

El dibujo de arquitectura. Lenguaje de pensamiento y construcción. Pasado, presente y futuro

Architectural drawing. Language of thought and construction. Past, present and future

Javier Fco. Raposo Grau 

Universidad Politécnica de Madrid. javierfrancisco.rapos@upm.es

Miguel Paredes Maldonado 

The University of Edinburgh. miguel.paredes@ed.ac.uk

Received 2023-05-25

Accepted 2023-09-12



To cite this article: Raposo Grau, Javier Fco., and Miguel Paredes Maldonado. "Architectural drawing. Language of thought and construction. Past, present and future." *VLC arquitectura* 10, no. 2 (October 2023): 225-255. ISSN: 2341-3050. <https://doi.org/10.4995/vlc.2023.19679>



Resumen: El dibujo ha sido parte inseparable del discurso creativo del proyecto arquitectónico, tanto formativo como profesional. El artículo trata de hacer una reflexión alrededor de la disciplina del dibujo desde su aproximación formativa y profesional, valorando un escenario de transformación del lenguaje gráfico en constante permanencia, sobre todo a raíz de las últimas transformaciones e implementaciones digitales a partir de finales del siglo XX, y en los momentos actuales en los que estamos sometidos a fuertes cambios relacionados con la implementación de recursos que provienen desde esa transformación digital y que avanzan hacia otra más profunda de la mano de los últimos desarrollos relacionados con la inteligencia artificial. El trabajo del arquitecto es arte y técnica, que establece un diálogo entre la creación artística y la construcción técnica. Las nuevas herramientas hacen realidad una producción más ordenada y precisa de la arquitectura, y la conectan con los nuevos tiempos y las nuevas demandas sociales. Aproximaciones contemporáneas e implementaciones tecnológicas y metodológicas en el ámbito de la arquitectura nos introducen en procedimientos analógicos y digitales desde ámbitos creativos y constructivos, y desde ese punto de vista podemos afirmar que nuestros dibujos son modelos inteligentes que no coartan las capacidades del arquitecto.

Palabras clave: dibujo analógico; dibujo digital; enseñanza arquitectura; proyecto arquitectura; transformación digital.

Abstract: Drawing has been an inseparable part of the creative discourse within architectural projects, both in its formative and professional aspects. This article aims to provide a reflection on the discipline of drawing from both its formative and professional perspectives, while assessing a landscape of graphic language transformation that remains in constant evolution, particularly since the late twentieth century, driven by the latest digital transformations and implementations. At present, we find ourselves amidst significant changes related to the adoption of resources stemming from this digital transformation, which are progressing towards deeper transformations through the latest developments in artificial intelligence. The architect's work is a fusion of art and technique, fostering a dialogue between artistic creation and technical construction. Modern tools enable a more organized and precise production of architecture, bridging it with contemporary times and the evolving demands of society. Contemporary approaches, along with technological and methodological implementations within the field of architecture, immerse us in both analog and digital processes from creative and constructive perspectives. From this viewpoint, we can assert that our drawings are intelligent models that do not constrain the capabilities of the architect.

Keywords: analog drawing; digital drawing; architectural education; architectural design; digital transformation.

EL DIBUJO DE ARQUITECTURA COMO LENGUAJE

El dibujo forma parte de nuestra experiencia y de nuestra cultura. Es una actividad centrada en la investigación y el conocimiento del mundo, y ha formado parte de nuestra vida en los largos y complejos procesos de entendimiento de las formas y los acontecimientos sociales. Javier Sampedro en el artículo *¿De dónde emerge el orden?*, publicado en el diario *El País* el 12 de enero de 2012, nos enuncia que “el Mundo es confuso y farragoso, pero entender las cosas suele ser cuestión de mirarlas desde el ángulo adecuado,”¹ lo que nos induce a pensar que, para una mayor comprensión de la realidad, necesitamos transformar el mirar por el ver, para poder ser conscientes de los acontecimientos que nos rodean.

La imaginación es un proceso de orden subjetivo, por el que pasan por nuestra mente, de forma nítida, sensaciones semejantes a las percepciones visuales. Las imágenes son los contenidos de estos procesos, y se relacionan y enriquecen con la memoria y la experiencia personal. Las imágenes son los esquemas de organización y configuración de los contenidos de la imaginación. La RAE define la imaginación como la “Facultad humana para representar mentalmente sucesos, historias o imágenes de cosas que no existen en la realidad o que son o fueron reales, pero no están presentes,” o la “Capacidad o facilidad para concebir ideas, proyectos o creaciones innovadoras.” Esa representación mental, se materializa con el dibujo como herramienta de conocimiento, pensamiento, análisis, transformación y comunicación de lo previamente imaginado.

El principio formativo del dibujar que da sentido a la totalidad formal del ser humano, no se puede desvincular de la experiencia del quehacer, ya que se produce directamente en esa acción. Luigi Pareyson² define la creación artística, como un “hacer tal que mientras hace inventa el modo de hacer,” que consiste en buscar algo que sólo se encuentra cuando se hace. Carlos Montes nos define ese proceso formativo en su libro *Representación y análisis formal. Lecciones de Análisis de Formas*.³

ARCHITECTURAL DRAWING AS LANGUAGE

Drawing is a part of our experience and culture. It is an activity focused on the exploration and understanding of the world, and it has been integral to our lives throughout the long and intricate processes of comprehending shapes and social events. Javier Sampedro, in his article “Where Does Order Emerge From?” published in the newspaper *El País* on January 12, 2012, states, “The world is confusing and convoluted, but understanding things often comes down to looking at them from the right angle,”¹ which leads us to believe that, for a better understanding of reality, we need to shift from merely looking to truly seeing, in order to become aware of the events surrounding us.

Imagination is a process of subjective order, through which sensations resembling visual perceptions vividly pass through our minds. Images are the contents of these processes and are intertwined and enriched by memory and personal experience. Images serve as the schematics for organizing and configuring the contents of imagination. The Royal Spanish Academy (RAE) defines imagination as the “Human faculty to mentally represent events, stories, or images of things that do not exist in reality or that were real but are not present,” or the “Capacity or ease to conceive ideas, projects, or innovative creations.” This mental representation materializes through drawing as a tool for understanding, thought, analysis, transformation, and communication of what was previously imagined.

The formative principle of drawing that gives meaning to the formal entirety of the human being cannot be separated from the experience of the act itself since it occurs directly in that action. Luigi Pareyson² defines artistic creation as “an action in which, while doing, it invents the way of doing it,” which involves seeking something that can only be found in the process of doing. Carlos Montes defines this formative process in his book *Representación y análisis formal. Lecciones de Análisis de Formas*.³

Crear, implica conocer y evolucionar en un proceso de ejercitaciones encadenadas, que deben materializarse en algo concreto, a la vez que se establece la norma para juzgarlo y evaluarlo. Como afirma Javier Seguí “la actividad artística señala una particular geografía. Territorio de situaciones, símbolos y metáforas asociadas. Paisaje de lugares patéticos radicalizados,” que define como un recorrer diferentes estadios en el proceder.⁴

Pablo Picasso dice “no busco, encuentro,” apoyándose en una situación que le predispone a adentrarse en los procesos creativos de la obra de arte,⁵ procesos intuitivos y analíticos,⁶ que al final se construyen en un propósito experimental y artístico. El avance, en ese “encontrar sin intención de buscar nada,” se constata que es mucho más productivo como mecanismo de acción vinculado a experiencias abiertas y especulativas, y ante cualquier situación/desencadenante, dirigido al dibujar, actuar y danzar sobre el papel con diferentes mecanismos gráficos.

EL DIBUJO DE ARQUITECTURA EN LA FORMACIÓN DE LOS ARQUITECTOS

La profesión de arquitecto siempre ha estado vinculada a las escuelas de arte, bellas artes y escuelas técnicas, matizándose la disciplina a lo largo de los años, en lo referente a la producción de los proyectos de arquitectura, como la columna vertebral de la disciplina, que en cierta manera es lo que la distingue de las otras bellas artes. Las primeras academias, Florencia y Roma, establecen documentos fundacionales con reglas concretas desde la fundación de la *Accademia del Disegno* por Giorgio Vasari en Florencia en 1563 (Figura 1).⁷

En aquella época, existía una cierta incapacidad de transportar al papel lo imaginado, pero si había capacidad para copiar objetos o dibujos ya existentes. Según José María Gentil⁸ el triunfo del dibujo, en la época de Giorgio Vasari, estaba en superar esa incapacidad gráfica de expresar el espacio concebido por

Creating entails knowing and evolving through a series of interconnected exercises that must manifest in something tangible while simultaneously establishing the standard for judging and evaluating it. As Javier Seguí asserts, “artistic activity marks a distinct geography. A territory of associated situations, symbols, and metaphors. A landscape of radically intensified pathetic places,” which he defines as navigating through various stages in the process.⁴

Pablo Picasso once said, “I do not seek, I find,” drawing upon a disposition that predisposes him to delve into the creative processes of artwork,⁵ which encompass both intuitive and analytical processes,⁶ ultimately culminating in an experimental and artistic purpose. Progress, in this “finding without the intention of seeking anything,” is shown to be much more productive as a mechanism of action linked to open and speculative experiences. It applies to any situation or trigger, directing itself towards drawing, performing, and dancing on paper using various graphic techniques.

ARCHITECTURAL DRAWING IN THE TRAINING OF ARCHITECTS

The architectural profession has always been closely associated with art schools, fine arts institutions, and technical schools, evolving the discipline over the years in terms of architectural project production, which serves as the backbone of the discipline and, in a certain way, distinguishes it from other fine arts. The first academies, in Florence and Rome, established foundational documents with specific rules from the foundation of the *Accademia del Disegno* by Giorgio Vasari in Florence in 1563 (Figure 1).⁷

During that era, there was a certain incapacity to translate what was imagined onto paper, but there was an ability to replicate existing objects or drawings. According to José María Gentil⁸ the triumph of drawing during Giorgio Vasari’s time lay in overcoming this graphical limitation of expressing



Figura 1. Giorgio Vasari. Retrato Edición 1568. Giorgio Vasari. Colofón Edición 1568.

la mente, que un siglo antes habría sido impensable, pero a través de la evolución de la técnica del dibujo, desarrolló un proceso de ajustes, mediante los cuales se fueron consiguiendo resultados espectaculares a lo largo de los tiempos.

