una habitación oscura y que crean una ilusión de profundidad y movimiento (Piene, 2023).

Eduardo Kac, en 1985, desarrolla una serie de obras llamadas “Holopoesía”, donde combina, también de manera holográfica, textos, imágenes, sonidos e interacciones de movimiento del observador, cada pieza sería una experiencia única, diseñada para ser explorada por el espectador a través del movimiento y la interacción con los elementos holográficos.

Artistas como Laposky, Csuri, Jung y Kac generarían una gran trayectoria afincada en el desarrollo de obras que están en el borde de la ciencia, la tecnología aplicada y el arte; muchas veces sus obras anticiparon fenómenos tecnológicos que años después se volverían de uso cotidiano. Así, desde finales de los años cincuenta, poco a poco, el arte digital comenzaría a ganar reconocimiento y aceptación en la comunidad artística. Los artis-

tas digitales estaban explorando nuevas formas de expresión y creando obras de arte que desafiaban los límites de los medios tradicionales.

Cabe destacar que, aunque estas obras son consideradas como las primeras referencias de la utilización de equipo de cómputo como herramienta en la creación de obras de arte, existen a la par, obras artísticas que se crearon utilizando otras formas de tecnología, como, la fotografía, la proyección y el uso de la televisión.

ARTE E INTERNET

En la década de 1990, la llegada de Internet y la World Wide Web generaron nuevas posibilidades para el arte digital. Los artistas comenzaron a experimentar con el uso de la red para crear obras de arte en línea, como sitios web y proyectos interactivos.

Hay dos factores fundamentales y eficaces que Internet pudo proporcionar a los artistas, su potencial para comunicarse e interactuar con los usuarios, y su capacidad para crear contenido a partir de estructuras complejas que vinculan imágenes, texto y sonido.

El Net.art, o arte en red es la práctica de utilizar la plataforma de Internet para ejecutar trabajos, que a menudo tiende a tener componentes interactivos. El termino nacería aleatoriamente, fue el medio mismo quien lo dio, y el crédito sería de Vuk Ćosić, artista esloveno que recibió un correo electrónico anónimo en 1994 y que por incompatibilidad del software, arrojaba un error que terminaba en texto con formato ASCII, a continuación se muestra la redacción del error: “[...]]8g#|;Net. Art{´ ^s1 [...]” (Valdivia, 2021) de esta redacción solo se puede leer Net.art. Así Cosic trata inmediatamente el texto como un ready-made artístico y, por lo tanto, como una nueva forma de creación.

En consecuencia, en los años noventa surgirían los primeros artistas que trabajaban en la red, Cosic, Jodi.org y Heath Bunting, de entre varios, fueron los principales protagonistas de este movimiento. Sus trabajos en general, se inspiraron en las vanguardias del futurismo, el arte cinético y óptico, y el arte conceptual, así como el land-art, el arte postal y el fluxus (Valdivia, 2021), por lo tanto, el resultado conceptual y narrativo de este movimiento se convertiría en plataformas activistas para causas políticas y desigualdades sociales, lo que llevó a la creación de espacios virtuales de diálogo práctico y teórico en línea, como foros, listas de correo y sitios web que sirvieron como base para obras que intentaban crear comunidades expansivas con una visión abierta hacia las posibilidades que el nuevo universo del internet ofrecía. A continuación, exponemos a varios de los principales autores e iniciadores de este movimiento.

Conocido por ser uno de los pioneros del net art estaría el artista serbio Vuk Cosic, nacido en 1966, este prolífico artista ha estado activo en política, literatura y arte, y desde 1994 ha exhibido y publicado su obra en numerosas exposiciones y sitios web. En 1998, este artista digital crea una obra de arte en Internet de notable importancia, titulada "ASCII History of Moving Images". Este trabajo consiste en siete fragmentos de video soportados en páginas web y tomados de fuentes reconocidas del cine, la televisión y el video. Para producir su obra, transforma los píxeles o puntos de la imagen en caracteres ASCII (American Standard Code for Information Interchange). Los fragmentos de video que utiliza en su trabajo son de películas como los hermanos Lumiere, El acorazado Potemkin, King Kong, Star Trek, Blow Up, Psicosis y películas de corte erótico. Los clips se presentan en la pantalla de la computadora en un estilo visual que imita la apariencia de las primeras pantallas de computadora, con un fondo negro y caracteres en verde (Cosic, 1998). Las obras del Net Art desaparecen físicamente y se transforman en un cúmulo

de datos que habitan solamente en medios digitales de información que se comunican por medio del internet.

Otros pioneros del Net Arts son Jodi o jodi.org es un dúo de artistas de Internet: Joan Heemskerk (Holanda) y Dirk Paesmans (Bélgica). Este colectivo tiene antecedentes en la fotografía y el video artístico, pero a partir de mediados de los 90 empezaron a crear trabajos artísticos originales para la World Wide Web. En sus obras se utilizan intervenciones sobre videojuegos en línea o interfaces gráficas de las computadoras, a partir de estas interposiciones se crean “nuevos” software agresivamente deconstructivo que desorganiza lo que ya está instalado en la computadora. El objetivo de Jodi es deconstruir las aplicaciones informáticas disponibles en el mercado y presentar modos alternativos de software art. La aproximación de Jodi a la modificación de juegos es comparable en muchas maneras al deconstructivismo en la arquitectura y el diseño, ya que ellos desarmar un juego hasta sus partes más básicas y lo reensamblan de tal forma que no tiene sentido intuitivo. Por ejemplo, una de sus obras más conocidas es la modificación del videojuego online Quake, donde generan un patrón de error en el motor del juego, esto modifica la estética y función del juego, esto surge como descubierto en la deconstrucción generada (Trilnick, 2005). En síntesis, este colectivo utiliza un enfoque disruptivo para modificar software en línea, reorganizando y presentando una experiencia de juego alternativa.

Posiblemente el artista con la obra más subversiva de la primera generación de creadores por internet es el británico Heath Bunting, nacido en 1966. Su trabajo se basa en la creación de sistemas abiertos en su programación, esto genera una democracia del software y de las plataformas digitales de internet, generando nuevas dinámicas en los entornos de los sistemas sociales (Valdivia, 2021). De su producción inicial, destaca en 1997, la obra en línea “Guía de visitantes de Londres”. Esta pieza se trata de una guía en línea de Londres que utiliza la iconografía y la

estética de las guías turísticas oficiales, pero con un enfoque subversivo. En lugar de proporcionar información útil para los visitantes, la obra ofrece una guía para “turistas no deseados”, inmigrantes, refugiados y otros grupos marginados, para que puedan evitar las áreas de alta vigilancia y los lugares de detención en la ciudad. La obra se presenta como una serie de mapas en línea que incluyen información sobre los centros de detención, las oficinas de inmigración y las áreas vigiladas, también se incluyen rutas recomendadas para evitar áreas de alto riesgo para los migrantes (Bunting, Rhizome, 1997).

Esta pieza intentaba generar una reflexión sobre el control y la vigilancia en la sociedad contemporánea, y que utiliza las herramientas del arte digital para perturbar la lógica de las guías turísticas oficiales. También y bajo el mismo corte conceptual, en 2002, Bunting, presenta el proyecto Border Xing, en esta obra se detallan formas de cruzar las fronteras internacionales en toda Europa sin documentación legal (Bunting, Heath_Bunting, 2002).

Estas obras son consideradas como unas de las más destacadas dentro del movimiento del net art y una muestra de cómo los artistas pueden utilizar la tecnología para cuestionar y criticar la sociedad contemporánea.

Por lo tanto, el arte en la web no consideraba sitios dedicados a exhibir o catalogar obras de arte, como los de museos o galerías. Desde este medio incipiente en los años noventa, los artistas de net art desarrollan obras que intentaban discutir y debatir sobre sistemas lineales o medios narrativos de conciencia colectiva y con cualidades democráticas. En su práctica, estos artistas, se proponían el uso colaborativo, horizontal y bidireccional de las redes. En consecuencia, el net art estuvo estrechamente relacionado, desde sus inicios, con la formación masiva de la cultura en red que prosiguió en el nuevo siglo.

ARTE Y ROBÓTICA

Antiguamente, desde el siglo IV A.C. se tiene indicios de la elaboración y diseño de máquinas autómatas que funcionaban por fuerza hidráulica, de viento o de vapor, estas primitivas máquinas recreaban procesos de movimientos de animales o de seres humanos y sirvieron tanto para entrenamiento como para el estudio científico o para generar herramientas que facilitaran las tareas cotidianas, también fueron utilizados en la guerra².

Acotando el término “robot”, es un término que inicialmente se popularizó desde el arte, en la obra teatral R.U.R. del escritor checo Karel Čapek en 1920, donde se propone la palabra “robota” significa trabajo o labor, en checo y se utilizaba tradicionalmente para describir el periodo de trabajo que los siervos debían otorgar a sus señores (Koreis, 2008).

Contemporáneamente no existe un consenso unánime entre los expertos acerca de qué máquinas pueden ser consideradas como robot. Sin embargo, pareciera que se ha alcanzado un acuerdo general entre los especialistas del área y el público en general, en el sentido de que los robots tienden a realizar, según su programación, al menos, algunas de las siguientes actividades de forma automática: desplazarse, operar un brazo mecánico, percibir y manipular su entorno, y mostrar comportamientos inteligentes, especialmente cuando imitan a los humanos o a otros animales (Engelberger, 1989) (Simon, 2017)

Retomando la iniciativa de Čapek, existen indicios anteriores sobre los robots en el arte. Específicamente dentro del movimiento futurista, el 20 de febrero de 1909, Filippo Tommaso Marinetti, líder ideológico del movimiento futurista publica el llamado “Manifiesto Futurista” dentro del afamado periódico parisino *Le Fígaro* (Vázquez G. , 2015). En este texto, Marinetti expone su visión radical del arte y la sociedad, propone una ruptura con el pasado del arte y la creación de una cultura

nueva que fusione a la tecnología con las manifestaciones artísticas. Y casi a la par del manifiesto futurista, Marinetti publica dos textos originales que refieren a humanoides. El primero de ellos es “Poupées Electriques”; en este drama, Marinetti centra el tema dominante de la narración en una extraña forma de exhibicionismo, en el que la protagonista tiene el fetiche de mantener relaciones íntimas frente a dos autómatas (títeres eléctricos) (Vázquez G. , 2023). Para Tonini (2023), es importante mencionar y destacar la innovación futurista del uso de autómatas humanoides (robots) en escena, diez años antes de que el novelista checo Čapek.

