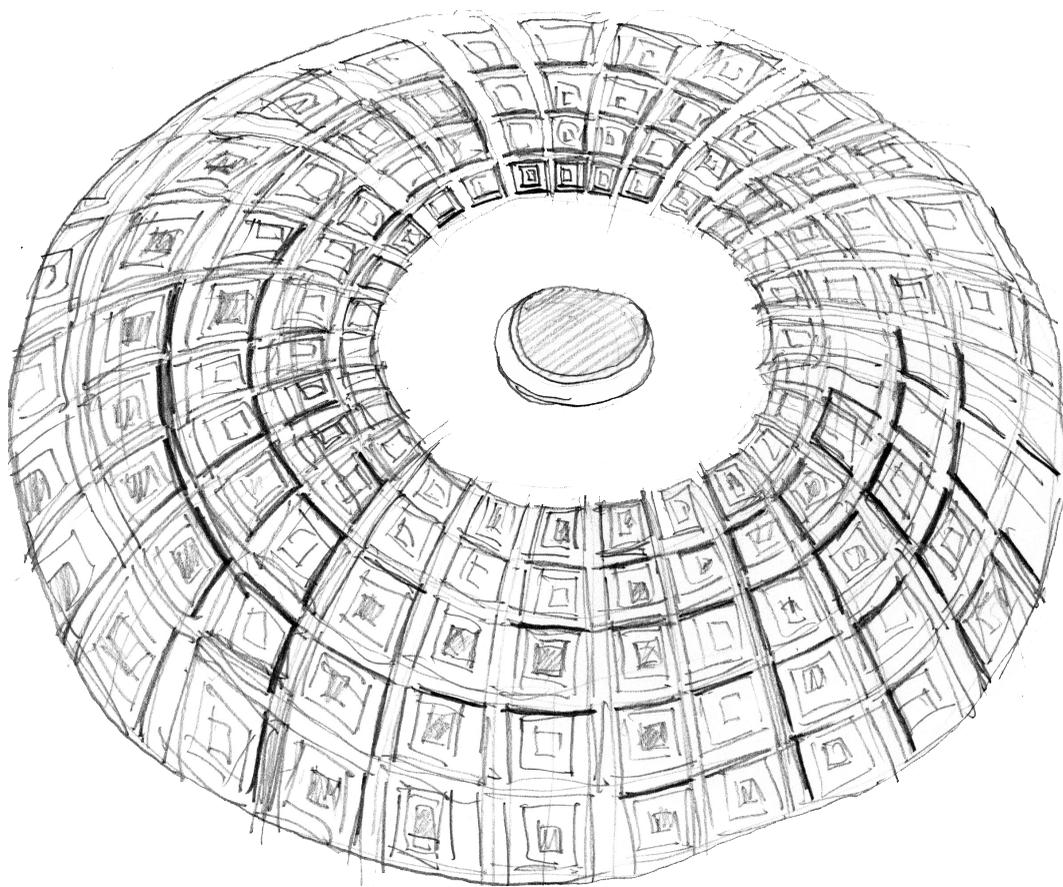


_ARTÍCULO



Autor del boceto
Dr. Arquitecto Mario Raúl Ramírez de León.

Un futuro desbordado: la enseñanza de la arquitectura en la era de la IA

*An Overwhelmed Future: Teaching
Architecture in the Age of AI*

Dr. Byron Alfredo Rabe Rendon* 
Facultad de Arquitectura
Universidad de San Carlos de Guatemala.
<https://orcid.org/0009-0000-5408-2038>
Guatemala, Ciudad de Guatemala.

Fecha de recepción: 15 de noviembre de 2024.
Fecha de aceptación: 08 de octubre de 2024.
Correo: byron.rabe@farusac.edu.gt

Resumen

La irrupción vertiginosa de las tecnologías digitales y el acelerado avance de la inteligencia artificial están reconfigurando la educación en arquitectura. Este campo, donde convergen tradición e innovación, vive una transformación que genera tanto fascinación como inquietud y demanda una revisión urgente de los procesos formativos. Lo que antes se perfilaba como un futuro lejano ha llegado de golpe, creando la sensación de que el tiempo se ha desbordado y ha traído consigo escenarios que hasta hace poco pertenecían a la ciencia ficción. Para algunos, estos avances abren un horizonte de oportunidades sin precedentes; para otros, representan una amenaza que pone en riesgo los métodos tradicionales de enseñanza y ejercicio profesional.

Este estudio examina cómo la tecnología ha modificado y expandido las posibilidades creativas y funcionales en la enseñanza y práctica de la arquitectura. Herramientas como el diseño generativo y las simulaciones avanzadas permiten a los arquitectos explorar una diversidad de alternativas de diseño, prever con precisión los impactos ambientales y estructurales, y contribuir a la creación de espacios más resilientes y sostenibles. Sin embargo, junto con estas promesas, también surgen desafíos inquietantes: cuestiones laborales, éticas y legales de gran magnitud que no pueden ser ignoradas.

Palabras clave:

Inteligencia Artificial, Arquitectura, Transformación educativa, Diseño generativo, Educación superior.

* Arquitecto, con maestrías en Administración Pública y en Docencia Universitaria, un posgrado en Arquitectura turística para el desarrollo sostenible y otro en Migración y Urbanismo. Es doctor en arquitectura candidato a doctor en Investigación Social. Docente de arquitectura y diseño gráfico por más de 40 años. Fue decano de la Facultad de Arquitectura y actualmente es Titular en la Dirección de Investigación de la Facultad de Arquitectura de la USAC.

Abstract

The accelerated rise of digital technologies and the accelerated advancement of artificial intelligence are reshaping architectural education. This field, where tradition and innovation converge, is undergoing a transformation that generates both fascination and unease, demanding an urgent reassessment of educational processes. What once seemed like a distant future has suddenly arrived, creating the feeling that time has overflowed, bringing scenarios that, until recently, belonged to the realm of science fiction. For some, these advances open an unprecedented horizon of opportunities; for others, they represent a threat that jeopardizes traditional methods of teaching and professional practice.

This study examines how technology has altered and expanded the creative and functional possibilities in the teaching and practice of architecture. Tools such as generative design and advanced simulations allow architects to explore a wide range of design alternatives, predict environmental and structural impacts with precision, and contribute to the creation of more resilient and sustainable spaces. However, alongside these promises, there also emerge troubling challenges: labor, ethical, and legal issues of great magnitude that cannot be ignored.

Keywords:

Artificial Intelligence, Architecture, Educational Transformation, Generative Design, Higher Education.

“La IA permitirá a los arquitectos alejarse cada vez más de los procesos administrativos y centrarse más en los problemas de diseño [...] Permitirá que una persona de un estudio pequeño se concentre en lo que disfruta y en lo que es bueno, que es el diseño. **Des Fagan**¹”

¹ Des Fagan, director de Arquitectura de la Universidad de Lancaster y miembro del grupo asesor de expertos del RIBA. Entrevista disponible en: "Artificial Intelligence: How Are Architects Using AI Right Now and What Are They Using It For?" Royal Institute of British Architects (RIBA), 29 de febrero de 2024.

Introducción

Nos encontramos en una intersección en la que las fuerzas del cambio tecnológico irrumpen con la intensidad de una tormenta, sacudiendo las estructuras que antes parecían inmutables. La arquitectura, símbolo de lo estable y lo perdurable, ve cómo algunos de sus cimientos conceptuales comienzan a desprenderse. El avance imparable de la inteligencia artificial y las tecnologías digitales ha transformado su esencia, convirtiendo lo manual y tangible en códigos, datos y simulaciones. Un campo que alguna vez representó la convergencia entre tradición y vanguardia ahora tambalea entre la nostalgia de un pasado concreto y un porvenir incierto.