Es en el Renacimiento donde el dibujo arquitectónico adquiere carta de naturaleza, separándose del dibujo artístico, y así lo enuncia Vasari⁹ cuando clasifica por diferentes disciplinas a pintores, escultores y arquitectos. Por el contrario, el debate entre las disciplinas de la ingeniería y la arquitectura (ya iniciado en el siglo XVII) actúa como detonante para entender que ya no es suficiente con el dibujo apoyado en la copia de modelos formales, y se diseñan ejercicios que

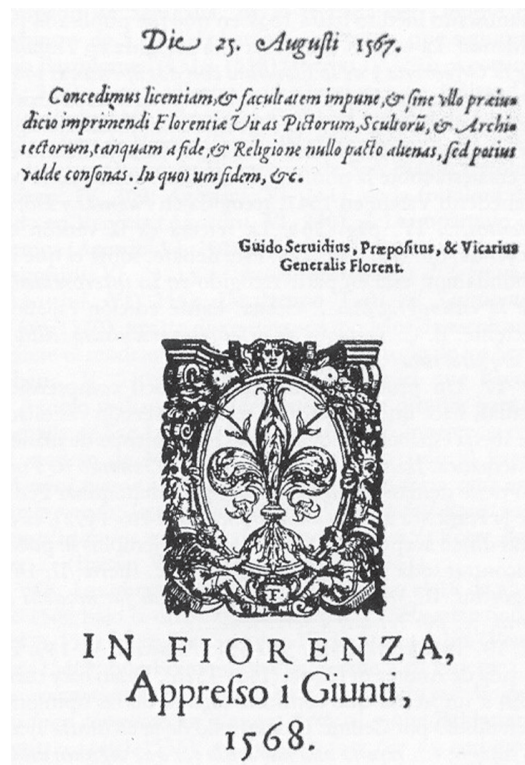


Figure 1. Giorgio Vasari. Portrait from the 1568 edition. Giorgio Vasari. Colophon from the 1568 edition.

the space conceived by the mind, which would have been unthinkable a century earlier. However, through the evolution of drawing techniques, a process of adjustments was developed, gradually achieving remarkable results over time.

It is during the Renaissance that architectural drawing gains legitimacy, separating itself from artistic drawing. Vasari⁹ made this distinction when he classified painters, sculptors, and architects into different disciplines. On the contrary, the ongoing debate between the fields of engineering and architecture (which began in the seventeenth century) served as a catalyst to understand that relying solely on drawing based on the replication of formal models was

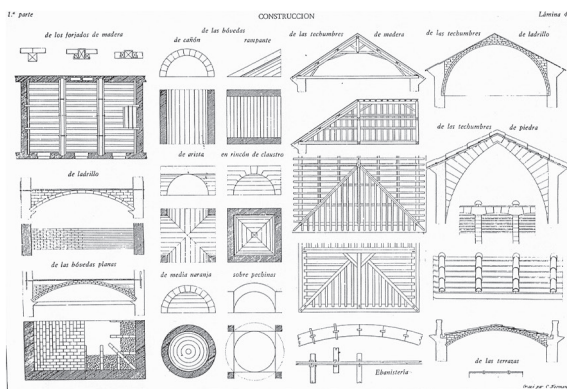


Figura 2. Jean-Nicolas-Louis Durand. Compendio de lecciones de Arquitectura. (Izq.) Parte gráfica de los cursos de Arquitectura. Construcción. (Dcha.) Parte gráfica de los cursos de Arquitectura. Elementos de los edificios.

utilizan el dibujo como instrumento de interpretación analítica a la par de instrumento de representación, en cierta medida, por la necesidad de desarrollos industriales (fabricación de maquinaria) y militares (fabricación de armamento).

La figura de Jean Nicolás Louis Durand¹⁰ fue singular porque sus enseñanzas fueron muy influyentes y establecieron criterios de racionalidad a la arquitectura, que el mismo difunde a través de su docencia en la *École Polytechnique* de París, a la vez que se vincula desde el principio de su fundación en 1799, como profesor, y en la que debía formar a ingenieros militares (Figura 2).

Otra de las figuras influyentes fue la de Eugène Viollet Le Duc,¹¹ como artífice de esta nueva manera de entender el dibujo y precursor de los cambios que se iban a producir.

En España se camina en paralelo a esta situación de las transformaciones en cuanto a la importancia de la arquitectura y la disciplina del dibujo, y los criterios planteados para este tema en el resto de Europa.

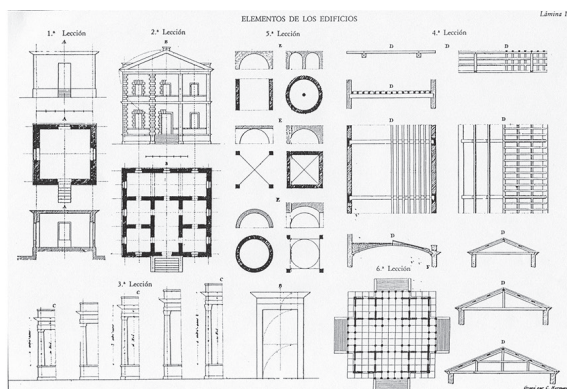


Figure 2. Jean-Nicolas-Louis Durand. Compendium of Architecture Lessons. (Left) Graphic part of Architecture Courses. Construction. (Right) Graphic part of Architecture Courses. Elements of Buildings.

no longer sufficient. This led to the development of exercises that utilized drawing not only as a means of representation but also as a tool for analytical interpretation. This shift was partly driven by the needs of industrial (machinery production) and military (weaponry manufacturing) developments.

The figure of Jean Nicolás Louis Durand¹⁰ was remarkable because his teachings were highly influential and established criteria of rationality in architecture, which he disseminated through his teaching at the *École Polytechnique* in Paris. He was associated with the school from its inception in 1799 as a professor, tasked with training military engineers (Figure 2).

Another influential figure was that of Eugène Viollet-le-Duc,¹¹ who played a pivotal role in this new understanding of drawing and paved the way for the forthcoming changes.

In Spain, developments in the significance of architecture and the discipline of drawing followed a parallel path to the criteria set in the rest of Europe. Madrid's National Academy of

Desde 1603 existe en Madrid la Academia de San Lucas (*Accademia Nazionale di San Luca*), que en origen fue fundada en 1593 por Federico Zuccari, con la finalidad de valorar el trabajo de los artistas a algo más noble que la pura artesanía, estableciendo nexos con las academias de Florencia y Roma en relación con el dibujo y su enseñanza como disciplina. Después de la unidad italiana y la anexión de Roma al reino de Italia (1870), en 1872 se transformó en Academia Real (*Accademia Reale*) para posteriormente, en 1948, con la República pasar a denominarse Academia Nacional (*Accademia Nazionale*).

La Real Academia de Bellas Artes de San Fernando fue fundada en 1744 y 1752 bajo el nombre provisional de Junta Preparatoria. Definitivamente fue creada por Real Decreto del 12 de abril de 1752, inaugurándose oficialmente durante el reinado de Felipe VI en España, formando parte de las ocho Reales Academias de alcance nacional integradas en el Instituto de España, que tiene por objeto "fomentar la creatividad artística, así como el estudio, difusión y protección de las artes y del patrimonio cultural, muy particularmente de la pintura, la escultura, la arquitectura, la música y las nuevas artes de la imagen."¹²

En el Acta de Apertura de la Real Academia de San Fernando de Madrid, se pone de manifiesto la importancia del dibujo como sistema de enseñanza y base de estudios académicos. A partir de este momento, el dibujo era considerado como fundamento común para las tres bellas artes, arquitectura, pintura y escultura, ejercitándose de manera especial, los alumnos de arquitectura en dibujo del desnudo, copia de estampas, perspectiva (práctica y teórica), geometría, cortes de cantería y agrimensura... Debido al incremento de alumnos en la segunda mitad del siglo XVIII se traslada la sede a su actual ubicación y en el siglo XIX se produce la segregación de la enseñanza de las bellas artes, impartándose desde 1844 en la nueva Escuela de Artes Nobles.

En 1845, los estudios de arquitectura alcanzan independencia de la Escuela de Nobles Artes.¹³ Esta independencia de los estudios de arquitectura también

San Luca (*Accademia Nazionale di San Luca*), established in 1603, originally founded in 1593 by Federico Zuccari, aimed to elevate the work of artists beyond mere craftsmanship, establishing connections with the academies in Florence and Rome concerning drawing and its teaching as a discipline. Following Italian unification and the annexation of Rome to the Kingdom of Italy in 1870, it transformed into the Royal Academy (*Accademia Reale*) in 1872. Subsequently, with the advent of the Republic in 1948, it was renamed the National Academy (*Accademia Nazionale*).

The Royal Academy of Fine Arts of San Fernando was founded in 1744 and 1752 under the provisional name of the Preparatory Board. It was officially established by Royal Decree on April 12, 1752, and was inaugurated during the reign of King Felipe VI in Spain. It is one of the eight Royal Academies of national scope integrated into the Institute of Spain, whose purpose is to "promote artistic creativity, as well as the study, dissemination, and protection of the arts and cultural heritage, particularly in the fields of painting, sculpture, architecture, music, and the new visual arts."¹²

In the Opening Act of the Royal Academy of San Fernando in Madrid, the importance of drawing as a teaching system and the foundation of academic studies is emphasized. From this point forward, drawing was considered a common framework for the three fine arts: architecture, painting, and sculpture. Architecture students were specifically trained in nude drawing, copying prints, perspective (both practical and theoretical), geometry, stone cutting sections, and land surveying... Due to an increase in the number of students in the second half of the 18th century, the headquarters was relocated to its current location. In the 19th century, there was a separation in the teaching of the fine arts, with instruction in the new School of Fine Arts commencing in 1844.

In 1845, architectural studies gained independence from the School of Fine Arts.¹³ This autonomy in architectural studies was also

estuvo marcada por la aparición de los nuevos materiales y técnicas, a raíz de la revolución industrial, con la finalidad de incrementar las enseñanzas y conocimientos técnicos frente a los anteriores planteamientos. Es en 1845 cuando se produce la aparición de la primera Escuela de Arquitectura, con el claro objetivo de incrementar las enseñanzas y conocimientos técnicos frente a los anteriores planteamientos.

La formación empieza a depender de la Universidad central, y es a partir de los planes de estudio de 1857 y 1864, cuando aparecen asignaturas denominadas de "invención," y asignaturas de "proyectos" o "concepción arquitectónica" que hasta el momento no existían. Al estar vinculada la docencia a una disciplina más teórica existían asignaturas de composición, y asignaturas de dibujo (expresión gráfica) con ejercicios apoyados en la copia o representación de elementos y edificios de arquitectura, con una finalidad vinculada a la maestría en las técnicas gráficas, pero carentes de contenidos de expresión e interpretación, que se empiezan a implantar a partir de los años 70 en las escuelas de arquitectura.

En la primera mitad del siglo XIX, la Real Academia de San Fernando se transforma en Escuela Especial de Arquitectura, y posteriormente en Escuela Técnica Superior de Arquitectura con la implantación de sus diferentes planes de estudio.¹⁴ En este panorama aparecen las dos primeras Escuelas de Arquitectura en España, la de Madrid en 1845, y la de Barcelona en 1868.

A pesar de ese sesgo técnico que se quería imprimir en los estudios de arquitectura, desde su fundación, siempre han mantenido como parte importante de sus programas el dibujo de "formas y elementos arquitectónicos," y la "composición o proyecto de edificios." Las docencias se han ido modificando, sustituyendo unas materias por otras a lo largo de los continuos cambios de planes de estudio.¹⁵

En 1848 se creó una escuela preparatoria para las especiales de arquitectos e ingenieros de caminos y de minas, que se eliminó en 1855. Desde el año 1857, se

driven by the emergence of new materials and techniques during the Industrial Revolution, aimed at enhancing technical education and knowledge compared to previous approaches. It was in 1845 that the first School of Architecture was established, with a clear objective of advancing technical education and knowledge compared to previous methods.

