

DIBUJO DE ARQUITECTURA EN EL SIGLO XXI. EL DIBUJO INVISIBLE

ARCHITECTURAL DRAWING IN THE 21ST CENTURY. THE INVISIBLE DRAWING

Felipe Asenjo Álvarez; orcid 0000-0002-3766-210X

UNIVERSIDAD DE ALCALÁ

doi: 10.4995/ega.2023.18132

El término digitalización es uno de los más empleados en aras de la modernización de la economía, la educación o las comunicaciones. A su consecución se destinan, desde hace algunos años, importantes cantidades de fondos públicos. El Gobierno de España ha establecido una agenda como hoja de ruta para la digitalización del país: España Digital 2026.

En el ámbito del dibujo de arquitectura, desde los años 80-90, hemos creído estar inmersos en la era digital; la realidad es que el sector AEC¹, con graves problemas de productividad y eficiencia, está siendo empujado al cambio de modelo de gestión y de la mano de su digitalización los procesos gráficos se están redibujando. En este artículo se propone una mirada al dibujo de arquitectura, cuando abordamos la tercera década del siglo XXI, con el fin de propiciar una reflexión sobre los nuevos paradigmas.

PALABRAS CLAVE: DIBUJO DE ARQUITECTURA, BIM, BUILDING INFORMATION MODELING, DIGITALIZACIÓN, DIBUJO PARAMÉTRICO

Digitalization is one of the most used terms for modernizing the economy, education, and communication.

For years large sums of public funds have been assigned to this end. The Government of Spain has set a roadmap for the country's digitalization known as Digital Spain 2026.

In terms of architectural drawings, since the 1980s-1990s, we have thought that we were immersed in the digital era. The truth is that the AEC industry¹, hard hit by grave productivity and efficiency problems, is being pushed to a change in management model, and led by digitalization, graphic processes are being redrawn. This article considers architectural drawing in the third decade of the 21st century to reflect on the new paradigms.

KEYWORDS: ARCHITECTURAL DRAWING, BIM, BUILDING INFORMATION MODELING, DIGITALIZATION, PARAMETRIC DRAWING



1. *Minority Report*: película de ciencia ficción de 2002 dirigida por Steven Spielberg, basada en el relato de 1956 de Philip K. Dick titulado “El informe de la minoría”. El sistema de control informático con gestos manuales fue idea del propio Spielberg. Imagen promocional 20th Century Studios.

Fuente Fotogramas. <https://www.fotogramas.es/>

1. *Minority Report*: a science fiction film released in 2002 directed by Steven Spielberg, based on the 1956 short story by Philip K. Dick titled “The Minority Report.” Spielberg himself came up with the software control system using manual gestures. Promotional image 20th Century Studios.

Source: Fotogramas. <https://www.fotogramas.es/>

El dibujo de arquitectura contemporáneo; entre la realidad y la ficción

En 1999 Steven Spielberg reunió a un grupo de diferentes procedencias en un hotel de Santa Mónica para diseñar el futuro que aparecería en *Minority Report* (Fig. 1); no estaba dispuesto a que la posteridad llegase ridiculizando su producción, como había sucedido con otras en el horizonte del cambio de milenio. Allí, se establecieron las propuestas que, en lo político, económico y tecnológico, definirían el futuro de 2054. Hoy, sin haber alcanzado la frontera temporal que marca la película, se registran una buena cantidad de aciertos sobre los anuncios que aquel equipo formuló. Así, los algoritmos controlan nuestra vida, el reconocimiento facial es una realidad, la publicidad y las redes sociales identifican al individuo personalizándose para él, y existen vehículos autónomos.

En ningún caso se trataba de adivinar; Spielberg fijó su mirada en desarrollos que iban a ser una realidad, seleccionó a las personas que trabajaban en ellos, y parece que lo hizo adecuadamente. Reflexionar sobre cómo trabajará el sector AEC cuando se alcance la segunda parte del siglo XXI tampoco debería ser especular; realidades e indicios apuntan a fórmulas que pueden materializarse y ya poco

logra sorprendernos. Siendo capaces de reconocer que, la industria ha ido algunos pasos por delante de la construcción en determinados aspectos: ha llegado antes al diseño computerizado, a la fabricación robotizada, a los sistemas de calidad o a la programación de la producción, en un ejercicio parecido al de Spielberg, podemos revisar la trayectoria que, actualmente, está siguiendo e identificar caminos que la construcción podría secundar. No es, por tanto, insensato aventurar una próxima revolución de los sistemas constructivos que, probablemente tenderán a la producción industrializada de unidades complejas y a la robotización, tanto de la elaboración en taller, como de la puesta en obra; tampoco es imprudente pensar que la maquinaria pueda recibir instrucciones digitales y realizar trabajos autónomamente.

En industria la palabra clave es “simulación”. El sector industrial, que pronto comprendió el riesgo de acometer un diseño sin garantizar su éxito, relaciona el término con el cumplimiento de factores funcionales y de calidad, pero también con

Contemporary architectural drawing, between fact and fiction

In 1999 Steven Spielberg gathered a group of people from diverse backgrounds at a Santa Monica hotel to design the future that would appear in *Minority Report* (Fig. 1); he was unwilling for posterity to ridicule his production as had occurred with other films released around the turn of the century. It includes some ideas that would shape the future in 2054 politically, economically, and technologically. Although we have yet to reach the year the movie is set, many announcements and predictions have been fulfilled. Algorithms control our lives; facial recognition is a reality; advertising and social media identify individuals through personalization, and self-driven cars exist. It was in no way a guessing game; Spielberg focused on developments that would become a reality, he chose who would work on it, and apparently, he was right. Similarly, reflecting on how the AEC industry will work in the second half of the 21st century should not be speculative. Some realities and signs point to formulas that may materialize and will not be surprising. Recognizing firstly that the industry is a few steps ahead of construction in certain aspects, such as computerized design, robotic manufacture, quality systems, or production programming, in an exercise like Spielberg's, we can revise the current trajectory followed to





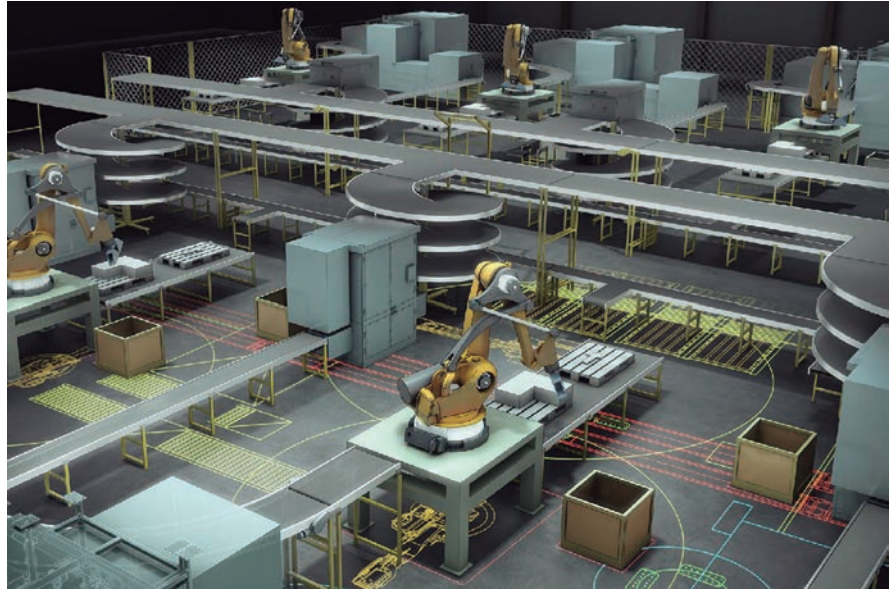
identify paths construction may go down. It is not unreasonable to venture that the next revolution in constructive systems will probably tend to the industrialization of complex unit production and robotization, both in studios and in installations. Neither is it far-fetched to think that machinery will receive digital instructions and execute jobs autonomously.