El segundo texto de Marinetti que sugerimos para complementar la idea de la robótica y llevarla hasta la llamada frontera del cyborg, donde se integran cuerpos humanos y máquinas, es el libro “Mafarka il futurista” (1910). En esta novela, Marinetti utiliza la figura del guerreo y marino Mafarka para representar al hombre futurista que busca superar los límites de su cuerpo y su mente a través de la tecnología y la experimentación. A lo largo de la narración, Mafarka lleva a cabo una serie de experimentos en los que intenta transformar su cuerpo en una máquina inmortal, llegando a implantarse alas para poder volar y un cañón en su pecho para atacar a sus enemigos. Esta es una obra representativa de la visión radical y ambiciosa del futuro humano. El protagonista Mafarka ilustra las ideas futuristas de que la tecnología y la ciencia pueden ser utilizadas para transformar y mejorar el cuerpo humano. Destacadamente, este libro podría ser el inicio del imaginario transhumanista, concepto altamente explotado por los medios de masa, la cultura pop y el arte durante el siglo xx y el siglo XXI (Vázquez G. , 2023).

De manera practica será difícil dar referencia a la primera obra artística que utilizó la robótica como herramienta, ya que hay varias obras y proyectos que pueden considerarse pioneros en este sentido, sin embargo, podemos mencionar algunos de los primeros ejemplos conocidos.

El arte cinético, que se desenvuelve en los años 50 y 60, contribuyó a liberar la escultura de una forma estática reintroduciendo a la máquina en el núcleo del debate artístico. Destaca en este contexto *CYSP 1* (Escultura Cibernética Espacio dinámica), 1956, de Nicholas Schöffer. Esta obra interactiva pionera, montada en una base fija y realizada con sensores y dispositivos electrónicos analógicos, producía diferentes movimientos en respuesta a la presencia de observadores. Al pasar de lo electromecánico a lo electrónico, la obra de Schöffer creó un puente entre el arte cinético y el de la robótica (Kac, 1998, pág. 66). En el mismo corte y también dentro de un momento transitorio en lo cinético y lo electrónico, encontramos obra del artista suizo Jean Tinguely, quien en 1960 creó su primera máquina autónoma, llamada “Méta-Matic No. 17”, que producía dibujos abstractos mediante la manipulación de lápices y plumas (Museo Stedelijk, 2016).

Entre 1968 y 1970, el artista estadounidense Edward Ihnatowicz creó “The Senster”, una escultura robótica que respondía al sonido y al movimiento de las personas que se encontraban cerca de ella. La pieza se trataba de una estructura mecánica de seis metros de altura que se movía y respondía a los estímulos del entorno mediante sensores incorporados en su interior. La pieza representaba una forma temprana pero asombrosa para su tiempo de exploración artística en la intersección de la tecnología y la creatividad. La obra buscaba cuestionar las formas convencionales de la escultura al introducir el elemento de movimiento y respuesta al entorno. “The Senster” fue diseñada para imitar el comportamiento de un animal, con movimientos y expresiones que evocan las características de un ser vivo.

La pieza también refleja el interés del artista en la interacción humano-máquina y la comunicación no verbal. Ihnatowicz exploró nuevas formas de expresión artística y estableció un precedente para el uso de la tecnología en el arte.

Otra obra que intento adelantarse a su tiempo por medio de la interacción robótica fue la creada en 1986 por Eduardo Kac, quien presenta Telepresence Art (Arte de la Telepresencia); obra consistente en la creación de la primera obra de telepresencia con un robot operado a control remoto (Kac, 2023). En esta obra, los participantes podían conversar con el público a través del cuerpo del robot móvil; explícitamente la pieza consistía en dos cabinas ubicadas en diferentes partes del mundo, conectadas por medio de una línea de telecomunicaciones contenidas en una pieza robótica. A manera de pronóstico, esta pieza de comunicación se desarrolló muchos años antes de la actual utilización masiva del internet. Para el autor, estas piezas tenían la intención de hacer de referencia hacia el paso de la humanidad hacia una cultura digital (Kack, 2023)

ARTE E INTELIGENCIA ARTIFICIAL

El uso de la inteligencia artificial (IA), hasta ahora, es la última evolución en el arte digital y está generando nuevas posibilidades creativas para los artistas. En los últimos años, el uso de esta herramienta ha llevado el arte digital a nuevos niveles de creatividad y expresión; los artistas utilizan algoritmos y software de aprendizaje automático para crear obras de arte que son únicas e impredecibles. La IA también se utiliza para la creación de obras de arte colaborativas, en las que la máquina y el artista trabajan juntos para producir una obra final. Este nuevo arte digital plantea preguntas interesantes sobre la autoría y la originalidad de las obras de arte. ¿Es el artista el creador de la obra, o es el algoritmo que utiliza? ¿Es posible que una máquina tenga creatividad y originalidad propia? Actualmente, estas preguntas son difíciles de responder, pero sin duda el uso de la inteligencia artificial en el arte digital está generando nuevas formas de creatividad y expresión.

También, al igual que en los apartados anteriores, las primeras referencias de una obra artística que utilizó algoritmos y software de aprendizaje automático como herramienta es difícil de precisar, ya que es un área relativamente nueva del arte contemporáneo digital y hay varios artistas y obras que se consideran pioneros en este sentido. Sin embargo, podemos mencionar algunos de los primeros ejemplos conocidos y más relevantes hasta el momento:

“Unsupervised” es una obra del artista turco Refik Anadol que fue expuesta en el Museo de Arte Moderno de Nueva York (MOMA) en 2019, convirtiéndose en la primera obra de arte basada en inteligencia artificial que se expone en este museo. La obra consiste en una instalación que utiliza la inteligencia artificial para analizar un compendio de 380.000 imágenes extraídas de 180.000 piezas de arte de la colección del MOMA (Romero, 2022).

Para crear este modelo de inteligencia artificial, el artista se apoyó en las redes generativas adversarias (GAN), este sistema se puede describir como un tipo de algoritmo de aprendizaje profundo que se utiliza para generar imágenes y otros tipos de datos similares, como sonidos y videos, a partir de datos de entrenamiento existentes. Puntualizando, una GAN está compuesta por dos redes neuronales que compiten entre sí en un proceso de aprendizaje iterativo. Una red se encarga de generar datos de entrenamiento, mientras que la otra red se encarga de evaluar si esos datos son lo suficientemente parecidos a los datos reales de entrenamiento. Por lo tanto, GAN es un tipo de inteligencia artificial que puede generar nuevas imágenes, sonidos o videos que parecen auténticos y que no han sido creados por un ser humano. Este tipo de tecnología se está utilizando cada vez más en aplicaciones como el diseño gráfico, la animación, los videojuegos y la creación de contenido generado por computadora (Ian J., Jean, & Mehdi, 2014).

De esta forma, Anadol ha creado una especie de collage que se presenta en forma de movimiento y dinamismo en una pantalla enorme, y luego generando permanentemente nuevas imágenes y datos a través de un algoritmo. En síntesis, la obra se basa en un sistema de aprendizaje automático que utiliza una red neuronal artificial para procesar información visual y crear nuevos datos en tiempo real. Conceptualmente la obra plantea cuestiones sobre el papel de la inteligencia artificial en el arte y la creatividad, y cómo la tecnología puede ser utilizada para explorar nuevas formas de expresión artística. También plantea cuestiones más amplias sobre el papel de la tecnología en nuestra sociedad y en la forma en que percibimos y comprendemos el mundo que nos rodea.

Previamente a que el arte y la inteligencia artificial llegaran a los grandes museos, en 2015, el artista alemán Mario Klingemann creó “Memories of Passersby I”, una obra de arte generativa que utilizó un algoritmo de aprendizaje automático para crear retratos de personas inexistentes. El algoritmo se entrenó en una base de datos de 10,000 retratos de humanos reales (López I. , 2020) y, a partir de ese entrenamiento, generó retratos que parecían admirablemente coherentes en su detalle realista, sin embargo, ninguno tenía existencia humana.

Para el año 2016, surge un ejemplo iconográfico del uso de la IA en el arte, es la pieza creada por el artista estadounidense Ross Goodwin, quien creó “Sunspring”³ (Sharp & Goodwin, 2016), un cortometraje cuyo guion fue generado por un algoritmo de aprendizaje automático. Esta pieza cinematográfica es un ejemplo sorprendente de cómo la inteligencia artificial puede cambiar la forma en que se crea el arte, la película fue escrita por una red neuronal de aprendizaje profundo llamada LSTM (Memoria a largo plazo de corto plazo) que fue alimentada con guiones de ciencia ficción previamente escritos. La red generó el guion a través de la selección de palabras y frases que tenía en su memoria, creando una narrativa que es al mismo tiempo extraña e intrigante (Vázquez C. ,

2016). La obra desafía la noción de autoría en el cine y plantea preguntas sobre la creatividad y la originalidad en la era de la inteligencia artificial. ¿Puede la inteligencia artificial ser considerada como un colaborador creativo en el proceso artístico? ¿Hasta qué punto los algoritmos están influyendo en nuestra percepción del arte y la cultura? “Sunspring” también demuestra la capacidad de la inteligencia artificial para crear algo nuevo e inesperado, que puede inspirar a otros artistas para explorar la tecnología y sus posibilidades.

