

CÓMO LAS HABILIDADES DE LOS PROFESIONALES DE LA INDUSTRIA AEC (ARQUITECTURA, INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN) Y SUS EMPLEOS ESTÁN CAMBIANDO EN FUNCIÓN DE LA TECNOLOGÍA



Por: Alexandre Almeida (*)

(*) Doctor y magister en Ingeniería Civil por la Pontificia Universidad Católica del Rio de Janeiro. Certificado en Diseño y Construcción Virtual (VDC) por la Universidad de Stanford, especialista en gestión colaborativa de proyectos de ingeniería de alta complejidad. Socio y director de la empresa de consultoría multinacional CONEXIG, ejerce la docencia en la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de Lima, donde es además director del Instituto de Investigación Científica (IDIC). Creador y editor jefe de VDC Dictionary.

La industria AEC (Arquitectura, Ingeniería y Construcción) está viviendo, cada vez con más frecuencia y velocidad, el surgimiento de nuevas tecnologías enfocadas en mejorar la rentabilidad de los proyectos.

Muchas empresas, en colaboración con la academia, están innovando a través del desarrollo de tecnologías para automatizar sus procesos, reemplazando muchos de los trabajos convencionales. En el área de transportes, más específicamente en la gestión del tránsito, la implementación de cámaras con inteligencia artificial está permitiendo el monitoreo en tiempo real del flujo vehicular y peatonal, así como el ajuste y la adaptación de la duración de los semáforos a fin de incrementar la fluidez del tráfico. Todo esto sin la necesidad de movilizar personas físicamente al lugar de intervención.

Por otro lado, en el sector minero se está reemplazando a los operadores de camiones por vehículos autónomos. Respecto del sector construcción, los albañiles están siendo reemplazados por robots. Otro ejemplo es el empleo de inteligencia artificial para identificar objetos de interés en obras de construcción, como grúas, camiones y personas, a partir de videos e imágenes de drones y cámaras de vigilancia

estáticas. Su aplicación tiene como objetivo tener un proceso inteligente y automatizado de seguimiento y control de las actividades de construcción de proyectos (Almeida Del Savio et al., 2021, 2022).

Además, según Top (2018) y Melenbrick (2020) podemos mencionar el reemplazo de los trabajadores industriales y de los operarios fierros por equipos automatizados e inteligentes. En el área de ingeniería y arquitectura, existen aplicaciones computacionales que optimizan mucho los trabajos de diseño de una edificación, automatizando tareas de diseño arquitectónico y estructural mediante la aplicación de técnicas basadas en inteligencia artificial.

Estos ejemplos nos indican que la revolución tecnológica que estamos viviendo, apalancada por inteligencia artificial y robots, está asumiendo un rol cada vez mayor en nuestra industria y un importante protagonismo, principalmente, en su aplicabilidad a tareas operativas repetitivas. Su impacto está generando no solo cambios organizacionales, sino también en las funciones de los colaboradores, cada vez más centradas en la gestión tecnológica-digital. Sumando a lo expuesto, añadimos también la fabricación digital, donde impresoras 3D están sustituyendo la labor manual de



Proyecto de investigación de la Universidad de Lima, sobre el uso de inteligencia artificial para identificar objetos en un sitio de construcción.

varios trabajadores, pero no eliminan por completo la actividad humana. Todavía requerimos trabajadores que se encarguen de operar y supervisar las máquinas o robots durante el transcurso de la labor (Hossain et al., 2020). El uso de robots, según Del Valle (2018), se está dando porque estos, a diferencia de los humanos, proporcionan mayor seguridad, mayor calidad y mejoran la productividad. Además, pueden reemplazar cantidades significantes de trabajadores, como es el caso de una empresa industrial en Rumania que en 2016 poseía 11 robots que reemplazaban 10 000 trabajadores (Top, 2018).

En este momento, podríamos estar preocupados porque los trabajadores tendrían cada vez menos oportunidades laborales como consecuencia de la introducción de los robots, pero no será así. Lo que sí veremos es una mayor especialización de la masa laboral. A continuación, en la tabla 1, se enlistan algunos ejemplos de empleos sustituidos y las tecnologías usadas para reemplazarlos, según diversos autores.

Tabla 1: Empleos sustituidos y tecnología usada según diversos autores

Autores	Empleos sustituidos	Tecnología usada
Pradhananga (2021), Antolín (2020) y Del Valle (2018)	Mano de obra en la colocación de ladrillos y albañiles	Robots como el Hadrian X y SAM
	Mantenimiento de la infraestructura y la recolección de datos	Drones
Hossain (2020)	Albañiles y operarios de construcción	Impresoras 3D
Top (2018)	Trabajadores industriales	Robots
Melenbrick (2020)	Albañil	Robot In-situ Fabricator (IF)
	Operario herrero	Robot In-situ Fabricator (IF)
Frank et al. (2019)	Operador de vehículos	Camión HX Haulers
Silva (2021)	Policía de tránsito	Sensores en semáforos y buses
		Sistemas de cámaras

Tabla 2: Habilidades y requisitos profesionales según Erol (2016), Klumpp (2013) y Adepoju et al. (2020)

