

EDITORIAL

BUILDING & MANAGEMENT

MAY - AUGUST 2019

<http://dx.doi.org/10.20868/bma.2019.2.3917>

CARLOS J. PAMPLIEGA

BUILDING & MANAGEMENT

INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN EL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN

ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN CONSTRUCTION SECTOR

La Inteligencia Artificial (IA) puede sacar una gran ventaja del análisis de grandes cantidades de datos, y la construcción es un sector en el que, además del elemento constructivo, también generamos una valiosa información en forma de datos que rara vez se reutiliza. Usando datos recopilados de modelos BIM, simulaciones, e incluso a través de elementos físicos como sensores dentro de las construcciones ya terminadas, podemos transformar el proceso de diseño o, al menos, innovar con cada nuevo proyecto de construcción. IA nos ofrece una nueva perspectiva desde la que imaginar cómo poder aprovechar la información existente, los datos, para optimizar las distintas alternativas de diseño a través de algoritmos. Este hecho provocará la oportunidad de cambiar la forma en que nos relacionamos y trabajamos, y nos relacionamos con la realidad del sector para todos estos profesionales sustituidos por la tecnología.

Como se comprueba a través de los distintos números de esta publicación, los profesionales del sector de la construcción estamos adaptando de forma cada vez más generalizada herramientas y marcos de trabajo más colaborativos como *Open BIM*, *Lean Construction*, *Last Planner System*, *Integrated Project Delivery*, etc. En la misma medida, estos nuevos instrumentos se hacen presentes en oficinas, despachos y obras gracias a la democratización o uso extensivo de los desarrollos tecnológicos procedentes de otros sectores. La eliminación de barreras para el acceso generalizado a la tecnología hace que su uso esté siendo extendido.

Artificial Intelligence (AI) can take great advantage of the analysis of large sets of data, and in the construction sector, besides the construction element, we also generate a valuable information in the form of data, which is rarely ever used.

Using data collected from BIM models, simulations, as well as through the physical elements as sensors in finished buildings, we can transform the design process or, at least, innovate in each new construction project. AI provides a new perspective from which we can benefit from the existing information, the data, to optimize the different design alternatives through algorithms.

This will bring about the opportunity to change the way we relate with each other and how we work, as well as with how we relate to the reality of the sector considering all the workers replaced by technology.

As it is evidenced by different volumes within this publication, the professionals of the construction sector are adapting in a more generalized way, tools and frameworks that are more collaborative, such as Open BIM, Lean Construction, Last Planner System, Integrated Project Delivery, etc. To the same extent, these new instruments appear in offices and construction sites, thanks to the democratization or extended use of technological development coming from other sectors. The removal of barriers blocking a generalized access to this technology has triggered an increasing of its use.

La tecnología está influyendo en casi todas las industrias, y en el campo de la construcción y el diseño está empezando a adoptar todos estos avances. Ya no nos resulta extraño sobrevolar las obras con un dron, visualizar una promoción antes de que esté construida con realidad virtual, o escoger el mejor escenario en base a predicciones hechas por Inteligencia Artificial.

Una de las tecnologías que más está impactando por las posibilidades futuras en todo el proceso constructivo es la Inteligencia Artificial-IA. La IA puede sacar una gran ventaja del análisis de grandes cantidades de datos, y la construcción es un sector en el que, además del elemento constructivo, también generamos una valiosa información en forma de datos que rara vez se reutiliza.

La Inteligencia Artificial viene asociada a una cadena de términos conocidos como el algoritmo, *Machine Learning* y automatización, que generan en los profesionales un temor hacia lo desconocido. En muchos campos, no solo en la industria de la construcción, existe un verdadero temor por la IA: ¿Se volverán las máquinas serán más inteligentes que los humanos? Según Eleni Vasilaki, profesora de neurociencia computacional en la Universidad de Sheffield, ese miedo está fuera de lugar. "En última instancia, solo porque la IA pueda aprender, no podemos concluir realmente que de repente aprenderá todos los aspectos de la inteligencia humana y volviéndose más astuta", dice, y agrega que debemos asegurarnos de que usamos estas tecnologías de manera beneficiosa. "El aprendizaje automático y la inteligencia artificial son herramientas. Se pueden usar de manera correcta o incorrecta, como todo lo demás. Es la forma en que se utilizan lo que debería preocuparnos, no los métodos en sí mismos".

