

¿SUEÑAN LOS ARQUITECTOS

CON CUBOS BAJO LA LUZ?

El ciclo eterno de repetir el pasado

Por **Marcelo Fraile-Narváez**
(Universidad Rey Juan Carlos)

Arquitecto (FAU.UNT). Master en
Conservación y Rehabilitación del
Patrimonio Arquitectónico (FAUD.UNC).
Doctor en Arquitectura (FADU.UBA).

VIAJANDO AL FUTURO EN UNA MÁQUINA DEL TIEMPO OXIDADA POR EL PASADO

“La arquitectura es el juego sabio, correcto y magnífico de los volúmenes reunidos bajo la luz. Nuestros ojos están hechos para ver las formas bajo la luz: las sombras y los claros revelan las formas. Los cubos, los conos, las esferas, los cilindros o las pirámides son las grandes formas primarias que la luz revela bien: la imagen de ellas es clara y tangible, sin ambigüedad. Por esta razón son formas bellas, las más bellas”.

Le Corbusier (1964).

Durante una exposición sobre arquitectura contemporánea celebrada recientemente en Madrid, se encontraba en uno de los muros del recinto una inscripción que afirmaba: el espacio libre está en todas partes, las plantas se han dejado libres, de alto en bajo, de derecha a izquierda, de norte a sur, atravesado por las perspectivas visuales, para dar la libertad máxima”. A primera vista, esta declaración inicial parece evocar reminiscencias de las ideas planteadas por Le Corbusier en su influyente obra de 1923, titulada “Hacia una arquitectura”, en la cual abogaba por un diseño racional y funcional, otorgando importancia fundamental a la proporción, la luz, la circulación y el uso de materiales industriales.

Figura 1. ¿Sueñan los arquitectos con cubos blancos perfectos bajo la luz del sol?. Imagen generada mediante tecnología IA. Fuente: <https://app.leonardo.ai/>

Figura 2. Izq. Resurgir desde las cenizas. Imagen generada mediante tecnología IA. Fuente: <https://app.leonardo.ai/>

Por increíble que parezca, han pasado 100 años desde la publicación de los escritos de Le Corbusier, pero, sin embargo, su esencia parece mantenerse inmutable en muchas de las obras de la arquitectura contemporánea. Una necesidad de justificar cualquier decisión proyectual a través de la función, el pensamiento del diseño en planta, o la repetición de composiciones erróneas de un nostálgico movimiento moderno son solo algunos de los ejemplos de este trauma infantil no resuelto.

Como proyectista, siempre me he preguntado de donde nacía esa necesidad por ser los libertadores de la planta. Quizás viene siendo tiempo de superar nuestros traumas del pasado y pensar en otro tipo de arquitectura, más acorde con los nuevos tiempos. ➤



En este sentido, resulta interesante comparar este estancamiento proyectual con los drásticos y profundos cambios experimentados durante las últimas dos décadas, en otras profesiones como ha ocurrido en los campos de la medicina, la odontología e incluso la publicidad y el marketing.

Figura 3. Fotograma de la película Inception (2010). Fuente: <https://www.maennersache.de>

Esta tendencia de cambio también se repite en otros campos del diseño, como el diseño gráfico, que ha evolucionado rápidamente hacia una versión digital, incorporando programas y dispositivos tecnológicos para componer sus diseños y adaptándose a nuevos desafíos y demandas. En este sentido, la aparición de diversas plataformas digitales y aplicaciones para dispositivos móviles y, recientemente el uso de la IA, han revolucionado esta disciplina. Asimismo, el diseño industrial ha experimentado una transformación significativa debido a la incorporación de novedosos materiales y la irrupción de la impresión 3D, lo que ha llevado a una evolución en el modo de materialización, pasando de la producción en masa a la producción en serie personalizada.

Incluso en campos relativamente jóvenes como el diseño de contenidos audiovisuales, se han producido cambios notables en los últimos años. Desde el cine convencional, con efectos especiales mecánicos, se ha evolucionado hacia el diseño de efectos digitales y, más recientemente, hacia la denominada tecnología “realtime”, que brinda una experiencia inmersiva donde los actores son filmados e introducidos en un entorno digital sorprendente. Películas como “Alicia en el país de las maravillas”, “Inception” (2010) o “Avengers” (2012) son ejemplos elocuentes de esta evolución. Sin mencionar los recientes usos de la IA para la creación de personajes y escenarios ficticios.

Sin embargo, en el campo de la arquitectura, como bien lo señaló el diseñador francés Jean Prouvé, se trata de una industria que parece no avanzar (Cinquabre y Occelli, 2021). Pese a haber introducido nuevos materiales, tecnologías de prefabricación y herramientas digitales, su visión se mantiene anclada en métodos y técnicas tradicionales, que se resiste a los cambios, limitando su capacidad para adaptarse y responder a los desafíos y demandas contemporáneas. Conceptualmente, en términos operativos, más del 85 % de la construcción realizada in situ sigue un proceso de ejecución tradicional, de muros de ladrillo con estructura de hormigón, manteniendo una arquitectura modulada resuelta funcionalmente en planta para convertirse, una vez terminada, en cajas superpuestas. De igual manera, aunque se habla de nueva arquitectura, muchos de sus diseños repiten un oculto patrón funcional donde el habitar, trabajar, recrearse y circular, alterna con bloques de planta libre, muros corridos y ventanas apaisadas, todo pintado de un blanco perfecto, un blanco sin matices, un blanco sin vida.

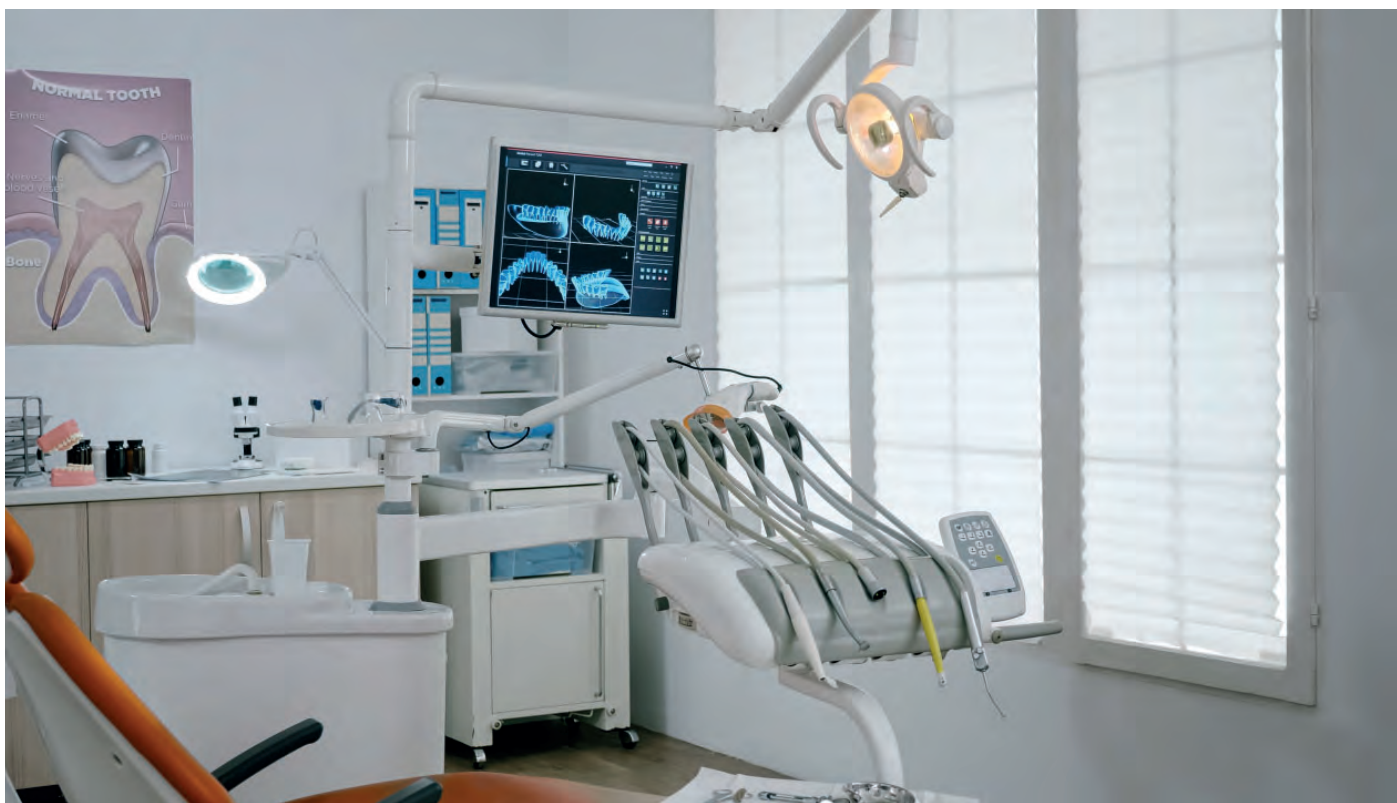


Figura 4. Consultorio odontológico de última generación. Fuente: <https://www.freepik.es/>

Este artículo tiene como objetivo principal adentrarse en el enigma que rodea la pervivencia de los conceptos de una arquitectura racional-funcionalista, en el contexto de la arquitectura contemporánea. Para alcanzar dicho objetivo, nuestro enfoque se centrará en el análisis de tres ejes fundamentales: la geometría isomórfica como elemento dominante, la biología como componente excluido y olvidado, y lo digital como nueva variable que aún no ha sido incorporada significativamente en la ecuación arquitectónica.