The key word in the industry is "simulation." The industrial sector, which very quickly understood the risk of undertaking a design without guaranteeing its success, related the term with compliance of functional and quality factors, but also with the achievement of its development and production terms, price and commercialization, product acceptance, and its safe use. Its implementation could be related to different factors, mainly the professionalization of investors, who demand their expectations be met. Perhaps because of that and the considerable complexity, the designer engineer is scarce as an individual entity. Teams driven mainly by brands develop industrial products.

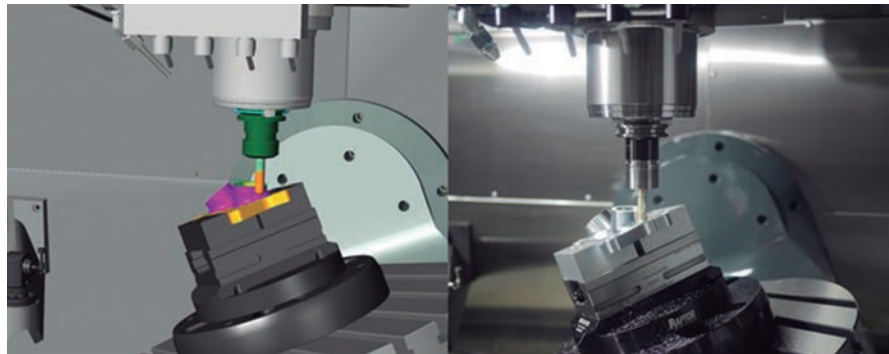
Architecture has been foreign to this way of doing things, with projects born in small practices, which tend to produce open designs that increase their budgets during the execution period, or the industry that, still based on multiple artisan processes, generated so many uncertainties and waste of resources. It is presented as the least efficient (Agarwal, Chandrasekaran, and Sridhar, 2016).

The simulation of industrial production (Fig. 2) started in the decade of the '80s and has enabled the guarantee of feasibility, prevention of errors, and anticipation of design decisions. It is aimed both at production, assembly, inventory, and transport: not only does it seek the product's functionality, but it also intends to control logistics, avoid job errors, order quality procedures, and guarantee the price. The design process is focused on geometric simulation, dynamics, and mechanics, rehearsing the effort and capacity of the part or equipment: a single tool works out the form, materiality, and request with a digital twin.

Graphic environments such as Inventor, SolidWorks, CATIA, and Solid Edge have existed since the 1990s. Initially aimed at



2



3

la consecución del plazo de desarrollo y de producción, del precio y de la comercialización, así como de la aceptación del producto y de su seguridad de uso. Su implantación podría vincularse a distintos factores, principalmente a la profesionalización del inversor, que exige que sus expectativas se cumplan, y tal vez por ello y ante la notable complejidad, el ingeniero diseñador escasea como entidad individual; los productos industriales se desarrollan en equipos, generalmente por cuenta de la marca. Ajena a este proceder es la arquitectura, con proyectos gestados desde pequeñas oficinas, que acostumbra a proponer diseños abiertos que aumentan sus presupuestos durante el periodo de ejecución, o su industria que, aun basada en múltiples procesos artesanales, genera tantas incertidumbres y desperdicio

de recursos, que se presenta como la menos eficiente de ellas (Agarwal, Chandrasekaran y Sridhar, 2016).

La simulación de procesos industriales (Fig. 2) comenzó en la década de los 80 y ha permitido garantizar la viabilidad, prevenir los errores y anticipar decisiones de diseño. Se dirige tanto a la producción, como al ensamblaje, inventariado o transporte: no solo procura la funcionalidad del producto, sino que busca controlar la logística, evitar errores de trabajo, ordenar los procedimientos de calidad y garantizar el precio. En el proceso de diseño se orienta a la simulación geométrica, pero también a la dinámica y mecánica, ensayando el esfuerzo y capacidad de la pieza o del equipo: una única herramienta trabaja forma, materialidad y sollicitación a través de un gemelo virtual.



2. Simulación de procesos industriales en una planta. Fuente Autodesk Journal. <https://www.autodeskjournal.com/fabricas-flexibles-inteligentes-industria/?fbclid=IwAR1vnrOmXDaGb79pbJLabh3xlyKeF7Z1XMNUf009MNC8cq11rFv9XuvBciw>

3. Simulación de fabricación por control numérico con Solid Edge. Se verifica que la pieza es viable para los ejes de la herramienta, así como los recorridos de esta. Fuente Prismacim. <https://prismacim.com/modulos-de-solid-edge-cam-pro/#que-es-solid-edge-cam-pro-simulacion-control-numeric>

4. Proyecto generado con Autodesk Inventor. Distintos elementos funcionales generan un dispositivo multicomponente con sus movimientos y capacidades. Fuente Autodesk products. https://www.autodesk.es/products/inventor/overview?us_oa=dotcom-us&us_si=2ebb1655-ec7e-4abe-acee-a32ef3211886&us_st=Inventor&us_pt=INVNTOR&term=1-YEAR&tab=subscription&plc=INVPROSA

2. Simulation of industrial production. Source: Autodesk Journal. <https://www.autodeskjournal.com/fabricas-flexibles-inteligentes-industria/?fbclid=IwAR1vnrOmXDaGb79pbJLabh3xlyKeF7Z1XMNUf009MNC8cq11rFv9XuvBciw>

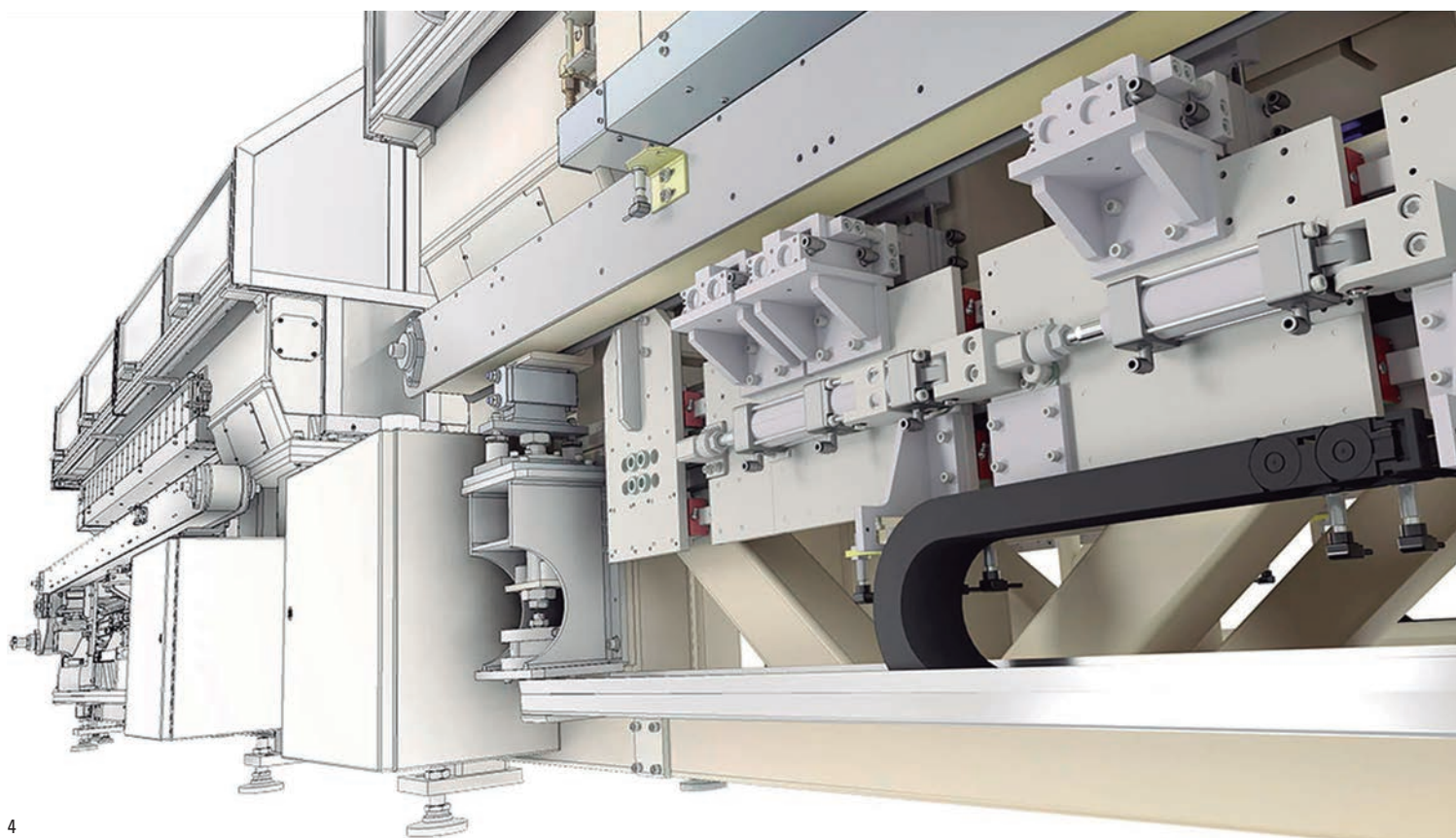
3. Manufacturing simulation with number control with Solid Edge. It verifies that each part is viable for the tool's axes and paths. Source: Prismacim. <https://prismacim.com/modulos-de-solid-edge-cam-pro/#que-es-solid-edge-cam-pro-simulacion-control-numeric>