CONCLUSIONES.

La interacción entre la tecnología digital y el arte contemporáneo ha experimentado un notable desarrollo en las últimas décadas, generando transformaciones tanto en los procesos de creación artística como en la vivencia del arte. La era digital ha propiciado nuevas formas de expresión artística, permitiendo a los artistas explorar y desafiar los límites tradicionales del arte.

Una de las principales conclusiones contemporáneas respecto a esta relación radica en que la tecnología digital ha ampliado tanto el alcance como las posibilidades del arte. Los artistas ya no se encuentran limitados por los medios y técnicas convencionales, sino que pueden valerse de herramientas digitales para crear obras interactivas, instalaciones multimedia, arte generativo y otras manifestaciones artísticas. La tecnología digital ha propiciado la fusión de distintas disciplinas artísticas, tales como la música, el cine, la performance y la visualización de datos, generando experiencias artísticas más inmersivas y multisensoriales.

Adicionalmente, la tecnología digital ha democratizado la producción y distribución del arte. Con la aparición de las redes sociales y las plataformas en línea, los artistas pueden compartir su trabajo con una audiencia global de manera instantánea. Esto ha resultado en una mayor diversidad y accesibilidad en el arte, superando barreras geográficas y sociales. En la actualidad, cualquier persona con acceso a internet tiene la posibilidad de descubrir y participar en el arte contemporáneo.

No obstante, esta relación entre la tecnología digital y el arte también presenta desafíos y planteamientos cuestionables. La proliferación de imágenes digitales en las redes sociales y la facilidad con la que pueden ser copiadas y reproducidas plantea interrogantes acerca de la originalidad y autoría en el arte. Asimismo, la dependencia de la tecnología digital puede generar inquietudes en relación a la obsolescencia y perdurabi-

lidad de las obras de arte. ¿Cómo preservar y conservar las creaciones digitales a largo plazo?

Otra conclusión relevante en la actualidad es el papel crítico que desempeña el arte digital en la reflexión acerca del impacto de la tecnología en nuestra sociedad. Los artistas utilizan la tecnología como medio para explorar temas como la identidad digital, la vigilancia, la inteligencia artificial y el futuro de la humanidad en un mundo cada vez más digitalizado. A través del arte digital, se establecen diálogos y debates en torno a los efectos de la tecnología en nuestras vidas y en la cultura en general.

En conclusión, la relación entre la tecnología digital y el arte contemporáneo es compleja y está en constante evolución. La tecnología ha ampliado las posibilidades creativas, democratizado el acceso al arte y generado reflexiones críticas acerca de nuestra relación con la tecnología. El arte digital se ha convertido en una forma de expresión vital en nuestra sociedad actual, desafiando las concepciones tradicionales del arte y abriendo nuevas puertas hacia la creatividad y la experimentación.

REFERENCIAS

- Ascott, R. (2007). *Telematic embrace: visionary theories of art, technology, and consciousness*. Los Ángeles: University of California Press. Ascott, R. (2007). *Telematic embrace: visionary theories of art, technology, and consciousness*. Los Ángeles: University of California Press.
- Bunting, H. (1997). *Rhizome*. Obtenido de Art on the Net: Heath Bunting: <https://rhizome.org/editorial/2002/apr/2/art-on-the-net-heath-bunting/>
- Bunting, (2002). *Heath_Bunting*. Obtenido de Hmong: https://hmong.es/wiki/Heath_Bunting
- Ceccarelli, M. (2007). Distinguished Figures in Mechanism and Machine Science: Their
- Cosic, V. (1998). *Psychose - Vuk Cosic*. Obtenido de Dailymotion: <https://www.dailymotion.com/video/x2xnkn>
- Csuri, C. (1967). *Artexetra*. Obtenido de Charles Csuri, Fragmentation Animations, 1967-1970: Hummingbird (1967): <https://www.youtube.com/watch?v=awvQp1TdBqc>
- Engelberger, J. F. (1989). *Robotics in service. Robotics and Autonomous Systems*. Oxford: MIT Press.
- Espinoza Vera, C. (2023). *El Holopoema esta hecho de luz*. Obtenido de Escaner cultural: <http://www.revista.escaner.cl/node/5331>
- Guyer, P. (2009). Historia de la estética moderna. *The Oxford Handbook of Aesthetics*, 25-60.
- Ian], G., Jean, P.-A., & Mehdi, M. (2014). Generative Adversarial Networks. *Arxiv*, 1-9.
- Kac, E. (1998). Origen y desenvolvimiento del arte robotico. *Caderno da Pos Graduação, Instituto de Artes/Unicamp, Universidad Estadual de Campinas. Vol 2 Año 2, 18-28.*

Kack, E. (25 de Ene de 2023). *ekac.org*. Obtenido de Eduardo Kack: <https://www.ekac.org/resumen.html>

Kac, E. (2023). *Eduardo Kac*. Obtenido de Holopoesis: https://ekac.org/kac_crono_sp.html

Koreis, V. (25 de 8 de 2008). *Čapek's R.U.R.* Obtenido de Wayback Machine: <https://web.archive.org/web/20080609021009/http://www.karelcapek.net/rur.htm>

Laposky, B. (1953). *Electronic Abstractions*. Obtenido de Vasulka.org: <http://www.vasulka.org/archive/Artists3/Laposky,BenF/ElectronicAbstractions.pdf>

López, I. (2020). *Mario Klingemann: "Las máquinas no podrán crear arte hasta que no tengan una motivación. Ellas no se mueren"*. Obtenido de El país, Design: https://elpais.com/elpais/2020/06/18/icon_design/1592470092_292809.html

López, M. (2019). *Espacio. Fundación Telefónica*. Obtenido de Arte digital y naturaleza: el locus amoenus estaba hecho a base de píxeles: <https://espacio.fundaciontelefonica.com/noticia/arte-digital-y-naturaleza-el-locus-amoenus-estaba-hecho-a-base-de-pixeles/>

Marinetti, T. (1909). *Poupées Electriques. Drama dentro de actos. Avec une préface sur le Futurisme*. Paris: E. Sansot & C.ie, .

Museo Stedelijk, Á. (28 de 09 de 2016). *Jean Tinguely: espectáculo de máquinas*. Obtenido de E-Flux: <https://www.e-flux.com/announcements/8865/jean-tinguelymachine-spectacle/>

P., T. (19 de 4 de 2023). *Erótica futurista 3: Marionetas eléctricas*. Obtenido de Arenario: <https://www.arenario.it/futurismo/erotica-futurista-3-fantocci-elettrici/>

Paul, C. (2008). *New media in the white cube and beyond: curatorial models for digital art* (Vol. 3). . Los Ángeles: Univ of California Press.

Paul, C. (2015). *Digital Art*. Londres: Thames & Hudson.

Piense, O. (15 de 4 de 2023). *Center for art and media Karls Hugel*. Obtenido de Dieter Jung is a light magician, a holographic magician, a peace magician: <https://zkm.de/en/exhibition/2019/02/dieter-jung>

Romero, T. (09 de 11 de 2022). *El MoMA presenta su primera obra artística generada por inteligencia artificial*. Obtenido de Hipertextual: <https://hipertextual.com/2022/11/inteligencia-artificial-obra-moma-ia>

Rush, M. (2005). *New Media in Art*. Londres: Thames & Hudson.

Sharp, O., & Goodwin, R. (Dirección). (2016). *Sunspring* [Película].

Simon, M. (2017). What is a Robot? *Wired*, 10-16.

Trilnick, C. (22 de 1 de 2005). *Jodi*. Obtenido de IDIS: <https://proyectoidis.org/jodi/>

Vázquez, C. (2016). El sueño de crear una máquina que invente historias. *Letras libres*, 1-5.

Vázquez, G. (2015). Apuntes sobre Arte, Diseño e ingeniería Social. Monterrey: Tilde Editores.

Vázquez, G. (2023). Narrativas de ciudad desde el movimiento futurista: formación y características de un imaginario perdurable. *Cuadernos de Arquitectura*, 10-25.

Valdivia, S. (9 de 6 de 2021). *Net Art*. Obtenido de Creación Híbrida: <https://creacionhibrida.net/el-arte-en-red/#:~:text=Podr%C3%ADamos%20hablar%20de%201994%20como,un%20lenguaje%20espec%C3%ADfico%20del%20medio>.

Wands, B. (2007). *Art of the Digital Age*. Londres: Thames and Hudson Ltd.

NOTAS

1. La holografía, es el proceso de organizar la luz con miras a que ofrezca una representación tridimensional, fue inventada en 1948 por el húngaro Dennis Gabor. El holograma, así, es el resultado de un sistema de almacenar información óptica secuenciada, pero igualmente lo vemos como una ilusión o como un juego que proporciona una experiencia visual inmaterial, temporal y extraordinariamente vívida. (Espinoza Vera, 2023)

2. En el siglo **IV** a.C., el matemático griego Arquitas de Tarento construyó un ave mecánica que operaba mediante el uso del vapor, a la cual bautizó con el nombre de “La Paloma”. Por otro lado, el ingeniero Herón de Alejandría (10-70 d.C.) creó numerosos dispositivos automáticos, que los usuarios podían modificar, y describió máquinas impulsadas por medio de la presión de aire, vapor y agua. Durante el siglo **XII**, Al Jazarí (1136-1206), inventor musulmán, llevó a cabo el diseño y construcción de diversas máquinas automatizadas, entre las que se encontraban útiles de cocina y autómatas musicales impulsados por agua. En el año 1206, creó los primeros “robots humanoides programables”, con el objetivo de entretener a los invitados de las fiestas reales. Estas máquinas consistían en cuatro músicos en un bote flotando en un lago, cuyo mecanismo incluía un tambor programable que accionaba instrumentos de percusión mediante pequeñas palancas que eran golpeadas por clavijas. Se podían cambiar los ritmos y patrones de música tocados por el tamborilero, moviendo las clavijas de manera programable (Ceccarelli, 2007).