Mediante la convergencia de estos tres ejes de análisis, nuestro propósito es brindar una comprensión más holística del estado actual de la disciplina arquitectónica. A través de este enfoque, pretendemos inspirar a los jóvenes profesionales y creadores en este campo, a abrazar la interdisciplinariedad y a aventurarse en nuevas fronteras, que enriquezcan y trasciendan las prácticas tradicionales hacia una arquitectura más innovadora, sostenible y en armonía con el entorno actual.

LA GEOMETRÍA SAGRADA: EL CAMINO HACIA LO ISOMÓRFICO

En su esencia, la geometría se ha considerado en todas las épocas como símbolo de pureza, inteligencia y perfección. Desde el idealismo metafísico de la antigua Grecia, donde se relacionaba con nociones de belleza, razón y equilibrio, hasta su legado en la cultura occidental, la geometría isomórfica ha sido una fuente inagotable de inspiración, atribuyéndosele funciones científicas, cosmológicas, estéticas y místicas. Su presencia condiciona múltiples aspectos de nuestra vida, tanto en la realidad física del espacio urbano y los productos industriales, como en las pantallas que nos transportan a la virtualidad del ciberespacio (Bisbe, 2011).

En el ámbito del arte y la arquitectura, la geometría ha estado siempre presente a lo largo de la historia, aunque fue en el siglo XX cuando se teorizó de manera más profunda sobre su uso. Durante las primeras décadas de 1900, la geometría estuvo estrechamente ligada a los conceptos de abstracción y modernidad, desempeñando un papel fundamental como vehículo de idealismo y utopías. Su aplicación permitió alejarse de la representación de la realidad y estimuló la búsqueda de un nuevo lenguaje visual que encarnara las ideas de pureza y perfección, incluso silenciando lo que no se ajustara a sus formas (Bisbe, 2011).

En este sentido, no es de sorprender que los primeros artistas de vanguardia, a principios del siglo XX, la utilizaran para estimular su imaginación y exploración, proporcionando las bases formales para una amplia gama de prácticas artísticas. Para muchos



críticos e historiadores, este proceso representó una evolución desde un enfoque mecánico-positivista que buscaba romper con las imágenes del pasado académico decimonónico, reduciendo el arte a “formas elementales” y trascendiendo su significado más allá del objeto. Un ejemplo interesante al respecto son las aproximaciones desarrolladas por el artista inglés Richard Long, quien llevó el arte en la naturaleza a su expresión más pura y mínima al reducirla a configuraciones geométricas simples como cubos, esferas y cilindros (Bisbe, 2011).

Con el avance de la industrialización, la geometría isomórfica quedó directamente vinculada a los procesos de mecanización de Taylor y Ford, que promovían un racionalismo positivista y sistemático que les permitiera obtener una mayor eficiencia en la producción masiva de elementos. Rápidamente, este punto de vista se extendería a todos los ámbitos de la vida, incluyendo la moda, el cine y, por supuesto, la arquitectura. La famosa expresión “la forma sigue a la función” de Louis Sullivan formateó la mente de generaciones, vinculando la idea de que la morfología arquitectónica debía estar completamente subordinada a su uso, a un proceso racional y bien planificado de utilidades. Un dogma de fe, que aún hoy son pocos los valientes capaces de expresar su disconformidad.

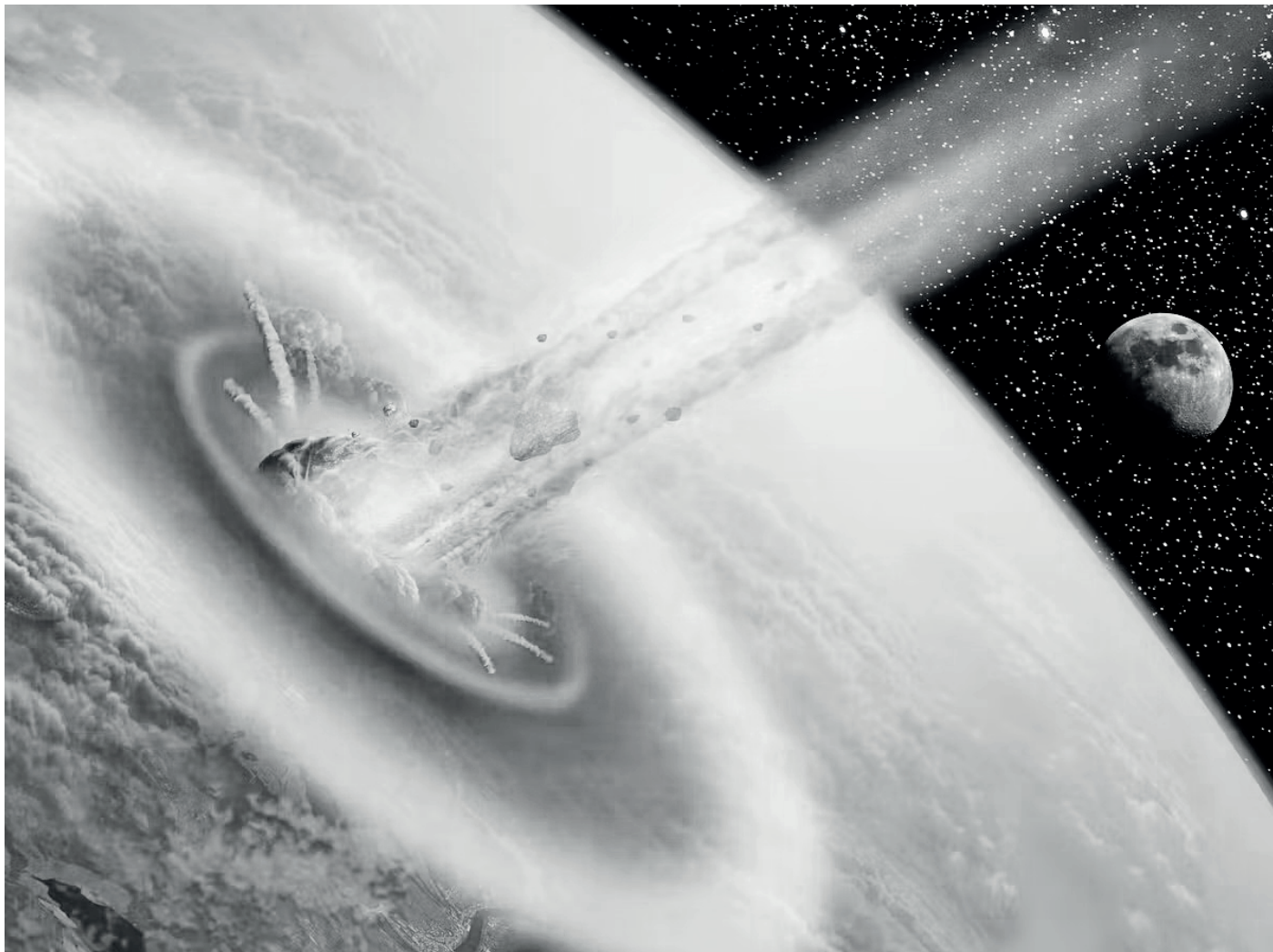
En esencia, el objetivo de esta propuesta era simple, la producción industrializada de la vivienda, una producción masiva de hogares, estandarizados, sin restricciones, y sin variaciones. En este sentido, la geometría descriptiva se presentaba como la herramienta perfecta para lograrlo, ya que permitía construir una arquitectura basada en una estricta racionalidad geométrica, que en definitiva coincidía con la lógica de la máquina: la casa pasó a ser considerada una máquina, una “máquina de habitar”, que al igual que un automóvil precisaba de partes y piezas producidos en serie que podían ensamblarse.

Con la publicación de *Hacia una arquitectura*, esta nueva visión quedaría definitivamente enraizada en la práctica proyectual como un “juego sabio, correcto y magnífico de volúmenes reunidos bajo la luz”. En el proceso, los muros se despojaron de su ornamento y decoración, y la historia se borró en aras de una estética más funcional. La famosa frase de Ford “Un cliente puede tener su automóvil del color que desee, siempre y cuando desee que sea negro”, pasó a ser reemplazada en arquitectura por “un cliente puede tener su casa de la forma y color que desee, siempre y cuando desee que sea un prisma y de color blanco”.