Education began to fall under the purview of the central university, and it was with the curriculum reforms of 1857 and 1864 that subjects such as *invention* and courses in *architectural design* or *architectural conception*, which did not previously exist, were introduced. Given that teaching was more theoretically oriented, there were subjects in composition and drawing (graphic expression) with exercises centered around copying or representing architectural elements and buildings. These exercises aimed to impart mastery of graphic techniques but lacked content related to expression and interpretation, which began to be introduced in architecture schools from the 1970s onwards.

In the first half of the 19th century, the Royal Academy of San Fernando transformed into the Special School of Architecture, and later into the Technical School of Architecture with the implementation of its various curricula.¹⁴ Within this context, the first two Schools of Architecture in Spain emerged, the one in Madrid in 1845, and the one in Barcelona in 1868.

Despite the technical bias intended for architectural studies from their inception, they have always included as a significant part of their programs the drawing of "architectural forms and elements" and "building composition or design." Teaching methods have evolved, replacing some subjects with others over the course of continuous curriculum changes.¹⁵

In 1848, a preparatory school was established for future architects and civil engineers, which was abolished in 1855. Since 1857, it became the

Días y horas de clase de la Escuela de Arquitectura de Madrid

AÑO DE 1922 A 1923

ASIGNATURAS	DÍAS	HORAS
Cálculo infinitesimal.....	Martes, jueves y sábados..	10,30 a 12.
Geometría descriptiva.....	Diaria.....	9 a 10,30.
Ejercicios de ídem.....	Lunes, miércoles y viernes.	10,30 a 12.
Copia elementos ornamentales.....	Diaria.....	1,30 a 4,30.
Mecánica racional.....	Lunes, miércoles y viernes.	10,30 a 12.
Historia de las Bellas Artes.	Martes, jueves y sábados..	3,30 a 5.
Modelado en barro.....	Lunes, miércoles y viernes.	1,30 a 4,30.
Dibujo de detalles.....	Martes, jueves y sábados..	1,30 a 4,30.
Conocimiento de materiales	Martes, jueves y sábados..	9 a 10,30.
Electrotecnia y máquinas..	Lunes, miércoles y viernes.	10,30 a 12.
Construcción (primer curso)	Martes, jueves y sábados..	10,30 a 12.
Resistencia de materiales...	Lunes, miércoles y viernes.	9 a 10,30.
Dibujo, copia de Conjuntos	Diaria.....	1,30 a 4,30.
Construcción (segundo curso).....	Diaria.....	10,30 a 12.
Hidráulica.....	Martes, jueves y sábados..	9 a 10,30.
Teoría de Arte.....	Lunes, miércoles y viernes.	3,30 a 5.
Proyectos de detalles.....	Diaria.....	1,30 a 4,30.
Tecnología.....	Martes, jueves y sábados..	9 a 10,30.
Salubridad e Higiene.....	Lunes, miércoles y viernes.	10,30 a 12.
Topografía.....	Lunes, miércoles y viernes.	9 a 10,30.
Composición de los edificios.....	Martes, jueves y sábados..	3,30 a 5.
Proyectos de Conjunto (primer curso).....	Diaria.....	1,30 a 4,30.
Arquitectura legal.....	Lunes, miércoles y viernes.	9 a 10,30.
Historia de la Arquitectura.	Lunes, miércoles y viernes.	3,30 a 5.
Urbanización.....	Martes, jueves y sábados..	10,30 a 12.
Proyectos de Conjunto (segundo curso).....	Diaria.....	1,30 a 4,30.

Figura 3. Plan de Estudios 1914. (Izq.) Días y horas de clase de la Escuela de Arquitectura de Madrid. (Dcha.) Cuadro de exámenes de la Escuela de Arquitectura de Madrid. Año de 1921 a 1922.

convirtió en Escuela Superior de Arquitectura, incorporándose a la Universidad Central otorgando un título oficial, y se estructura su docencia en base a una serie de disciplinas de relevada importancia, pero siempre con el acompañamiento de una importante formación gráfica y artística.¹⁶ Posteriormente se implantaron los planes de estudio de 1875, 1896, y 1914, con diferentes asignaturas de dibujo, y diferentes configuraciones de cursos lectivos, suponiendo un giro importante de contenidos e intenciones el plan de 1914.

Cuadro de exámenes de la Escuela de Arquitectura de Madrid

AÑO DE 1921 A 1922

ASIGNATURAS	Mayo.	Oficiales. Mayo.	Libre. Junio.	Sep. Septiembre.
Ingreso.				
Aritmética.....				
Algebra elemental y superior.....	3-4-6			16 y 18
Trigonometría.....				
Geometría.....		11-12-13		20 a 22
Geometría analítica.....				
Física.....	8-9-10			20 a 26
Química.....				
Mineralogía.....				
Dibujo lineal.....			10 al 23	1 a 13
Dibujo de ornato.....				
Dibujo de figura.....				
Cálculo infinitesimal.....	20 al 31	1 al 3	16 a 18	
Geometría descriptiva.....	20 al 31	7 al 12	25 a 30	
Ejercicios de ídem.....	20 al 31	7 al 12	25 a 30	
Copia elementos ornamentales.	20 al 10		16 a 26	
Mecánica racional.....	20 al 31	1 al 10	23 a 30	
Historia del Arte.....	20 al 31	14 al 20	26 a 30	
Modelado en barro.....	20 al 10		16 a 26	
Dibujo de detalles.....				
Conocimiento de materiales.....	20 al 31	20 al 26	16 a 19	
Electrotecnia y maquinaria..	20 al 31	5 y 6	19 a 20	
Construcción (primer curso).....	20 al 31	12 al 19	22 a 30	
Resistencia de materiales.....	20 al 31	1 al 10	23 a 30	
Copia de conjuntos.....	20 al 9		9 a 27	
Construcción (segundo curso).....	20 al 31	12 al 19	22 a 30	
Hidráulica.....	20 al 31	1 al 10	23 a 30	
Teoría del Arte.....	20 al 31	20 al 26	26 a 28	
Proyectos de detalles.....	24 al 26		9 a 28	
Tecnología.....	20 al 31	19 al 22	22 a 30	
Salubridad e Higiene.....	20 al 31	24 al 30	26 a 30	
Topografía.....	20 al 31	24 al 30	26 a 30	
Composición.....	20 al 31	20 al 26	26 a 28	
Proyectos de Conjunto (primer curso).....		16 al 26	1 a 26	
Arquitectura legal.....	20 al 31	19 al 22	22 a 30	
Historia de la Arquitectura.....	20 al 31	14 al 20	26 a 30	
Urbanización.....	20 al 31	24 al 30	26 a 30	
Proyectos de Conjunto (segundo curso).....		3 al 26	1 a 26	
Alemán.....	20 al 31	20 al 30	19	

Figure 3. Cover of 1914 Curriculum. (Left) Class days and hours at the School of Architecture in Madrid. (Right) Examination schedule at the School of Architecture in Madrid. Year 1921 to 1922.

Higher School of Architecture, integrated into the Central University, granting an official degree. Its teaching was structured around a set of disciplines of great importance, always accompanied by a significant emphasis on graphic and artistic training.¹⁶ Subsequently, curriculum plans were introduced in 1875, 1896, and 1914, each featuring different drawing subjects and varying course configurations. The 1914 plan marked a significant shift in content and objectives.

En aquellos años se analizaron los planes de estudio de otras escuelas, tomándose de referencia para la modernización de la enseñanza los planes de estudio de Madrid, tomando cada vez más importancia el dibujo en la enseñanza.¹⁷ El plan de 1914 fue uno de los más extensos, incrementando a 7 cursos la duración de los estudios (ingreso + 2 preparatorios + 4 cursos), contando con 8 asignaturas de dibujo. Las asignaturas eran, Dibujo Lineal de Figura y Ornato, Geometría Descriptiva, Ejercicios Prácticos de Geometría Descriptiva, Copia de Elementos Ornamentales, Modelado, Copia de Detalles Arquitectónicos, Copia de Conjuntos Arquitectónicos y Topografía (Figura 3).

Teodoro Anasagasti era un gran dibujante (Figura 4), y tuvo gran preocupación por la enseñanza del dibujo, donde impartió docencia como profesor auxiliar de dibujo de detalles en 1917, años antes de alcanzar la Cátedra de Historia General de las Artes Aplicadas e Historia de la Arquitectura en 1923.

Una extensa parte de los textos dedicados a la enseñanza los dedica Anasagasti a la enseñanza de la arquitectura, y en concreto del dibujo. Su crítica pone énfasis en una preparación languideciente del arquitecto ante tanta reproducción mecánica, que a su juicio no le interesa al alumno, llegando a afirmar que éste solo revive y se estimula al llegar a las asignaturas de proyectos. El aprendizaje para la creación en asignaturas de proyectos es un aprendizaje que inicia cada vez más en la parte práctica del dibujo, y que continúa durante toda la carrera.

Como se puede apreciar, el antiguo debate de la reproducción mecánica está íntimamente ligado al nuevo de la implementación de las TIC en los procesos de producción de la arquitectura, cuestión que en la actualidad viene presidida por lo digital frente a lo analógico, como si se tratase de dos procedimientos enfrentados, en lugar de buscar las posibilidades de convivencia y de enriquecimiento gracias a las facilidades de la tecnología.

During those years, the curriculum plans of other schools were analyzed, with the plans of Madrid serving as a reference for modernizing education, with an increasing emphasis on drawing.¹⁷ The 1914 plan was one of the most extensive, extending the duration of studies to 7 years (entrance + 2 preparatory + 4 regular courses) and featuring 8 drawing subjects. These subjects included Linear Drawing of Figures and Ornaments, Descriptive Geometry, Practical Exercises in Descriptive Geometry, Copying Ornamental Elements, Modeling, Copying Architectural Details, Copying Architectural Sets, and Topography (Figure 3).

Teodoro Anasagasti was a skilled draftsman (Figure 4) and had a strong commitment to the teaching of drawing. He began teaching as an assistant professor of detailed drawing in 1917, several years before attaining the Chair of General History of Applied Arts and History of Architecture in 1923.

A substantial portion of the texts dedicated to education is focused on architecture education, particularly on drawing, according to Anasagasti. His critique emphasizes the architect's waning preparedness in the face of excessive mechanical reproduction, which he believes doesn't engage the student. He even goes as far as stating that it's only when students reach project-based courses that they truly come alive and become motivated. Learning for creation in project-based courses begins increasingly with the practical aspect of drawing and continues throughout the entire academic journey.

As can be seen, the longstanding debate over mechanical reproduction is closely intertwined with the new one regarding the integration of ICT (Information and Communication Technology) into architectural production processes. Currently, this issue is dominated by the digital versus analog debate, as if they were opposing methods, instead of seeking possibilities for coexistence and enrichment through the advantages of technology.