3. El corto cinematográfico cuenta con reproducción libre en el siguiente enlace: <https://www.youtube.com/watch?v=LY7x2lhqjmc>

CAPÍTULO 6

Ciencia de materiales e historia del arte: tecnologías de caracterización en la construcción del relato histórico-artístico de la fotografía patrimonial y el Arxiu Valencià del Disseny

Álvaro Solbes García

Universitat de València – UVEG, España.

Alejandra Nieto Villena

Investigadora de Patrimonio Fotográfico, España.

Ester Alba Pagán

Universitat de València – UVEG, España.

CIENCIA DE MATERIALES Y PATRIMONIO

Históricamente, las técnicas de análisis científico se han incorporado gradualmente al estudio del patrimonio cultural, tanto para el diagnóstico como para la conservación y restauración de obras de arte. En este caso, uno de los primeros acercamientos en la documentación y el

análisis de los bienes culturales se realizó desde la fotografía analógica, una tecnología de vanguardia capaz de registrar imágenes en bandas visibles y no visibles del espectro electromagnético (Pereira Uzal, 2019). La llamada ‘fotografía técnica’ o científica, permitió registrar las obras de arte combinando diferentes fuentes de luz incidente y filtros de paso de banda desde antes de la 2ª Guerra Mundial (Marsh, 1978). Así se obtuvieron, por ejemplo, las primeras imágenes de fluorescencia inducida por luz ultravioleta (UVF) o de infrarrojo (IR). De manera resumida, la emisión de luz UV sobre una superficie permite observar el fenómeno de fluorescencia de determinados materiales, principalmente orgánicos, favoreciendo su interpretación y clasificación (Espinosa Ipinza & Rivas Poblete, 2011). Al contrario, la radiación IR nos permite observar estratos subyacentes, correcciones, bocetos o dibujos realizados sobre una base de preparación. La fotografía ha convivido con otras tecnologías de la imagen como las diferentes microscopías (óptica, SEM, TEM) o la radiografía tradicional, que también se fueron incorporando a esta labor analítica. Igualmente, otras técnicas de caracterización provenientes del ámbito científico como espectroscopías, cromatografías, difracciones y muchas otras, se han adaptado para mejorar nuestro conocimiento del patrimonio cultural (Rosi et al., 2010; Sankar Panda et al., 2021).

La caracterización es el proceso fundamental de la ciencia de materiales (Sharma et al., 2018), pero ¿a qué nos referimos cuando hablamos de la caracterización de materiales patrimoniales? La respuesta no es sencilla, ya que la ciencia de materiales está implicada en muchas áreas que afectan al estudio del patrimonio. Lo primero que nos viene a la mente es que la caracterización sirve para determinar las propiedades de materiales de nueva factura o creación, aquellos diseñados específicamente para las grandes industrias: transporte, alimentación, construcción, farmacología y medicina, telecomunicaciones, dispositivos inteligentes, etc. Estos materiales son medidos y testados de diferentes maneras para

optimizar sus propiedades de uso y durabilidad, como es el caso de los nanomateriales. Un material *nano*, por ejemplo, tiene propiedades fisicoquímicas distintas a las del mismo material a nivel *micro* o *macro*, pues al reducir su tamaño se aumenta su área superficial, es decir, existe una mayor superficie para la interacción entre los átomos y moléculas adyacentes. La nanociencia es un área que también se ha incorporado a la conservación del patrimonio cultural en el siglo **XXI**, ya sea mediante el uso de técnicas de análisis de escala nanométrica (Hoogland & Boon, 2009), como para su aplicación en tratamientos de restauración (Sequeira et al., 2017). En síntesis, en la ciencia de materiales, las propiedades fisicoquímicas de los materiales son analizadas con técnicas de caracterización estructural, morfológica y espectroscópica.

Entonces ¿por qué y para qué caracterizamos los materiales de las obras de arte y otros objetos del pasado?, ¿cuál es la aportación de la ciencia de los materiales a la historia del arte y la conservación del patrimonio? Caracterizamos, entre otras cosas, para conocer en mayor profundidad los objetos que tenemos entre manos, identificar los materiales que lo componen, entender sus propiedades de envejecimiento, relacionarlos con su vida pasada, pronosticar su vida futura, entender cómo estos materiales fueron utilizados y combinados para crear objetos de semejante belleza. Conocer los materiales nos ayuda a protegerlos de una manera más adecuada, aplicando estrategias de conservación preventiva o eligiendo procesos de restauración específicos. Además de caracterizar los materiales constitutivos, también se caracterizan los materiales utilizados en la intervención, como adhesivos, consolidantes, agentes de limpieza (Solbes-García et al., 2017), materiales para el embalaje, la exposición o probetas realizadas en el laboratorio.

La construcción del relato histórico-artístico

Actualmente encontramos muchos ejemplos en los que la historia del arte se escribe poniendo el foco en los materiales constitutivos (Nieto-Villena et al., 2019). Estos se convierten así en auténticos protagonistas de los contextos culturales a los que pertenecen, como es el caso de la seda, históricamente un producto de lujo que forma parte del legado material e inmaterial de diferentes países europeos, asiáticos y americanos. El proyecto *SILKNOW. Weaving our past into the future* (Universitat de València, 2021), pretende mejorar el conocimiento, la conservación y la divulgación del patrimonio europeo de la seda a través de herramientas de computación avanzada como una web de visualización espaciotemporal (Sevilla et al., 2021), o un telar virtual que recrea modelos digitales de tejidos para su análisis y producción (Portalés et al., 2021). A partir de las diferentes aproximaciones al material y su caracterización, el proyecto construye el relato histórico de la industria sedera y su producción artística (Alba et al., 2020), ubicándola además en el contexto de la Ruta de la Seda.

Por otro lado, la Galería Nacional de Londres (The National Gallery, 2023) propone estudiar el legado del colonialismo, la explotación y la esclavitud a través de los materiales artísticos. Desde este museo se considera relevante recuperar las increíbles historias que cohabitan en sus colecciones pictóricas y entenderlas en la medida que las comunidades se sienten incluidas y apreciadas. El retrato *The Comte de Vaudreuil* (F.H. Drouais, 1758) sirve para enlazar su indumentaria, una casaca de terciopelo azul, con la explotación del pigmento índigo en Haití (*figura 1*). El colorante índigo o añil se extraía de una planta de climas tropicales (National Gallery of Art, 1997) mediante un proceso de manufactura complejo basado en el trabajo de esclavos especializados traídos desde el África occidental. Su color azul brillante era muy apreciado por las élites occidentales y fue utilizado en la pintura europea entre los siglos XVI y XIX (Clark et al., 1993). Esta fue la excusa para explotar a miles de personas

en Asia, África y América que morían por los vapores tóxicos emanados en el proceso. Fue en Haití donde se inició la primera revuelta esclavista por la independencia del territorio en 1791, práctica que fue abolida en los años sucesivos. Uno de los líderes de esta revolución fue un cosechador de índigo (The National Gallery, 2021).



Figura 1. Retrato del Conde de Vaudreuil y flores de índigo. En el retrato del Conde de Vaudreuil (Drouais, 1758), el personaje señala sus plantaciones en Haití, anteriormente isla de Santo Domingo (The National Gallery, 2023). A la derecha, el colorante índigo se extrae de las flores de la *Indigofera tinctoria* (Google Images, s/f), planta leguminosa de clima templado. Todos los derechos reservados.

También, el Departamento de Historia del Arte y Arquitectura de la Universidad de Harvard lidera el proyecto *Mapping Color in History* (Harvard University, 2023), una propuesta que tiene como objetivo reunir desde una perspectiva histórica datos científicos de materiales y pigmentos utilizados en la pintura asiática. Como resultado, una base de datos con capacidad de búsqueda permite conocer cómo, cuándo y por qué se utilizaron ciertos pigmentos en el arte de las regiones asiáticas. Este proyecto ahonda también en el legado transcultural de las comunidades mediante el intercambio de prácticas artísticas y movimiento de coloran-

tes en Asia. Parte del trabajo consiste en caracterizar objetos artísticos de naturaleza diversa, en los que se han identificado pigmentos como el oropimente, el amarillo de India o el bermellón. La base de datos se construye a partir de la caracterización de materiales con técnicas de análisis basadas en la imagen digital, así como diferentes espectroscopías y microscopías (Artioli, 2013; Cosentino, 2014; Eastaugh & Walsh, 2020), y gracias a la colaboración multidisciplinar.

CARACTERIZACIÓN POR TÉCNICAS DE IMAGEN NO-INVASIVAS

El auge y rápido desarrollo tecnológico de la imagen digital ha supuesto un gran avance en numerosas áreas de la investigación científica, también para el patrimonio cultural, un espacio y disciplina con necesidades coyunturales. Prácticamente, toda la tecnología de análisis utilizada en el estudio de la obra de arte se relaciona a diferentes niveles con el espectro electromagnético. En el espectro se representan las ondas magnéticas y eléctricas esparcidas en el espacio a gran velocidad y diferentes longitudes de onda. Casi todas las radiaciones son emitidas por la luz solar en diferentes porcentajes, como la llamada luz visible, las radiaciones UV, las microondas o los Rayos-X (Almeida & Maciel, 2018). La interacción radiación-materia se ha investigado desde el siglo XIX y, normalmente, estos estudios se realizan en longitudes de onda entre 200 y 3000 nm, lo que se conoce como rango óptico.