Figura 5. La casa pasó a ser considerada una máquina, una “máquina de habitar”, que al igual que un automóvil precisaba de partes y piezas producidas en serie que podían ensamblarse. Fuente: <https://es.wikiarquitectura.com>

Figura 6. Pabellón del L'Esprit Nouveau en la Exposición Internacional de Artes Decorativas e Industriales Modernas en París en 1925. El pabellón fue diseñado por Le Corbusier y Pierre Jeanneret. El pabellón también incluía varias esculturas cubistas de Jacques Lipchitz, una de las cuales se colocó en el césped frente al edificio. Fuente: <https://upload.wikimedia.org/>





Haciendo una analogía con la evolución de la Tierra, podríamos comparar este efecto con el impacto de un asteroide gigante a finales del Cretácico, lo cual llevó a la desaparición de diversas especies animales en todo el planeta. De manera similar, en la arquitectura, este fenómeno geométrico-mecánico habría conducido, indirectamente, a la pérdida de distintas corrientes estilísticas conectadas con el pasado y las formas naturales.

Figura 7. Representación digital del impacto devastador de un asteroide en la superficie de la Tierra. Fuente: <https://images.theconversation.com/>

Así como los mamíferos se extendieron y se convirtieron en la raza dominantes sobre la superficie del globo, en arquitectura, una nueva especie poblaría el universo de nuestras ciudades, evolucionando hasta convertirse en un depredador perfectamente selectivo, creador de estructuras con una apariencia andrógina y anodina, una categoría que, en busca de una libertad y simpleza, se desprendería de todo rastro de ornamento, decoración o complejidad, resultando en cajas vacías de contenido y significado.

Consecuencia de esta transformación, también se rompería la continuidad con el pasado, creando una nueva historia arquitectónica que suprimía por acción u omisión cualquier enfoque relacionado con la idea de lo ondulado, lo orgánico, así como la concepción de la belleza por sí misma sin explicación mediante la función. Ejemplos como la Casa Batlló, con su fachada sinuosa y decorada, serían considerados vástagos deformes de una época decadente, incapaz de adaptarse a los principios rectores de una era geométrica y mecanicista. Asimismo, aquellos modelos que lograron sobrevivir fueron “reeducados” y reinterpretados con la gentil colaboración del profesor Sigfried Giedion, de acuerdo con los parámetros modernos, a través de la exploración de la forma y el espacio: una geometría hileomórfica, caracterizada por líneas rectas y ángulos de 45 y 90 grados.

El refrán “menos es más” se convirtió en uno de los conceptos clave en el uso de formas geométricas durante los albores de lo que se conoce como la modernidad (Bisbe, 2011). La arquitectura basada en curvas y relaciones orgánicas, asociadas al reino natural, cedió su lugar o fue relegada al ámbito doméstico de los no doctos, siendo



Figura 8. Proyectos emblemáticos como la Casa Farnsworth se propagaron rápidamente por todo el globo.
Fuente: <https://upload.wikimedia.org/>

reemplazadas por recipientes “vacíos”, donde la belleza residía en las formas puras de la geometría. Proyectos emblemáticos como la Casa Farnsworth se propagaron rápidamente por todo el globo. En muy corto tiempo, tanto los arquitectos como el público en general comenzaron a valorar la estética de la caja, la precisión inherente a las volumetrías simples, sin adornos ni decoraciones superfluas. La pureza y la simplicidad de las formas se convirtieron en una manifestación de la perfección. El blanco pasó a ser el color de la naturaleza, cuanto más blanco, más natural. No debe sorprender entonces que, en un terreno tan fecundo, la caja se extendería por el mundo hasta poblar los cuatro puntos cardinales del ecosistema arquitectónico. Cajas superpuestas, interpenetradas o agrupadas, siguiendo una estricta geometría euclidiana, trazada en una rejilla ortogonal para ser vista por el ojo de Dios. Un modelo respaldado por un sólido discurso funcionalista, donde siempre están presentes vocablos como estandarizado, mecanicista, o de producción prefabricada en masa, no importa si luego la materialización será in situ mediante los sistemas tradicionales de mampuesto.

En esencia, este proceso geométrico-funcionalista, representa la encarnación de un proyecto inacabado, que para el filósofo francés Bruno Latour (2012) es “la flecha irreversible del tiempo”: aunque creen haber roto definitivamente con su pasado, las revoluciones acumuladas no parecen afectar significativamente el paso del tiempo. El pasado persiste y, a veces, incluso regresa.

Es un modelo que puede considerarse perimido, pero aún no ha sido olvidado. Karl Popper lo denominaba el “espíritu de la tribu”, un carácter irracional y gregario que arraiga profundamente en los seres humanos civilizados (Vargas Llosa, 2018). Esta esencia agrupa a los diseñadores bajo una mentalidad geometricista que inhibe la iniciativa y la reflexión individual. Consecuentemente, durante más de 100 años, ha habido una falta de evolución en este ámbito, lo que se traduce en parámetros y tareas cotidianas relacionadas con lo digital poco desarrolladas y una resistencia al cambio, una pegatina desarticulada que muestra remiendos y contradicciones evidentes, pero que, como tribu, somos incapaces de reemplazar.



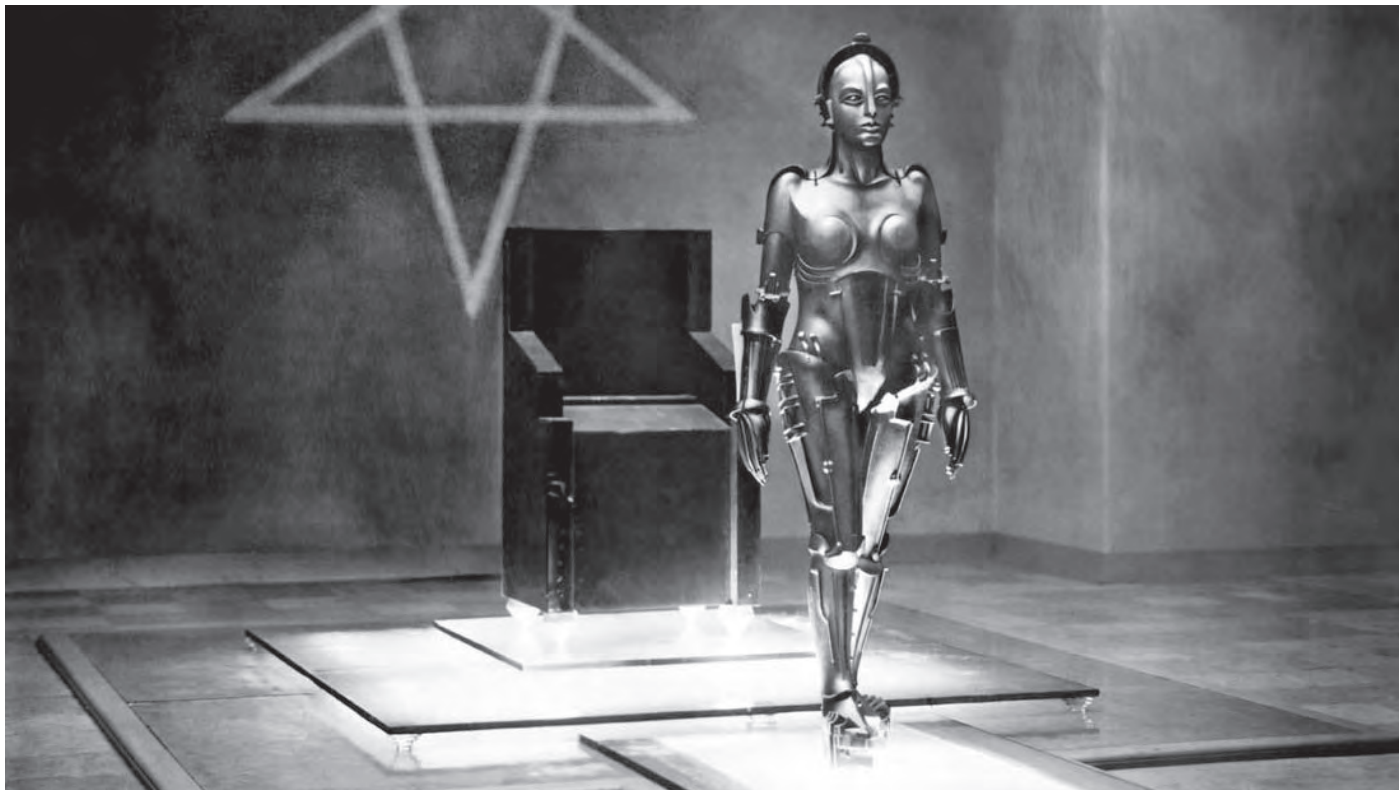
Figura 9. Arriba. La geometría isomórfica quedó directamente vinculada a los procesos de mecanización de Taylor y Ford, que promovían un racionalismo positivista y sistemático. Fuente: <https://fineartamerica.com/>

Figura 10. Izq. Fragmento de la cubierta de la casa Battlo. Fuente: <https://agora.xtec.cat>

Figura 11. Izq. Escalera interior de la casa Tassel diseñada por Víctor Horta. Fuente: <https://www.arau.org/>

Figura 12. Der. Fotografía tomada por Michael Dant de la Unité d'Habitation. Fuente: <https://www.flickr.com/photos/faasdant/4132069247/>





EL UNIVERSO DIGITAL: EXPLORANDO UN MUNDO SIN FRONTERAS

A lo largo de las últimas décadas del siglo XX, como especie, hemos sido testigos de cambios drásticos que han afectado a la sociedad contemporánea de manera desproporcionada. La introducción de una variedad de dispositivos inteligentes y complejos, equipados con pantallas táctiles de alta definición, visores de Realidad Virtual, sistemas inmersivos de Realidad Aumentada, impresoras 3D, exoesqueletos y una amplia gama de herramientas digitales, ha dado lugar a una compleja red de objetos interconectados que nos envuelve las 24 horas del día, los 365 días del año. Nos encontramos inmersos en un complejo mundo digital, en constante cambio y transformación, que parece abarcar todos los ámbitos de nuestra existencia.