Ese futuro, que alguna vez intentamos anticipar, ya nos ha alcanzado, y ha sido implacable. El tiempo se ha comprimido, apilando posibilidades que hasta hace poco eran parte de un horizonte lejano. En esta era de lo instantáneo, las nuevas generaciones, moldeadas por experiencias vertiginosas, han aprendido a percibir la fragilidad de la existencia. Viven aferradas a un presente-futuro, conscientes de la volatilidad que los rodea. Sus necesidades han cambiado: buscan saberes que les ofrezcan autonomía, y herramientas para sobrevivir en este ecosistema donde el conocimiento debe ser inmediato y aplicable.

Estas generaciones habitan una realidad en la que lo virtual y lo físico se entrelazan en un continuo, atrapados en un hechizo tecnológico que evoca una reinterpretación moderna del laberinto de Dédalo. Como arquitectos errantes de un nuevo mito, vagan por un intrincado laberinto digital, como los universos distópicos de *Black Mirror* o los paisajes oníricos de *Inception*, donde lo tangible y lo irreal se funden en una visión arquitectónica y urbana inverosímil. El espacio arquitectónico se ha transformado en un paisaje irreal, donde la ciencia ficción se convierte en el referente que intenta ofrecer sentido a una realidad fragmentada entre el mundo tangible y el ciberespacio. En este contexto, se levanta un nuevo relato, una historia híbrida que redefine el arte de construir en una era de conexión, desconexión y reconexión.

Este estudio examina las piezas dispares de una realidad en transformación, donde la arquitectura, como disciplina, se ve empujada por la IA y las nuevas tecnologías a redibujar sus contornos, a repensar su función en una época donde las fronteras entre lo real y lo virtual se disuelven. Se exploran herramientas como el diseño generativo y las simulaciones avanzadas, que nos ofrecen no solo imaginar nuevos espacios, sino prever sus impactos en el mundo que habitamos. Sin embargo, junto a estas promesas, acechan desafíos que no pueden ser ignorados, sombras que se proyectan sobre el brillante resplandor de la innovación.

Estamos, quizá, ante una *nueva normalidad* dentro de otra que aún no hemos terminado de comprender. Híbridos, no solo de conocimientos y tecnologías, sino de inquietudes y esperanzas, de un pasado que no se resigna a desaparecer y de un futuro que irrumpe sin pedir permiso. En este mar de incertidumbre, la enseñanza de la arquitectura se debate entre lo que debe conservarse y lo que debe dejarse atrás. Y en ese espacio intermedio, se abre el terreno para reflexionar sobre cómo formar a quienes diseñarán el mundo de mañana.

Aunque estas tecnologías se nos presentan como el augurio de una nueva era de

eficiencia y creatividad, también arrojan un desafío titánico: la capacidad humana, y la de nuestras instituciones, para adaptarse y asimilar este avance imparable sin perderse en su marea. Las universidades, antaño templos del conocimiento, se encuentran ahora en una encrucijada, donde su misión es preparar a los profesionales del futuro, dotándolos de las herramientas para descifrar los códigos de esta realidad digital. Sin embargo, si el sistema educativo no se ajusta al vertiginoso pulso de lo nuevo, los estudiantes y profesionales comenzarán a buscar fuera, en los atajos de un conocimiento más rápido, lo que el formalismo académico no logra ofrecerles. Así, la educación tradicional corre el riesgo de opacarse, como una reliquia en un mundo que, con cada nuevo avance, se va alejando más de sus viejas formas y estructuras.

Este estudio cualitativo, de carácter exploratorio y descriptivo, examina cómo la rápida irrupción de las tecnologías digitales y la inteligencia artificial (IA) ha transformado profundamente la educación superior, con un enfoque especial en la formación arquitectónica. Estas innovaciones no solo afectan el diseño y la práctica de la arquitectura, sino que obligan a una renovación constante tanto en profesionales como en docentes, quienes deben desaprender enfoques tradicionales y adoptar nuevas herramientas. Como ha sucedido antes en la arquitectura, donde los dibujos manuales fueron sustituidos por herramientas como CAD y posteriormente por el modelo BIM, ahora la IA introduce un cambio aún más profundo. Este avance no es una simple actualización técnica; implica un replanteamiento conceptual que obliga a los arquitectos de manera contundente, a dejar atrás métodos arraigados para repensar sus procesos y adaptarse a nuevas dinámicas.

Es necesario reconocer las recientes transformaciones tecnológicas en la arquitectura, evaluando tanto sus oportunidades como sus riesgos e implicaciones éticas, sociales y educativas. Dado el ritmo acelerado de estos cambios, el estudio insiste en la adaptación de los programas académicos y las prácticas profesionales a un entorno tecnológico en constante evolución, que se redefine a cada paso.

Para la recolección de datos, se realizó una revisión exhaustiva de fuentes secundarias, abarcando artículos académicos, informes de organismos internacionales y documentos especializados en IA, educación y arquitectura. Las fuentes fueron seleccionadas bajo criterios de relevancia, actualidad y pertinencia, utilizando estudios publicados en bases científicas como *SpringerLink* y *Scielo*, junto con informes de instituciones de renombre como la UNESCO y el *Royal Institute of British Architects* (RIBA). También se incorporaron análisis que reflejan las tendencias tecnológicas y las prácticas arquitectónicas que, como corrientes subterráneas, están moldeando el presente y el futuro del campo.

Los datos obtenidos incluyen estudios de casos, informes estadísticos y encuestas recientes, como la del RIBA en 2024. Además, se incluyeron perspectivas críticas sobre los retos éticos y legales derivados del uso de la IA, que deben seguir a cada avance.

La estructura de este artículo sigue un orden lógico y coherente, que parte de una visión panorámica de la acelerada adopción de tecnologías digitales y su impacto en la práctica arquitectónica. Desde allí, se sumerge en las implicaciones que estos avances tecnológicos tienen para la enseñanza de la arquitectura, explorando cómo están transformando tanto los métodos de aprendizaje como los contenidos educativos. La organización temática se estructura en cuatro ejes principales: la nueva normalidad, el impacto de la IA en la arquitectura, las herramientas digitales, y la transformación de la educación superior. Esta estructura permite una comprensión integral de los desafíos que plantea esta nueva era, abordando tanto las cuestiones técnicas como las pedagógicas y éticas. Finalmente, el análisis desemboca en conclusiones que sintetizan los hallazgos principales del estudio y esbozan nuevos caminos para enfrentar los desafíos emergentes que modelan, no solo el presente, también el futuro de la formación y la práctica profesional en arquitectura.

Una nueva normalidad

La adopción acelerada de tecnologías digitales ha transformado profundamente la educación y otros aspectos clave de la sociedad, impulsada por eventos disruptivos como la pandemia de COVID-19. Este cambio que se ha conocido como *la nueva normalidad*, ha implicado la implementación de nuevas medidas de salud, la expansión del teletrabajo y la educación en línea, así como una rápida adaptación a la incertidumbre. Como resultado, los contenidos y métodos de enseñanza, al igual que las dinámicas entre estudiantes y docentes, han sido redefinidos.²

Las instituciones educativas están obligadas a adoptar un enfoque dinámico que integre herramientas digitales y avances tecnológicos en sus programas académicos. Esto no solo amplía el alcance del aprendizaje, sino que también familiariza a los estudiantes con innovaciones que podrían definir sus futuras profesiones. Sin embargo, la enseñanza no debe centrarse exclusivamente en la transmisión de habilidades técnicas. Es esencial fomentar competencias como la adaptabilidad, el pensamiento crítico, la resolución de problemas y el aprendizaje continuo, ya que son fundamentales en el contexto actual.