Tres fenómenos básicos suceden cuando la radiación golpea un material: absorción, reflexión y transmisión. La absorción de la radiación incidente lleva a las moléculas a diferentes estados de excitación electrónica, una fracción de la radiación absorbida es emitida como energía y otra se pierde. Hablamos de reflexión cuando la radiación incidente es reflejada sobre la superficie interna y externa, y la transmisión, cuando parte atraviesa el material. Estos tres procesos fundamentan las técnicas

espectroscópicas que utilizamos actualmente, así como la microscopía, la radiografía o la imagen digital.

La colección fotográfica ‘Hugo Brehme’

En el ámbito del patrimonio cultural, está vigente el discurso sobre la idoneidad de desarrollar proyectos vinculando al arte y la ciencia. Esta idea se plantea desde la necesidad de conocer más allá de lo que vemos, de profundizar en el contexto científico de la obra de arte y expandir el conocimiento básico sobre los materiales que conforman el patrimonio cultural. Con ello, las nuevas tecnologías y el acceso a instrumentos muy versátiles como las cámaras fotográficas y otras herramientas complementarias nos permiten hacer un ejercicio bastante profundo sobre la caracterización compositiva de los objetos dirigido a mejorar las diferentes prácticas profesionales relacionadas con la obra de arte. En el caso de la conservación del patrimonio fotográfico, los instrumentos de análisis se emplean con una orientación basada en la obtención de conocimiento físico y del estado de conservación de la obra o colección (*figura 2*). Esto quiere decir que la investigación aplicada mediante el uso de métodos instrumentales se dirige a explorar el contexto histórico-artístico de la obra a través de sus cualidades fisicoquímicas tratando de describir su naturaleza intrínseca. Cabe señalar, que la aplicación de métodos instrumentales sobre artefactos fotográficos no es una práctica muy extendida, por lo que podemos definirlo como un ejercicio de innovación y en desarrollo.



Figura 2. Documentación mediante imagen técnica multibanda (MBTI). MBTI (*MultiBand Technical Imaging*) es una de las herramientas con mayor aceptación entre los profesionales del patrimonio cultural. En la figura, una fotografía de Hugo Brehme es registrada en el laboratorio.

Las técnicas de análisis por imagen constituyen un conjunto de metodologías analíticas que se extienden más allá de la región visible del espectro electromagnético y que nos permite todo tipo de interpretaciones en un sentido muy amplio de la representación visual del objeto incluyendo la visualización espacial de una magnitud física de interés en la superficie o subsuperficie del objeto (Doménech Carbó, 2018). Su característica principal es la de respeto total por el objeto, tratándose de instrumentos de análisis no invasivos ni destructivos y permitiendo explorar la heterogeneidad del objeto asegurando la integridad total de la obra de arte. En el caso del estudio del patrimonio fotográfico esta premisa es obligatoria, ya que la fragilidad de su naturaleza material nos exige la elección de herramientas bajo este criterio.

Las técnicas multibanda se basan en irradiar el objeto por completo y registrar el fenómeno de respuesta de los diversos compuestos en di-

ferentes regiones del espectro electromagnético. La técnica fotográfica en el campo del ultravioleta-visible-infrarrojo cercano (UV-Vis-NIR) nos proporciona información muy diversa cuando aislamos el registro en un rango concreto mediante el uso de fuentes o filtros de paso de banda. Podemos detectar repintes, cambios en la composición, retoques o dibujos subyacentes en determinados objetos; en el caso de los artefactos fotográficos, además, estos instrumentos nos permiten examinar y reconocer características intrínsecas de cada muestra e identificar procesos fotográficos, clasificar tipologías o realizar correspondencias históricas relacionadas con la datación, la autoría o la procedencia de la muestra.

En el caso particular de los objetos fotográficos, el uso de tecnologías de análisis por imagen nos permite otorgar a los artefactos que conforman las colecciones una visión más amplia, no solo desde el punto de vista documental de los resultados, sino también pedagógico. Esta información extraordinaria obtenida de un examen completo del objeto desde la totalidad del espectro nos sirve para mejorar las experiencias en procesos de documentación, enriqueciendo la historia de la propia colección u objeto, y poniendo en valor la evolución de la tecnología fotográfica desde un punto de vista más integrador. Esto es, hacer que la tecnología fotográfica forme parte de la historia de la fotografía.

Para poder identificar algunos de los atributos fisicoquímicos en artefactos fotográficos, se presenta el estudio de caso de la colección de Dña. Alicia Moncada Cadena (Ciudad de México, junio 1931). Como parte de su colección privada, se localizó un conjunto de fotografías sobre soporte de papel realizadas por el autor de origen alemán Hugo Brehme (Eisenach, 1882- Ciudad de México, 1954), reconocido internacionalmente por ser uno de los precursores de la fotografía pictorialista en México. Esta colección recoge una extraordinaria variedad de paisajes rurales y espacios culturales como volcanes, monumentos, templos, museos y zonas urbanas que corresponden a numerosas localizaciones de la república mexicana

a través de los cuales logró expandir el sentimiento nacionalista y difundir la identidad mexicana por todo el mundo. Realizó varias expediciones al Popocatepetl y retrató maravillosamente los picos de Orizabal, del Nevado de Toluca y el de Colima, entre otros (Guevara Escobar, 2011). En la colección que estamos estudiando se encuentran imágenes originales de algunos de estos paisajes, así como entornos urbanos y ejemplares únicos del Museo Nacional de Arqueología, Historia y Etnografía de la Ciudad de México con piezas arqueológicas emblemáticas. No vamos a detenernos aquí en los detalles histórico-artísticos de la colección, pero cabe señalar que su riqueza y heterogeneidad la convierten en una colección única en el mundo (Nieto-Villena et al., 2022).

En las próximas figuras vamos a ver una pequeña representación de la colección de Moncada y nos centraremos en describir las particularidades de algunas de las muestras retocadas originalmente por el autor, proceso bastante común en el estudio fotográfico. Un método muy extendido era el retoque de los negativos, pero en el caso de Brehme, hemos identificado en esta colección unos ejemplares muy particulares donde el autor decide retocar sobre la imagen positiva con el fin de salvaguardar el negativo con la toma original; esto le permite ir modificando a su antojo el positivo en función de las necesidades y el uso de la imagen final.

Como vemos en las tres imágenes tomadas con luz visible en la parte superior de la *figura 3*, el autor utiliza diversos recursos para enmascarar una parte importante de la composición mediante el uso de pigmentos de diferente tonalidad. Podemos observar tres piezas pertenecientes al Museo Nacional de Arqueología, Historia y Etnografía de la Ciudad de México sobre las cuales, Brehme ha cubierto por completo el fondo de la imagen para aislar la pieza de cualquier distracción, suprimiendo cualquier elemento localizado fuera del plano compositivo de la pieza. En la tercera imagen superior vemos también el uso del retoque como recurso expresivo, enfatizando los relieves escultóricos de la pieza gra-



Figura 3. Documentación de fotografías históricas con luz visible y ultravioleta. En la parte superior, las tres muestras tomadas con luz visible (Vis). Abajo, las mismas muestras registradas mediante fluorescencia inducida por luz ultravioleta (UVF).

cias al añadido de luces mediante toques de color blanco en la mayoría de sus aristas. También, podemos identificar los rastros de la pincelada, las pérdidas del recubrimiento en algunas esquinas del soporte donde la resistencia mecánica es menor, craqueladuras superficiales dadas por el excesivo grosor de la capa de enmascaramiento, marcas, rasguños y manchas.

En la parte inferior de la misma *figura 3* observamos el registro correspondiente a la fluorescencia mediante excitación con fuentes de luz ultravioleta (UVF). Aquí notamos la respuesta de los pigmentos a esta excitación para cada caso, donde identificamos claras diferencias atribuidas a la composición y naturaleza del retoque. La primera (inferior

izquierda) emite una respuesta anaranjada mientras que, si la comparamos con la tercera que originalmente ha sido también realizada en un color blanquecino, esta emite una fluorescencia pardusca con tendencia hacia el marrón. La central, sin embargo, presenta una tonalidad rojiza muy característica. Estas diferencias nos llevan a plantear las hipótesis sobre el origen del compuesto utilizado, o sobre la intencionalidad del autor al escoger las diferentes gamas tonales dependiendo de la escala de grises resultante al ser fotografiada y revelada de nuevo la toma, reconociendo así la naturaleza intrínseca de cada muestra y su uso en los procesos de documentación de la colección.

En la *figura 4* se presenta una serie que corresponde al registro multibanda completo de la muestra: imagen con luz visible (Vis), fluorescencia ultravioleta (UVF), infrarroja (IR) y ultravioleta reflejada (UVR). Este ejemplo nos sirve para ilustrar la cantidad de elementos identificables para cada tipo de registro. Si observamos cuidadosamente la escena, la pieza de la derecha que presenta un armonioso juego de sombras, este en parte viene dado de forma manual por el fotógrafo al emplear diversos tonos de grises en las áreas de luces y de sombras.

En la imagen superior izquierda vemos el registro empleando luz visible, mientras que en la superior derecha se corresponde a la imagen de fluorescencia UV. Gracias a la respuesta por fluorescencia de los distintos tonos utilizados podemos aquí fácilmente discernir las sombras que corresponden a la imagen revelada fotográficamente de las recreadas de forma manual mediante el retoque. Los tonos fríos que corresponden a la imagen de plata nos ayudan a adivinar la textura porosa del objeto pétreo, los bajorrelieves y los volúmenes. Los dos registros de la parte inferior que corresponden al infrarrojo y UV reflejado nos evocan otro tipo de información; aquí se nos dificulta distinguir entre la fotografía y el retoque de las piezas, sin embargo, se manifiestan fácilmente

las irregularidades de la capa de pintura que recubre todo el fondo o las alteraciones de la planimetría del soporte, entre otros rasgos distintivos.