Del mismo modo, esta evolución digital ha llevado consigo una resignificación del concepto de la máquina y de la producción en serie. Aunque en la película “Metrópolis” (1927) se presentaba una visión exagerada de un futuro dominado por robots y elementos mecánicos, a medida que avanzamos en el siglo XX, la idea de lo mecánico fue adquiriendo novedosas dimensiones. El desarrollo de sistemas digitales e internet ha conducido a lo que el experto Mario Carpo (2023) denomina el “futuro cibernético”, un futuro que no ha traído robots, sino a internet como instrumento de información y un sinnúmero de nuevas aplicaciones y herramientas online.

En palabras de Edgar Morin (1992), nos encontramos inmersos en un nuevo paradigma, el paradigma de la complejidad, que busca superar las limitaciones del pasado. En este contexto, el diseño computacional ha experimentado una evolución notable, con el surgimiento de una nueva generación de procedimientos digitales cada vez más poderosos, que reflejan el anhelo humano de materializar y compartir sus pensamientos y creaciones.

El desarrollo de una nueva generación de sistemas de inteligencia artificial (IA), a principios del siglo XXI, ha llevado la transformación social a un nivel de evolución sin precedentes. En los últimos meses, la irrupción de herramientas que emplean la IA para su funcionamiento ha desencadenado una auténtica revolución en nuestras actividades diarias (As, Pal y Basu, 2018). Desde nuestros teléfonos móviles, que utilizan el reconocimiento facial para desbloquearse y reconocer contactos en redes sociales, hasta asistentes virtuales como Alexa y Cortana, que gestionan robots limpiadores y regulan sistemas ambientales, la IA se ha vuelto omnipresente en nuestro entorno (del Campo y Leach, 2022).

Figura 13. Robot femenino de la película Metrópolis (1927) de Fritz Lang. Fuente: <https://www.movieforums.com/>



Figura 14. El desarrollo de sistemas digitales e internet ha conducido a lo que el experto Mario Carpo (2023) denomina el “futuro cibernético”, un futuro que no ha traído robots, sino a internet como instrumento de información y un sinnúmero de nuevas aplicaciones y herramientas online. Fuente: <https://wallpaperaccess.com>

Conceptualmente, la inteligencia artificial se define como el estudio y desarrollo de agentes inteligentes, que incluye cualquier dispositivo con capacidad para percibir su entorno y emprender acciones para alcanzar sus objetivos. Este término se aplica cuando una máquina imita funciones cognitivas humanas, como el aprendizaje y la resolución de problemas (del Campo y Leach, 2022). Estos sistemas están cuidadosamente diseñados para procesar vastos volúmenes de datos, aprender de ellos y adaptarse a diversas situaciones, lo que les permite tomar decisiones inteligentes de manera autónoma.

La inteligencia artificial está transformando nuestra percepción del universo y la forma en que nos relacionamos con el medio ambiente. Nos encontramos en un momento crucial donde los paradigmas establecidos están siendo cuestionados y se buscan respuestas alternativas e innovadoras. Gracias al enfoque interdisciplinario y el uso de la IA, estamos explorando nuevas formas de conectar con la naturaleza, diseñando sistemas de interconexión perfectos entre energía y contexto (Fraile, 2019). Las tecnologías emergentes nos brindan la capacidad de entrenar modelos de IA con cantidades casi ilimitadas de datos, lo que gradualmente mejora la resolución y nitidez de las variables latentes desarrolladas. Este proceso ha permitido producir prototipos más rápidos y eficientes sin necesidad de grandes recursos informáticos (Estévez y Abdallah, 2022).

En el campo de la arquitectura, la incorporación de tecnologías IA está demostrando su capacidad para mejorar y potenciar el proceso de diseño. El uso de técnicas de aprendizaje automático, procesamiento de lenguaje natural y otros algoritmos ha permitido a los diseñadores explorar y generar nuevas ideas de manera eficiente (Alawadhi y Yan, 2021).

En este aspecto, y de un modo simplificado, el uso de la IA en el diseño puede agruparse dentro de dos escuelas de pensamiento. La primera, relacionada con la optimización, se centra en mejorar sus características como los planos de planta, el consumo de materiales y los horarios de construcción. Las técnicas de IA permiten encontrar posibilidades de perfeccionamiento en estos aspectos técnicos (Estévez y Abdallah, 2022). En tanto que la segunda, orientada a resolver los problemas inherentes con la creatividad, la intuición y la sensibilidad, que son más difíciles de traducir en código debido a su naturaleza subjetiva y no cuantificable. La arquitectura aborda estas dificultades desde una perspectiva estética y ética, explorando cómo la IA puede solucionar estas cuestiones de manera casi autónoma (del Campo y Leach, 2022).

De este modo, las redes neuronales entrenadas con datos arquitectónicos específicos tienen el potencial de generar un número ilimitado de soluciones y, enriquecer el repertorio proyectual. Estas redes capturan las características distintivas de los conjuntos de datos y proporcionan una base para la elaboración de diseños generativos (Estévez y Abdallah, 2022). Además de mejorar la eficiencia en términos técnicos y estéticos, la aplicación de IA en arquitectura también plantea cuestiones éticas importantes. Es necesario considerar cómo la tecnología afecta la toma de decisiones, la responsabilidad del diseñador y los valores humanos en el proceso de diseño (del Campo y Leach, 2022).

Sin embargo, aún persisten ciertos temores y resistencias arraigados en la profesión de la arquitectura. Ve con recelos estas herramientas y dispositivos, y en lugar de mirar y coger su potencial, la convierte en su enemigo, acusándola de falta de profesionalidad, y causante del desempleo, la deshumanización, y una belleza impuesta por formas barrocas producidas por el collage de las imágenes existentes en su base de datos. En este sentido, se hace necesario una reflexión profunda, sobre el impacto de la tecnología en la práctica proyectual. Una mirada que considere la importancia de adaptarse a los nuevos tiempos y aprovechar las posibilidades que brinda el entorno digital. La arquitectura debe abrazar la era de la transformación tecnológica, explorar novedosas configuraciones, y encontrar un equilibrio entre la tradición y la innovación para responder de manera efectiva a los desafíos y oportunidades que nos plantea el siglo XXI.

Para lograr este objetivo, es imperativo dar un salto de fe, dejando atrás los modelos geométricos obsoletos y desechando esas cajas abstractas, monótonas y omnipresentes (Maderuelo, 2008). Pues es bien sabido que la vieja estructura corbuseriana persiste y, cada cierto tiempo, resurge, ahora de un modo digital, en la forma de nuestras ciudades.

No obstante, y con la esperanza de un cambio significativo, la evolución digital ha abierto un mundo de posibilidades sin precedentes para los jóvenes arquitectos, permitiéndoles soñar con proyectos que trasciendan los límites terrestres. Un ejemplo destacado de esta tendencia es el trabajo de Norman Foster, quien ha diseñado bases lunares y marcianas utilizando sistemas digitales y algoritmos para materializar impresionantes cúpulas, aprovechando los recursos disponibles en la luna o Marte. Lo que en el pasado podría haber parecido una idea descabellada, ahora se convierte en una posibilidad tangible y emocionante. El futuro de la arquitectura se presenta lleno de promesas y, oportunidades fascinantes gracias a esta revolución tecnológica.