En qué medida puede impactar la aplicación de IA a la gestión de los proyectos de construcción, y en concreto a los entornos BIM es aún una incógnita. Diseñadores, arquitectos e ingenieros encuentran más preguntas que respuestas concretas. Lo que sí está claro es que los procesos de simulación de edificios y BIM produce tantos datos que la mayoría de las organizaciones no saben qué hacer con ellos.

Resulta clave por tanto, entender la cantidad de datos que se produce en el proceso de diseño, modelado en entornos BIM, construcción y mantenimiento de los edificios. Los arquitectos, ingenieros y otros profesionales de la construcción no estamos usando todos estos datos en nuestro beneficio, ni el de nuestros clientes. El torrente de datos que genera la construcción no se utiliza de forma habitual, o al menos no en la proporción de las posibilidades que la IA puede hacer uso de ellos.

La tendencia en un sector poco acostumbrado al método y a los procedimientos estandarizados, es pasar al próximo proyecto sin pensar cómo se pueden utilizar todos los datos recopilados anteriormente para mejorarlo. El experto en tecnología del sector de la construcción Nicholas Klokholt explica las posibles implicaciones de la IA y *Big Data* aplicados a los entornos BIM en el sector de la construcción, y su principal problema actual: una vez que el proyecto arquitectónico está construido, el 95% de los datos que hemos

Technology is influencing almost every industry, and the design and construction fields are starting to adopt all these advancements. It is no longer odd to fly a drone over a construction site, to visualize a project before completion with virtual reality, or choose the best setting based on predictions made by AI.

AI is one of the technologies making great impact due to its future possibilities in the whole construction process. AI can take advantage of the analysis of large sets of data, and in the construction sector, besides the construction element, we also generate a valuable information in the form of data, which is rarely ever used.

AI is associated with a list of terms, such as algorithm, Machine Learning, and automation, which create a fear of the unknown among the professionals. In many fields, not only in the construction industry, there is a true fear towards AI: Will machines become more intelligent than humans?

According to Eleni Vasilaki, professor of computation neuroscience, that fear is misplaced. "Ultimately, just because AI can learn, we cannot really conclude that it will learn all of the aspects of human intelligence and become more clever", said Prof. Vasilaki, adding that we should make sure that we use these technologies in a beneficial way. "The automatic learning and the AI are tools.

These can be used in the right way or the wrong way, just like everything else. It is the way in which they can be used that we should be concerned about, not the methods themselves".

How the application of AI can impact the construction project management, and in particular the BIM project, is still unknown. Designers, architects, and engineers find more questions than answers. What is clear is that the processes for simulation of the building and BIM produce so much data that the majority of the organizations do not know what to do with them.

Hence, it is fundamental to understand the amount of data that is produced in the process of drawing, BIM modelling, construction, and building maintenance. The architects, engineers, and other construction professionals are not using all of this data for their own benefit, or that of their customers.

The data stream generated by construction is not usually used, or at least it is not used in the proportion of the possibilities provided by AI.

The tendency in a sector not accustomed to the standardized methods and processes, is to move on to the next project without considering how to use the collected data for improvement.

The expert in construction technology Nicholas Klokholt explains the possible implications of AI and Big Data applied to the context of BIM in the construction sector, and its main current problem: once the architectural project is built, 95% of the generated data is either deleted or not properly archived, hampering future analyses and exploitation.

By using data collected from models, simulations, and even through the physical elements as sensors inside finished cons-

generado en el proyecto se eliminan o no se archivan convenientemente para su análisis y aprovechamiento futuros.

Usando datos recopilados de modelos, simulaciones, e incluso a través de elementos físicos como sensores dentro de las construcciones ya terminadas, podemos transformar el proceso de diseño o, al menos, innovar con cada nuevo proyecto de construcción. IA nos ofrece una nueva perspectiva desde la que imaginar cómo poder aprovechar la información existente, los datos, tanto de modelados anteriores, como los datos provenientes de edificios ya construidos.

Una de las posibilidades para profundizar en los datos a través de IA tiene que ver con la automatización de procesos de gestión. La mayoría de los textos referidos a la evolución de IA en la gestión y dirección de proyectos, y la gestión de la obra de construcción en particular parten de un primer escenario en el que IA se encargará de automatizar e integrar información proveniente de los proyectos. Actualmente, ya podemos constatar que muchas herramientas de gestión de proyectos están desarrollando estas funcionalidades, convirtiéndose en expertos en recopilar y mantener la información histórica de los proyectos.