Figura 4. Documentación de fotografías en el rango UV-Vis-NIR. Arriba a la izquierda, registro con luz visible, a la derecha fluorescencia inducida por luz ultravioleta. Abajo a la izquierda registro en el cercano infrarrojo y a la derecha, registro mediante luz ultravioleta reflejada (UVR).

La muestra que presentamos en la *figura 5* se corresponde a una fotografía de exterior donde la composición mezcla naturaleza, arquitectura e incluso una figura humana. Aquí se presenta la imagen con luz visible (arriba) y con fluorescencia UV (abajo). En esta muestra vemos cómo el autor elimina elementos distractores en la composición, como ocurre en la esquina superior izquierda y también aprovecha para dotar a la composición de algunos puntos de luz que probablemente las condiciones ambientales no han favorecido. En la esquina opuesta (inferior derecha), observamos alteraciones como el desvanecimiento localizado de la imagen, restos de adhesivo y de un soporte de papel marrón, manchas y lagunas en la imagen de plata.



Figura 5. Documentación técnica de un positivo fotográfico con retoques. Arriba, muestra registrada bajo luz visible y abajo, mediante fluorescencia inducida por luz ultravioleta.

A partir de estos ejemplos, no solo podemos afirmar las numerosas posibilidades que el uso de las tecnologías de la imagen nos pueden proporcionar, sino que además del ejercicio descriptivo de la imagen podemos asociar sus cualidades a los rasgos propios del autor, a la sensibilidad con la que definía la imagen apropiándola al uso final, a la vinculación de sus prácticas fotográficas con su visión pictorialista y a cómo trasladar estas ideas a la forma en que Brehme revivía los objetos y a la propia naturaleza.

El 'Arxiu Valencià del Disseny'

La imagen hiperespectral (HSI) es una técnica de caracterización que combina el análisis de imagen con la espectroscopía de reflectancia (RS). Con la ayuda de un cámara portátil SpecimIQ (Specim.fi by Konica Minolta), caracterizamos cuatro acuarelas pertenecientes al *Arxiu Valencià del Disseny* (AVD) de la Universitat de València. El AVD es un archivo patrimonial de las artes del diseño que reúne documentos, fotografías, carteles y otros artefactos de reconocidos autores y empresas de la Comunidad Valenciana. Aquí están representados el diseño gráfico, industrial o el diseño de moda. El AVD tiene como principal objetivo documentar, conservar y difundir el legado del diseño promoviendo que estas acciones generen impacto en las industrias culturales y creativas (CCI).

Tanto la imagen técnica multibanda como la imagen hiperespectral se utilizaron para documentar y digitalizar una colección de láminas que en origen formaban parte de un muestrario de muebles y diseño de interior. La colección donada por los herederos, Hijos de Mariano García, está conformada entre otros artefactos por muestrarios de la empresa "Sociedad limitada de muebles y decoración Mariano García", productora valenciana desde 1893. Los primeros muestrarios se realizaban a mano alzada, primero con lápiz o carboncillo, posteriormente con plumilla y coloreados a la acuarela (*figura 6*). A partir de estos, encontramos otros impresos con técnicas litográficas y offset, hasta llegar a los álbumes

de fotografías. La imagen hiperespectral se utilizó para clasificar la gama cromática de las acuarelas, caracterizando el comportamiento espectral de los diferentes pigmentos y mapeándolos sobre la superficie. Estos procesos de identificación son relevantes en la medida en que la información obtenida favorece la conservación de estos artefactos originales.



Figura 6. Lámina Número 132 de la colección Hijos de Mariano García. La lámina 132, perteneciente al AVD (2023), presenta una composición realizada con plumilla y una gama cromática con brillantes colores a la acuarela. Todos los derechos reservados.

Cuando registramos un objeto con la cámara hiperespectral obtenemos información de tipo dimensional, una imagen de 512x512 píxeles por cada banda del espectro, e información espectral, una curva de reflectancia continua por cada pixel. El equipo tiene una resolución espectral de 7 nm para el registro de 204 bandas en el rango de 400 a 1000 nm, la zona correspondiente al espectro Vis-NIR. La información se registra como un cubo de datos (*datacube*), una matriz tridimensional formada por los resultados dimensionales y espectrales, el eje (x) e (y) de la imagen y el (z) de la longitud de onda. Tanto las imágenes como los espectros se pueden procesar y analizar de diferentes maneras, incluido análisis

de componentes principales o PCA (D'Elia et al., 2020). La identificación de las curvas se realizó cualitativamente comparando el comportamiento espectral de los materiales con diferentes estándares (Caggiani et al., 2016) y bases de datos mediante el software Hypercube v.11.53 y OriginPro v.9.0. En primer lugar se analizaron los colores primarios, amarillo, rojo y azul, y seguidamente los secundarios, violeta, verde y naranja.

Los pigmentos amarillos son difíciles de identificar porque su curva de reflectancia puede cambiar fácilmente si se mezclan, por ejemplo, con pigmentos blancos. Estos pigmentos a veces se añaden para mejorar la opacidad. Del mismo modo, el espectro de una capa muy fina y con poco poder cubriente mostraría señales correspondientes al soporte o la preparación. Los pigmentos amarillos absorben en la región violeta, con un aumento de reflectancia en el resto del espectro. La *figura 7* muestra los espectros de reflectancia de las áreas amarillas presentes en cortinas y sábanas, entre otros elementos decorativos. Los espectros muestran una absorción máxima a 410 nm, seguido de un punto de inflexión que comienza alrededor de 460 nm (Aceto et al., 2014). Esto coincide con el espectro del pigmento orgánico sintético amarillo Hansa o amarillo monoazo.

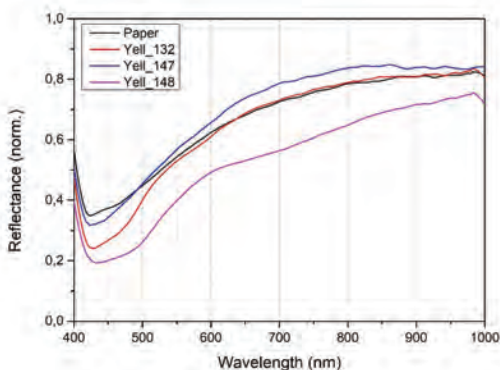


Figura 7. Curvas de reflectancia del color amarillo y soporte papel. Tres puntos de color amarillo en las láminas 123, 147 y 148 se comparan con el soporte primario. Los pigmentos amarillos absorben en la zona violeta-azul y reflejan en el resto del espectro.

La *figura 8* muestra los espectros obtenidos de las áreas rojas, específicamente aquellos elementos pictóricos que representan flores. Todos los espectros muestran patrones muy similares, con una curva sigmoidea entre 570-610 nm. Esta curva está definida por un punto de inflexión, aproximadamente en 590 nm, en la que se produce un cambio drástico en la reflectancia del material. El comportamiento es característico de muchos colorantes rojos, naturales y sintéticos, siendo las familias monoazoicas modernas (toluidina y rojo naftol) las que muestran en mayor medida una única banda de absorción como elemento diferenciador en su espectro (Johnston-Feller, 2001).

La *figura 9* muestra el espectro de las áreas seleccionadas en azul, correspondientes a los reflejos de los diferentes espejos representados. En los espectros se observa un pico de máxima reflectancia en las bandas de la región azul que se extiende entre 400 y 550 nm aproximadamente. A partir de este punto, se extiende una curva plana desde los 600 nm con un ligero aumento de la reflectancia en la región infrarroja. Este

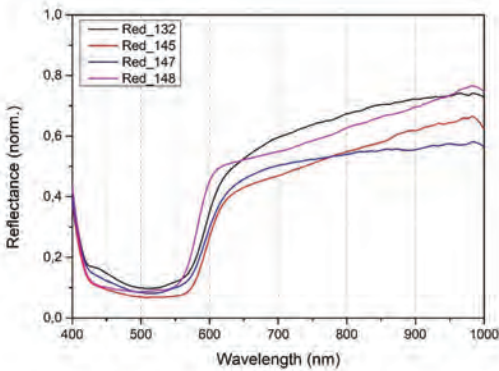


Figura 8. Curvas de reflectancia del color rojo en cuatro de las láminas analizadas. Pigmentos rojos naturales y sintetizados presentan curvas de tipo sigmoideo. Estos pigmentos se pueden clasificar en función de sus puntos de inflexión.

comportamiento es similar al de varios pigmentos azules (Kubik, 2007), orgánicos e inorgánicos, como se muestra en los estándares de la figura 9b, por orden, azul de Prusia, azul de ftalocianina (tono azul o verde) y azul de Bremer o *blue bice*. Este último, utilizado en la pintura europea desde el siglo XVII hasta la actualidad (Feller et al., 1993), es desplazado en el XIX por el azul de Prusia. Históricamente el azul de Prusia se utiliza desde 1704 y es considerado el primer pigmento sintético de la era moderna. Su uso se prolonga hasta principios del s. XX, cuando es progresivamente sustituido por los azules sintéticos. Los pigmentos de ftalocianina se desarrollaron en los años 30's y el azul, no se encuentra comercialmente disponible hasta 1935.