El pensamiento crítico habilita a los estudiantes para evaluar situaciones desde múltiples perspectivas, mientras que la adaptabilidad es vital en un entorno en constante cambio. La capacidad de resolver problemas es clave para abordar escenarios imprevistos, y el aprendizaje continuo se ha vuelto indispensable, dado el ritmo acelerado de los avances tecnológicos y la expansión del conocimiento. Estas competencias deben estar en el núcleo de la formación académica si se pretende que los estudiantes no solo se preparen para sus carreras, sino que también puedan contribuir significativamente a la sociedad, adaptándose a los desafíos y aprovechando las oportunidades que surjan.

² UNESCO. "La Educación Superior en la Nueva Normalidad." 2020. <https://www.iesalc.unesco.org/2020/11/11/el-dia-despues-retos-de-la-educacion-superior-ante-la-nueva-normalidad/>.

La crisis sanitaria a principios de la década impulsó de manera acelerada la transformación tecnológica. Herramientas que parecían lejanas, como el teletrabajo, la educación en línea y la telemedicina, se integraron rápidamente como normas en pocos meses. Este cambio no surgió como una opción, sino como una necesidad para asegurar la continuidad de prácticas que habían estado en marcha durante siglos. Sin embargo, esta transición vertiginosa también reveló las carencias en nuestra capacidad para gestionar transformaciones de tal envergadura.

La adopción masiva de estas tecnologías evidenció su capacidad para sostener actividades esenciales en tiempos de crisis. El teletrabajo permitió que muchas empresas siguieran operando, la educación en línea evitó interrupciones mayores en el aprendizaje, y la telemedicina ofreció una opción segura para el cuidado de la salud. Sin embargo, esta aceleración también dejó en claro la brecha digital: aquellos sin acceso a una conexión estable, dispositivos adecuados o habilidades tecnológicas fueron marginados, lo que exacerbó las desigualdades sociales y económicas preexistentes.

Por otro lado, la rápida adaptación a las nuevas herramientas tecnológicas, en medio de la incertidumbre, generó altos niveles de estrés y ansiedad. Muchos tuvieron que ajustarse a entornos laborales y educativos inestables, sin contar con el apoyo necesario, lo que intensificó las tensiones. Esta crisis no solo puso a prueba nuestra capacidad de adaptación, sino que también reveló las carencias en la preparación para un futuro marcado por la tecnología.

Si bien la aceleración de la digitalización puede parecer un avance positivo, resulta imprescindible desarrollar políticas y estrategias que no solo consoliden los logros obtenidos, sino que también enfrenten las desigualdades que han emergido. La gestión justa y equitativa de la tecnología será crucial para asegurar que sus beneficios se distribuyan sin agravar las disparidades sociales. Este momento abre una oportunidad para diseñar un futuro más inclusivo, en el que el acceso a la tecnología permita a más personas aprovechar los avances.

No obstante, la "nueva normalidad" en la educación superior trae consigo desafíos importantes. La brecha digital, la necesidad de formación continua para docentes y estudiantes, así como la gestión de la privacidad y la seguridad de los datos, son algunos de los obstáculos por resolver. Sin embargo, estas dificultades también crean oportunidades para innovar y mejorar la calidad educativa, fortaleciendo a las instituciones para enfrentar con mayor resiliencia los retos del futuro.³

La arquitectura y la IA

La arquitectura está entrando en una nueva era, marcada por la fusión de tecnología avanzada, sostenibilidad y diseño innovador. La integración de la inteligencia artificial (IA) promete transformar profundamente el proceso de diseño y construcción, abriendo nuevas posibilidades para los arquitectos y redefiniendo los límites tradicionales

³ Scielo, "Educación Superior, Modalidad Híbrida en Tiempos de Pospandemia: Una Revisión Sistemática," 2023, http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2631-28162023000100009.

de la profesión. A medida que la IA se incorpora en las prácticas arquitectónicas, no solo permite la creación de espacios más eficientes y adaptativos, sino que también introduce herramientas que optimizan cada etapa del desarrollo de proyectos, desde la conceptualización hasta la ejecución. Este avance impulsa la creatividad y refuerza el compromiso con la sostenibilidad, generando edificios más ecológicos y autosuficientes que responden a las necesidades contemporáneas y anticipan los desafíos venideros.

Un indicador significativo de esta transformación es la encuesta publicada en febrero de 2024 por el Royal Institute of British Architects (RIBA)⁴, que revela que un 41% de las prácticas arquitectónicas ya ha adoptado la IA, a pesar de su reciente accesibilidad para usuarios no especializados. Un número significativo de estudios ha comenzado a utilizar IA, aunque sea de manera ocasional. El informe incluye estudios de casos y artículos de expertos que examinan cómo la IA está transformando aspectos clave de la práctica, como el diseño computacional, la fabricación digital, la planificación urbana y la sostenibilidad ambiental. Aproximadamente una de cada tres prácticas está desarrollando activamente su oferta de servicios con IA, y un 11% se considera un innovador digital líder, mientras que el 19% se identifica como adoptador temprano.

Sin embargo, la adopción de la IA también genera preocupaciones y desafíos. La encuesta revela que un tercio de los arquitectos percibe la IA como una posible amenaza, aunque el mismo porcentaje no lo considera así. Des Fagan⁵ destaca que, aunque la IA puede hacer conexiones e inferencias útiles, todavía está lejos de reemplazar el juicio humano en la arquitectura. La IA no comprende el contexto histórico o las características particulares de cada sitio, lo que limita su capacidad para generar diseños que respondan plenamente a las especificaciones necesarias para la construcción. Además, se refiere a que la reciente normativa de construcción subraya la importancia de la competencia humana en el diseño y la toma de decisiones.

El futuro de la arquitectura está experimentando una transformación profunda con la integración de la IA en los procesos creativos y constructivos. Esta tecnología no solo está introduciendo nuevas formas de diseñar y proyectar, sino que también está provocando un replanteamiento integral de la formación y el ejercicio profesional de los arquitectos. La IA permite optimizar diseños y funcionalidades desde las primeras fases hasta la construcción final, abriendo un abanico de oportunidades innovadoras que obligarán a los profesionales a dominar nuevas herramientas tecnológicas. Este cambio exige abordar cuestiones éticas y legales, como los derechos de autor sobre las obras generadas mediante IA, lo que añade un nuevo nivel de complejidad a la práctica arquitectónica.

En esta era tecnológica, el diseño generativo se ha convertido en una de las herramientas más revolucionarias. Utilizando algoritmos de IA, permite a los arquitectos explorar múltiples escenarios de diseño al definir parámetros específicos, generando

⁴ Royal Institute of British Architects (RIBA). "Artificial Intelligence: How Are Architects Using AI Right Now and What Are They Using It For?" RIBA, 29 de febrero de 2024. <https://www.architecture.com/knowledge-and-resources/knowledge-landing-page/artificial-intelligence-in-architecture>.