Según se extrae de distintos análisis como el que hace PWC en su artículo “*AI will transform Project management. Are you ready?*”, la IA revolucionará los procesos de toma de datos y su automatización a través del *Machine Learning*. En este primer estadio, las aplicaciones se integran entre sí utilizando la información para distintos fines, facilitando las tareas de toma de datos, o enviando alertas cuanto puedan aparecer potenciales problemas en el proyecto. En futuros escenarios, la IA puede llegar a gestionar más procesos en los proyectos, desde asistentes virtuales que ayuden al equipo de proyecto a realizar mejor sus tareas, hasta máquinas que sean capaces de aprender y gestionar de forma autónoma los proyectos.

Actualmente, las estimaciones realizadas por los *project and construction managers* se basan en el estudio de datos históricos sobre las tareas ya realizadas. Esto permite a los gestores de proyectos estimar cuánto tiempo llevará completar las tareas futuras, su coste o riesgos asociados. Para estos profesionales, registrar y analizar esta información puede convertirse en una tarea engorrosa y lenta; sin embargo, integrando una solución basada en IA con el software de gestión de proyectos, conseguiremos automatizar el procedimiento completo de análisis de la información histórica. Cuanto mayor sea el acceso a la información disponible, proporcionando cantidades abundantes de información, la solución de IA será más fiable y compatible con los procesos de negocio. La IA ahorrará un valioso tiempo a los gestores de proyectos y sus organizaciones mediante la automatización de procedimientos repetitivos como éste.

Para los profesionales, éste es el primer panorama que pasa por su imaginación: un escenario en el que muchas de las tareas que ahora ocupan sus agendas sean sustituidas por algoritmos automáticos. La incertidumbre para las personas involucradas es obvia, dado que afectará a la asignación de recursos, y puestos de trabajo relacionados con la planificación y control de las obras.

tructions, we can transform the design process or, at least, innovate with each new construction project. AI provides a new perspective from which we can imagine how to take advantage of the present information, the data, both from previous modelling and from finished buildings.

One of the possibilities to deepen the data analyses through AI is associated with the automation of the management processes.

The majority of the text referring to the evolution of AI in the direction and management of projects, and to the management of the construction site in particular, derive from a scene in which AI is tasked with the automation and integration of the information originating in the projects.

According to diverse analyses, like the one by PWC in the article “*AI will transform Project management. Are you ready?*”, AI will revolutionize every process for data reporting and its subsequent automation through Machine Learning.

In this first instance, the applications will combine using the information to different ends, facilitating the data acquisition tasks, or sending alerts when detecting potential problems in the project.

In the future, AI might even manage more processes within the projects, from virtual assistants helping the project team improving their work, to machines capable of learning and autonomously manage the projects.

Currently, the estimations made by the project and construction managers are based on the study of historical data on the tasks that have been already performed. This allows the project managers to estimate how long will it take to finish future tasks, as well as the associated costs and risks.

For these professionals, registering and analyzing all of this information might become a slow and tricky task; however, by combining an AI-based solution with project management software, we will be able to automate the complete procedure for the analyses of the historical information.

The greater access to the available information, providing huge quantities of data, the more reliable and compatible with business procedures the AI solution. The AI will save project managers and their organizations valuable time as a result of the automation of repetitive procedures, such as the one mentioned.

For the professionals, this is the first scenario that crosses their imagination: one in which much of the tasks that now occupy their agendas will be replaced by automatic algorithms. The uncertainty for the implicated people is obvious, since it will affect resource assignment, as well as workplaces involved in the planning and management of construction sites.

Further outcomes of the application of AI to BIM could be the improvement of the design itself, as well as the planning of its construction and the demand for resources during the building lifecycle.

Several companies are already exploiting the accumulated data from models and constructions for their application in the

Otra aplicación resultado de analizar con IA los datos obtenido de los modelos BIM podría ser la mejora del propio diseño, la programación de su construcción y la demanda de recursos durante el resto de vida útil de los edificios. Varias empresas ya están explotando los datos acumulados de modelos y construcciones para aplicarlos en la optimización de modelos conceptuales para futuros proyectos. Las técnicas de IA aprovechan los datos existentes para predecir el funcionamiento óptimo de distintos diseños. De esta manera, los diseñadores tienen la posibilidad de optimizar el desarrollo y el control de la calidad de los materiales empleados, estructuras e instalaciones. Además, para los propios promotores, asegura la rentabilidad de modelos conceptuales en BIM que puedan construirse de una forma eficaz y con un ciclo de vida barato de mantener.