Personales	Cambio de visión
	Compromiso con el aprendizaje
Sociales	Capacidad de integrarse a los equipos de trabajo
	Habilidades de comunicación
	Cooperación
Ejecutivas	Activo socialmente
	Capaz de llevar a cabo sus ideas o proyectos
De conocimiento	Manejo de redes
	Procesamiento de datos
	Estadística
	Extracción de datos
	Procesos de producción
	Programación

La sustitución de empleos por procesos automatizados e industrializados hará que los profesionales tengan que desarrollar o reforzar habilidades relacionadas al uso de la tecnología. Ante los posibles desgastes y fallos que las máquinas, robots, sistemas inteligentes puedan tener, se requieren profesionales capacitados con conocimientos en tecnología y programación que puedan solucionar dichos inconvenientes. Para ello, es necesario desarrollar y fortalecer habilidades profesionales tales como las mencionadas en la tabla 2, las cuales están clasificadas en competencias personal, social, acción y dominio.

Adicionalmente a lo presentado en la tabla 2, podríamos mencionar la necesidad de desarrollar las capacidades de comunicación; negociación; gestión de conflictos; planificación; y organización.

Para el aprendizaje de nuevas habilidades, es necesario que la industria AEC tome medidas a fin de afrontar y estar preparados para la sustitución de trabajadores por robots y otras tecnologías a corto, mediano y largo plazo; la capacitación constante es una de las principales medidas. La formación de los profesionales debe partir de los requerimientos de la industria, en colaboración con la academia. Para Silva (2021) es necesario "cambiar la manera de enseñar la ingeniería e implementar nuevas metodologías de aprendizaje, metodologías mejoradas para aprender las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), todo esto apoyado en entornos de aprendizaje para hacer la educación más práctica." Además, plantea la reorganización de los planes de estudio actuales y el refuerzo con módulos teóricos y prácticos que acerquen al estudiante a la realidad 4.0 desde la academia. Según Coşkun et al. (2019), un aspecto clave que debe aprender el estudiante es que los proyectos asociados a la industria 4.0 deben ser interdisciplinarios. Por su parte, Anjarichert et al. (2016) proponen el uso de escenarios virtuales colaborativos donde se aprenda a través de la experiencia e interacción con otros equipos de tra-

Tabla 3: Medidas ante la sustitución por robots y tecnologías según diferentes autores

Autor	Medidas
Silva (2021)	Enseñar la ingeniería implementando nuevas metodologías de aprendizaje
	Enseñar las tecnologías de la información y la comunicación (TIC)
	Reorganizar planes de estudio
Adepoju (2020)	Reconversión profesional
	Perfeccionamiento profesional
Heywood (2005)	Reforzar las ciencias de la computación en la enseñanza
Coşkun (2019)	Enseñar al estudiante la importancia de los proyectos interdisciplinarios
Anjarichert (2016)	Uso de escenarios virtuales colaborativos
García de Soto et al. (2019)	Implementar contratos colaborativos dentro de las organizaciones
Almeida et al. (2016)	Implementar nuevos estándares relacionados a software, módulos prefabricados, definición de costos o asuntos legales como contratos colaborativos respecto a lo industrial
	Permitir e incentivar la implementación de nuevas tecnologías respecto a lo gubernamental
Elzomor (2020)	Enseñanza de robótica
	Clases con Realidad Virtual (VR) y Realidad Aumentada (AR)
	Desarrollar el pensamiento computacional, fundamentos de brazos robóticos y diseño paramétrico
Pillai et al. (2020)	Enseñanza de desarrollo de tecnologías de fácil acceso para los estudiantes

bajo individuales y de forma remota, lo cual permite integrar conceptos y competencias de la realidad 4.0 utilizando estos laboratorios en la enseñanza de la ingeniería. En este contexto, la metodología de Diseño y Construcción Virtual (Virtual Design and Construction, VDC, Kunz et al. 2020) se encuadra perfectamente.

Las medidas por implementar no deben ser solo a nivel de la empresa y sus trabajadores, sino también a nivel industrial y gubernamental. Almeida et al. (2016) hacen énfasis en estos niveles; respecto a lo industrial, consideran importante que haya mayor colaboración dentro de la industria AEC mediante el consenso acerca de nuevos estándares relacionados a software, módulos prefabricados, definición de costos o asuntos legales como contratos colaborativos.

En la tabla 3 se muestra un resumen de algunas medidas para afrontar la sustitución por robots y otras tecnologías.

Si bien es cierto que algunos empleos serán sustituidos, algunos roles van a evolucionar mientras que

otros van a ser creados (García de Soto et al., 2019). Los nuevos roles estarán centrados en la fabricación digital. Según García de Soto et al. (2019), en un futuro el gerente de fabricación digital deberá tener vasta experiencia con los sistemas de construcción automatizados, así como con los elementos por implementar según la etapa constructiva. De igual modo, se necesitará un programador de fabricación digital, y el puesto de trabajador de obra se convertirá en el de técnico de fabricación digital.

A pesar del grado de automatización, promovido por la revolución tecnológica, que se logrará alcanzar en la industria AEC en los próximos años, este no será suficiente para alcanzar una completa automatización. La presencia humana, en colaboración con los sistemas inteligentes, seguirá aún vigente, pero mucho más especializada y enfocada en la gestión tecnológica-digital. ■

Los interesados en conocer más detalles sobre el tema y las citas bibliográficas, contactar al correo electrónico: delsavio@gmail.com