⁵ Des Fagan, director de Arquitectura de la Universidad de Lancaster y miembro del grupo asesor de expertos del RIBA. Entrevista ...

automáticamente una variedad de soluciones que optimizan la estética, funcionalidad, sostenibilidad y eficiencia energética de los proyectos. Este proceso no solo automatiza tareas repetitivas, sino que también libera tiempo para que los profesionales se concentren en decisiones estratégicas y la resolución creativa de problemas, elevando la calidad y el impacto de sus propuestas arquitectónica.⁶

Por otra parte, las simulaciones avanzadas impulsadas por IA ofrecen la posibilidad de evaluar y predecir con precisión los impactos ambientales, la eficiencia energética y otros factores críticos en el diseño y construcción. Herramientas basadas en *machine learning* y *deep learning* permiten analizar datos históricos y prever futuros eventos, proporcionando modelos detallados que ayudan a mitigar riesgos y a tomar decisiones más informadas. Estas simulaciones abarcan desde el comportamiento estructural hasta la optimización del uso de recursos, promoviendo la creación de proyectos más sostenibles y resilientes.⁷

La fusión entre tecnología y sostenibilidad es un eje central de la arquitectura contemporánea. La utilización de materiales eco-amigables y la creación de edificios autosuficientes en términos energéticos son aspectos cada vez más relevantes en los nuevos diseños.⁸ Los arquitectos están adoptando un enfoque que no solo considera la funcionalidad de los espacios, sino también su impacto en el bienestar de las personas, promoviendo entornos inclusivos, accesibles y que se integren de manera armónica con el entorno natural y cultural.

En este contexto, la formación arquitectónica también debe transformarse, centrándose en el dominio de estas nuevas tecnologías. A medida que la IA se integra en los flujos de trabajo, es necesario que los futuros arquitectos desarrollen competencias que les permitan aprovechar estas herramientas al máximo, manteniendo a la vez los principios fundamentales de la disciplina, que se enfocan en crear espacios habitables, cómodos y que promuevan el bienestar humano. Así, la arquitectura del futuro será una fusión de tecnología, sostenibilidad e innovación, redefiniendo el papel del arquitecto y su relación con el entorno construido.

Este proceso de transformación, sin embargo, requiere que se reflexione también sobre las implicaciones éticas, sociales y políticas de la integración de IA en la arquitectura. Los derechos sobre las obras generadas, la equidad en el acceso a estas tecnologías y el impacto de la automatización en el empleo son aspectos que deberán ser debatidos y regulados adecuadamente para asegurar un futuro justo y sostenible.

⁶ Visionario del Futuro. "Inteligencia Artificial en la Arquitectura: Moldeando el Futuro del Diseño en 2024." AI Architect, 6 de febrero de 2024. <https://ai-architect.net/blog/Inteligencia-Artificial-en-la-Arquitectura-Moldeando-el-Futuro-del-Dise%C3%B1o-en-2024>.

⁷ Fundación CTIC. "IA Predictiva y Simulación." Fundación CTIC. Acceso el 24 de septiembre de 2024. <https://www.fundacionctic.org/es/tecnologias/ia-predictiva-y-simulacion>.

⁸ DesignMob. "El Futuro de la Arquitectura: ¿Cómo Será?" DesignMob, 1 de octubre de 2023. <https://designmob.es/el-futuro-de-la-arquitectura-como-sera/>.

El artículo de *Inteligencia Artificial 360*⁹ examina las consideraciones éticas y normativas que surgen con la integración de la IA en la arquitectura. Se destacan preocupaciones sobre la privacidad y la seguridad de los datos, así como la estandarización en la toma de decisiones. También se menciona la posible devaluación del juicio humano cuando la IA proporciona recomendaciones de diseño. El artículo enfatiza la necesidad de abordar estos desafíos éticos para garantizar que la IA se utilice de manera responsable y beneficiosa en el campo de la arquitectura.

De manera similar, *Zigurat* explora cómo la IA está transformando la arquitectura y las implicaciones éticas asociadas. Se discuten los beneficios de la IA, como la eficiencia y la innovación en el diseño, pero también se abordan los riesgos éticos. Estos incluyen la posibilidad de reproducir sesgos existentes y la necesidad de garantizar la transparencia y la responsabilidad en el uso de la IA. El artículo subraya la importancia de desarrollar marcos éticos sólidos para guiar la implementación de la IA en la arquitectura.¹⁰

La inteligencia artificial está transformando la arquitectura en varios aspectos clave. Según Des Fagan, uno de los usos más comunes es la visualización de ideas de diseño, donde herramientas como *Generative Fill* de Adobe permiten a los arquitectos modificar imágenes rápidamente mediante indicaciones textuales, facilitando la creación de escenas especulativas sin necesidad de contratar especialistas en renderización. Además, la IA está revolucionando la generación de diseños conceptuales, con aplicaciones como *Midjourney* y *D5 Render* que permiten iterar y explorar diferentes estilos y materiales en tiempo real, integrándose con sistemas de modelado como *Revit*, *SketchUp* y *Archicad*. También se está empleando en la generación de texto, con herramientas como *ChatGPT* que agilizan la redacción de informes, propuestas y tareas administrativas, lo que libera a los arquitectos para enfocarse más en la parte creativa. Por último, las grandes firmas están comenzando a aplicar aprendizaje automático a sus propios datos de proyectos pasados, optimizando así sus operaciones internas y creando recursos únicos sin depender de fuentes externas, lo que también mitiga posibles problemas de derechos de autor.¹¹

La IA está transformando profundamente el campo de la arquitectura, con especial énfasis en el diseño generativo. Este se refiere a la aplicación de algoritmos de IA para generar y optimizar diseños. Utiliza técnicas de aprendizaje automático para explorar múltiples posibilidades de diseño y encontrar soluciones óptimas según las restricciones y objetivos establecidos. Este enfoque permite a los arquitectos explorar una amplia gama de opciones de diseño, facilitando la creación de formas innovadoras y eficientes que cumplen con los requisitos específicos del proyecto.¹²

⁹ Inteligencia Artificial 360. "Impacto de la IA en la Arquitectura." *Inteligencia Artificial 360*, 31 de diciembre de 2023.

¹⁰ Zigurat. "Inteligencia Artificial en la Arquitectura: ¿Qué es y Cómo se Aplica?" *Zigurat*, 5 de diciembre de 2023. <https://www.e-zigurat.com/es/blog/inteligencia-artificial-en-la-arquitectura/>.

¹¹ Des Fagan. Entrevista...

¹² Chengyuan Li, et al. "Generative AI for Architectural Design: A Literature Review." *arXiv*, 30 de marzo de 2024. <https://arxiv.org/abs/2404.01335>.

Estas tecnologías han llevado al desarrollo de diversas herramientas que presentan oportunidades para la optimización del diseño mediante la experimentación rápida, lo que permite a los arquitectos probar diferentes opciones antes de tomar con una dirección que ante los rápidos cambios podrían volver a evolucionar.

Herramientas para el diseño generativo

La inteligencia artificial ha emergido como un catalizador en la evolución de la arquitectura contemporánea, aportando herramientas que están redefiniendo la manera en que los profesionales conciben y desarrollan sus proyectos. Estas tecnologías avanzadas están transformando procesos clave, desde la generación de anteproyectos hasta el análisis de viabilidad y la optimización urbana, integrando consideraciones ambientales y normativas de manera más eficiente y precisa.

Herramientas como *Autodesk Generative Design*,¹³ impulsada por IA, exploran múltiples opciones de diseño basadas en restricciones y objetivos específicos, permitiendo a los diseñadores e ingenieros generar soluciones óptimas en función del uso de materiales, la integridad estructural y la eficiencia energética. Por otro lado, *Autodesk Forma*¹⁴ combina el diseño generativo con análisis predictivo, permitiendo a los arquitectos evaluar opciones de diseño en tiempo real, optimizando el rendimiento del edificio desde las primeras fases. Mientras *Generative Design* se enfoca en optimizar componentes específicos, *Forma* aborda el diseño arquitectónico y urbano con un enfoque integral que incluye sostenibilidad y análisis predictivo.