4. Project generated with Autodesk Inventor. Different functional elements generate a multicomponent device with movement and capabilities. Source: Autodesk Journal. https://www.autodesk.es/products/inventor/overview?us_oa=dotcom-us&us_si=2ebb1655-ec7e-4abe-acee-a32ef3211886&us_st=Inventor&us_pt=INVNTOR&term=1-YEAR&tab=subscription&plc=INVPROSA

Herramientas como Inventor, SolidWorks, CATIA o Solid Edge son entornos gráficos que existen desde la década de los 90. Inicialmente destinadas al modelado de sólidos 3D, evolucionaron para emular modelos complejos que incluyen la información de cálculo. Disponen de bloques prediseñados, como tornillos, conductores, componentes eléctricos, que contienen funcionalidades, capacidades, etc., así como de multicomponentes que integran funcionamiento y restricciones reales, permitiendo aprovechar lo ya diseñado, para conformar sistemas más sofisticados (Fig. 4). Algunos están presentes en arquitectura, como CATIA a través de Frank Gehry, al que los intentos de parametrizar geometrías complejas le condujeron a desarrollar y

3D solid modeling, they evolved to emulate complex models, including calculation information. They feature pre-designed blocks, like screws, wiring, and electrical components, containing functionalities, capabilities, etc., as well as multicomponents that integrate function and real restrictions, enabling the leveraging of what was previously designed to conform more sophisticated systems (Fig. 4.) Some are present in architecture, such as CATIA used by Frank Gehry, whose attempts to parameterize complex geometries led to the development and commercialization of DIGITAL PROJECT (Fig. 5) based on the Catia V5 application from Gehry Technologies (Hernández, 2011).

Thus, the graphic representation of architecture is also headed to the future with adaptations that involve productive processes where BIM is critical. Some time ago, different media pushed to surpass the first digital graphic system (CAD) and be included in the parametric three-dimensional





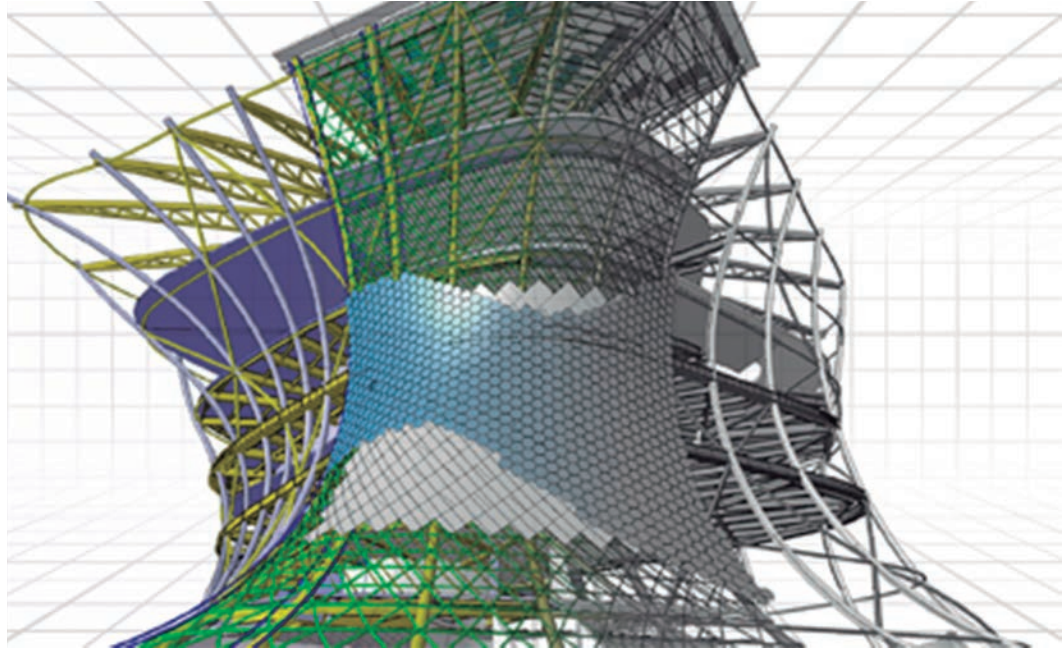
modeling that Building Information Modeling represents. Despite the inertia of tradition and the security of the familiar, there is no doubt that the new methodology will be a reality that will limit the possibilities of those who do not convert, as happened with the improvement in efficiency and productivity boosted by the transformation of firms in the '80s and '90s with CAD.

Simultaneously to the substitution of CAD by BIM, there are other less visible but more radical transformations: it is increasingly more common to employ graphic systems based solely on models. They do not produce scaled views or dimensioned drawings: the virtual models are digitally created. We are talking about shop fabrication, but manufacturing tests are conducted with industrialized project units, and the formalization of entire buildings will likely be realized in time.

The end of the methodological conflict

The accrued experience of three decades of coexistence with CAD guarantees the value of drawings, in general, in the thought process or ideas phase, whether on paper or the screen (Hernández, 2011), also the value of reinforcement in memory (Tversky, 2002), as well as its immediacy and efficacy as a freehand drawing communication tool (Pipes, 1989). If, for a time, there was a confrontation between digital and hand drawings (Folga, 2016), this has been overcome. They each have their space. Establishing parallels between innate capabilities, hand drawings, technological developments, and digital drawings (Ascuntar, 2018) is also doubtful: using primitive charcoal to trace on cavern walls was a technological development, and the ability to draw is not an innate skill. It requires equal parts learning and technical advances. Our time has opened up new drawing opportunities in places beyond worktables through devices we carry with us. These are the sum of manual and digital skills (Fig. 7.)

Based on digital twins, BIM methodology merges the real and virtual worlds. It also positions itself as a product management tool by integrating parameters associated



5



6

5. DIGITAL PROJECT por Gehry Technologies. La empresa vinculada a Gehry desarrolla y comercializa la aplicación. Fuente Digital project. <https://www.digitalproject3d.com/>

6. Proyecto generado con Autodesk Revit. Fuente Autodesk Products. <https://www.autodesk.es/products/revit/overview?term=1-YEAR&tab=subscription>

5. DIGITAL PROJECT by Gehry Technologies. The company connected to Gehry develops and sells the application. Source: Digital Project <https://www.digitalproject3d.com/>

6. Project generated with Autodesk Revit. Source: Autodesk Products. <https://www.autodesk.es/products/revit/overview?term=1-YEAR&tab=subscription>

comercializar DIGITAL PROJECT (Fig. 5) basado en la aplicación Catia V5 a través de Gehry Technologies (Hernández, 2011).