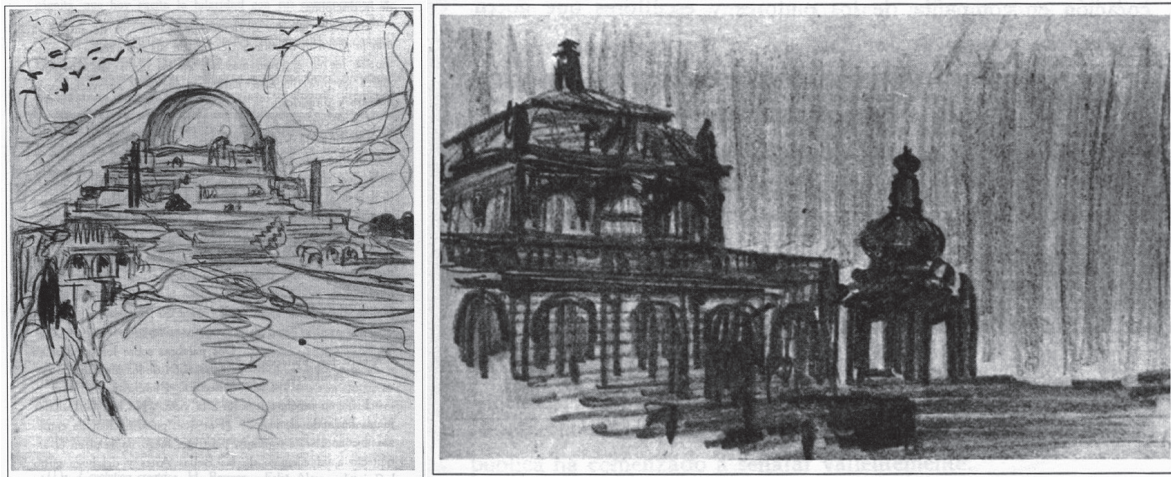


Figura 4. Teodoro Anasagasti. Dibujo de Croquis/Apunte.

Figure 4. Teodoro Anasagasti. Sketch/Study Drawing.

La figura de Luis Moya¹⁸ tiene relevancia en relación con su trayectoria como docente del dibujo en la escuela de Madrid. Nada más terminar la carrera, en 1927, ejerce como ayudante de su tío Juan Moya (Catedrático de Modelado y Detalles Arquitectónicos de la Escuela de Madrid). En 1936 gana la oposición de la Cátedra de Dibujo de Composición Elemental, de la que llega a ser más tarde, entre 1963-66 el director, sustituyendo en estas labores a Pascual Bravo. En el Plan de 1932 se mantienen los siete años con algunas variaciones.

Moya entiende el dibujo como “herramienta dialécticamente unida al pensamiento” (Figura 5), y manifiesta que el lenguaje debe ser cultivado desde la escuela primaria, y desde las dos posibilidades del dibujo, la expresiva (como propedéutica) y la representativa.

Javier García-Gutiérrez Mosteiro destaca estos dos aspectos en esa deseable enseñanza: “(...) el primero tiende a formar la personalidad de todo muchacho, completándola con el desarrollo metódico del sentimiento, de la apreciación estética y de todo lo que está más allá de lo simplemente racional; el segundo aspecto consiste en la expresión de las cosas mediante

The figure of Luis Moya¹⁸ is significant in terms of his career as a drawing instructor at the school in Madrid. Shortly after graduating in 1927, he worked as an assistant to his uncle Juan Moya (Chair of Modeling and Architectural Details at the School of Madrid). In 1936, he won the competition for the Chair of Elementary Composition Drawing, and later, between 1963-66, he served as its director, taking over these responsibilities from Pascual Bravo. The 1932 curriculum maintained the seven-year structure with some variations.

Moya views drawing as a “tool intricately linked to thought” (Figure 5) and asserts that language should be nurtured from elementary school, with a focus on both expressive (as a preparatory exercise) and representative aspects of drawing.

Javier García-Gutiérrez Mosteiro highlights these two aspects in this desirable education: “(...) the first aims to shape the personality of every young person, complementing it with the systematic development of feeling, aesthetic appreciation, and everything beyond mere rationality; the second aspect involves the expression of things

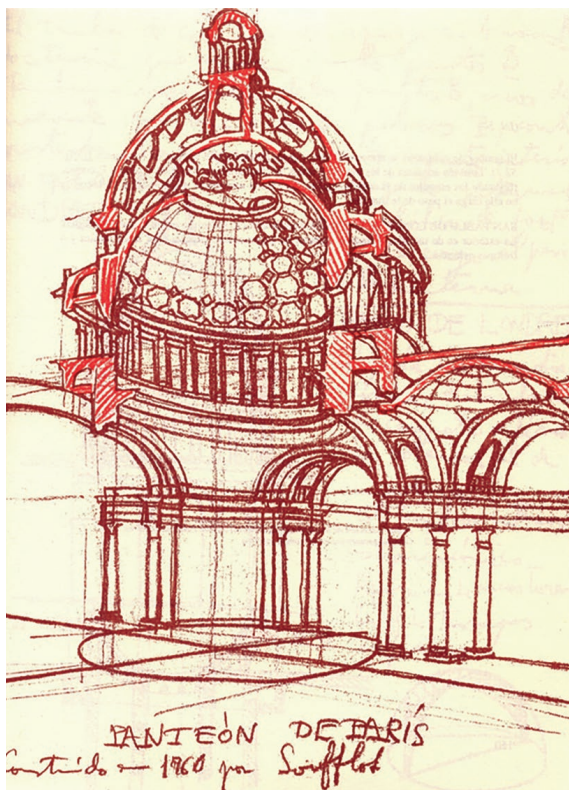


Figura 5. Teodoro Anasagasti. Dibujo de Croquis/Apunte.²¹

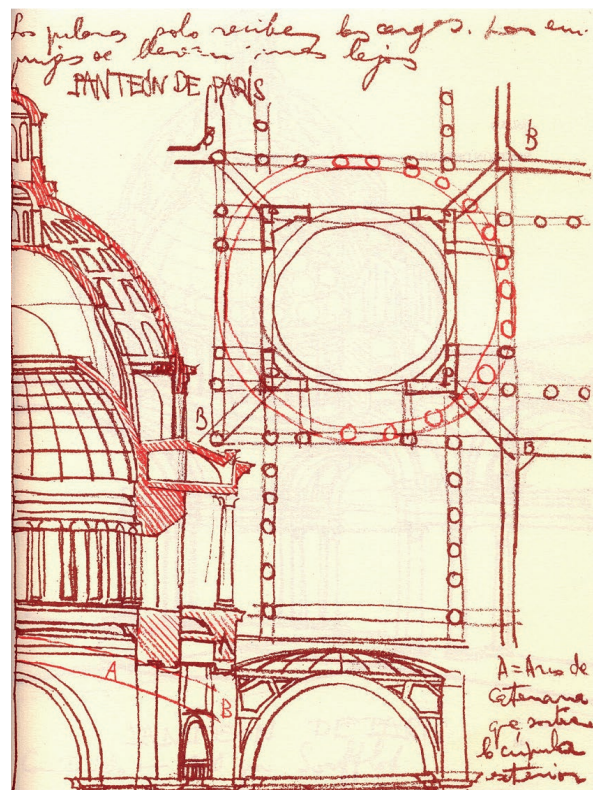


Figure 5. Teodoro Anasagasti. Sketch/Study Drawing.²¹

las formas visibles.”¹⁹ Según G^a-Gutiérrez Mosteiro, para Moya, representación y expresión son aliados en el dibujo.²⁰

Moya defendía la práctica del dibujo en relación con otras materias de una manera complementaria, señalando por ejemplo la enseñanza de la historia en paralelo con el dibujo en croquis de los monumentos de estudio, pero sin recurrir a la copia de láminas, lo que supone un avance en la docencia del dibujo en relación con los planteamientos pedagógicos heredados del academicismo. Este enfoque de encuentro con la realidad está encuadrado con la propuesta regeneracionista, “intuitiva” de la Institución Libre de Enseñanza, impulsada en concreto por Leopoldo Torres Balbás.²²

through visible forms.”¹⁹According to García-Gutiérrez Mosteiro, for Moya, representation and expression are allies in drawing.²⁰

Moya advocated for the practice of drawing in conjunction with other subjects in a complementary manner. For instance, he emphasized teaching history in parallel with sketching monuments for study, but without resorting to copying prints. This represented an advancement in drawing education compared to the pedagogical approaches inherited from academicism. This approach of engaging with reality aligns with the regenerative proposal, the “intuitive” approach of the Institución Libre de Enseñanza, particularly promoted by Leopoldo Torres Balbás.²²

La asignatura Análisis de Formas Arquitectónicas nace en el plan 1947. Según Seguí,²³ si revisamos el plan de estudios del año 1947, y hacemos una reflexión acerca de las asignaturas de dibujo que se impartían en él, la asignatura Análisis de Formas Arquitectónicas era la única asignatura de dibujo que se impartía durante un año lectivo, y estaba en primer curso de carrera. Cita Seguí²⁴ que, con la aprobación del Plan de Estudios del año 1957, la asignatura análisis de formas arquitectónicas, añade a sus cometidos tradicionales la enseñanza (más bien, el control) del dibujo de mano libre (artístico) a unos alumnos que acceden a la escuela sin ingreso previo, esto es, sin pruebas que permitan garantizar un sólido aprendizaje gráfico (aunque existía un curso de iniciación selectivo, con materias fundamentales que incluían una de dibujo).

En los planes de 1956, 1957, y 1964 la carga gráfica no varía sustancialmente. El de 1957 cuenta con Dibujo General, Análisis y Complementos de Formas Arquitectónicas, Geometría Descriptiva, Dibujo y Complementos de Elementos y Conjuntos y Topografía.

En abril de 1964 surge la Ley de Reordenación de las Enseñanzas Técnicas que provocó la implantación de un nuevo plan de estudios. Entre los años 1969-72 la figura de Víctor D'ors²⁵ es de gran relevancia, no solo por su nombramiento como director de la ETSAM, sino por sus reflexiones en torno a la enseñanza en general y al dibujo en particular.²⁶ El nuevo plan de estudios de 1964 obliga a la escuela a asumir todas las enseñanzas preparatorias, comprimiendo todos los contenidos en los cinco años (suprimiendo el de iniciación y el selectivo) que hasta entonces se empleaban para la formación de los arquitectos. Se establecen dos especialidades, la de edificación y la de urbanismo. Las materias gráficas se imparten en primer curso de carrera, impartándose Dibujo Arquitectónico, Geometría Descriptiva y Análisis de Formas Arquitectónicas.

The subject of Architectural Form Analysis was introduced in the 1947 curriculum. According to Seguí,²³ if we examine the curriculum from 1947 and reflect on the drawing subjects that were taught, the Architectural Form Analysis subject was the only drawing subject taught over one academic year, and it was in the first year of the program. Seguí mentions²⁴ that with the approval of the 1957 curriculum, the Architectural Form Analysis subject expanded its traditional responsibilities to include the teaching (or rather, control) of freehand (artistic) drawing to students who entered the school without prior admission, that is, without entrance exams to ensure a strong graphic learning foundation (although there was a selective introductory course that covered fundamental subjects, including drawing).

In the 1956, 1957, and 1964 curricula, the graphic load does not vary significantly. The 1957 curriculum includes General Drawing, Analysis and Complements of Architectural Forms, Descriptive Geometry, Drawing and Complements of Elements and Assemblies, and Topography.