En el ámbito de la visualización y el diseño conceptual, la IA ha potenciado herramientas de dibujo y modelado intuitivo. Aunque *SketchUp* no es nuevo, ha incorporado características basadas en IA que simplifican el proceso de modelado y permiten la creación rápida de formas complejas. Lo mismo sucede con *Revit*, que utiliza IA generativa para optimizar el flujo de trabajo y la coordinación entre diferentes disciplinas en proyectos BIM, así como *AutoCAD*, que ha integrado funciones de IA generativa para mejorar la precisión y eficiencia en el diseño.

En la fase de diseño conceptual, herramientas como *Adobe Firefly*,¹⁵ *Midjourney* y *Stable Diffusion* han demostrado su capacidad para generar múltiples opciones de diseño a partir de descripciones textuales, permitiendo a los arquitectos y diseñadores explorar creativamente sin necesidad de modelado detallado desde el inicio. *Stable Diffusion*, por ejemplo, destaca por su uso del aprendizaje profundo para generar imágenes realistas a partir de descripciones textuales, lo que facilita la exploración de diversos conceptos y estilos. Estas herramientas no solo aceleran el proceso, sino que también mejoran la comunicación interna y externa, facilitando la comprensión de los proyectos por parte de los clientes y colaboradores desde las primeras etapas (Staniul, 2024; Meira-Rodríguez y Vicente, 2024; y Tovar, 2023).

¹³ Autodesk. "Generative Design." Autodesk. Acceso el 18 de julio de 2024. <https://www.autodesk.com/solutions/generative-design>.

¹⁴ Autodesk. "Autodesk Forma: Cloud-based Platform for AEC." Autodesk, 2023. Acceso el 28 de septiembre de 2024. <https://www.autodesk.com/company/autodesk-platform/aec>.

¹⁵ Adobe. "El Poder de la IA Generativa en la Arquitectura: Adobe Firefly." Adobe, 2024. <https://www.adobe.com/es/products/firefly/discover/generative-ai-in-architecture.html>.

En el proceso de evaluación de la viabilidad de proyectos, *TestFit*¹⁶ es una herramienta que facilita el análisis y la toma de decisiones informadas en las etapas tempranas del diseño. Ajusta automáticamente los parámetros del proyecto a partir de datos del terreno y la topografía, asegurando el cumplimiento normativo. Esto permite a los profesionales identificar rápidamente las propuestas más viables, ahorrando tiempo y recursos.

La inteligencia artificial también ha transformado significativamente el campo del modelado tridimensional en arquitectura, y herramientas como *Kaedim*¹⁷ y *Sloyd.AI*¹⁸ son ejemplos destacados de esta evolución. Ambas utilizan tecnologías avanzadas, como el aprendizaje automático, las redes generativas y el procesamiento del lenguaje natural, para convertir diseños bidimensionales en modelos 3D detallados y precisos, y aportan valor específico al proceso de diseño arquitectónico.

En cuanto a la visualización y el renderizado, la IA ha permitido generar imágenes de alta calidad en tiempos significativamente reducidos. Esto es crucial para la presentación y comprensión de los proyectos. Herramientas como *Arko.ai*¹⁹ y *Veras*²⁰ permiten a los arquitectos crear representaciones fotorrealistas que ayudan a visualizar el resultado final del diseño. *Arko.ai* es una herramienta que utiliza IA para generar renderizados fotorrealistas a partir de modelos creados en *SketchUp*, *Rhino* y *Revit*. Esta tecnología permite a los arquitectos visualizar el resultado final de sus diseños de manera rápida y precisa, mejorando la comunicación con los clientes y facilitando la toma de decisiones durante el proceso de diseño.

La sostenibilidad es un aspecto central en la arquitectura contemporánea, y la IA juega un papel clave en su promoción. Herramientas como *Autodesk Forma* permiten a los arquitectos tomar decisiones informadas al proporcionar análisis detallados del impacto ambiental de sus proyectos. Esta plataforma facilita la simulación de factores como el consumo energético, el flujo de tráfico, la calidad del aire, el viento y la luz solar. Al integrar estos datos en tiempo real desde las primeras etapas del diseño, *Autodesk Forma* no solo optimiza la eficiencia energética de los proyectos, sino que también garantiza que se ajusten a los estándares ecológicos, promoviendo una huella ambiental reducida.

La planificación urbana y el diseño de edificios a gran escala se benefician de soluciones como *Spacemaker*, que utiliza IA basada en la nube para analizar múltiples variables ambientales, incluyendo la luz solar, el ruido y el viento. Esta herramienta permite a los arquitectos y urbanistas evaluar el impacto de sus diseños en el entorno inmediato, optimizando la habitabilidad y la sostenibilidad de los espacios urbanos.

Sidewalk Labs,²¹ una iniciativa de Alphabet Inc., la empresa matriz de Google, está enfocada en mejorar la infraestructura urbana mediante soluciones tecnológicas. En 2021, Alphabet integró *Sidewalk Labs* dentro de Google para reforzar sus esfuerzos en sostenibilidad y consolidar sus negocios. Esta fusión permite a Google aprovechar

¹⁶ TestFit. "Real Estate Feasibility Platform." Última modificación 2024. <https://www.testfit.io/>.

¹⁷ Kaedim. "AI-powered Art Outsourcing." Última modificación 2024. <https://www.kaedim3d.com/>.

¹⁸ Sloyd.ai. "AI 3D Model Generator - Create with Text to 3D." Última modificación 2024. <https://www.sloyd.ai/>.

¹⁹ A ArkoAI. "AI-powered Rendering for SketchUp, Rhino, and Revit." Última modificación 2024. <https://arko.ai/>.

²⁰ Veras. "Photorealistic Rendering for Architectural Visualization." Última modificación 2024. <https://www.veras.ai/>.

²¹ Dan Doctoroff. "Alphabet to Fold Sidewalk Labs into Google as Doctoroff Steps Down." Última modificación 2021. <https://www.cnbc.com/2021/12/16/alphabet-to-fold-sidewalk-labs-into-google-as-doctoroff-steps-down.html>.

las innovaciones de *Sidewalk Labs* en el desarrollo de ciudades inteligentes y sostenibles. Ya implementado en ciudades como Toronto, Nueva York y Singapur, Sidewalk Labs está gestionando la congestión urbana de manera eficiente, abordando problemas específicos a nivel local.²²

La integración de la IA en el Modelado de Información de Construcción (BIM) representa otro avance significativo: *BricsCAD BIM*²³ es una plataforma que utiliza IA para automatizar tareas repetitivas y convertir bocetos en modelos tridimensionales detallados. Esta herramienta mejora la eficiencia del diseño arquitectónico y reduce la posibilidad de errores humanos al proporcionar un flujo de trabajo continuo desde el concepto hasta la documentación. Esta automatización es útil en proyectos de gran escala, donde la precisión y la coordinación entre distintas disciplinas son fundamentales para el éxito del proyecto.

*ArkDesign.ai*²⁴ es la respuesta a los paquetes de diseño esquemático, una ventaja tanto para los arquitectos como para los desarrolladores. La plataforma crea planos automatizados, optimiza los diseños de edificios al instante y realiza informes de viabilidad para proyectos, favoreciendo la toma de decisiones informadas y aceleradas. ArkDesign.ai está equipado con un sistema de IA que analiza y aprende de los metadatos de los diseños arquitectónicos, fomentando la eficiencia, calidad y rentabilidad.

*Parafin*²⁵ es una plataforma generativa basada en IA que permite a los promotores evaluar rápidamente la viabilidad financiera de proyectos inmobiliarios. Esta herramienta genera millones de iteraciones de diseño en función de parámetros como el número de habitaciones, estacionamiento y pautas de marca, reduciendo el tiempo necesario para estimar la rentabilidad de un proyecto. *Parafin* genera diseños optimizados, presupuestos de desarrollo y modelos de inversión en minutos, agilizando el proceso de toma de decisiones y maximizando la eficiencia en la planificación y ejecución de proyectos inmobiliarios.