La participación activa de lo digital en el proceso creativo ofrece oportunidades únicas para enfrentar los desafíos contemporáneos, como la gestión de residuos y la construcción sostenible. Es el momento de reconocer y aprovechar plenamente el potencial

Figura 15. Un ejemplo destacado de esta tendencia es el trabajo de Norman Foster, quien ha diseñado bases lunares y marcianas utilizando sistemas digitales y algoritmos para materializar impresionantes cúpulas, aprovechando los recursos disponibles en la luna o Marte. Fuente: <https://www.fosterandpartners.com>

Figura 15. Un ejemplo destacado de esta tendencia es el trabajo de Norman Foster, quien ha diseñado bases lunares y marcianas utilizando sistemas digitales y algoritmos para materializar impresionantes cúpulas, aprovechando los recursos disponibles en la luna o Marte. Fuente: <https://www.fosterandpartners.com>





Figura 16. Arriba. Es muy probable que si Le Corbusier hubiera vivido en este momento, usaría la IA para sus diseños. Imagen generada mediante tecnología IA. Fuente: <https://app.leonardo.ai/>

Figura 17. Derecha. Robot + IA + Genética será el gran desafío de la arquitectura en el siglo XXI. Fuente: <https://www.freepik.es/>





de la tecnología como un aliado en la búsqueda de soluciones arquitectónicas innovadoras y responsables. En este sentido, delegar tareas a sistemas tecnológicos no implica disminuir la autoría o creatividad del arquitecto; por el contrario, amplía las posibilidades y facilita la materialización de proyectos innovadores y sostenibles. Valorar la riqueza y el aporte de la tecnología a la arquitectura es esencial, tanto en términos de diseño como en la gestión eficiente de recursos y la reducción de residuos: una simbiosis capaz de allanar el camino hacia un futuro arquitectónico más prometedor y respetuoso con el medio ambiente.

SINFONÍA BIOTECNOLÓGICA: FUSIONANDO LA BIOLOGÍA Y LA TECNOLOGÍA PARA LA CREACIÓN DE NUEVOS DISEÑOS

A lo largo de la historia, el ser humano siempre ha recurrido a la naturaleza para aprender de ella y encontrar inspiración en el proceso de diseño. Desde nuestros antepasados griegos, quienes se inspiraron en el mundo natural al diseñar columnas y órdenes arquitectónicos, hasta los genios inventores como el legendario Leonardo da Vinci, quien estudió las formas de las alas de las palomas y los pájaros para desarrollar artefactos voladores. Incluso investigadores como Van Berkhey se dedicaron al estudio de la biología y su impacto en diferentes campos. Sin embargo, tras el catastrófico evento del asteroide del movimiento moderno, esta valiosa tradición se vio comprometida.

Recuperar esa conexión con la naturaleza y volver a considerarla como una fuente esencial de aprendizaje y creatividad es un desafío que debemos abordar. Reconectar con nuestra herencia histórica, y redescubrir cómo la biología puede ofrecernos soluciones innovadoras en el diseño y la investigación, será fundamental para avanzar hacia un futuro más sostenible y en armonía con nuestro entorno.

En este sentido, la introducción de sistemas digitales y el uso de novedosas plataformas tecnológicas de vanguardia han permitido la emergencia de proyectos arquitectónicos, mediante estrategias de morfogénesis digital. Esta experiencia abre nuevas oportunidades para redescubrir las ventajas que ofrece el mundo natural, las cuales habían permanecido ocultas y expectantes, esperando su momento de revelación. Nos encontramos ante una auténtica revolución tecnológica, donde los futuros diseñadores deben dominar no solo estas tecnologías, sino también tomar decisiones responsables y coherentes en su aplicación.

Estos nuevos profesionales deberán combinar de un modo transversal una actitud crítica y respetuosa hacia el medioambiente, con habilidades y conocimientos en tecnologías digitales 4.0. Será esencial que sepan aprovechar estas herramientas de manera sostenible y ética, reconociendo el potencial transformador que pueden tener en la

Figura 18. Acceso a un edificio público. Imagen generada mediante tecnología IA. Fuente: <https://app.leonardo.ai/>

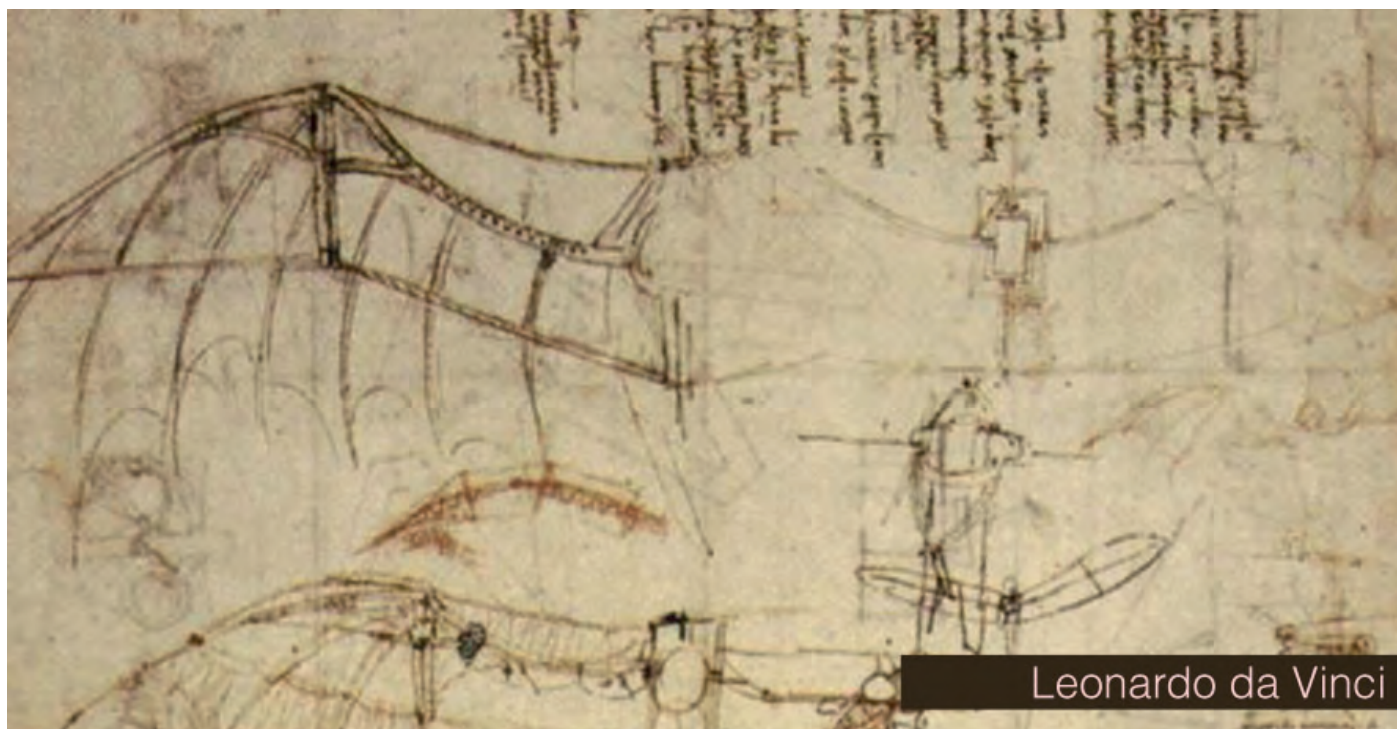


Figura 19. Leonardo Da Vinci. Fuente: <https://iconosmedievales.blogspot.com/>

arquitectura y el diseño. El equilibrio entre el dominio tecnológico y la conciencia ecológica resulta fundamental para construir un futuro arquitectónico innovador y responsable con nuestro entorno, donde biólogos, arquitectos, ingenieros y programadores colaboren en sinergia para producir resultados innovadores, abordando una amplia gama de desafíos del siglo XXI.

Esta evolución solo puede ser posible gracias al desarrollo de plataformas y programas cada vez más poderosos, que permiten el modelado y perfeccionamiento de algoritmos morfogénéticos, capaces de replicar sistemas naturales, y que ahora, mediante el uso de impresoras 3D, estos modelos pueden materializarse en objetos tangibles. Este proceso de generación proyectual es complejo y fascinante, y transita desde el nivel más elemental del átomo hasta la codificación digital de los bits. El resultado es una construcción algorítmica concebida para simplificar el control de sus piezas, ensamblándose de manera automática, armoniosa y orgánica, mientras permanecen perfectamente organizadas.

En este sentido, la combinación de tecnología y el estudio de la naturaleza ha dado lugar a proyectos sorprendentes, como el pabellón de seda desarrollado por Neri Oxman de 2013. En esta innovadora estructura, el estudio del comportamiento de los gusanos de seda fue clave para crear una compleja construcción, que no solo replicaba el movimiento y tejido utilizado por los gusanos para sus capullos, sino que también interpretaba su conducta en función de las orientaciones, permitiendo ajustar la densidad de la urdimbre para lograr mayor o menor protección y ventilación según las necesidades del capullo (Fraile, 2019).