Así, es lógico pensar que, la representación gráfica de la arquitectura también está encaminándose al futuro mediante adaptaciones que la involucran en los procesos productivos, siendo el término clave BIM. Hace algún tiempo, que desde distintos medios empujan a superar el primer sistema gráfico digital (CAD) e incorporarse al modelado tridimensional paramétrico, que representa *Building Information Modeling*. Pese a la inercia que supone la costumbre y la seguridad de lo conocido, no hay duda de que la nueva metodología será una realidad que mermará las posibilidades de los que no se conviertan; como sucedió cuando la mejora de eficiencia y productividad impulsaron la transformación de las oficinas en los 80 y en los 90 a través de CAD.

Simultáneamente a la sustitución de CAD por BIM existen otras transformaciones menos visibles, pero más radicales: cada vez con más frecuencia se emplean sistemas gráficos basados única-

mente en el modelo. Estos no producen vistas a escala, ni acotadas: los modelos virtuales pasan a producción digitalmente. Los encontramos en la fabricación en taller, pero se realizan ensayos de fabricación de unidades de obra industrializadas y no se puede excluir la formalización, en algún momento, de edificios completos.

El final del conflicto metodológico

La experiencia acumulada en tres décadas de convivencia con CAD garantiza el valor del dibujo, en general, en el proceso de pensamiento o ideación, bien se realice en papel o pantalla (Hernández, 2011); también el valor que aporta al afianzamiento en la memoria (Tversky, 2002), así como el de su inmediatez y eficacia como herramienta de comunicación a mano alzada (Pipes, 1989). Si durante un tiempo se confrontó el dibujo digital con el manual (Folga, 2016), esto está superado: ambos tienen su espacio. Establecer paralelismos entre capacidades innatas y dibujo manual, y desarrollos tecnológicos y dibujo digital (Ascuntar, 2018) es además dudoso: el empleo del primitivo carbón para trazar sobre las cavernas fue un desarrollo tecnológico y la capacidad de dibujar no es una habilidad connatural y ha requerido, tanto aprendizaje, como avances técnicos. Nuestro tiempo ha abierto oportunidades de dibujo en cualquier lugar que no sea una mesa de trabajo a través de dispositivos que portamos permanentemente: estos suman habilidades manuales y digitales (Fig. 7).

La metodología BIM, basada en el gemelo digital, funde el mundo real y el virtual. Con la integra-

with constructive systems to signs and tabulating characteristics of materials, prices, or time. In the graphic sphere, programs such as Revit or ArchiCAD offer the possibility of automating the generation of views, avoiding discordance effects among them; they reproduce scaled plans with no thought beyond the choice of which, determining the definition and aspect of the representation chosen. The advantages are evident from the productive point of view: the reduction of errors between views and versions is unmistakable, and the work speed is quantitatively superior.

The advantages have resulted in a visible penetration, but a good part of the industry is not even considering a change. BIM implementation is considerably slower than predicted or, at least, is not playing out as anticipated (Del Solar, *et al.*, 2021). Its use has yet to be carried out according to the expected capacity. Work in shared centralized models among models has yet to be generalized. Although the exchange formats have yet to be problematic, it has been necessary to transform the entire ecosystem of applications required in project design and calculation processes. The working methodology has yet to be perfected. Comparing the introduction of CAD and BIM, with AutoCAD and Revit as references, the first commercial version of AutoCAD is from 1982, and it reached maturity in the decade of the '90s. Revit was released in 2000; a similar time frame would indicate that it reached maturity in the last decade. Therefore, it appears that BIM is not contributing as clearly to the massive digitalization of the industry.

Implementation follows its path at two speeds: on the one hand, large-scale public bids, and on the other, large private bids. The CBIM's observatory 2 (BIM Interministerial Commission) publishes data quarterly for bids that require the use of BIM in public projects showing a progressive increase (no reference was published in July 2022.) It is harder to gather data from private projects: BuildingSMART Spanish Chapter (BSSCH) 3, the equivalent in this setting, has an observatory that publishes quarterly information such as the number of bids, but once again only for public contracting.



7

Private procurement lacks a register for recording; it requires surveying the entire industry. Therefore, it is widely unknown. In Spain, no reference study was published after 2018 (Del Solar, et al., 2021), resulting in any knowledge of BIM 4 use. That year the Public Procurement Directive was transposed 5 to Spain (Directive 2014/24/UE), which included BIM implementation, and since then, it seems any concern about its implementation has fizzled out. The public domain is the driving force behind the adoption, and there are questions about how the methodology is implemented. Despite receiving BIM-supported projects, administrations lack the adapted structures, technical means, and human resources to use the models efficiently. The projects tendered out are produced as 2D documents. They are far from administrative processing through virtual models or collaborative work encompassing technicians, contractors, subcontractors, manufacturing, health and safety, insurance, and financial companies. The reasons for the slowdown in its implementation are diverse and primarily concerned with comfort zones and the lack of demand in the private sphere: "My clients don't require BIM." An external factor is the assimilation of BIM in quality procedures, with which it goes together and which, while independent, has generated a pernicious effect by increasing its perceived

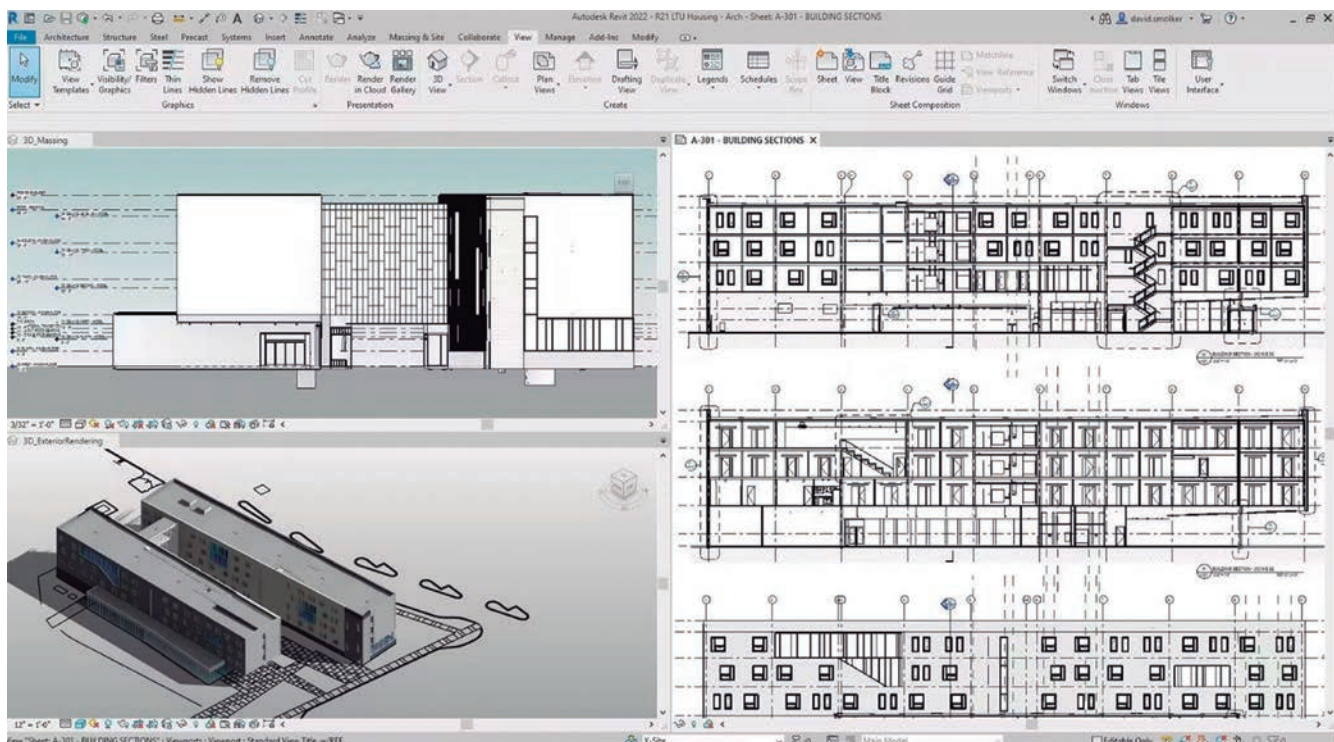
ción de parámetros que asocian sistemas constructivos al signo y tabulan características de materiales, precios o tiempo, se posiciona además como herramienta productiva o de gestión. En el ámbito gráfico, programas como Revit o ArchiCAD ofrecen la posibilidad de automatizar la generación de vistas, evitando desacuerdos entre ellas; reproducen planos a escala sin más reflexión que elegirla, determinando la definición y aspecto de la representación en función de ella. Desde el punto de vista productivo las ventajas son evidentes: el hecho de disminuir errores entre vistas y versiones es determinante, y la velocidad de trabajo es cuantitativamente superior.