La IA está transformando de manera profunda los campos de la arquitectura, la ingeniería y la construcción. Michal Sourek y Jenny Ragan subrayan el potencial de la IA para optimizar procesos y abrir nuevas oportunidades creativas y operativas en estas disciplinas. Sourek se enfoca en el uso de algoritmos generativos y aprendizaje automático, destacando cómo estas herramientas permiten a los arquitectos explorar rápidamente múltiples opciones de diseño, mejorando tanto la eficiencia energética como el uso del espacio. Presenta casos en los que la IA ha optimizado estructuras y la planificación urbana, argumentando que la IA complementa y amplifica la creatividad y precisión humana. También advierte sobre la necesidad de enfrentar los desafíos éticos, como la transparencia en los algoritmos y el control humano sobre las decisiones clave.²⁶

²² Autodesk. "Spacemaker: AI-powered Urban Planning and Building Design." Última modificación 2024. <https://www.autodesk.com/products/spacemaker/overview>.

²³ Bricsys. "BricsCAD BIM: Building Information Modeling." Última modificación 2024. <https://www.bricsys.com/es-es/bricscad/bim>.

²⁴ ArkDesign.ai. "ArkDesign.ai: AI-Powered Schematic Design Platform." ArkDesign.ai, 2023. <https://arkdesign.ai/>.

²⁵ Parafin. "AI-powered Generative Design for Real Estate Development." Última modificación 2024. <https://parafin.ai/>.

²⁶ Michal Sourek. "AI in Architecture and Engineering from Misconceptions to Game-Changing Prospects." *Architectural Intelligence*, 2 de febrero de 2024. <https://link.springer.com/article/10.1007/s44223-023-00046-9>.

Ragan, por su parte, examina la transformación de la construcción impulsada por la IA, subrayando su impacto en la planificación, la gestión de proyectos y la seguridad en los sitios de trabajo. Destaca el uso de herramientas avanzadas de análisis predictivo para evaluar riesgos y optimizar procesos. Ragan enfatiza cómo la IA automatiza tareas repetitivas, permitiendo que los equipos se concentren en aspectos estratégicos y creativos, y resalta su papel en la mejora de la sostenibilidad, facilitando el uso de materiales ecológicos y el análisis de eficiencia energética.²⁷

La arquitectura está viviendo una transformación profunda impulsada por la inteligencia artificial y otras tecnologías avanzadas. Este cambio ofrece oportunidades sin precedentes para innovar en diseño, eficiencia y sostenibilidad, pero también plantea desafíos éticos, legales y sociales que deben ser abordados con responsabilidad. La arquitectura del futuro será el resultado de un equilibrio dinámico entre la innovación tecnológica y el respeto por el entorno, donde la colaboración entre humanos y máquinas potenciará la capacidad de crear espacios que mejoren la calidad de vida y respondan a los desafíos contemporáneos y venideros.

Formación del arquitecto en un nuevo mundo

La educación contemporánea enfrenta una crisis debido a la obsolescencia de sus sistemas, incapaces de adaptarse a las demandas de una sociedad en constante cambio. Esto genera un debate urgente sobre la necesidad de reformar el sistema educativo para fomentar competencias clave como el pensamiento crítico, la autonomía y la reflexión ética, temas que atraviesan todas las disciplinas, incluida la arquitectura. En este contexto, la irrupción de la IA está transformando tanto el proceso de aprendizaje como la práctica profesional, lo que obliga a replantearse el futuro de la formación académica. Los desafíos derivados de la pandemia han acelerado la implementación de métodos híbridos de enseñanza, combinando lo presencial con lo virtual. Este cambio ha resaltado la oportunidad de integrar tecnologías digitales en los currículos y fomentar habilidades blandas como la resiliencia y la adaptabilidad, elementos cruciales para enfrentar los desafíos del futuro en la educación y la práctica arquitectónica.²⁸

La IA tiene el potencial de transformar profundamente el aprendizaje en arquitectura, especialmente en materias tradicionales como el dibujo técnico o la historia de la arquitectura. Parte del enfoque académico actual, centrado en contenidos convencionales, parece estar desactualizado, ya que muchos de estos temas son ahora más accesibles a través de recursos tecnológicos avanzados.²⁹ Esto plantea la necesidad de reflexionar sobre cómo optimizar el proceso educativo para satisfacer las necesidades del futuro profesional de los arquitectos. Las herramientas basadas en IA no

²⁷ Jenny Ragan. "Top 2024 AI Construction Trends: According to the Experts." Digital Builder, 11 de enero de 2024. <https://www.autodesk.com/blogs/construction/top-2024-ai-construction-trends-according-to-the-experts/>.

²⁸ Byron Rabe. "Desafíos en la Enseñanza del Diseño y la Arquitectura en el Postconfinamiento." Revista Avance, Facultad de Arquitectura, Universidad de San Carlos de Guatemala, 12 de septiembre de 2023. <https://ojs.farusac.edu.gt/index.php/avance/article/view/151>.

²⁹ Carulla Guia, Josep Maria. "ARQ + IA: Explorando un Futuro que Está por Llegar." Escola Tècnica Superior d'Arquitectura del Vallès, 2024. <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/411394>.

solo permiten abordar muchas materias de manera más eficiente, sino que también presentan retos significativos en cuanto a la evaluación académica y la autenticidad del trabajo estudiantil.

La integración de la IA en la enseñanza arquitectónica no debe limitarse a replicar los métodos tradicionales, sino que exige un replanteamiento más profundo para determinar qué aspectos del aprendizaje deben preservarse, cuáles han perdido relevancia y cuáles podrían externalizarse o apoyarse mediante tecnologías avanzadas. Esto lleva a replantear la educación universitaria para centrarse en ofrecer experiencias y competencias que no puedan ser replicadas por IA, garantizando así una formación pertinente y adaptada a los cambios constantes en la práctica profesional.

Aunque la IA puede automatizar ciertas tareas, como la optimización de diseños o la generación de alternativas, la verdadera formación del arquitecto debe seguir anclada en la experiencia directa, la reflexión crítica y el desarrollo de valores culturales y ambientales. La exposición a la obra en construcción, el conocimiento de materiales, el contexto y la resolución de problemas en el terreno siguen siendo esenciales para la preparación de futuros arquitectos.

El desafío de integrar la IA en la educación no solo es tecnológico, sino también estructural. Carreras como la arquitectura podrían avanzar hacia una mayor especialización para responder a la creciente complejidad de los sistemas constructivos y a las nuevas condiciones laborales. Aunque esta subdivisión en especialidades ya ha sido propuesta, la incorporación de nuevas tecnologías hace que su implementación sea una respuesta pragmática a las demandas del mercado laboral. La combinación del aprendizaje híbrido y la adopción de microcredenciales³⁰ emerge como una respuesta eficaz ante un mercado laboral transformado por la automatización y la digitalización, donde se requiere un perfil profesional adaptable y con competencias prácticas actualizadas.