In April 1964, the Law on the Reorganization of Technical Education was enacted, leading to the implementation of a new curriculum. Between 1969-72, the figure of Víctor D'ors²⁵ is of great significance, not only due to his appointment as the director of ETSAM but also for his reflections on education in general and drawing in particular.²⁶ The new curriculum of 1964 required the school to incorporate all preparatory courses, condensing all the content into the five years (eliminating the introductory and selective years) that had been used for architect training until then. Two specializations were established: building and urban planning. Graphic subjects were taught in the first year of the program, including Architectural Drawing, Descriptive Geometry, and Architectural Form Analysis.

EL DIBUJO DE ARQUITECTURA COMO INNOVACIÓN DOCENTE

Es a partir de noviembre de 1974, con la Resolución de la Oposición para cubrir una plaza de Catedrático de Universidad de la asignatura Análisis de Formas Arquitectónicas, que se resuelve a favor del profesor Fco. Javier Seguí, es cuando se fundamenta la naturaleza de la asignatura entendiéndose que hay que elaborar una pedagogía del dibujo de mano libre y configurar un marco de referencia teórico para introducir el análisis de la forma arquitectónica como material inicial del aprendizaje proyectual posterior. Es la primera vez que se empieza a reflexionar, y a separar los conceptos de teoría, pedagogía y didáctica.

El Plan de estudios 1975 recupera un año de docencia, estableciéndose un plan de estudios de 6 años de docencia. Se divide en dos la asignatura Análisis de Formas Arquitectónicas del anterior plan de estudios, y se ubican en primer y segundo curso, lo que permite realizar un reajuste de los contenidos de la signatura planteada por Seguí. Las materias gráficas que se imparten en el plan de estudios son Dibujo Técnico, Geometría Descriptiva, Análisis de Formas Arquitectónicas I y Análisis de Formas Arquitectónicas II.

La asignatura de primer curso, Análisis de Formas Arquitectónicas I, se seguirá ocupando del lenguaje gráfico inespecífico, dotándola de una orientación hacia el dibujo arquitectónico como mediador de las experiencias arquitectónicas. Tendrá además la cualidad de seguir constituyéndose como curso preparatorio por la falta de aprendizaje gráfico de los alumnos que acceden a los estudios de arquitectura (Figura 6).

La asignatura Análisis de Formas Arquitectónicas II se estructura como curso de introducción al entendimiento y la concepción de la arquitectura. Se materializa a través del instrumental analítico tradicional en la enseñanza académica (Figura 7).

El actual plan de estudios de 2010 se divide en 5 cursos y Máster Habilitante, y la docencia de dibujo se recorta posicionándose solo en primer

ARCHITECTURAL DRAWING AS EDUCATIONAL INNOVATION

It is from November 1974, with the Resolution of the Opposition to fill a University Professorship position for the subject of Architectural Form Analysis, which was resolved in favor of Professor Fco. Javier Seguí, that the nature of the subject was founded. It was understood that a pedagogy of freehand drawing needed to be developed, and a theoretical framework needed to be established to introduce the analysis of architectural form as the initial material for subsequent design learning. It was the first time that reflection began, and the concepts of theory, pedagogy, and didactics were separated.

The 1975 curriculum reintroduces an additional year of teaching, establishing a 6-year study plan. The subject Analysis of Architectural Forms from the previous curriculum is divided into two parts, now offered in the first and second years, which allows for a reconfiguration of the content proposed by Seguí. The graphic subjects taught in the curriculum include Technical Drawing, Descriptive Geometry, Analysis of Architectural Forms I, and Analysis of Architectural Forms II.

The first-year subject, Analysis of Architectural Forms I, will continue to focus on non-specific graphic language, giving it an orientation towards architectural drawing as a mediator of architectural experiences. It will also maintain its preparatory nature due to the lack of graphic learning among students entering architecture studies (Figure 6).

The subject Analysis of Architectural Forms II is structured as an introductory course to the understanding and conception of architecture. It is materialized through traditional analytical tools in academic education (Figure 7).

The current 2010 curriculum consists of 5 courses and a Qualifying master's program, with a reduction in drawing instruction, which is now only offered

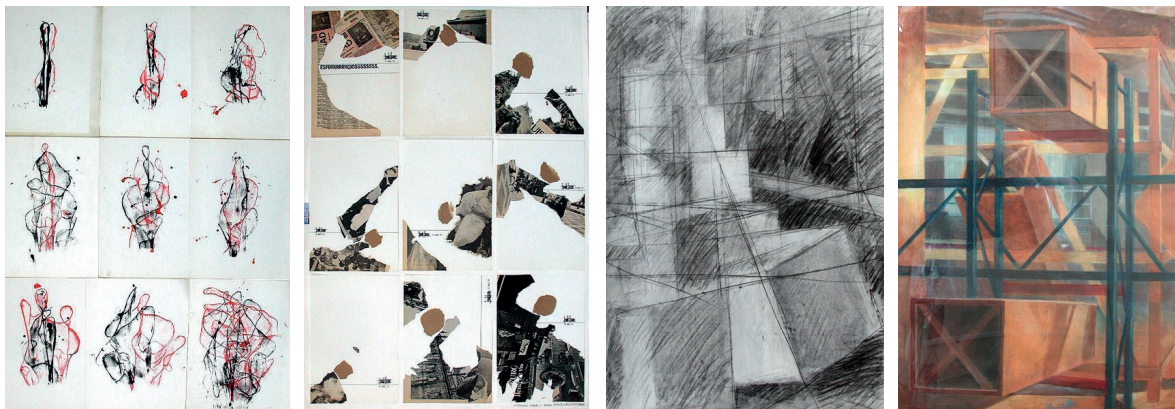


Figura 6. Procesos gráficos de interpretación. Dibujos de alumnos, asignatura Análisis de Formas Arquitectónicas I. Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Universidad Politécnica de Madrid.

Figure 6. Graphic processes of interpretation. Drawings by students, subject Analysis of Architectural Forms I. Higher Technical School of Architecture. Polytechnic University of Madrid.

curso con las asignaturas Geometría y Dibujo de la Arquitectura 1, Dibujo Análisis e Ideación 1, Geometría y Dibujo de la Arquitectura 2 y Dibujo Análisis e Ideación 2, además de alguna asignatura optativa y de libre elección

Digno de mención para consulta es el estudio realizado por la profesora Margarita de Luxán en su Proyecto Docente para la Cátedra de Dibujo,²⁷ en el que establece una labor de búsqueda en relación con los diferentes planes de estudio y la repercusión de las asignaturas gráficas de dibujo y proyectos, estudio que se apoya en la excelente labor realizada por el profesor Enrique Rabasa en su Proyecto Docente para la Cátedra de Geometría Descriptiva.²⁸

Los estudios de arquitectura han estado dependiendo hasta 1857 de la Academia de Bellas Artes (entre medias, los planes de 1848 y 1850 dependían de una escuela especial dependiente de la Academia de Bellas Artes, en una escuela común preparatoria de arquitectos e ingenieros), y posteriormente hasta 1975 de la Universidad Central, hasta la actualidad que son dependientes de la Universidad Politécnica de Madrid.

in the first year. The subjects include Geometry and Architecture Drawing 1, Drawing Analysis and Ideation 1, Geometry and Architecture Drawing 2, and Drawing Analysis and Ideation 2, in addition to some elective and free-choice subjects.

Worthy of mention for consultation is the study conducted by Professor Margarita de Luxán in her Teaching Project for the Chair of Drawing,²⁷ in which she undertakes research regarding the various study plans and the impact of graphic drawing and design courses. This study is supported by the excellent work carried out by Professor Enrique Rabasa in his Teaching Project for the Chair of Descriptive Geometry.²⁸

Architectural studies were under the jurisdiction of the Academy of Fine Arts until 1857 (with intermediate plans in 1848 and 1850 under a special school linked to the Academy of Fine Arts, serving as a common preparatory school for architects and engineers). Subsequently, from 1857 until 1975, they fell under the University Central's purview. Currently, architectural studies are part of the University Polytechnic of Madrid.

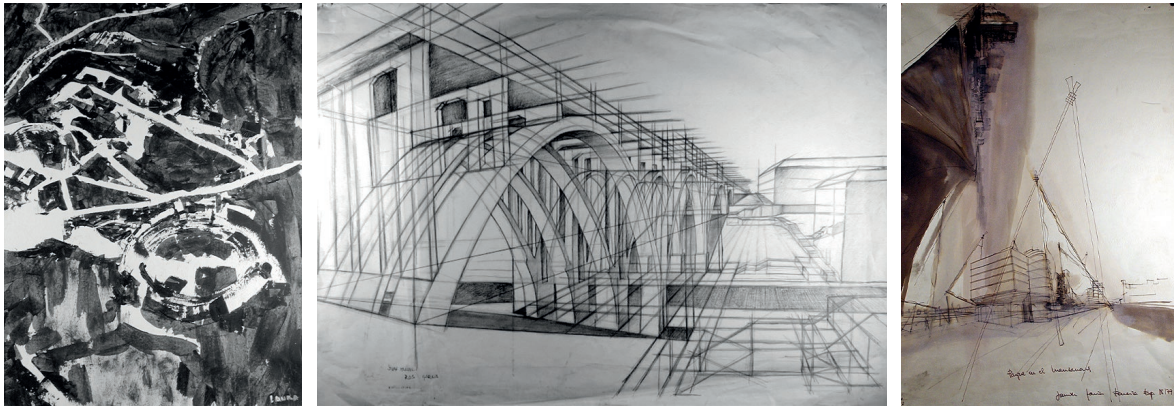


Figura 7. Procesos gráficos de imaginación, transformación y conceptualización del espacio urbano. Dibujos de alumnos, asignatura Análisis de Formas Arquitectónicas II. Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Universidad Politécnica de Madrid.

Figure 7. Graphic processes of imagination, transformation, and conceptualization of urban space. Drawings by students, Analysis of Architectural Forms II course. Higher Technical School of Architecture. Polytechnic University of Madrid.

Es a partir de los planes de 1857 y 1864, cuando la formación empieza a depender de la Universidad central, que es cuando aparecen las asignaturas de invención. Hasta el momento no había asignaturas de proyectos o concepción arquitectónica, sólo algunas asignaturas de composición.

It is from the 1857 and 1864 plans onwards when architectural education started to come under the jurisdiction of the central university, and it was during this time that subjects related to design and invention were introduced. Until then, there were no subjects related to architectural projects or architectural conception, only a few composition-related subjects.