Tales ventajas han permitido una visible penetración, pero buena parte del sector ni se plantea el cambio. La implantación de BIM está siendo sensiblemente más lenta de lo esperado o al menos no se está produciendo de la manera prevista (Del Solar, et al., 2021). Allí donde se ha adoptado, el uso que se realiza no es con la capacidad que

cabría esperar: el trabajo en modelos centralizados compartidos entre agentes no se ha generalizado. Si bien, los formatos de intercambio han comenzado a no ser problemáticos, ha sido necesaria la transformación de todo el ecosistema de aplicaciones que se requieren en el proceso de diseño y cálculo de un proyecto, y la forma de trabajo aún necesita perfeccionamiento.

Estableciendo una comparación entre la introducción de CAD y BIM, con AutoCAD y Revit como referentes, la primera versión comercial de AutoCAD es de 1982 y su plena madurez se alcanzó en la década de los 90. La primera versión de Revit es del año 2000, por lo que, siguiendo pautas cronológicas similares, debería haber alcanzado su plenitud en la década pasada. De esta manera, no parece que BIM esté siendo, por el momento, tan claramente contributivo a la digitalización masiva del sector.

La implantación sigue su camino con dos velocidades: por un lado, las grandes licitaciones de las administraciones y por otro las pri-



8

7. Dibujo con SketchBook sobre tablet. Fuente Microsoft Apps. <https://store-images.s-microsoft.com/image/apps.1438.13510798887514964.967dacea-83af-45f4-a728-6cb81736cc10.db3235d5-cd59-4f1a-8925-2c72712b4f9e>

8. Proyecto generado con Autodesk Revit. Fuente Autodesk products. https://www.autodesk.es/products/revit/overview?us_oa=dotcom-us&cus_si=a1d49833-c28f-4824-b8ac-d14d7edef264&cus_st=Revit&cus_pt=RVT&term=1-YEAR&tab=subscription&plc=RVT

7. SketchBook drawing on a tablet. Source: Microsoft Apps. <https://store-images.s-microsoft.com/image/apps.1438.13510798887514964.967dacea-83af-45f4-a728-6cb81736cc10.db3235d5-cd59-4f1a-8925-2c72712b4f9e>

8. Project generated with Autodesk Revit. Source: Autodesk products. https://www.autodesk.es/products/revit/overview?us_oa=dotcom-us&cus_si=a1d49833-c28f-4824-b8ac-d14d7edef264&cus_st=Revit&cus_pt=RVT&term=1-YEAR&tab=subscription&plc=RVT

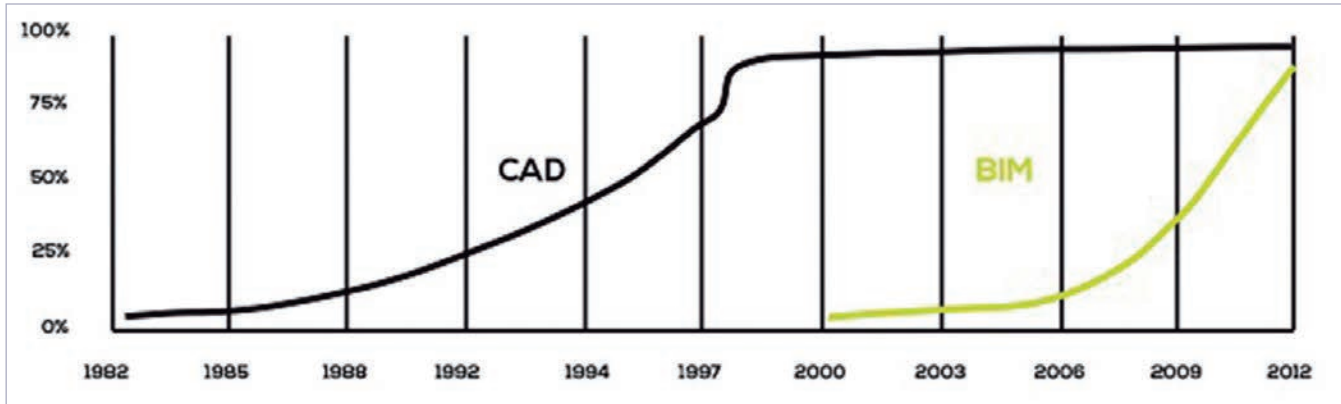
vadas sin diferencia de tamaño. El observatorio de CBIM 2 (Comisión BIM/interministerial) publica datos trimestrales de licitaciones con requerimiento de empleo de BIM en proyectos públicos, que permiten observar un progresivo incremento (en julio de 2022 no ha difundido referencias). Los datos en el sector privado son difíciles de obtener: *BuildingSMART Spanish Chapter*

(BSSCH) 3, equivalente en este marco, dispone de un observatorio que ofrece, también trimestralmente, números de licitaciones, pero nuevamente solo de contratación pública. La licitación privada carece de fuentes de registro; requiere encuestar al sector, por lo que se desconoce en gran medida que sucede en su espacio. En España no se puede encontrar un estudio importante, con posterioridad a 2018 (Del Solar, et al., 2021), que permita discernir el uso que se le da a BIM 4. En este año se produjo la trasposición al marco legislativo nacional 5 de la Directiva de Contratación Pública dirigida a la implementación de BIM (Directiva 2014/24/UE) y desde entonces cualquier preocupación sobre implantación parece haber desaparecido.