Otro proyecto igualmente interesante está siendo llevado a cabo por el equipo de investigación del arquitecto Alberto Estévez, en la UIC Barcelona School of Architecture. Su enfoque consiste en explorar la viabilidad de crear estructuras óseas vivientes, que desempeñarían el papel de "ladrillos vivos" en la construcción de edificios. Para ejecutar esta innovadora idea, utilizan una avanzada 'bioprinter', una impresora 3D capaz de manipular células vivas de manera digital, para obtener los materiales necesarios (Abdallah and Estévez, 2021).

Un tercer proyecto en este sentido es el denominado "Proyecto Venecia". Esta propuesta plantea el desarrollo de macromoléculas reactivas al carbono, las cuales serían cuidadosamente liberadas en los canales de Venecia, para interactuar directamente con los pilotes de madera sobre los que se asientan los edificios. A continuación, las macromoléculas reaccionarían con los pilotes, logrando un aumento significativo en la sección estructural. Gracias a esta ingeniosa técnica, se evitarían los hundimientos que históricamente han afectado a estas construcciones. Es evidente que este proyec-



Figura 20. Pabellón de seda desarrollado por Neri Oxman de 2013. Fuente: <https://oxman.com/projects/silk-pavilion-i>

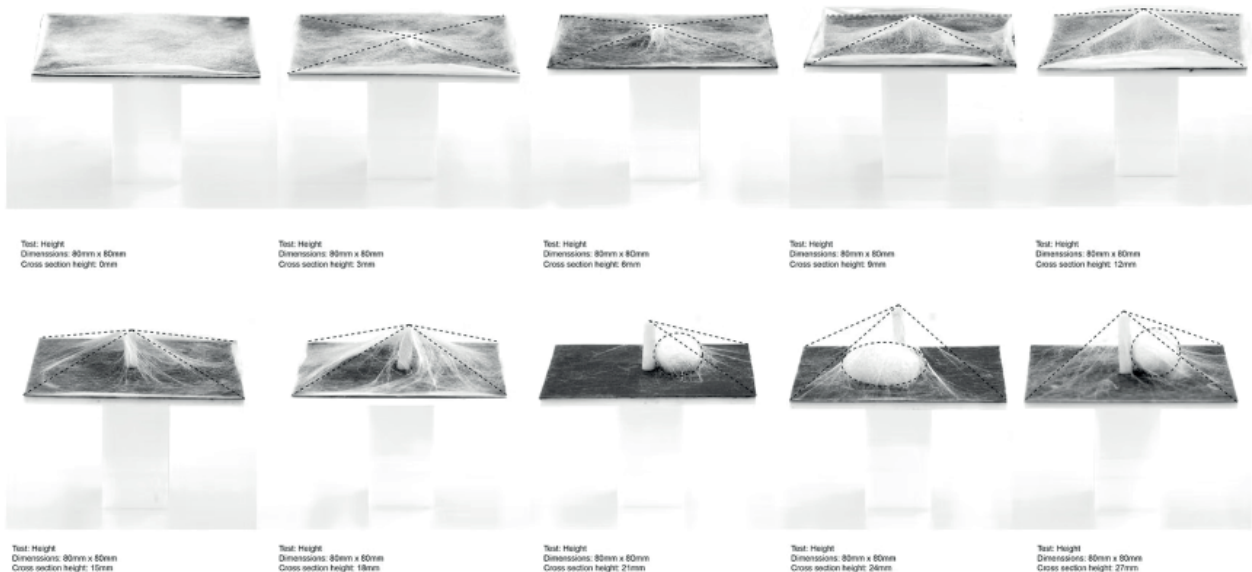
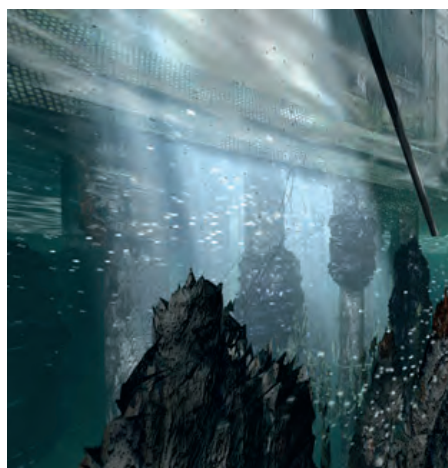
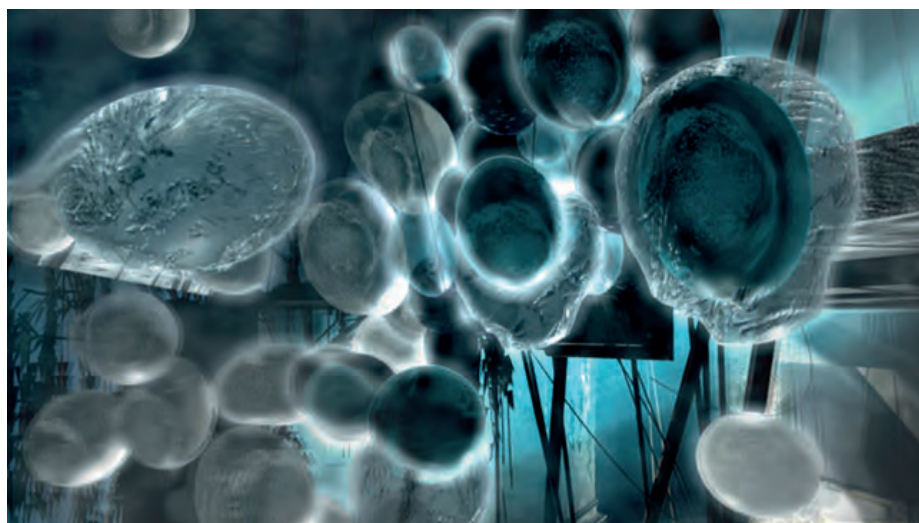
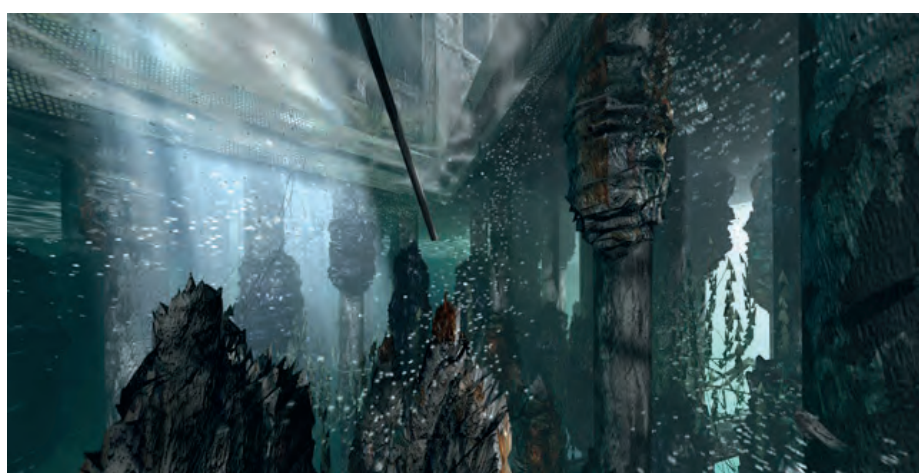
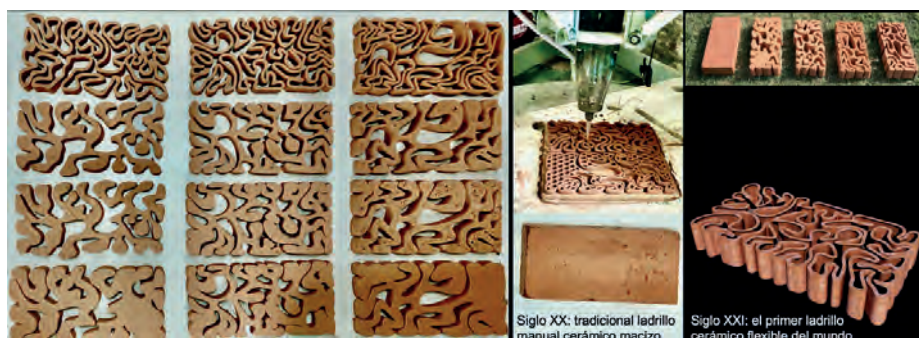
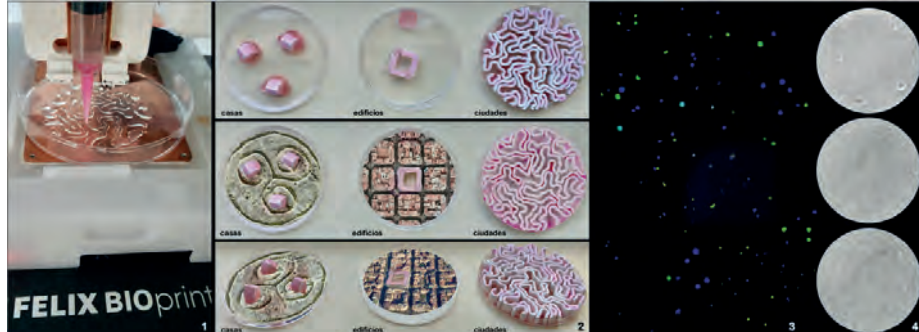


Figura 21. Pabellón de seda desarrollado por Neri Oxman de 2013. Fuente: <https://oxman.com/projects/silk-pavilion-i>



Figuras 22 y 23. Diseñando con células. Alberto T. Estévez (col. Yomna K. Abdallah, computational designer). Fuente: <http://geneticarchitectures.weebly.com/projects-office.html>

Figuras 24, 25 y 26. "Proyecto Venecia". Esta propuesta plantea el desarrollo de macromoléculas reactivas al carbono, las cuales serían cuidadosamente liberadas en los canales de Venecia, para interactuar directamente con los pilotes de madera sobre los que se asientan los edificios. Fuente: <https://www.dezeen.com/>



Figuras 27 y 28. Proyecto París 2050, desarrollado por el arquitecto Vincent Callebaut. Fuente: <https://vincent.callebaut.org>



Figuras 29 y 30. Proyecto París 2050, desarrollado por el arquitecto Vincent Callebaut. Fuente: <https://vincent-callebaut.org>

to tiene el potencial de revolucionar el desarrollo de materiales y técnicas constructivas, abriendo así un abanico de nuevas posibilidades tanto para la arquitectura como para la ingeniería (Rocho, 2010).