La IA no debe percibirse como una amenaza, sino como una herramienta de aprendizaje autodidacta que ofrece acceso a información actualizada y precisa, posibilitando una educación más personalizada y ajustada a las necesidades individuales de los estudiantes. Sin embargo, las preocupaciones sobre su impacto en el sistema educativo son legítimas, ya que esta tecnología amenaza con desestabilizar muchos de los cimientos del sistema educativo tradicional. Al igual que Internet desplazó la necesidad de memorizar grandes volúmenes de información, la IA puede eliminar barreras convencionales del proceso educativo. Es crucial que las instituciones reestructuren sus programas para enseñar a los estudiantes a utilizar estas herramientas como apoyo, sin depender exclusivamente de ellas. El equilibrio entre lo tecnológico y lo humanista será la clave para una formación integral. La UNESCO ha enfatizado la necesidad de preparar a los estudiantes para ser resilientes y adaptarse a cambios rápidos, en lugar de enfocarse en formar profesionales para un mercado laboral que podría quedar obsoleto en pocos años.³¹

Aunque los riesgos son inherentes, es importante centrarse en la evolución tecno-

³⁰ UNESCO. "Microcredenciales en la Educación Superior: Oportunidades y Desafíos." UNESCO, 2021. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000378445>.

³¹ UNESCO. "La Educación en la Era Digital: Cursos en Línea y Autodidactas." UNESCO, 2023. <https://www.unesco.org>.

lógica y en las oportunidades que surgen. Los estudiantes y profesionales deben formarse no solo en las últimas tecnologías, sino también en los principios que las fundamentan. Esto les permitirá comprender el razonamiento detrás de la práctica de la arquitectura y los posibles escenarios futuros hacia los que puede evolucionar.

Marcelo Fraile-Narváez argumenta que la aparición de tecnologías digitales y la IA en la formación académica ha dado lugar a una nueva generación de arquitectos, los "metadiseñadores". Estos profesionales no solo dominan las habilidades tradicionales del diseño, sino que también poseen un conocimiento avanzado de las herramientas digitales y la IA, lo que les permite desarrollar soluciones arquitectónicas más complejas y adaptativas.³²

El impacto de la IA en el diseño arquitectónico también ha sido abordado en estudios recientes, como los publicados en *SpringerLink* donde se analiza cómo la automatización está remodelando el campo. La capacidad de los arquitectos para tomar decisiones creativas y dirigir sistemas automatizados se presenta como una habilidad fundamental en los nuevos programas educativos.³³

Ricci explora el lugar de la IA y el aprendizaje automático en la educación dentro de un nuevo paradigma posmoderno. A través de nociones como episteme y cultura co-figurativa, sugiere que estas tecnologías tienen un rol central en la configuración de la educación del futuro.³⁴

La IA está transformando tanto la enseñanza como la práctica profesional de los arquitectos, ofreciendo la posibilidad de optimizar procesos, mejorar la eficiencia energética y reducir costos. No obstante, el verdadero reto radica en equilibrar la adopción de estas tecnologías con una formación integral que permita a los estudiantes entender y aplicar tanto los principios fundamentales de la arquitectura como las herramientas más avanzadas. La familiarización con tecnologías como el diseño asistido por computadora (CAD), el modelado de información de construcción (BIM) y ahora la IA generativa proporcionará a los futuros arquitectos una base sólida para enfrentar un entorno profesional en constante cambio, donde la capacidad de adaptación y la creatividad serán cruciales.

El éxito en la formación de arquitectos en este contexto contemporáneo radica en una combinación equilibrada de conocimientos técnicos, habilidades críticas y un enfoque humanista. Las herramientas digitales, lejos de ser sustitutos del aprendizaje, deben potenciar el desarrollo personal y profesional de los estudiantes, preparándolos para un futuro incierto pero lleno de posibilidades.

³² Marcelo Fraile-Narváez. "Metadiseñadores: Simbiosis de Herramientas Digitales e Inteligencia Artificial en el Diseño Arquitectónico." *Uru: Revista de Comunicación y Cultura* 10 (2024): 47-64. Universidad Andina Simón Bolívar. <https://revistas.uasb.edu.ec/index.php/uru/article/view/4865>.

³³ M.Z. Naser and V.V. Degtyarev, "Editorial: Special Issue: Applications of Artificial Intelligence and Machine Learning in Architecture, Structures and Construction," **Architectural Structures and Construction** 3 (2023): 393, <https://doi.org/10.1007/s44150-023-00104-w>.

³⁴ Cristina Ricci. "Educación, Inteligencia Artificial y Aprendizaje Automático: Hacia un Nuevo Paradigma Educativo en el Cambio de Época." *Hologramática* 1, no. 40 (2024): 55-73. <http://revistas.uniz.edu.ar/ojs/index.php/rholo/article/view/116>.

Conclusiones

La aceleración en la adopción de tecnologías digitales y la irrupción de la inteligencia artificial (IA) no son fenómenos aislados; forman parte de un cambio sistémico que afecta a múltiples niveles de la sociedad, transformando profundamente la educación, las profesiones y las interacciones cotidianas. Este proceso forma parte de una *nueva normalidad* que implica no solo el uso de nuevas herramientas, sino una reconfiguración fundamental de cómo trabajamos, aprendemos y concebimos el mundo. En disciplinas como la arquitectura, esta transformación ha expandido las posibilidades creativas y funcionales, pero también ha modificado las expectativas profesionales y sociales.

En este contexto, la práctica arquitectónica ya no se centra exclusivamente en la creación de espacios físicos. Los arquitectos ahora deben mediar entre la tecnología y las necesidades humanas. La IA ofrece la posibilidad de explorar alternativas de diseño y optimizar aspectos clave como la sostenibilidad y la eficiencia energética. Sin embargo, su incorporación plantea cuestiones éticas sobre la autoría, la originalidad y la potencial deshumanización del proceso creativo. En este sentido, la tecnología debe ser comprendida como una herramienta que amplifica las capacidades humanas, pero no como un sustituto del juicio y la sensibilidad contextual que solo los seres humanos pueden aportar al diseño arquitectónico.

El impacto de la IA en la educación y en el trabajo profesional subraya la necesidad de que las instituciones académicas se orienten más allá de la mera transmisión de habilidades técnicas. La formación debe incluir el desarrollo de competencias críticas como el pensamiento analítico, la resolución de problemas complejos y la capacidad de adaptación continua, indispensables en un entorno dinámico. Además, no debe ignorarse la importancia de fomentar la ética profesional, la sensibilidad cultural y el bienestar emocional, elementos esenciales para que los estudiantes y profesionales mantengan una salud mental estable y resiliente frente a la creciente digitalización.

La creciente brecha digital amplifica las desigualdades preexistentes, exponiendo un problema estructural que puede profundizar las divisiones sociales y económicas. Por ello, es fundamental que las políticas públicas y las estrategias educativas promuevan la inclusión y equidad, garantizando que los beneficios de la tecnología sean accesibles para todos, y no solo para un sector privilegiado.

En cuanto a la arquitectura, la IA ofrece oportunidades significativas, pero también presenta desafíos. Herramientas como el diseño generativo y las simulaciones avanzadas permiten optimizar el diseño y prever impactos ambientales y estructurales, contribuyendo a una arquitectura más resiliente y sostenible. No obstante, la confianza excesiva en algoritmos podría despojar al proceso creativo de la sensibilidad contextual y cultural, que son esenciales para crear espacios que no solo sean eficientes, sino también significativos, significativos y humanamente valiosos.

El reto para la educación radica en integrar la IA de forma que complemente, y no reemplace, el juicio humano. Los programas académicos deben equilibrar la formación técnica con el desarrollo de competencias humanísticas, fomentando una educación integral que contemple tanto la experiencia directa como una reflexión ética y cultural profunda. La IA, si se usa correctamente, puede ser una herramienta poderosa que debe alinearse con los valores humanísticos y con el objetivo de construir espacios inclusivos y sostenibles.