Uno de los algoritmos que mejor se adapta para la interpretación y mejora del diseño de las edificaciones son los llamados "Algoritmos Evolutivos". Este tipo de algoritmos son métodos de optimización y búsqueda de soluciones basados en los postulados de la evolución biológica. Este algoritmo que interpreta los modelos BIM a través de la IA imita el proceso evolutivo propio de la naturaleza, y proporciona soluciones de diseño que pretenden optimizar distintos parámetros.

Dos de los más refutados expertos en IA, Jan Cudzik y Kacper Radziszewski defienden el uso de esta tecnología aplicada a la mejora del diseño arquitectónico. En su artículo "*Artificial Intelligence Aided Architectural Design*", indican que los algoritmos evolutivos se están volviendo interesantes para los artistas, diseñadores y arquitectos. Esta aplicación no es nueva, y sus implicaciones en la arquitectura ya cuentan con cierta experiencia. Los algoritmos evolutivos pueden ayudar a los diseñadores a resolver problemas complejos como la optimización de distintas tipologías estructurales o la selección de materiales que mejor se adapten a una solución determinada. El aprendizaje automático y el reconocimiento de patrones pueden analizar grandes volúmenes de datos para obtener información útil. Al poder volcar a la tecnología computacional actual estas cantidades masivas de datos a nuestra disposición, continuaremos acercándonos aún más a los mejores edificios a través de la inteligencia artificial.

Otros aspectos relacionados con el diseño, más en particular, con lo relativo al rendimiento energético del edificio, iluminación, calidad del aire y confort higrotérmico, son aspectos clave que se pueden mejorar con los datos provenientes de los modelos BIM y que podrían mejorar sustancialmente el coste de funcionamiento y mantenimiento durante todo el ciclo de vida del edificio. Al adoptar BIM, los propietarios pueden mejorar la calidad de los edificios, reducir enormemente los costos del ciclo de vida de los edificios, mejorar la experiencia de los proyectos de diseño de principio a fin, optimizar la competencia operativa y mejorar las tasas de ocupación y uso. El uso obvio de los modelos en BIM para los *Facility Managers* durante el tiempo de explotación de un activo inmobiliario, se verá reforzado por soluciones que tienen a optimizar los recursos disponibles.

Aunque no seamos capaces de dar una respuesta segura a la

optimization of conceptual models for future projects.

AI techniques use the existing data to predict the optimal functioning of different designs. This way, the designers have the possibility to optimize the development and control the quality of the materials, structures, and installations.

Moreover, for the promoters themselves, it assures cost effectiveness of the conceptual models in BIM that might be built in an efficient way and have a life cycle that is cheaper to maintain.

One of the best algorithms for the interpretation and improvement of the building design are the so called "Evolutionary Algorithms" (EA). These are methods for optimization and search of solutions based on postulates of the biological evolution.

EA interprets BIM models through AI mimicking the evolutionary process and provides design solutions that intend to optimize several parameters.

Two of the most reputed experts in AI, Jan Cudzik y Kacper Radziszewski advocate the use of this technology applied to the improvement of the architectonic design. In their article "*Artificial Intelligence Aided Architectural Design*", they indicate that EAs are becoming more interesting for artists, designers, and architects.

This application is not new and its implications in architecture already have a certain degree of experience. EAs can help drawers solving complex problems like the optimization of different structural typologies or the selection of the best materials for a certain situation. The machine learning and the pattern recognition can analyze big quantities of data in order to obtain useful information.

By applying the processing power of the nowadays computers to these massive quantities of data that are available to us, we will continue improving in order to approach more and more to the best possible buildings through the AI.

Other aspects related to the design, and in particular to the energetic performance, illumination, quality of air and hygrothermic comfort, are key aspects that can be improved with the data produced by BIM models and that could considerably improve the operating cost during the building life cycle.

By adopting BIM, the building owners can improve the quality of the buildings, highly reduce the costs during the building life cycle, improve the experience of the design projects from the beginning to the end, optimizing the cooperative competition and improving the occupation rates and usage.

The obvious usage of BIM models for Facility Managers during the exploitation time of a real estate asset, will be empowered by solutions that are able to maximize the available resources.