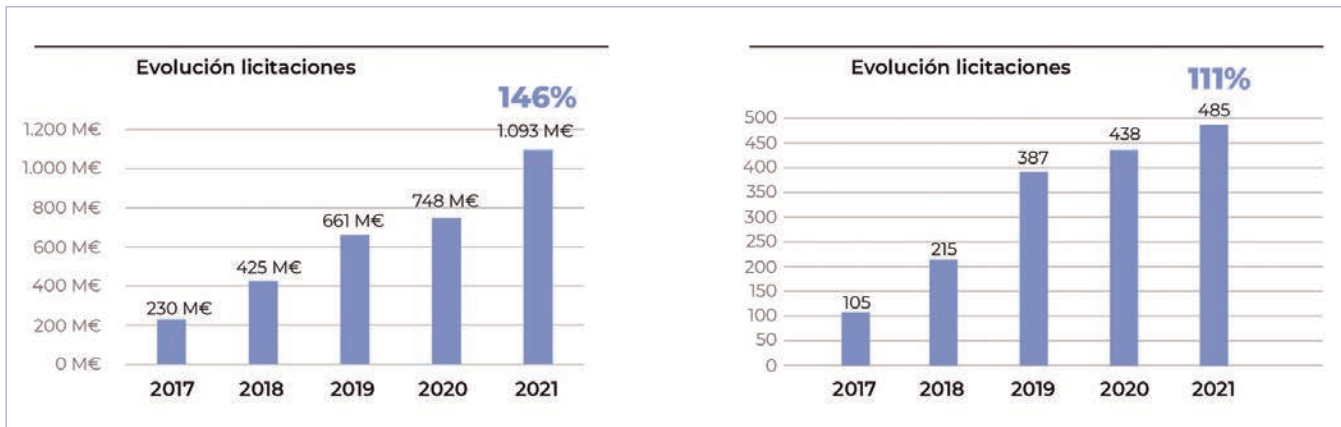
Siendo el ámbito público el motor que impulsa la adopción, existen dudas sobre el empleo que realiza de la metodología. Pese a recibir los proyectos en soporte BIM, las administraciones carecen de estructuras adaptadas, de medios técnicos y humanos para hacer uso

de complejidad. Quality control systems will be implemented in architecture firms regardless of the methodology employed, as in most productive mediums. Still, by connecting them to BIM, they have made it seem that they are the same. The relevance of the system in the Anglo-Saxon world has ended up muddying the perspective, not being aware that the relationship between project and production, and in general, the entire productive system of the AEC industry, is entirely different in Spain. There is an added difficulty in how the methodology is communicated. In a world where social media produce experts in all subjects, BIM has had its share of virtuosos, but they have gained notoriety due to complexity. There is no business if something is easy, so they have resorted to introducing a model with a complex implementation.

Another apparent complication relates to the limitations of tools, which necessitate visual or graphic parameter loaders 6 (Dynamo in Revit's case or the integration of Rhinoceros and Grasshopper in ArchiCAD's) for modeling complex geometries. Although they have been developed for CAD systems, they also require them. In addition to this visual or text-based scripting programming, there's direct programming. Both Dynamo and Grasshopper with the use Python 7 code, allow for increasing their capacities



9



10

by direct programming, enabling the substitution of many graphic nodes with only a few lines of code.

This is the point at which a drawing ceases to be a drawing; it becomes programming and results in algorithmic definitions whose distinctive feature is that they are invisible. The invisible drawing is not new: CAM has coexisted with CAD, forming CAD-CAM as a philosophy that we associate with the dawn of digital manufacture (then computerized.) As expected in a mature BIM environment or its replacement, the model executes the production instructions, perhaps without drawings, and the digital twin controls it with IoT. In the transition from design to production, part of the industry eliminated some time ago, documents showing scaled views and dimensioned drawings. Thus, the design is done digitally. After the proper verifications and validations with a virtual model, it enters production, offering the completed element for use or assembly. Furthermore, the ensemble with the system follows suit: checks and assembly instructions are only visualized digitally.

If the advent of the Industrial Revolution's computational drawing appeared to be the

eficaz de los modelos. Los proyectos licitados se producen como documentos 2D; lejos queda el visado administrativo a través de modelos virtuales o trabajos colaborativos de técnicos, contratistas y subcontratistas, involucrando a la fabricación, la seguridad y salud, a las aseguradoras o las financieras.

Los motivos para la ralentización de su empleo son diversos y tiene que ver principalmente con la seguridad de lo conocido o con la falta de requerimiento en el sector privado: *“mis clientes no requieren BIM”*. Incluso hay un factor ajeno que tiene que ver con la asimilación de BIM a procedimientos de calidad, con los que ha llegado de la mano y que siendo independientes han generado un factor pernicioso al aumentar la complejidad aparente. Los sistemas de control de calidad en las oficinas de arquitectura se implantarán con independen-

cia de qué metodología se emplee, como ha sucedido en la mayor parte de los medios productivos, pero ligados a BIM han hecho creer que son la misma cosa. La importación del sistema desde el mundo anglosajón ha terminado de enturbiar la perspectiva, sin ser conscientes de que la relación entre el proyecto y la producción, en general todo el sistema productivo del sector AEC, es completamente diferente en España. A esto hay que añadir la dificultad con la que se comunica la metodología: en un mundo en el que las redes sociales producen expertos en todas las materias, BIM ha tenido los suyos, que han ganado importancia en función de la complejidad; no hay negocio en lo fácil y estos han tendido a presentar un modelo de implantación complejo.

Otra aparente complicación es la que tiene que ver con las limitaciones de las herramientas, que ne-



9. Presentada, por Dennis Neeley, en la AIA National Convention de San Francisco en 2009 esta curva era una proyección a futuro, pero se ha asumido como referente de la velocidad de implementación de BIM. Se emplea descontextualizada, asumiendo su cumplimiento, pese a que, superado ampliamente 2012, el encuentro de las gráficas no se ha producido. Fuente AIA (American Institute of Architects). <http://www.aia.org/>

10. Datos 4º Trimestre de 2021. Informes trimestrales del Observatorio. Fuente *Comisión Interministerial BIM*. [Consultado el 20 de julio de 2022]. <https://cbim.mitma.es/observatorio/informes-trimestrales-del-observatorio>

11. Dynamo + Robot. Fuente Autodesk Labs. <https://blogs.autodesk.com/autocad/autodesk-labs-technology-previews/>

9. Introduced by Dennis Neeley at the 2009 AIA National Convention in San Francisco, this diagram is a forecast of the future, but it has been accepted as a reference for BIM's implementation speed. It is employed decontextualized, assuming compliance; despite widely surpassing 2012, the graphs have not intersected. Source: AIA (American Institute of Architects) <http://www.aia.org/>

10. Q4 2021 Data from The Observatory's quarterly reports Source: BIM Interministerial Commission. <https://cbim.mitma.es/observatorio/informes-trimestrales-del-observatorio>

11. Dynamo + Robot. Source: Autodesk Labs. <https://blogs.autodesk.com/autocad/autodesk-labs-technology-previews/>

cesitan parametrizadores visuales o gráficos 6 (Dynamo en el caso de Revit o la integración de Rhinoceros y Grasshopper con ArchiCAD) para el modelado de geometrías complejas, aunque estas han sido desarrolladas para sistemas CAD, porque también estos los requieren. A esta programación visual o sencilla se debe sumar la programación dura: tanto Dynamo, como Grasshopper con el empleo de lenguajes como Python 7, permiten aumentar sus capacidades programando directamente, de manera que se pueden reemplazar muchos nodos gráficos por unas pocas líneas de código.