En suma, la *nueva normalidad* exige un equilibrio entre la innovación tecnológica y el desarrollo humano. Aunque la IA y otras tecnologías ofrecen un gran potencial transformador, no pueden sustituir las competencias humanas fundamentales que permiten mejorar la comprensión y acción sobre el mundo. El reto para el futuro será utilizar la tecnología para potenciar nuestras capacidades sin desatender las consideraciones éticas, sociales y culturales, asegurando así un desarrollo más justo, equitativo y sostenible.

Referencias

- Adobe. "El poder de la IA generativa en la arquitectura: Adobe Firefly." *Adobe*, 2024. <https://www.adobe.com/es/products/firefly/discover/generative-ai-in-architecture.html>.
- ArkDesign.ai. "ArkDesign.ai: AI-Powered Schematic Design Platform." 2023. <https://arkdesign.ai/>.
- Autodesk. "Autodesk Forma: Cloud-based Platform for AEC." *Autodesk*, 2023. Accedido el 28 de septiembre de 2024. <https://www.autodesk.com/company/autodesk-platform/aec>.
- Autodesk. "Generative Design." *Autodesk*. Accedido el 18 de julio de 2024. <https://www.autodesk.com/solutions/generative-design>.
- Autodesk. "Spacemaker: AI-powered Urban Planning and Building Design." *Autodesk*. Última modificación 2024. <https://www.autodesk.com/products/spacemaker/overview>.
- Bricsys. "BricsCAD BIM: Building Information Modeling." Última modificación 2024. <https://www.bricsys.com/es-es/bricscad/bim>.
- Carulla Guia, Josep Maria. "ARQ + IA: Explorando un futuro que está por llegar." *Escola Tècnica Superior d'Arquitectura del Vallès*, 2024. <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/411394>.
- DesignMob. "El futuro de la arquitectura: ¿Cómo será?" *DesignMob*, 1 de octubre de 2023. <https://designmob.es/el-futuro-de-la-arquitectura-como-sera/>.
- Doctoroff, Dan. "Alphabet to Fold Sidewalk Labs into Google as Doctoroff Steps Down." Última modificación 2021. <https://www.cnbc.com/2021/12/16/alphabet-to-fold-sidewalk-labs-into-google-as-doctoroff-steps-down.html>.

Fagan, Des. "Artificial Intelligence: how are architects using AI right now and what are they using it for?" *Royal Institute of British Architects (RIBA)*, 29 de febrero de 2024. <https://www.architecture.com/knowledge-and-resources/knowledge-landing-page/artificial-intelligence-in-architecture>.

Fagan, Des. Director de Arquitectura de la Universidad de Lancaster y miembro del grupo asesor de expertos del RIBA. Entrevista disponible en "Artificial Intelligence: how are architects using AI right now and what are they using it for?" RIBA, 29 de febrero de 2024.

Fraile-Narváez, Marcelo. "Metadiseñadores: Simbiosis de herramientas digitales e inteligencia artificial en el diseño arquitectónico." *Uru: Revista de Comunicación y Cultura* 10 (2024): 47-64. Universidad Andina Simón Bolívar. Accedido el [fecha de acceso]. <https://revistas.uasb.edu.ec/index.php/uru/article/view/4865>.

Fundación CTIC. "IA predictiva y simulación." *Fundación CTIC*. Accedido el 24 de septiembre de 2024. <https://www.fundacionctic.org/es/tecnologias/ia-predictiva-y-simulacion>.

Inteligencia Artificial 360. "Impacto de la IA en la Arquitectura." *Inteligencia Artificial 360*, 31 de diciembre de 2023. <https://inteligenciaartificial360.com/actualidad/impacto-de-la-ia-en-la-arquitectura/>.

Kaedim. "AI-powered Art Outsourcing." Última modificación 2024. <https://www.kaedim3d.com/>.

Li, Chengyuan; Zhang, Tianyu; Du, Xusheng; Zhang, Ye; Xie, Haoran. "Generative AI for Architectural Design: A Literature Review." *arXiv*, 30 de marzo de 2024. <https://arxiv.org/abs/2404.01335>.

Naser, M.Z., and V.V. Degtyarev. "Editorial: Special Issue: Applications of Artificial Intelligence and Machine Learning in *Architecture, Structures and Construction*." *Architectural Structures and Construction* 3 (2023): 393. <https://doi.org/10.1007/s44150-023-00104-w>.

Parafin. "AI-powered Generative Design for Real Estate Development." Última modificación 2024. <https://parafin.ai/>.

Rabe, Byron. "Desafíos en la enseñanza del diseño y la arquitectura en el postconfinamiento." *Revista Avance*, Facultad de Arquitectura, Universidad de San Carlos de Guatemala, 12 de septiembre de 2023. <https://ojs.farusac.edu.gt/index.php/avance/article/view/151>.

Ragan, Jenny. "Top 2024 AI Construction Trends: According to the Experts." *Digital Builder*, 11 de enero de 2024. <https://www.autodesk.com/blogs/construction/top-2024-ai-construction-trends-according-to-the-experts/>.

Ricci, Cristina. "Educación, Inteligencia Artificial y Aprendizaje Automático: Hacia un Nuevo Paradigma Educativo en el Cambio de Época." *Hologramática* 1, no. 40 (2024): 55-73. Recuperado a partir de <http://revistas.unlz.edu.ar/ojs/index.php/rholo/article/view/116>.

Royal Institute of British Architects (RIBA). "Artificial Intelligence: how are architects using AI right now and what are they using it for?" *RIBA*, 29 de febrero de 2024. <https://www.architecture.com/knowledge-and-resources/knowledge-landing-page/artificial-intelligence-in-architecture>.

Scielo, "Educación Superior, Modalidad Híbrida en Tiempos de Pospandemia: Una Revisión Sistemática," 2023, http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2631-28162023000100009.

Sloyd.ai. "AI 3D Model Generator - Create with Text to 3D." Última modificación 2024. <https://www.sloyd.ai/>.

Sourek, Michal. "AI in Architecture and Engineering from Misconceptions to Game-Changing Prospects." *Architectural Intelligence*, 2 de febrero de 2024. <https://link.springer.com/article/10.1007/s44223-023-00046-9>.

- Staniul, Kacper. "Best Architecture Prompts for Midjourney and Stable Diffusion." *MyArchitectAI*, 26 de julio de 2024. <https://www.myarchitectai.com/blog/midjourney-architecture-prompts>.
- TestFit. "Real Estate Feasibility Platform." Última modificación 2024. <https://www.testfit.io/>.
- UNESCO. "La educación en la era digital: Cursos en línea y autodidactas." 2023. <https://www.unesco.org>.
- UNESCO. "La Educación Superior en la Nueva Normalidad." 2020. <https://www.iesalc.unesco.org/2020/11/11/el-dia-despues-retos-de-la-educacion-superior-ante-la-nueva-normalidad/>.
- UNESCO. "Microcredenciales en la educación superior: Oportunidades y desafíos." 2021. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000378445>.
- Veras. "Photorealistic Rendering for Architectural Visualization." Última modificación 2024. <https://www.veras.ai/>.
- Visionario del Futuro. "Inteligencia Artificial en la Arquitectura: Moldeando el Futuro del Diseño en 2024." *AI Architect*, 6 de febrero de 2024. <https://ai-architect.net/blog/Inteligencia-Artificial-en-la-Arquitectura-Moldeando-el-Futuro-del-Dise%C3%B1o-en-2024>.
- Zigurat. "Inteligencia Artificial en la Arquitectura: ¿Qué es y cómo se aplica?" *Zigurat*, 5 de diciembre de 2023. <https://www.e-zigurat.com/es/blog/inteligencia-artificial-en-la-arquitectura/>.