De igual modo, la integración de elementos biológicos en el ámbito del diseño no se limita solo a escalas pequeñas, sino que también puede aplicarse a proyectos urbanos, como el impresionante ejemplo de París 2050, desarrollado por el arquitecto Vincent Callebaut. Este proyecto nos muestra una visión futurista donde la naturaleza y la arquitectura se funden en perfecta armonía, respetando el entorno. La propuesta promueve un paisaje vertical innovador, en la que elevadas torres albergan granjas y espacios de producción. Esta mirada vanguardista permite alcanzar la autosuficiencia alimentaria para la creciente población que se concentra en las grandes ciudades. De esta manera, se busca abordar los desafíos de un futuro más poblado y densamente urbanizado, sin sacrificar el equilibrio con el medioambiente.

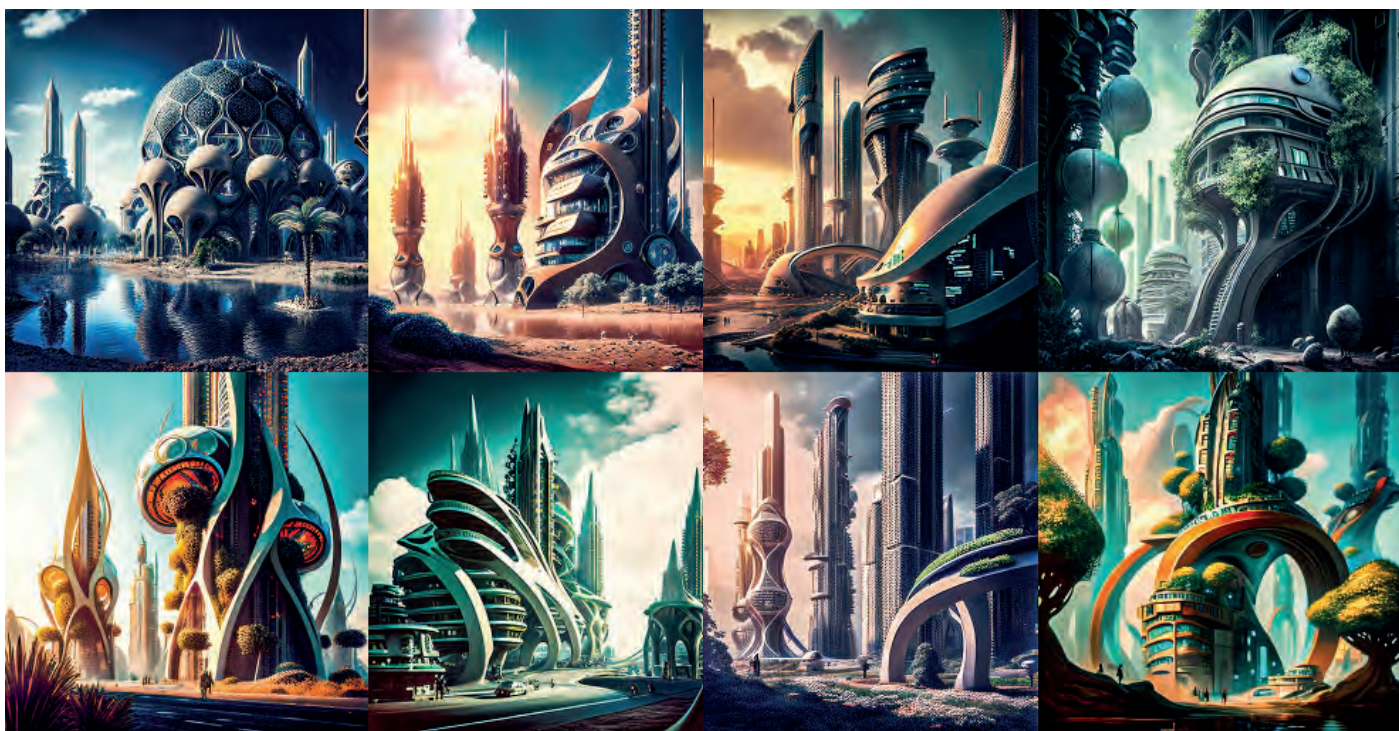
París 2050 nos muestra cómo la combinación de tecnología y sensibilidad ecológica puede revolucionar la forma en que concebimos nuestras ciudades y su relación con el medio ambiente. Es una inspiradora manifestación de cómo la integración de lo biológico y lo arquitectónico puede crear soluciones sostenibles y resilientes para el futuro urbano (Callebaut et. al., 2015).

En este sentido, es crucial destacar que esta tecnología va más allá de simplemente replicar la naturaleza, sino que también es capaz de construir una realidad mixta, fusionando las propiedades de la realidad virtual y aumentada, permitiendo introducir objetos digitales en el mundo físico y manipularlos como si fueran reales, y viceversa. Como resultado, la profesión proyectual trasciende sus límites tradicionales y se abren novedosas perspectivas y oportunidades.

La simbiosis entre tecnología y observación de la naturaleza nos impulsa a explorar nuevas fronteras y a pensar de un modo más audaz y creativa. Esta emocionante fusión alimenta la innovación, llevando a arquitectos a aventurarse en el uso de estas herramientas para crear obras asombrosas que de otra manera serían impensables. El futuro que nos depara esta maravillosa intersección entre lo natural y lo digital en la arquitectura, es prometedor y lleno de posibilidades estimulantes.

Figuras 31, 32, 33. Proyectos Arquitectónicos. Imagen generada mediante tecnología IA. Fuente: <https://app.leonardo.ai/>





CONCLUSIÓN

Según datos del Ministerio de Educación del Gobierno de España (2023), en los últimos años, el campo de la arquitectura ha experimentado un crecimiento continuo. Solo entre 2020 y 2021 se graduaron un total de, 4055 nuevos arquitectos. Esta cifra solo representa un ciclo lectivo y no incluyen la cantidad de egresados de los ciclos anteriores ni los que se graduarán en el futuro. Tampoco tiene en cuenta el número de egresados de las diferentes escuelas y universidades de arquitectura del globo, que, en un mundo globalizado, también son competidores directos.

En vista de esta situación, es pertinente cuestionarnos qué formación estamos brindando a nuestros estudiantes y qué valor diferencial obtendrán en comparación con generaciones anteriores. Parafraseando a Prouvé podríamos preguntarnos ¿Son nuestras escuelas, nuestros edificios públicos, nuestras viviendas, nuestro urbanismo, digno de la época del Genoma humano, de la Inteligencia artificial y del viaje a marte? (Cinqualbre y Occelli, 2021).