EL DIBUJO DE ARQUITECTURA COMO REFLEXIÓN DE UN PASADO, PRESENTE Y FUTURO

ARCHITECTURAL DRAWING AS A REFLECTION OF PAST, PRESENT, AND FUTURE

En la actualidad existe un debate abierto en cuanto a la transformación del dibujo por las necesidades sociales y por la aparición de nuevas herramientas tecnológicas que se han ido incorporando a los procesos creativos, desde el dibujo analógico tradicional, al dibujo digital, y la incorporación de los recientes procesos de diseño basados en algoritmos, y automatizaciones, hasta los sofisticados avances vinculados a la inteligencia artificial (IA) como metodología y lenguaje para la producción y el desarrollo creativo arquitectónico. Como nos

Currently, there is an ongoing debate regarding the transformation of drawing due to societal needs and the emergence of new technological tools that have been integrated into creative processes. This evolution spans from traditional analog drawing to digital drawing, the inclusion of recent algorithm-based design processes and automations, and the sophisticated advancements related to artificial intelligence (AI) as a methodology and language for architectural production and creative development. As proposed

propone el profesor Jorge Llopis “se debe establecer una reflexión sobre la tendencia de la imagen digitalizada a su interpretación como *simulación*, más que como *representación*.”²⁹

Este debate entre las herramientas y los procedimientos empleados ha sido recurrente a lo largo de la historia de la formación académica y del ejercicio profesional del arquitecto, y en este momento se antoja más necesario que nunca, para poder establecer criterios claros de éstos en cuanto a los límites de su utilización con fines académicos y profesionales, y llegar a poder establecer su valor para el conocimiento y producción de la arquitectura en todas las fases de su proceso productivo (expresión/ideación, producción/proceso y comunicación/síntesis). Para la profesora Pilar Chías, desde hace años está abierto el debate desde la expresión gráfica vinculada al proyecto de arquitectura, porque las imágenes han cambiado su significado, como indica el título de la comunicación que nos presenta.³⁰

En un estudio realizado por el profesor Fernando Linares³¹ y publicado en la revista de Expresión Gráfica Arquitectónica (EGA), se atiende a los bloques temáticos tratados en los artículos publicados en la revista, y del análisis se deduce que, en 2015 en una publicación de referencia como la revista EGA, vinculada con la disciplina del dibujo de la arquitectura, tan sólo había un 7,4% de artículos con contenidos temáticos relacionados con las nuevas tecnologías, aunque éstas ya empezaron a irrumpir desde 1980 de manera más o menos sistematizada.

No conviene olvidar que los primeros estudios vinculados al CAD³² comienzan en 1955, con investigaciones tangenciales en el Lincoln Laboratory del Instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT) que desarrolla el primer sistema gráfico SAGE (*Semi Automatic Ground Environment*), pero no es hasta 1962 cuando en el propio MIT, Iván Sutherland desarrolla el sistema Sketchpad, con el que se establecen las bases sobre los gráficos interactivos por ordenador, mediante la utilización de un teclado y un lápiz óptico para dibujar a través de una imagen representada en la pantalla.

by Professor Jorge Llopis, “there should be a reflection on the trend of digitized imagery being interpreted as *simulation* rather than *representation*.”²⁹

This debate between the tools and procedures used has been recurrent throughout the history of academic education and the professional practice of architects, and at this moment, it seems more necessary than ever to establish clear criteria for their use for academic and professional purposes, and to determine their value for understanding and producing architecture in all phases of its production process (expression/ideation, production/process, and communication/synthesis). According to Professor Pilar Chías, the debate on graphic expression linked to architectural design has been open for years because images have changed their meaning, as indicated by the title of her presentation.³⁰

In a study conducted by Professor Fernando Linares³¹ and published in the journal of Architectural Graphic Expression (EGA), attention is given to the thematic categories covered in the articles published in the journal. From the analysis, it can be deduced that in 2015, in a reference publication like the EGA journal, which is closely related to the field of architectural drawing, only 7,4% of the articles had thematic content related to new technologies, even though these technologies had already begun to emerge in a more or less systematic way since 1980.

It is worth noting that the first studies related to CAD³² began in 1955, with tangential research at the Lincoln Laboratory of the Massachusetts Institute of Technology (MIT), which developed the first graphical system called SAGE (*Semi-Automatic Ground Environment*). However, it wasn't until 1962, at MIT itself, that Ivan Sutherland developed the Sketchpad system. This system laid the foundations for interactive computer graphics, using a keyboard and an optical pen to draw on an image displayed on the



Figura 8. Entorno de trabajo con AutoCAD en 1982.



Figure 8. AutoCAD Workspace in 1982.

Con ello se establecía una clara diferencia entre el dibujo de la pantalla y el modelo representado en la estructura de datos.

Entre los años 1965 y 1980 se desarrollan diferentes productos vinculados con el CAD, pero es en estos años ochenta cuando se presenta el primer software de AutoCAD. Se trataba de un sistema de múltiples capas, que relacionaba la forma dibujada con información binaria, y que tenía salida en un modelo tridimensional de superficies y sólidos con información geométrica precisa. Es en esa década cuando se sientan las bases de todo lo que la tecnología aplicada al diseño estaba por descubrir y desarrollar (Figura 8).

Gehry, en el proyecto del Museo Guggenheim de Bilbao recurrió a Catia (*Computer-Aided Three dimensional Interactive Application*) programa informático de dibujo utilizado en la industria aeroespacial, para resolver la configuración de formas complejas proyectadas, incapaces de ser construidas de manera artesanal.

Las maquetas proyectadas eran manifestaciones gráficas utilizadas como herramientas de pensamiento en los momentos iniciales de exploración del proyecto que por diferentes procedimientos se digitalizaban para seguir el proceso constructivo. Sobre estas cuestiones nos ilustra de manera precisa el profesor

screen. This marked a clear distinction between the drawing on the screen and the model represented in the data structure.

Between 1965 and 1980, various products related to CAD were developed, but it was in the 1980s when the first AutoCAD software was introduced. It was a multi-layered system that linked the drawn shape to binary information and provided output in a three-dimensional model of surfaces and solids with precise geometric data. It was during that decade that the foundations were laid for everything that technology applied to design had yet to discover and develop (Figure 8).

In the design of the Guggenheim Museum in Bilbao, Gehry turned to Catia (*Computer-Aided Three-dimensional Interactive Application*), a computer-aided design software used in the aerospace industry, to address the complex shapes planned for the project, which couldn't be constructed manually.

The planned models were graphic representations used as thinking tools in the initial stages of project exploration, and through various processes, they were digitized to continue the construction process. Professor Eduardo Carazo³³ provides precise insights into these

Eduardo Carazo.³³ Este es un claro ejemplo de cómo las herramientas analógicas y digitales conviven de forma natural en el proceso de proyecto y construcción, habiendo sido imposible proyectar el edificio sin esa articulación.

Se utilizó una tecnología de escaneo laser 3D, que permitió capturar las características de las superficies de la maqueta física, convirtiéndolas en coordenadas espaciales, mediante un proceso de *ingeniería inversa*,³⁴ mediante el cual se obtienen *nubes de puntos*. Con posterioridad, y de manera manual, mediante el empleo de software gráfico los puntos se convierten en líneas, superficies y volúmenes hasta llegar a un modelo 3D fiel a la maqueta física, lo que supone una hibridación entre procedimientos analógicos, técnicos y digitales.³⁵

Al tratarse de una imagen ráster en tres dimensiones, era necesario dar un paso más y poderla utilizar en el campo de la arquitectura como objeto de proyecto, y que no solo fuera una imagen sino poderla utilizar como objeto proyectual.³⁶ Se utilizó el software Catia para convertir esa imagen en un modelo digital de precisión del edificio para poder construir la geometría completa y posteriormente poder construir el edificio (Figura 9a y 9b).

Las herramientas y procedimientos de hibridación de dibujo analógico y digital³⁷ utilizados por Gehry, ponen de manifiesto que los dibujos son compatibles en los procesos de diseño basados en la ideación, producción y comunicación de los proyectos de arquitectura, así como en las simulaciones vinculadas al comportamiento de edificio proyectado, y en los procesos de materialización y construcción del edificio.

La integración de todos los aspectos intervinientes en el ciclo de vida del proyecto, desde sus inicios generativos hasta la construcción final, incluye muchas disciplinas que están involucrando personas, procesos y tecnología. Dentro de ese ciclo, la implementación y el uso de tecnología no es lo más importante, aunque sí puede llegar a ser determinante del proyecto resultante. La implementación del proceso mediante el uso de las impresoras 3D juega un papel importante en los procesos de generación del proyecto y sobre todo en el de elementos

matters. This is a clear example of how analog and digital tools coexist naturally in the design and construction process, with the project of the building being impossible without this integration.

A 3D laser scanning technology was used, which allowed capturing the characteristics of the physical model's surfaces and converting them into spatial coordinates through a *reverse engineering*³⁴ process, resulting in *point clouds*. Subsequently, and manually, using graphic software, the points were transformed into lines, surfaces, and volumes until achieving a 3D model faithful to the physical model. This represents a hybridization of analog, technical, and digital procedures.³⁵

Since it was a three-dimensional raster image, it was necessary to take a further step to use it in the field of architecture as a design object, not just as an image but as a design object.³⁶ Catia software was used to transform this image into a precise digital model of the building, enabling the construction of the complete geometry and subsequently the construction of the building (Figure 9a and 9b).

The tools and hybridization procedures of analog and digital³⁷ drawing used by Gehry demonstrate that drawings are compatible in the design processes based on ideation, production, and communication of architectural projects, as well as in simulations related to the behavior of the projected building, and in the processes of materialization and construction of the building.

The integration of all aspects involved in the project's lifecycle, from its generative beginnings to the final construction, encompasses many disciplines that involve people, processes, and technology. Within this cycle, the implementation and use of technology are not the most important, although they can become crucial to the resulting project. The implementation of the process through the use of 3D printers plays a significant role in the project generation processes, especially in the

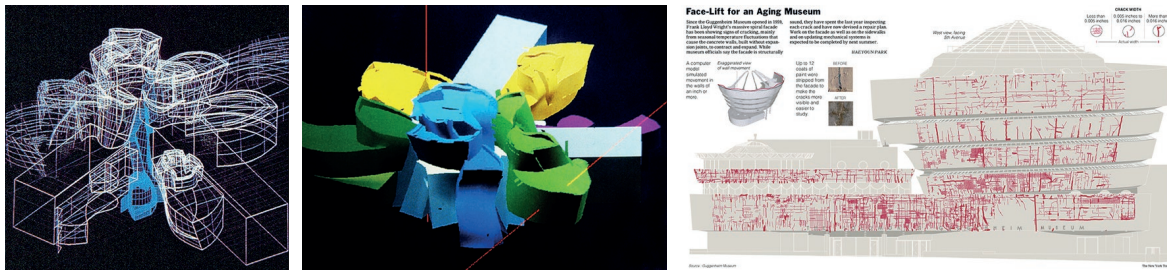


Figura 9. Frank Gehry. 9a y 9b Modelos del Museo Guggenheim de Bilbao generados a partir del programa Catia, 1991-93. 9c Ben Fry. Restauración del Museo Guggenheim. Diagrama de las grietas, 2007.

Figure 9. 9a and 9b. Frank Gehry. Models of the Guggenheim Museum Bilbao generated using the Catia software, 1991-93. Figure 9c. Ben Fry. Restoration of the Guggenheim Museum. Diagram of the cracks, 2007.

constructivos. En 1983 el ingeniero estadounidense Charles W. Hull desarrolla la primera impresora 3D del mundo, utilizando como material para la producción de los modelos resultantes el denominado fotopolímero.

construction elements. In 1983, American engineer Charles W. Hull developed the world's first 3D printer, using a material called photopolymer for producing the resulting models.