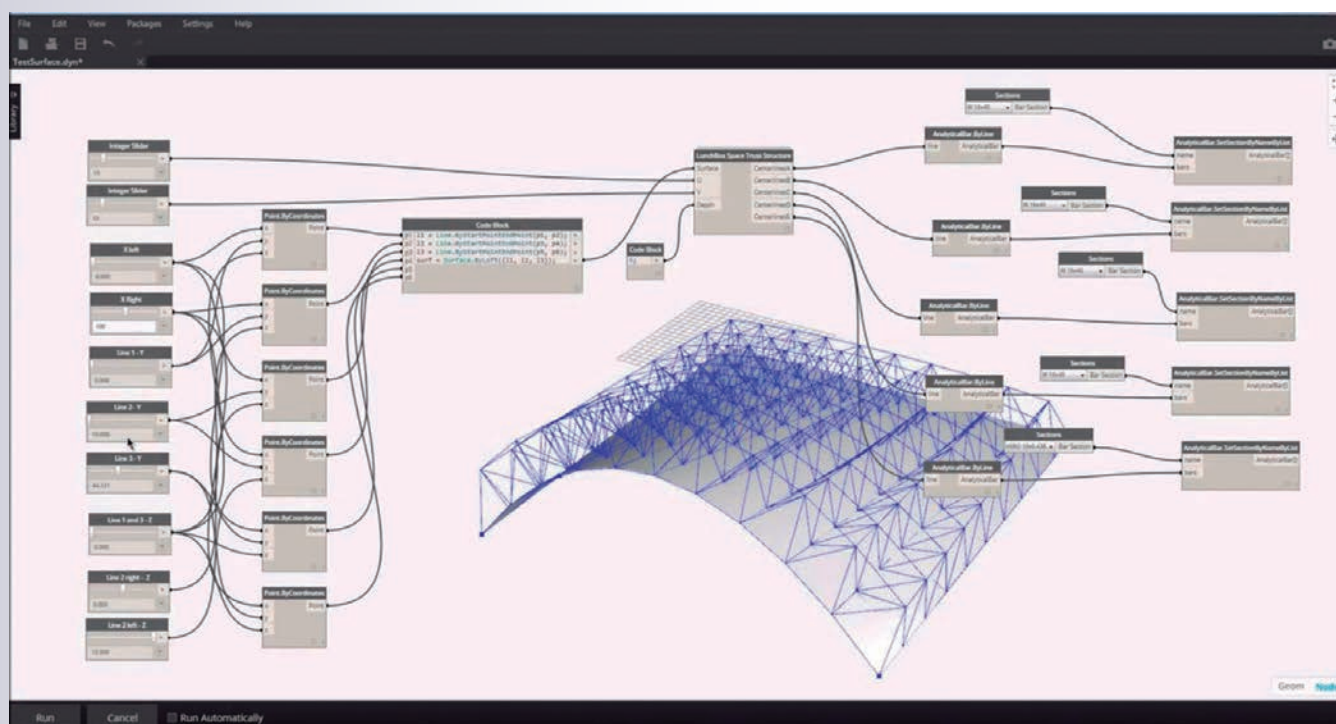
En este punto el dibujo deja de serlo, se torna programación y deriva en definiciones algorítmicas que tienen la particularidad de no ser visibles. El dibujo invisible no es nuevo: con CAD ha convivido CAM, conformado CAD-CAM 8 como una filosofía que relaciona-

oportunity to reverse the disengagement between design and production (Pipes, 1989), such that it gave back to designers the same control artisans had, Industry 4.0 9 should have made it a reality, but we should get used to other modes of representation and a different kind of responsibility regarding what is represented, for it would eliminate the intermediaries between drawings and production.

Conclusions

Artificial intelligence and automation are changing how we work and design. Drawing based on parameters is also revealing new ways of working.

The uncertainty it entails is counteracted with clear advantages: the possibility of designing a digital twin, including all disciplines, seems incomparable. In addition to supporting the data the building will accumulate throughout its lifetime and even increasing and sharing it through monitoring, the digital model should contribute to what we call smart cities. In exchange, aside from the enormous economic resources that are required, the difficulty lies in the need to design new work processes and, mainly, the control of said processes





to improve the quality and efficiency of the building process.

The first level of BIM implementation can be related to a “use 10” aimed at generating the 3D model and gathering 2D views of it, which provides advantages over work with CAD: it is exceptionally competitive in reducing the time needed to obtain plans and modify them, thereby reducing mistakes and duplicities. Known as Level 1, probably, it has not been more widely embraced due to unawareness or the fear generated by a BIM with higher development standards that have been disseminated. Other BIM uses require a profound rethinking of how we work and, therefore, of implementation that is often outsourced and costly. While it is necessary to have a faster and more reasonable transition, we must assume that year after year, the environment will introduce new complexities and functionalities and will undoubtedly have a longer life than CAD because it is an evolving methodology and not merely a change of instrumentation.

To conclude this reflection on the future of drawing, it is necessary to accept that all technology, and graphic techniques, are inevitably connected, as so many aspects of our time are, and are affected by a slowdown due to several factors: the pandemic, the war in Ukraine, problems related to industrial delocalization and global transport, issues related to 5G and the resulting economic crises. Not long ago, we were expected to be surfing an immersive web and likely using similar design and learning models by now. They are still in the future. What is real are parametric and simulation models, but the inevitable building industrialization will require other graphic techniques that complement those we use. There will be space for both. ■

Notes

1 / AEC stands for Architecture, Engineering, and Construction. It refers to this industry.

2 / The BIM Interministerial Commission: a collegiate body that promotes and coordinates public bodies in BIM methodology implementation in public procurement under Royal Decree 1515/2018. It publishes reports quarterly on BIM in public procurement. <https://cbim.mitma.es/observatorio/informes-trimestrales-del-observatorio>

3 / BuildingSMART Spanish Chapter (BSSCH): An international non-profit association including public administrations, companies, developers, engineers, architects, software developers, facilities, project managers, manufacturers, research centers, and universities. It publishes reports

mos con los inicios de la fabricación digital (entonces computarizada). Cabe esperar que en un entorno BIM maduro o aquel que lo sustituya, las instrucciones de producción se realicen desde el modelo, tal vez sin elaboración de planos, y su control se produzca desde el gemelo digital mediante IoT. Parte de la industria hace tiempo que eliminó, en la transición del diseño a la producción, cualquier documento que permitiera vistas del producto a escala y acotadas. De esta manera, diseña digitalmente; tras las verificaciones y validaciones pertinentes a través de un modelo virtual pasa a un medio de producción que ofrece el elemento terminado para su empleo o ensamblaje. Además, el conjunto con el que forma un sistema sigue la misma suerte; los chequeos, las directrices de montaje solo se visualizan digitalmente.

Si la llegada del dibujo computacional pareció la oportunidad de deshacer la desafección que se había producido entre diseño y producción con la llegada de la Revolución Industrial (Pipes, 1989), de manera que devolvía al diseñador el mismo control que había tenido el artesano, la Industria 4.0 ⁹ debería hacerlo realidad, pero deberemos acostumbrarnos a otros modos de representación y a otra responsabilidad sobre lo representado, pues eliminará los intermediarios entre el dibujo y la producción.

Conclusiones

La inteligencia artificial y la automatización están cambiando la forma de trabajar y, por ende, la de diseñar. El dibujo basado en parámetros nos descubre, igualmente, nuevas formas de trabajo.

La incertidumbre que introduce se contrarresta con francas ventajas: la posibilidad de diseñar sobre un gemelo virtual, incorporando todas las disciplinas, parece incomparable. Este modelo digital deberá, además, servir como soporte para los datos que la edificación acumulará a lo largo de su vida e incluso aumentarlos y compartirlos mediante monitorización, para contribuir a lo que hemos denominado ciudades inteligentes. En contrapartida, al margen de los enormes recursos económicos que se deban dotar, la dificultad se relaciona con la necesidad del diseño de nuevos procesos de trabajo y fundamentalmente del control de estos, en aras de una mejora de la calidad y la eficiencia del proceso constructivo.

El primer nivel de implantación BIM que podemos relacionar con un “Uso 10” destinado a generar el modelo 3D y obtener de él vistas 2D, ofrece ventajas sobre el trabajo con CAD: es especialmente competitivo en lo referente a la disminución del plazo para obtención de planos y de su modificación, disminuyendo errores y duplicidades. Este, conocido como Nivel 1, es asumible y probablemente no se ha extendido más por desconocimiento o por el temor que ha generado un BIM con estándares de desarrollo más elevados y que es el divulgado. Otros Usos BIM requieren un replanteamiento profundo de la forma de trabajo, y por consiguiente una implantación generalmente externalizada y costosa. Si bien se demanda una transición más rápida y razonable, hay que asumir que año tras año el entorno incorpora nueva complejidad y funcionalidades, y que sin duda va a tener una vida más larga que CAD, porque es una metodología



evolutiva y no es simplemente cambio de instrumentación.