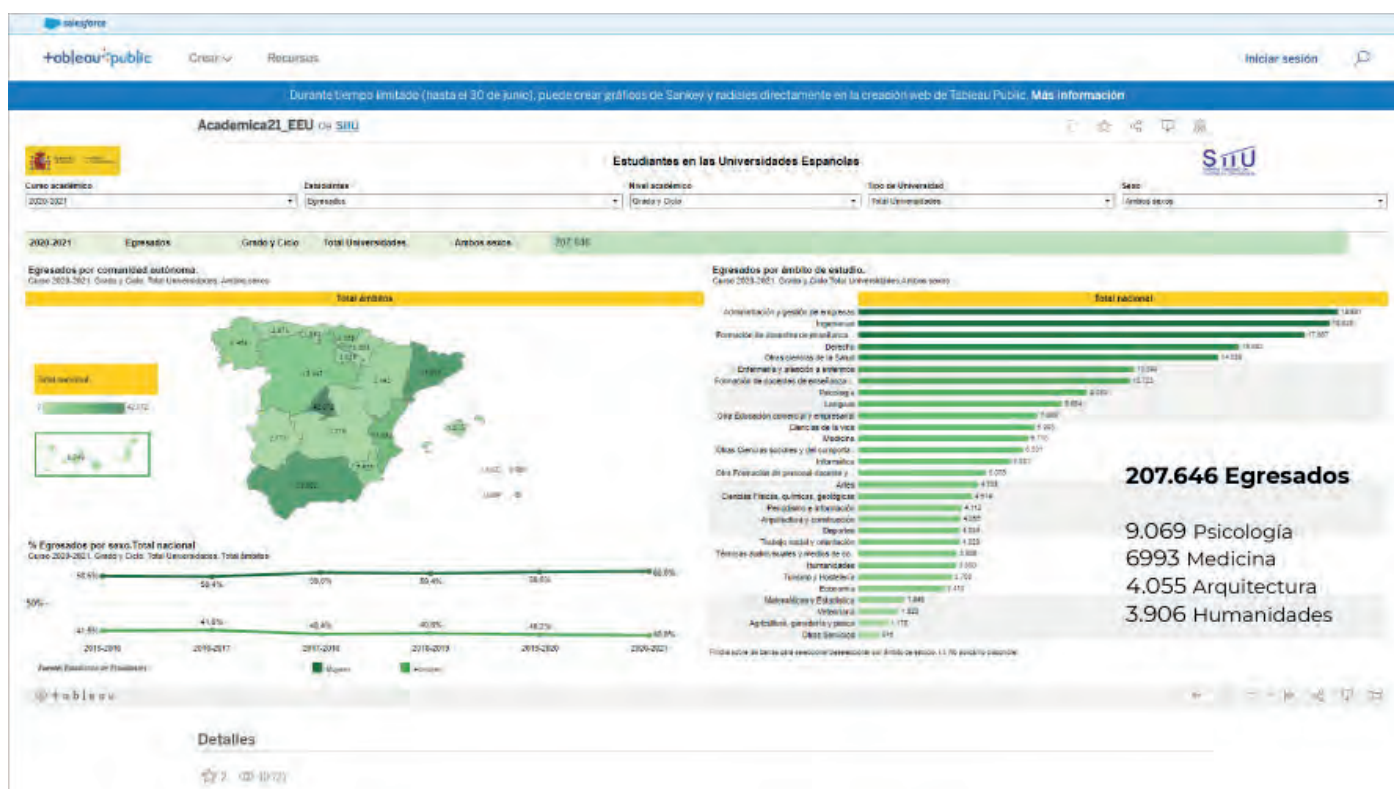
El mundo ha cambiado y la eficiencia es clave; ya no podemos permitirnos una arquitectura que consuma excesiva energía, recursos o mano de obra. La arquitectura del movimiento moderno se basaba en medidas desarrolladas en metros, pero en el siglo 21, la precisión alcanza los micrones. La producción arquitectónica se desarrolla mediante software que permite un dibujo milimétrico y la articulación detallada de cada parte y plano, con documentaciones superpuestas para articular todos los elementos del diseño.

Sin embargo, mucha de nuestra arquitectura, aún, parece atrapada en un funcionalismo exagerado, donde la especulación inmobiliaria nos ha condenado a seguir restrictivos códigos y planes urbanos, y cuyo único mérito aparenta ser la eficiencia para construir cuevas, habitáculos, cápsulas oscuras que condenan a sus ocupantes a prescindir de la luz natural, reemplazándola por una bombilla, eso sí de LED para no dañar el planeta.

Figuras 34 y 35. Izq. Proyectos Arquitectónicos. Imagen generada mediante tecnología IA. Fuente: <https://app.leonardo.ai/>

Figura 36. Datos del Ministerio de Educación y Formación Profesional. Fuente: <https://www.educacionyfp.gob.es/>

Nos encontramos con refugios sin ventilación natural, que dependen de equipos de climatización frío/calor durante todo el año, las 24 horas del día. Todo esto se ha hecho bajo un bonito discurso posmoderno, pero en realidad, hemos despersonalizado la arquitectura, convirtiéndola en cajas de zapatos sin contenido, producidas en serie, modelos idénticos que luego se decoran con muebles comprados en tiendas como Ikea. Construcciones perfectamente edificadas en planta, estrictamente calculadas de acuerdo con las tablas de esfuerzos y coeficientes de fluencia del hormigón, pero que





Figuras 37 y 38. Base Marciana. Imagen generada mediante tecnología IA. Fuente: <https://app.leonardo.ai/>

Figura 39. Centro Cultura Comunitario en la Bahía. Imagen generada mediante tecnología IA. Fuente: <https://www.educacionyfp.gob.es/>

Figura 40. Ciudad Submarina. Der. Imagen generada mediante tecnología IA. Fuente: <https://www.educacionyfp.gob.es/>





han perdido el alma y se han vuelto vacías, carentes de esencia. Hemos creado espacios para ser disfrutados por la mirada de Dios, pero que condenan al peatón mortal que lo habita.

Figuras 41. Pisos pequeños. 8 ideas para tener de todo lo que necesitas.
Fuente: <https://www.ikea.com/>

Buckminster Fuller expresó en una ocasión que la Tierra es como una nave espacial viajando por el universo, nuestra única nave espacial. Quizás sea el momento adecuado, e incluso necesario, para que nuestros futuros profesionales dejen de mirar al pasado y, en cambio, dirijan su mirada hacia el futuro, la naturaleza y la tecnología. Es hora de desencadenar una auténtica revolución en la arquitectura, una verdadera re-evolución que nos conduzca hacia un enfoque innovador. La Tierra es nuestro hogar y debemos abrazar la responsabilidad de diseñar un porvenir arquitectónico que respete y se inspire en la biología, aprovechando las herramientas tecnológicas para construir un mundo más armónico y sostenible.

“¿Sueñan los androides?”, se preguntó. Era evidente: por eso de vez en cuando mataban a sus amos y venían a la Tierra. A vivir una vida mejor, sin servidumbre”.
Philip Dick (1968)



Figuras 42. La Tierra es como una nave espacial viajando por el universo, nuestra única nave espacial. Buckminster Fuller. Fuente: <https://c.pxhere.com/>

Bibliografía Consultada y citas

- Abdallah, Y. K., & Estévez, A. T. (2021). 3D-Printed Biodigital Clay Bricks. *Biomimetics*, 6(4), 59. <https://doi.org/10.3390/biomimetics6040059>.
- Alawadhi, M., & Yan, W. (2021). BIM Hyperreality: Data Synthesis Using BIM and Hyperrealistic Rendering for Deep Learning. *ArXiv*, abs/2105.04103.
- As I, Pal S, Basu P. (2018). Artificial intelligence in architecture: Generating conceptual design via deep learning. *International Journal of Architectural Computing*, 16(4), 306-327. doi:10.1177/1478077118800982
- Bisbe, N. (Comisario). (2011). La Persistencia de la Geometría. Fundación de la Caixa.
- Carpo, M. (2023). La arquitectura digital inteligente tiene poco que ver con los computadores (y menos aún con su inteligencia). *ARQ (Santiago)*, (113), 18-31.
- Cinqualbre, O., y Occelli, M. (Comisarios). (2021). El universo de Jean Prouvé. *Arquitectura, industria, mobiliario. Catálogo de exposición. Caixa Forum Madrid*.
- del Campo, M., & Leach, N. (2022). Can Machines Hallucinate Architecture? AI as Design Method. *Archit. Design*, 92, 6-13. <https://doi.org/10.1002/ad.2807>
- Díaz Segura, A. (2011). El concepto de prefabricación en Le Corbusier. Madrid: CEU Ediciones.
- Dick, P. K. (2010). Do androids dream of electric sheep? S.F. Masterworks. London, England: Gateway.
- Estévez, A., & Abdallah, Y. (2022). AI to Matter-Reality. *Art, Architecture & Design*. Barcelona: iBAG. UIC Barcelona.
- Fraile Narvaez, M. (2019). *Arquitectura Biodigital*. Buenos Aires: Diseño.
- Latour, B. (2012). *Nunca fuimos modernos: Ensayo de antropología simétrica*. Buenos Aires: Siglo veintiuno editores.
- Le Corbusier. (1964). *Hacia una arquitectura*. Buenos Aires: Editorial Poseidón.
- Maderuelo, J. (2008). *La idea del espacio en la arquitectura y el arte contemporáneo 1960-1989*. Madrid: Editorial Akal.
- Morin, E., & Sánchez, A. (1992). *El Método 4: Las ideas* (2006.a ed.). Madrid: Cátedra.
- Rocho, L. (2010, julio 29). Un canadiense trae la luz a Venecia. *The Globe and Mail*. Recuperado a partir de <https://www.theglobeandmail.com/arts/a-canadian-brings-the-light-to-venice/article1387968/?service=print>
- Vargas Llosa, M. (2018). *La llamada de la tribu*. Madrid: Alfaguara.