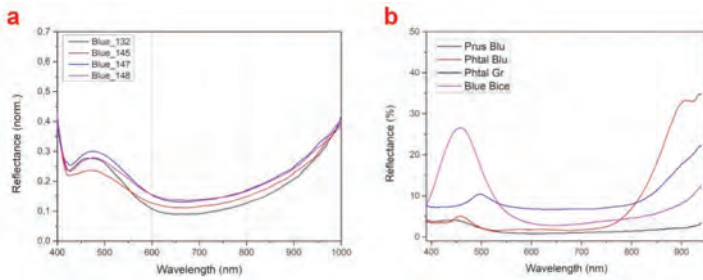


Figura 9. Curvas de reflectancia en el color azul (a) y 4 estándares de pigmentos azules (b). Los pigmentos azules suelen presentar dos bandas de reflectancia en la zona azul e infrarroja del espectro electromagnético a excepción del azul de Prusia.

Las láminas analizadas están fechadas en un período anterior a la Guerra Civil española, entre 1930 y 1936. Finalmente, para poder identificar la naturaleza del color azul entre los tres pigmentos propuestos, se procesó una imagen de infrarrojo de falso color (IRFC). La imagen de falso color se obtiene sustituyendo un canal del RGB con una imagen de infrarrojo o ultravioleta, según el caso. Debido a su comportamiento espectral, algunos pigmentos son identificables porque cambian su color a otros ya conocidos (Biron et al., 2020). Por ejemplo, en una imagen de IRFC el azul de Prusia vira a un azul oscuro de tono violáceo, y el azul ftalocianina, a rojo (Boust & Wohlgelmuth, 2017). Gracias al procesado de la imagen hiperespectral, pudimos identificar el azul de Prusia como el pigmento utilizado para pintar las láminas. Por otro lado, esta tecnología no sólo permitió identificar la naturaleza principalmente orgánica del resto de la gama cromática, sino también comprender mejor el contexto en el que las láminas fueron creadas. La historia del color azul y su uso en el arte, desde Egipto hasta México, pasando por Oriente Medio y Europa, es una de las historias más apasionantes que jamás se haya escrito.

CONCLUSIONES

Gracias al desarrollo de las nuevas tecnologías y el trabajo multidisciplinar, la ciencia de materiales se ha convertido en una herramienta metodológica fundamental, además de una línea de investigación con entidad propia en el estudio de la Historia del Arte. Los dos ejemplos expuestos muestran cómo es posible integrar la caracterización y la tecnología de vanguardia con la construcción de un discurso histórico-artístico coherente que pone en valor los objetos patrimoniales. En este sentido, cabe destacar que la construcción de ambos relatos parte de la identificación de los materiales compositivos y sus procesos de manufactura, continuando con su contextualización en el tiempo y en el espacio. Desde una perspectiva deontológica, la caracterización de materiales busca el reconocimiento de las huellas desprendidas por los artistas, por los escenarios donde fueron tomadas las fotografías, por las historias que el autor quiso contar y por la forma en que logró representarlo y de algún modo, la caracterización en la obra de arte contribuye al entendimiento de esas huellas, desde lo creativo, lo tecnológico, lo académico y lo conservativo. Con estos estudios, los profesionales que trabajan en favor de perpetuar las cualidades artísticas mejoran la calidad de las fuentes patrimoniales contribuyendo al desarrollo de las ideas y los proyectos de los nuevos creadores.

REFERENCIAS

Aceto, M., Agostino, A., Fenoglio, G., Idone, A., Gulmini, M., Picollo, M., Ricciardi, P., & Delaney, J. K. (2014). Characterisation of colourants on illuminated manuscripts by portable fibre optic UV-visible-NIR reflectance spectrophotometry. *Analytical Methods*, 6(5), 1488. <https://doi.org/10.1039/c3ay41904e>

Alba, E., Gaitán, M., León, A., & Sebastián, J. (2020). El hilo de la historia: del patrimonio mueble al intangible. Rescatando el patrimonio textil sedero. *I Simposio anual de Patrimonio Natural y Cultural ICOMOS*, 95–102. <https://doi.org/10.4995/icomos2019.2020.11669>

Almeida, M. A. P., & Maciel, A. P. (2018). Optical Spectroscopy and Its Applications in Inorganic Materials. En *Handbook of Materials Characterization* (pp. 293–315). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-92955-2_8

Artioli, G. (2013). Science for the cultural heritage: the contribution of X-ray diffraction. *Rendiconti Lincei*, 24(S1), 55–62. <https://doi.org/10.1007/s12210-012-0207-z>

Biron, C., Mounier, A., Le Bourdon, G., Servant, L., Chapoulie, R., & Daniel, F. (2020). A blue can conceal another! Noninvasive multispectroscopic analyses of mixtures of indigo and Prussian blue. *Color Research and Application*, 45(2), 262–274. <https://doi.org/10.1002/col.22467>

Boust, C., & Wohlgelmuth, A. (2017, agosto 18). *DATABASE: Pigments under UV and IR radiations*. Scientific imaging for cultural heritage / Images scientifiques pour le patrimoine. <https://copa.hypotheses.org/552>

Caggiani, M. C., Cosentino, A., & Mangone, A. (2016). Pigments Checker version 3.0, a handy set for conservation scientists: A free online Raman spectra database. *Microchemical Journal*, 129, 123–132. <https://doi.org/10.1016/j.microc.2016.06.020>

Clark, R. J. H., Cooksey, C. J., Daniels, M. A. M., & Withnall, R. (1993). Indigo, woad, and Tyrian Purple: important vat dyes from antiquity to the present. *Endeavour*, 17(4), 191–199. [https://doi.org/10.1016/0160-9327\(93\)90062-8](https://doi.org/10.1016/0160-9327(93)90062-8)

Cosentino, A. (2014). Identification of pigments by multispectral imaging; a flowchart method. *Heritage Science*, 2(1), 8. <https://doi.org/10.1186/2050-7445-2-8>

D'Elia, E., Buscaglia, P., Piccirillo, A., Picollo, M., Casini, A., Cucci, C., Stefani, L., Romano, F. P., Caliri, C., & Gulmini, M. (2020). Macro X-ray fluorescence and VNIR hyperspectral imaging in the investigation of two panels by Marco d'Oggiono. *Microchemical Journal*, 154, 104541. <https://doi.org/10.1016/j.microc.2019.104541>

Doménech Carbó, M. T. (2018). Análisis químico y examen científico de patrimonio cultural. *Síntesis*.

Eastaugh, N., & Walsh, V. (2020). Optical microscopy. En *Conservation of Easel Paintings* (Vol. 3, Número 2, pp. 36–43). Routledge Handbooks Online. <https://doi.org/10.4324/9780429399916-21>

Espinosa Ipinza, F., & Rivas Poblete, V. (2011). Fluorescencia visible inducida por radiación UV. Sus usos en conservación y diagnóstico de colecciones. Una revisión crítica. *Revista Conserva. Santiago de Chile: Centro Nacional de Conservación y Restauración*, 16.

Feller, R. L., Roy, A., FitzHugh, E. West., & Berrie, B. Hepburn. (1993). *Artists' pigments: a handbook of their history and characteristics, volume 2* (A. Roy, Ed.). National Gallery of Art.

Google Images. (s/f). Recuperado el 27 de julio de 2023, de <https://images.google.es/>

Guevara Escobar, A. (2011). Hugo Brehme, una mirada diferente. *4to. Congreso Mexicano de Tarjetas Postales*.

Harvard University. (2023). *Mapping Color in History*. <https://mappingcolor.fas.harvard.edu/>

Hoogland, F. G., & Boon, J. J. (2009). Analytical mass spectrometry of poly(ethylene glycol) additives in artists' acrylic emulsion media, artists' paints, and

microsamples from acrylic paintings using MALDI-MS and nanospray-ESI-MS. *International Journal of Mass Spectrometry*, 284(1–3), 72–80.

Johnston-Feller, R. (2001). *Color Science in the Examination of Museum Objects: Non-destructive Procedures*. Getty Conservation Institute. http://hdl.handle.net/10020/gci_pubs/color_science

Kubik, M. (2007). Chapter 5 Hyperspectral Imaging: A New Technique for the Non-Invasive Study of Artworks [Bookitem]. En *Physical Techniques in the Study of Art, Archaeology and Cultural Heritage* (Vol. 2, pp. 199–259). [https://doi.org/10.1016/S1871-1731\(07\)80007-8](https://doi.org/10.1016/S1871-1731(07)80007-8)

Marsh, G. S. (1978). The Use Of Ultraviolet Radiation In The Examination Of Works Of Art, Artefacts, And Informational Resources. *ICCM Bulletin*, 4(2–3), 29–40. <https://doi.org/10.1179/iccm.1978.4.2-3.005>

National Gallery of Art. (1997). *Artists' Pigments: A Handbook of Their History and Characteristics, Volume 3* (E. West Fitzhugh, Ed.; Vol. 3). Archetype Publications. <https://www.nga.gov/research/publications/pdf-library/artists-pigments-vol-3.html>

Nieto-Villena, A., Martínez Mendoza, J. R., Ramírez-Saito, M. Á., Arauz-Lara, J. L., de la Cruz-Mendoza, J. Á., Guerrero-Serrano, A. L., Ortega-Zarzosa, G., & Solbes-García, Á. (2019). Exploring confocal microscopy to analyze ancient photography. *Journal of Cultural Heritage*, 36, 191–199. <https://doi.org/10.1016/j.culher.2018.07.014>

Nieto-Villena, A., Solbes-García, Á., Valcárcel-Andrés, J. C., & Martínez, J. R. (2022). Descubriendo una maleta mexicana: preservación de una colección del fotógrafo pictorialista Hugo Brehme. En M. de C. y D. de España (Ed.), *Conservación de Arte Contemporáneo 23a Jornada. Museo Nacional Centro de Arte Reina Sofía* (pp. 13–27). <https://www.museoreinasofia.es/publicaciones/conservacion-arte-contemporaneo-23a-jornada>

Pereira Uzal, J. M. (2019). Diagnóstico por imagen en bandas no visibles sobre patrimonio cultural: Una aproximación a la imagen infrarroja, ultravioleta, fluorescencias y análisis de imagen. Books on Demand.