Pero podemos dar un paso más de racionalidad constructiva en los procesos de generación del prototipo que incrementan su valor añadido con un modelado algorítmico, que permite modificar o tomar decisiones de algunas de las características del modelo en cualquier momento, sin tener que volver a revisar otras variables.³⁸

But we can take a further step in constructive rationality in the prototype generation processes that increase their added value with algorithmic modeling, which allows for modifying or making decisions about some of the model's characteristics at any time without having to reevaluate other variables.³⁸

Un paso más allá de los modelos digitales están los gemelos digitales, que representen con exactitud un objeto físico construido, con la posibilidad de realizar simulaciones y estudiar su comportamiento para mejorar su eficacia.³⁹ El diseño algorítmico racionaliza el dibujo y desarrollo del modelo digital facilitando el desarrollo y ejecución del proyecto en las fases de construcción a la vez que permite la evaluación de la eficiencia del edificio construido.

A step beyond digital models are digital twins, which accurately represent a physically constructed object, with the ability to conduct simulations and study its behavior to enhance its efficiency.³⁹ Algorithmic design streamlines the drawing and development of the digital model, facilitating project development and execution in the construction phases while also enabling the assessment of the efficiency of the constructed building.

El desarrollo de las metodologías BIM, sus conexiones con los datos geoespaciales, y las capturas de datos a través de dispositivos tecnológicos como los escáneres láser facilita la captura de datos y desarrollo de información de los modelos, así como la interoperabilidad entre diferentes formatos de archivos digitales y el avance en el desarrollo de los proyectos de arquitectura en todas las fases del proceso creativo y constructivo.

The development of BIM methodologies, their connections with geospatial data, and data capture through technological devices like laser scanners make data capture and model information development easier, along with interoperability between different digital file formats, advancing architectural projects in all phases of the creative and construction process.

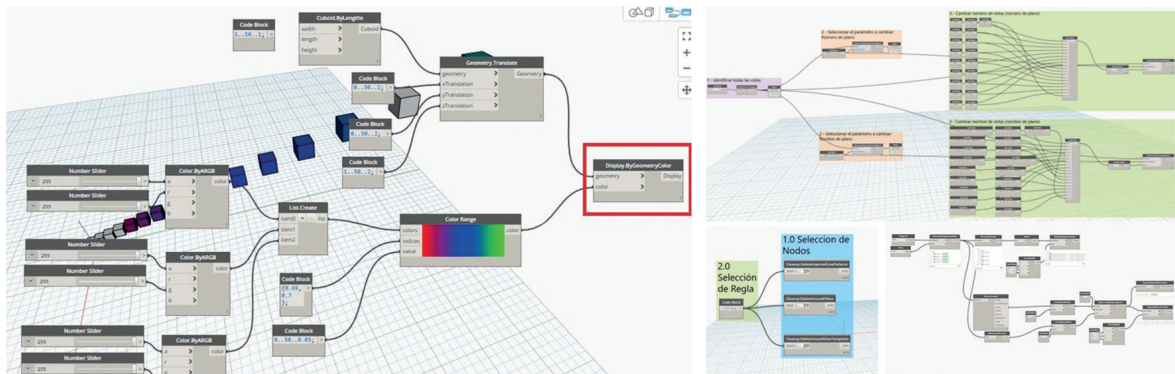


Figura 10. Display Dynamo. Cambio nombre vistas y planos. Master BIM. Equipo B. TFM_MMGBIM212222C. Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Universidad Politécnica de Madrid.

Figure 10. Dynamo Display. Renaming Views and Plans. Master's in BIM. Team B. TFM_MMGBIM212222C. School of Architecture. Polytechnic University of Madrid.

El manejo de herramientas de programación visual para la automatización de procesos es un paso más en la evolución de la disciplina gráfica del dibujo de arquitectura. Grasshopper, se integra en el software Rhinoceros, y es un claro ejemplo de lógica algorítmica aplicada a los desarrollos de proyecto mediante el dibujo, para la resolución de determinadas geometrías. En entornos BIM, mediante la herramienta de programación visual Dynamo, asociada a Revit, aplicamos diseño paramétrico, geométrico y matemático (Figura 10).

Una visión actual desde el dibujo al proyecto de arquitectura debe tener en cuenta las posibilidades tecnológicas y metodológicas en el manejo de modelos y gemelos digitales apoyados en metodologías diversas como las basadas en BIM y la automatización de procesos en la IA, pensando a la vez, en cómo se va a proyectar y construir el edificio.

En cuanto a los desarrollos de la realidad virtual, aumentada y mixta (Figura 11), para la generación de imágenes gráficas (dibujos) pueden responder o no a un modelo de inteligencia artificial generativa mediante la utilización de redes GAN y el uso del procedimiento *Deep learning* del que hablaremos más adelante.

The use of visual programming tools for process automation is a further step in the evolution of the graphic discipline of architectural drawing. Grasshopper, integrated into Rhinoceros software, is a clear example of algorithmic logic applied to project development through drawing, to solve certain geometries. In BIM environments, we apply parametric, geometric, and mathematical design through the visual programming tool Dynamo, associated with Revit (Figure 10).

A contemporary perspective from drawing to architectural design must consider technological and methodological possibilities in managing digital models and twins, supported by various methodologies such as those based on BIM and process automation in AI, while also considering how the building will be designed and constructed.

Regarding developments in virtual, augmented, and mixed reality (Figure 11), for the generation of graphic images (drawings), they may or may not rely on a generative artificial intelligence model using GAN networks and the use of the *Deep Learning* process, which we will discuss later.



Figura 11. Tecnologías de realidad virtual y realidad aumentada aplicadas a la arquitectura.



Figure 11. Virtual reality and augmented reality technologies applied to architecture.

EL DIBUJO DE ARQUITECTURA DESDE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL

¿Qué papel juegan los ordenadores y las pantallas gráficas interactivas dentro del espacio de la creación, y en concreto de la creación arquitectónica? ¿Podemos afirmar que el desarrollo de la inteligencia artificial (IA) y la aparición e implementación de las nuevas tecnologías, están cambiando el ámbito de la creatividad? ¿Qué beneficios aportan los desarrollos tecnológicos y la IA a la disciplina del proyecto de arquitectura en cuanto a la utilización del dibujo como disciplina?

Algunos investigadores afirman que existe la creatividad computacional, consistente en que algún software concreto es capaz de generar un comportamiento considerado como creativo entre seres humanos. Parece razonable pensar, que el objetivo de la IA es conseguir procesos de automatización de tareas repetitivas que no necesitan la intervención humana, pero la realidad es que también se trata de automatizar la toma de decisiones como si se tratase de la actuación de un ser humano. Esta implementación de labores de adquisición de ciertas competencias del ser humano asignadas a la IA está llena de conflictos.

ARCHITECTURAL DRAWING FROM ARTIFICIAL INTELLIGENCE

What role do computers and interactive graphic screens play within the realm of creation, particularly architectural creation? Can we assert that the development of artificial intelligence (AI) and the emergence and implementation of new technologies are changing the landscape of creativity? What benefits do technological advancements and AI bring to the field of architectural design in terms of the use of drawing as a discipline?

Some researchers claim that computational creativity exists, which involves specific software being capable of generating behavior considered creative by humans. It seems reasonable to think that the goal of AI is to achieve automation of repetitive tasks that do not require human intervention, but the reality is that it also aims to automate decision-making as if it were performed by a human being. This implementation of tasks involving the acquisition of certain human skills assigned to AI is fraught with conflicts.

Las posibilidades para la generación de creación de formas o imágenes a partir de la IA han experimentado una notable evolución en los últimos años, debido a los procesos tecnológicos de aprendizaje automático de las redes GAN (*Generative Adversarial Neural Networks*). ¿Es posible generar dibujos nuevos dentro de un proceso gráfico digital a partir de las indicaciones pautadas por el propio autor desde sus propios dibujos desencadenantes? ¿Si fuera posible, supone una amenaza para el buen desarrollo de disciplinas vinculadas con la creatividad? ¿Qué implicaría y/o aportaría para el dibujo de arquitectura una posible creatividad computacional, que implicaría generar un comportamiento considerado como creativo entre seres humanos a través de determinado software gráfico? Lo cierto es que la creatividad computacional es un tema de estudio que aún genera interrogantes y se considera como un debate abierto.

Deep Learning es un subconjunto dentro del *Machine Learning* en el que las redes GAN son un tipo de redes neuronales específicas. Cuando queremos vincular estos procesos con la identificación de imágenes dentro de los procedimientos de las redes GAN, debemos recurrir a su entrenamiento y al modo de entender la imagen por la máquina, porque a primera instancia solo las entiende como conjunto de píxeles sin significado. Por ello se requiere que recurramos a las redes convolucionales (redes específicas que forman parte de las GAN) y a su entrenamiento para que la máquina vaya más allá del entendimiento de la imagen como un conjunto de píxeles y las identifique de la manera adecuada dotándolas de determinados significados.

El cerebro humano está capacitado para reconocer imágenes, pudiendo identificar patrones, hacer asociaciones y recomponer el conjunto de la imagen dándole sentido. *Deep learning* es el aprendizaje o entrenamiento necesario para la IA para hacer estas labores, y se basa en la aportación continua de imágenes supervisadas con gran cantidad de datos etiquetados, para conseguir entender esos patrones que la mente humana hace de manera natural. La evolución de la IA y sus redes convolucionales necesitan de ese entrenamiento para la construcción de etiquetas que describan los contenidos asociados a las imágenes supervisadas,

The possibilities for generating creative forms or images through AI have experienced significant evolution in recent years, thanks to the technological processes of machine learning in Generative Adversarial Neural Networks (GANs). Is it possible to generate new drawings within a digital graphic process based on the instructions provided by the author themselves from their own triggering drawings? If it were possible, does it pose a threat to the proper development of disciplines related to creativity? What would generating creative behavior among humans through specific graphic software imply or contribute to architectural drawing? The truth is that computational creativity is a subject of study that still raises questions and is considered an ongoing debate.

Deep Learning is a subset within *Machine Learning*, in which GANs (Generative Adversarial Networks) are a specific type of neural network. When we want to link these processes with image identification within GAN procedures, we must consider their training and how the machine perceives the image because, at first glance, it only understands them as a set of meaningless pixels. Therefore, we need to rely on convolutional networks (specific networks that are part of GANs) and their training so that the machine can go beyond understanding the image as a set of pixels and identify them appropriately, giving them specific meanings.

The human brain is capable of recognizing images, identifying patterns, making associations, and reconstructing the overall image to give it meaning. *Deep learning* is the necessary training for AI to perform these tasks, and it relies on the continuous input of supervised images with a large amount of labeled data to understand the patterns that the human mind naturally does. The evolution of AI and its convolutional networks require this training to create labels that describe the contents associated with the supervised images, which are stored for later

que son almacenadas para posteriores reconocimientos. Podemos asimilar este proceso al requerido por el ser humano, como entrenamiento de su pensamiento crítico, para mejorar sus procesos y habilidades.