Even though we are not able to answer the question of how AI will affect the design and constructive process, we are sure that somehow it will affect and change the way we work and also to which tasks we will dedicate our uptime.

Fear of the disappearance of certain roles and technicians will

pregunta sobre cómo afectará la IA al proceso de diseño y constructivo, es seguro que de alguna manera afectará y cambiará la manera cómo trabajamos, y a qué tareas dedicamos nuestro tiempo productivo. Persistirá el miedo a que desaparezcan ciertos roles y técnicos actuales, y seguro que aparecerán nuevos especialistas involucrados con la gestión de todas estas herramientas. Sin embargo, es una predicción aceptada por todos que utilizaremos estas nuevas capacidades tecnológicas para automatizar aquellos procesos que puedan ser realizados por una máquina, incluidos, por qué no los procesos creativos. El arquitecto Daniel Dendra, fundador de la firma Another Architect Studio, un estudio de arquitectura que fomenta el uso de diseños de código abierto, cree que la figura del arquitecto podrá ser sustituida por una máquina alimentada por IA en menos de 20 años. Daniel lo ve como un hecho lamentable, sino como la evolución natural de un proceso en el que muchas decisiones se pueden optimizar y automatizar gracias a la tecnología. Este hecho provocará al mismo tiempo la oportunidad para cambiar la forma en que nos relacionamos y trabajamos y nos relacionamos con la realidad del sector para todos estos profesionales sustituidos por algoritmos.

BIM ha ayudado a arquitectos, ingenieros, desarrolladores, contratistas y consultores de construcción a colaborar mejor y comenzar a hablar el mismo idioma. BIM ha mejorado tanto los procesos de diseño como los diseños mismos. Cambiar la forma en que trabajamos, en que dedicamos nuestro tiempo a tareas que aporten un valor diferencial al proceso constructivo. Siendo éste un texto editorial en el que nos permitimos ciertas licencias interpretativas de la realidad y del futuro de la profesión, podemos afirmar que el valor diferencial que podemos aportar tiene que ver con la colaboración que alimenta todo el proceso. Es por ello que, tanto las herramientas colaborativas, como BIM o *Last Planner System*, sobre las que se incluyen sendos artículos en este número, como las habilidades relacionadas con las personas de técnicos y gestores del proceso constructivo adquirirán mayor importancia, si cave.

Sin embargo, tampoco podemos estar seguros de estas palabras. Como decíamos al principio, los profesionales encontramos más preguntas que respuestas relacionadas con la IA y nuestros puestos de trabajo. Cudzik y Radziszewski comentan, "podemos argumentar que la inteligencia artificial tiene el potencial de cambiar toda la disciplina, dándole nuevas posibilidades y caminos para explorar". Quizás éste sea nuestro nuevo rol en el proceso constructivo, convertirnos en exploradores de nuevas posibilidades por descubrir.

persist, and certainty new specialists will emerge, related to all of these new tools.

Nonetheless, it is generally accepted that we will use these new technological capabilities to automate those processes that can be made by a machine, including, maybe, the creative processes.

The architect Daniel Dendra, founder of the company Another Architect Studio, an architecture studio that encourages the use of open source designs, believes that the architect might be replaced by a machine using AI in less than 20 years.

Daniel does not see this like an unfortunate fact, but as the natural process in which many decisions can be optimized and automated thanks to technology.

This fact will provide, at the same time, the opportunity to change the way in which we relate to technology and work, as well as to the reality of a sector in which a lot of professionals will be replaced by algorithms.

BIM has helped architects, engineers, owners, contractors and construction consultants to improve cooperation and to start speaking in the same language. Besides, BIM has improved both the design processes and the design itself.

It has changed the way we work, and the how we dedicate our the time to tasks that bring differential value to the constructive process.

With this text being an editorial in which we allow ourselves certain interpretative liberties from reality and from the future of the profession, we can affirm that the differential value we can contribute has to do with the collaboration that feeds the whole process.

And because of that, not only collaboration tools, as BIM or Last Planner System, about which there are some articles in this number, but also the skills of the construction process technicians and managers, will acquire greater importance, if that is possible.

However, we cannot be completely certain about this. As stated at the beginning, the professionals have far more questions than answers, about the AI and their work.

Cudzik and Radziszewski state that "we can argue that artificial intelligence has the potential to change the whole discipline, by providing it with new possibilities and ways to explore." Maybe this will be our new role within the constructive process - to become explorers of new possibilities yet to uncover.