Portalés, C., Pérez, M., Casanova-Salas, P., & Gimeno, J. (2021). Virtual Loom: a tool for the interactive 3D representation of historical fabrics. *Multimedia Tools and Applications*, 80(9), 13735–13760. <https://doi.org/10.1007/s11042-020-10294-w>

Rosi, F., Miliani, C., Clementi, C., Kahrim, K., Presciutti, F., Vagnini, M., Manuali, V., Daveri, A., Cartechini, L., Brunetti, B. G., & Sgamellotti, A. (2010). An integrated spectroscopic approach for the non-invasive study of modern art materials and techniques. *Applied Physics A: Materials Science and Processing*, 100(3), 613–624.

Sankar Panda, S., Kumar Bisaria, S., & Singh, M. R. (2021). The spectroscopic and microscopic evaluation of cellulose used in conservation of archival materials. *Microchemical Journal*, 160(PB), 105707. <https://doi.org/10.1016/j.microc.2020.105707>

Sequeira, S. O., Laia, C. A. T., Phillips, A. J. L., Cabrita, E. J., & Macedo, M. F. (2017). Clotrimazole and calcium hydroxide nanoparticles: A low toxicity antifungal alternative for paper conservation. *Journal of Cultural Heritage*, 24, 45–52. <https://doi.org/10.1016/j.culher.2016.12.004>

Sevilla, J., Casanova-Salas, P., Casas-Yrurzum, S., & Portalés, C. (2021). Multi-Purpose Ontology-Based Visualization of Spatio-Temporal Data: A Case Study on Silk Heritage. *Applied Sciences*, 11(4), 1636. <https://doi.org/10.3390/app11041636>

Sharma, S. K., Verma, D. S., Khan, L. U., Kumar, S., & Khan, S. B. (2018). Handbook of Materials Characterization. En S. K. Sharma (Ed.), *Handbook of Materials Characterization*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-92955-2>

Solbes-García, Á., Miranda-Vidales, J. M., Nieto-Villena, A., Hernández, L. S., & Narváez, L. (2017). Evaluation of the oxalic and tartaric acids as an alternative to citric acid in aqueous cleaning systems for the conservation of contemporary

acrylic paintings. *Journal of Cultural Heritage*, 25, 127–134. <https://doi.org/10.1016/j.culher.2016.11.013>

The National Gallery. (2021, diciembre 13). *Indigo: What can one colour tell us about a painting?* | National Gallery - YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=sD-Q6p9M9gdU&t=427s>

The National Gallery. (2023). *What can one colour tell us about a painting indigo* | Stories | National Gallery, London. <https://www.nationalgallery.org.uk/stories/what-can-one-colour-tell-us-about-a-painting-indigo>

Universitat de València. (2023). *Arxiu Valencià del Disseny*. <https://www.uv.es/arxiu-valencia-disseny/ca/arxiu-valencia-disseny.html>

Universitat de València. (2021). *Home* | SILKNOW. <https://silknow.eu/>

Autores

COORDINADORES.

Eréndida Cristina Mancilla González. Es doctora en Arquitectura, Diseño y Urbanismo por la Universidad Autónoma de Morelos. Es profesora investigadora SNI 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

Manuel Guerrero Salinas. Es 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 SNI nivel I. Miembro del Cuerpo Académico Vanguardias del Diseño. mguerrero@fh.uaslp.mx

María Cuevas Riaño. Doctora en Bellas Artes. Miembro del grupo de investigación de la UCM: Investigación cromática: aspectos técnicos, formales y de significado en la expresión del color a través del arte. Ha participado en congresos y ha impartido conferencias y seminarios relacionados con la tecnología, el color y las poéticas constructivas del espacio de representación. Autora del libro Estructuras Lógicas en las Artes Plásticas y co-autora de los libros Introducción al Color, Distorsión, equívocos y ambigüedades. Las ilusiones ópticas en el arte y Matemáticas, arte y diseño.

CAPÍTULO 1.

Guadalupe Salazar González. Doctora en Arquitectura, UNAM; CEA Pro-jet d'habitat pour le pays en developpement, Universidad de Marsella; Maestría en Administración, UASLP; investigación en Historia, teoría y crítica de la arquitectura, el urbanismo y la tecnología. Publicaciones de libros, artículos y capítulos. Cuerpo Académico: Diseño del Hábitat Humano Analógico-Digital. Red: Historia de la Arquitectura y Conservación del Patrimonio. salazarg@fh.uaslp.mx

Juan Manuel Lozano de Poo. Arquitecto por la Universidad Autónoma de San Luis Potosí y Doctor en Ciencias del Hábitat por la Universidad Autónoma de Yucatán. Profesor Investigador de Tiempo Completo. Coordinador de investigación de la Facultad del Hábitat. Docente del campo de teoría y crítica de la arquitectura; talleres de síntesis y expresión. Líneas de investigación: espacialidad, espacio digital; construcción y desarrollo de proyectos. Miembro del SNI y del Cuerpo Académico Diseño del Hábitat Humano Analógico-Digital de la UASLP.

Miguel Ortíz Brizuela. Diseñador industrial y Maestro en Arquitectura por la Facultad del Hábitat de la UASLP. Doctor en Ciencias Sociales por El Colegio de San Luis A. C. Su trabajo de investigación se centra en los estudios urbanos y la antropología del diseño. Miembro del SNI y del Cuerpo Académico Diseño del Hábitat Humano Analógico-Digital de la UASLP. miguel.ortiz@uaslp.mx

CAPÍTULO 2.

Andrea Paola Betancourt Hermoso. Licenciada en Diseño Industrial, egresada de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Autónoma de Nuevo León en junio del 2022, comenzó a laborar desde sus diecinueve años como diseñadora en una empresa enfocada en el proceso de los plásticos, durante su estadía en la carrera universitaria formó parte

del grupo de investigación “Damateur” enfocado en nuevas estrategias de aprendizaje e investigación metodológica.

Sofía Alejandra Luna Rodríguez. Diseñadora Industrial, egresada de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Autónoma de Nuevo León, cuenta con Maestría en Artes por la Facultad de Artes Visuales, y un Doctorado por el programa DADU, (Doctorado en Arquitectura, Diseño y Urbanismo). Miembro del Sistema Nacional 1 (SNI). Fundadora del Grupo de Investigación en Diseño DAMATEUR: <https://www.damateur.com/sofia.lunard@uanl.edu.mx>

CAPÍTULO 3.

Teniente Paulín Luis Alberto. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Licenciado en Lenguajes Audiovisuales por Universidad Autónoma de Nuevo León, Maestro en Investigación y docencia por Universidad Santander, Maestro en Ciencias del Hábitat con orientación en Diseño y Gestión de Producto por Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Actualmente cursa el Doctorado interinstitucional en Ciencias del Hábitat por la Universidad Autónoma de San Luis Potosí y la Universidad Autónoma de Yucatán sobre estudios de sensorialidad, interacción y tecnología. luis.teniente@cbslp.edu.mx

CAPÍTULO 4.

Ricardo Alonso Rivera. Doctor en Arquitectura por la Universidad Nacional Autónoma de México. Líneas de generación de conocimiento: diseño arquitectónico, teoría y crítica de la arquitectura. Estética de la arquitectura. alonsor@fh.uaslp.mx

David L. Campos Delgado. Graduate School of Architecture, Planning and Preservation. Máster of Science in Architectural Advanced Design. Columbia University, NY. david.campos@uaslp.mx

CAPÍTULO 5.

Gerardo Vázquez Rodríguez. Doctor en arte por la Universidad Autónoma de Barcelona. Profesor Investigador en la Facultad de Arquitectura de la Universidad Autónoma de Nuevo León. México. Investigador Nacional CONACYT Nivel II. Cuerpo académico estudios sobre diseño UANL. <https://orcid.org/0000-0002-7076-8790> gerardo.vazquezrd@uanl.edu.mx, gerardo7vazquez@gmail.com

CAPÍTULO 6.

Álvaro Solbes García. Departamento de Historia del Arte, Universitat de València (UVEC), Licenciado en Historia del Arte por la UVEC (España) y Doctor en Ingeniería y Ciencia de Materiales por la UASLP. Investigador especializado en caracterización de materiales para la conservación del arte moderno y contemporáneo. Exmiembro del SNI (CONACYT) actualmente realiza su labor de investigación con una beca Postdoctoral 'Ayudas María Zambrano', programa NextGeneration de la Unión Europea y Gobierno de España. alvaro.solbes@uv.es

Alejandra Nieto Villena. Investigadora de Patrimonio Fotográfico, Licenciada en Bellas Artes por la Universitat Politècnica de València, Máster y Doctorado en Conservación y Restauración de Bienes Culturales por la misma universidad, Premio extraordinario de tesis doctoral y exmiembro del SNI (CONACYT). Docente e investigadora especializada en caracterización de artefactos fotográficos con técnicas de análisis no-invasivas. alexniet4@gmail.com

Ester Alba Pagán. Departamento de Historia del Arte, Universitat de València (UVEG), Doctora en Historia del Arte por la UVEG (España), dirige proyectos europeos sobre el patrimonio de la seda y el Arxiu Valencià del Disseny. Investigadora especializada en museología, museografía y crítica de arte, ha trabajado con el CSIC, la Hispanic Society de Nueva York y la universidad Panthéon-Sorbonne de París. Actualmente es Vicerrectora de Cultura y Sociedad de la Universitat de València. esther.alba@uv.es

2023

Universidad Autónoma de San Luis Potosí

Universidad Complutense de Madrid