Para cerrar la reflexión en torno al futuro del dibujo es necesario aceptar que toda la tecnología y por ende la técnica gráfica, que está inevitablemente vinculada a ella como a otros tantos aspectos de nuestro tiempo, han sufrido un retraso debido a distintos factores: la pandemia, la guerra en Ucrania, los problemas relacionados con la deslocalización industrial y el transporte global, los relacionados con el 5G y las consecuentes crisis económicas. No hace mucho se aventuraba que hoy estaríamos navegando en una web inmersiva y probablemente estrenando modelos de diseño o de aprendizaje similares: aún son futuro. Lo real son los modelos paramétricos y de simulación, pero parece que la inevitable industrialización de la edificación requerirá otras técnicas gráficas, que vendrán a complementar las que empleamos sin que ninguna sea rechazable. ■

Notas

1 / AEC siglas de Architecture, Engineering and Construction. Hace referencia a este sector.

2 / Comisión Interministerial BIM: órgano colegiado para el impulso y coordinación de organismos públicos en la implantación de BIM en contratación pública, al amparo del Real Decreto 1515/2018. Emite informes trimestralmente de las licitaciones públicas en BIM. <https://cbim.mitma.es/observatorio/informes-trimestrales-del-observatorio>

3 / BuildingSMART Spanish Chapter (BSSCH): asociación, sin ánimo de lucro y carácter internacional que agrupa administraciones públicas, empresas, promotores, ingenierías, arquitectos, desarrolladores de software, facilities, project managers, fabricantes, centros de investigación y universidades. Emite informes trimestrales de licitaciones en BIM. <https://www.buildingsmart.es/observatorio/licitaciones-bim>

4 / Barómetro de Adopción BIM por Ibermática (2018). Muestra: 131 empresas con actividad en obra pública, obra privada y obra civil, y una facturación aproximada de 50 millones de euros. Estimó que el 55% tenían desplegado algún proyecto BIM. Un 15% lo tenía desplegado de forma general. El 37% no lo consideraban una prioridad, ni veían la necesidad al no ser demandado por el sector.

La encuesta del CSCAE (2016) mostraba un empleo de 14% en todos los proyectos. Un 58% no lo empleaban nunca.

5 / Apartado 6 de la disposición adicional 15ª de la Ley 9/2017 de Contratos del Sector Público para empleo de herramientas BIM o similares. Establecía dos fechas: el 17 de diciembre de 2018 afectando a las licitaciones de edificación pública que superase los 2 millones de euros; 26 de julio de 2019 para proyectos públicos de infraestructuras.

6 / Interfaces de programación gráfica basados en scripts visuales que permiten modelar formas complejas y personalizar el flujo de trabajo en otros programas, mediante componentes preprogramados.

7 / Permite desarrollar rutinas más breves y directas que las que obtiene el parametrizador.

8 / C.A.D. (Computer Aided Design). C.A.M. (Computer Aided Manufacturing).

9 / Industria 4.0 o Cuarta Revolución Industrial es el término acuñado por el gobierno alemán para la competitividad de la industria en un entorno global. Se presentó en 2013 en el documento "Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0", publicado por ACATECH (Deutsche Akademie der Technikwissenschaften).

10 / Uso BIM: Según las guías de estilos y manuales de referencia de BIM Penn State (una de las más importantes y seguidas), a lo largo de la vida útil de un modelo se establecen diferentes Usos BIM. <https://bim.psu.edu/>

Referencias

- AGUSTÍN HERNÁNDEZ, L. (2011) "Hacia el proyecto digital". *EGA Expresión Gráfica Arquitectónica*, 16(18), 270–279. <https://doi.org/10.4995/ega.2011.1112>
- ASCUNTAR, M. C. (2018). "Evolución contextual del dibujo en diseño industrial". *Designia*, 5(2), 121–127.
- FOLGA, A. (2016) "Dibujo a mano alzada y medios gráficos digitales". Congreso Latinoamericano de Enseñanza del Diseño (Buenos Aires): Universidad de Palermo.
- AGARWAL, R., CHANDRASEKARAN, S. y SRIDHAR, M. (2016) "Imagining construction's digital future". *McKinsey & Company*, vol. 24. <https://www.mckinsey.com/business-functions/operations/our-insights/imagining-constructions-digital-future>
- PIPES, A. (1989). *El diseño tridimensional: del boceto a la pantalla*. Barcelona: Gustavo Gili.
- TVERSKY, B. (2002). "What do sketches say about thinking". *AAAI Spring Symposium, Sketch Understanding Workshop, Stanford University*. Stanford: AAAI Technical Report SS-02-08 (Vol. 148, p. 151).
- DEL SOLAR, P., DEL RIO, M., FUENTE, R. y ESTEBAN, C. (2021). "Herramientas de trabajo colaborativo en el sector de la construcción español. Buenas prácticas para la implementación de la metodología Último Planificador (LPS)". *Informes de la Construcción*, 73(561), p. e383. <https://doi.org/10.3989/ic.77475>

quarterly on BIM procurement. <https://www.buildingsmart.es/observatorio/licitaciones-bim>

4 / Ibermática BIM Adoption Barometer (2018). Sample: 131 companies operating in public procurement, private procurement, and civil works, with a turnover of approximately 50 million euros. The estimation was that 55% had deployed a BIM project. 15% had deployed BIM throughout. 37% did not consider it a priority, not seeing the need for it as it was not an industry requirement. The 2016 CSCAE survey showed a 14% implementation in all projects. 58% never employed BIM methodology.

5 / Section 6 of additional provision 15 of Spanish Public Procurement Law 9/2017 for implementing BIM tools or similar. It set two dates: December 17, 2018, affecting public procurement exceeding 2 million euros, and July 26, 2019, for public procurement of infrastructures.

6 / Graphic programming interfaces based on visual scripts that enable modeling complex forms and personalizing workflows in other programs with pre-programmed components.

7 / It allows for briefer and more direct routines than those achieved with loaders.

8 / C.A.D. (Computer Aided Design). C.A.M. (Computer Aided Manufacturing).

9 / Industry 4.0, or the Fourth Industrial Revolution, is the term coined by the German government for the industry's competitiveness in a global setting. It was introduced in 2013 in the document "Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0", published by ACATECH (Deutsche Akademie der Technikwissenschaften).

10 / BIM use: According to Penn State BIM style guides and reference manuals (one of the most significant and popular), different BIM uses are established throughout the lifespan of a model. <https://bim.psu.edu/>

References

- AGUSTÍN HERNÁNDEZ, L. (2011) "Hacia el proyecto digital". *EGA Expresión Gráfica Arquitectónica*, 16(18), 270–279. <https://doi.org/10.4995/ega.2011.1112>
- ASCUNTAR, M. C. (2018). "Evolución contextual del dibujo en diseño industrial". *Designia*, 5(2), 121–127.
- FOLGA, A. (2016) "Dibujo a mano alzada y medios gráficos digitales". Congreso Latinoamericano de Enseñanza del Diseño (Buenos Aires): University of Palermo.
- AGARWAL, R., CHANDRASEKARAN, S. and SRIDHAR, M. (2016) "Imagining construction's digital future." *McKinsey & Company*, vol. 24. <https://www.mckinsey.com/business-functions/operations/our-insights/imagining-constructions-digital-future>
- PIPES, A. (1989). *El diseño tridimensional: del boceto a la pantalla*. Barcelona: Gustavo Gili.
- TVERSKY, B. (2002). "What do sketches say about thinking." *AAAI Spring Symposium, Sketch Understanding Workshop, Stanford University*. Stanford: AAAI Technical Report SS-02-08 (Vol. 148, p. 151).
- DEL SOLAR, P., DEL RIO, M., FUENTE, R. and ESTEBAN, C. (2021). "Herramientas de trabajo colaborativo en el sector de la construcción español. Buenas prácticas para la implementación de la metodología Último Planificador (LPS)". *Informes de la Construcción*, 73(561), p. e383. <https://doi.org/10.3989/ic.77475>