La IA está en constante evolución, y aunque en la actualidad seguimos lejos de equipararla con el modelo humano, algunos autores creen que a lo largo de este siglo se conseguirán grandes avances.⁴⁰ Podemos definir cuatro niveles de aproximación de la IA: 1. Aprendizaje automático, cuando un determinado software es capaz de aprender por sí mismo o de manera supervisada (aprendizaje, entrenamiento y resultados). Lo identificamos con los videojuegos o los asistentes virtuales; 2. Aprendizaje profundo, cuando se utilizan las redes neuronales para el manejo de mayor tipo de información. Está asociado con las traducciones automáticas de textos y los reconocimientos faciales; 3. Redes neuronales, es el estadio en el que se imita el funcionamiento de las redes neuronales humanas mediante Redes Neuronales Artificiales (RNA). Se utiliza para el reconocimiento de imágenes y textos; 4. Sistemas expertos, que funciona mediante una lógica racional con el intento de imitar al ser humano, y sus capacidades de conocimiento de materias concretas.

Cabría distinguir entre una IA débil y una IA fuerte tal como la definió el filósofo John Searle.⁴¹ La IA débil resolvería tareas concretas, siempre que impliquen buscar soluciones a fórmulas lógicas con muchas variables. La IA fuerte implicaría que sea una "mente humana" y no la simulara, lo que hoy en día no es posible, por lo que según los criterios planteados por Alan Turing, la haría indistinguible de un humano.⁴²

Si aceptamos el *Deep Learning*, y lo aplicamos al arte cabría preguntarnos ¿Qué sucede cuando el entrenamiento de estas IA se orienta a campos tan intrínsecamente humanos como la creación artística, plástica, musical, literaria...?

Existen plataformas que nos permiten interactuar para la generación de imágenes artísticas a partir de una descripción textual, como DALL-E-2, que utiliza

recognition. We can liken this process to what is required of humans, such as training their critical thinking to improve their processes and skills.

AI is constantly evolving, and although we are currently far from equating it to the human model, some authors believe that great advances will be made over this century.⁴⁰ We can define four levels of AI approximation: 1. Machine Learning: When certain software is capable of learning on its own or in a supervised manner (learning, training, and results). This is associated with video games or virtual assistants; 2. Deep Learning: When neural networks are used to handle more extensive types of information. It is associated with automatic text translations and facial recognition; 3. Neural Networks: This is the stage where the functioning of human neural networks is imitated using Artificial Neural Networks (ANNs). It is used for image and text recognition; 4. Expert Systems: These systems operate using rational logic with the aim of imitating humans and their knowledge of specific subjects.

We could distinguish between weak AI and strong AI as defined by the philosopher John Searle.⁴¹ Weak AI would solve specific tasks as long as they involve finding solutions to logical formulas with many variables. Strong AI would imply that it is a *human mind* and not just a simulation, which is not currently possible. According to the criteria set forth by Alan Turing, strong AI would be indistinguishable from a human.⁴²

If we accept *Deep Learning* and apply it to art, we might ask: What happens when the training of these AI systems is directed towards fields as intrinsically human as artistic, visual, musical, literary creation...?

There are platforms that allow us to interact for the generation of artistic images from a textual description, such as DALL-E-2, which uses

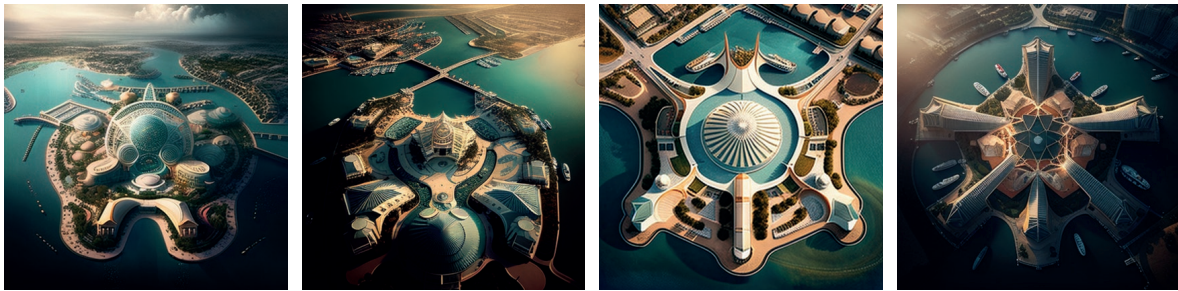


Figura 12. Variaciones de propuestas arquitectónicas a partir de una imagen. Inteligencia Artificial a través de la plataforma MidJourney.

Figure 12. Architectural proposals variations generated from an image. Artificial Intelligence through the MidJourney platform.

una tecnología de aprendizaje automático basada en redes GAN, que reproduce imágenes pictóricas a partir de la interpretación de un texto descriptivo.

machine learning technology based on GAN networks to reproduce pictorial images from the interpretation of a descriptive text.

La plataforma MidJourney, es similar a DALL-E 2, pero con resultados más interesantes por su capacidad de producir imágenes mucho más grandes y con mayor nivel de detalle. Estos procedimientos de generación de imágenes suscitan conflicto por la manera en las que estas imágenes son creadas, dada la procedencia de los datos suministrados para su generación, que provienen de imágenes de otros artistas con el consecuente conflicto de derechos de autor.

The MidJourney platform is similar to DALL-E 2, but with more interesting results due to its ability to produce much larger and more detailed images. These image generation procedures raise conflicts regarding how these images are created, given that the data used for their generation comes from images by other artists, leading to copyright conflicts.

En ArtStation una de las mayores redes de arte de internet, muchos autores han denunciado la fusión mediante la cual se elaboran las propuestas en plataformas como MidJourney o DALL-E 2, nutriéndose de obras elaboradas por artistas a los que no se les reconoce como autores en la elaboración de las imágenes generadas a través de IA, argumentando que están en el límite de lo legal. Diferentes artistas han compartido una captura de cómo uno de estos motores ha dejado trozos de la firma del artista humano, al fusionar distintos fondos y elementos para hacer la ilustración final haciendo patente esta apropiación de contenidos de las imágenes de referencia.⁴³ Otras plataformas para la generación de imágenes son: Craiyon, Dreamstudio, Firefly, Hotpot (AI Art Maker), Nightcafe, StableDiffusion Web, Dream Painter, Aican...

In ArtStation, one of the largest art networks on the internet, many authors have raised concerns about the fusion process used in platforms like MidJourney or DALL-E 2. These platforms create proposals by drawing from works created by artists who are not recognized as authors in the generation of images through AI, arguing that they are on the edge of legality. Different artists have shared screenshots showing how one of these engines has left fragments of the human artist's signature when merging different backgrounds and elements to create the final illustration, making this appropriation of content from reference images evident.⁴³ Other platforms for image generation include: Craiyon, Dreamstudio, Firefly, Hotpot (AI Art Maker), Nightcafe, StableDiffusion Web, Dream Painter, Aican, and more.

Para la producción de las imágenes, las distintas plataformas utilizan técnicas según las cuales los artistas buscan la originalidad de sus obras mediante el rechazo deliberado de aquellos temas, estilos o incluso formas a los que el público ya está acostumbrado. Es una estrategia para despertar la curiosidad y captar la atención mediante un aporte novedoso basándose en redes GAN, en la que los autores diseñaron el algoritmo siguiendo la teoría del psicólogo Colin Martindale.⁴⁴

CONCLUSIONES

Tal y como se ha argumentado en el artículo, el dibujo ha formado parte inseparable del discurso creativo del proyecto arquitectónico a lo largo de los siglos. Las diferencias o discusiones a partir de considerar las enseñanzas de la arquitectura y ejercicio profesional, con mayor o menor vinculación a disciplinas más artísticas o técnicas, no han sido suficientes para poner en duda el valor del dibujo como herramienta de pensamiento en todo el proceso productivo y de creación de la arquitectura.

El arquitecto, mediante el dibujo, se ha servido de un instrumento poderoso para expresarse, entendiendo que hay momentos en los que éste sirve para hablar con uno mismo, otros en los que sirve de canal de producción y transformación de la arquitectura y otros en los que se utiliza para comunicarse con la sociedad. Los cambios a los que se ha visto sometido el dibujo por la implementación y desarrollo de las tecnologías no han sido suficientes para prescindir de él, por el contrario, se han reforzado los valores de éste, como trasmisor de las ideas, los procesos y la comunicación de la arquitectura.

Existe una relación similar entre el pensamiento verbal y el lenguaje oral y escrito, y la arquitectura y los dibujos de arquitectura como herramientas de pensamiento y producción de ésta. No existe pensamiento sin lenguaje, pero tampoco es posible la arquitectura sin dibujo, y mediante éste se define ésta. El desarrollo de la arquitectura a lo largo de los años ha sido posible por la diversificación y adecuación de su lenguaje, sus dibujos, siendo aquí de vital importancia las diferentes posibilidades que se nos presentan de herramientas analógicas y digitales y su articulación.

For the production of images, different platforms employ techniques where artists seek originality in their works by deliberately rejecting themes, styles, or even forms that the audience is already accustomed to. It is a strategy to arouse curiosity and capture attention through a novel contribution based on GAN networks, in which the authors designed the algorithm following the theory of psychologist Colin Martindale.⁴⁴

CONCLUSIONS

As argued in the article, drawing has been an inseparable part of the creative discourse of architectural design throughout the centuries. Differences or discussions arising from considering architectural education and professional practice, with varying degrees of connection to more artistic or technical disciplines, have not been sufficient to question the value of drawing as a thinking tool in the entire productive and creative process of architecture.

The architect has used drawing as a powerful tool for self-expression, understanding that there are moments when it serves to converse with oneself, others when it serves as a channel for the production and transformation of architecture, and yet others when it is used to communicate with society. The changes that drawing has undergone due to the implementation and development of technologies have not been sufficient to dispense with it; on the contrary, its values have been reinforced as a transmitter of ideas, processes, and architectural communication.

There is a similar relationship between verbal thinking and oral and written language, and architecture and architectural drawings as tools of thought and production of it. There is no thought without language, but architecture is also not possible without drawing, and through it, architecture is defined. The development of architecture over the years has been made possible by the diversification and adaptation of its language, its drawings, with the different possibilities of analog and digital tools and their integration being of vital importance here.

El uso de herramientas digitales no significa el abandono de las herramientas analógicas para entrar únicamente en el mundo tecnológico, sino pensar en procesos de hibridación gráfica en vías de manejar las herramientas más adecuadas en cada momento del proceso. Las tecnologías digitales posibilitan la investigación en aquellos temas que nos vinculan con el dibujo en un marco más contemporáneo, pero sin necesidad de renunciarnos. Las técnicas de modelización tridimensional de edificios permiten grandes avances en el proyecto y en el registro de la arquitectura.

La irrupción de los medios digitales a finales del siglo XX supuso una transformación radical y conceptual del dibujo en el trabajo de los arquitectos, adaptando una herramienta a unas nuevas posibilidades de aproximación al proyecto de arquitectura como lenguaje. Hoy en día la evolución y revolución digital está instalada, entendiendo el dibujo como un lenguaje polisémico para la arquitectura y con múltiples posibilidades de aproximaciones analógicas o digitales, incluso entrando en facetas de simulación y de automatización de procesos gráficos hasta la reciente irrupción de la inteligencia artificial en este ámbito del discurso gráfico de la arquitectura. Podemos afirmar que el objetivo se centra en optimizar procesos en todas las fases del desarrollo de los proyectos, reducir costes, anticipar escenarios futuros con simulaciones y automatizaciones, pero nunca reemplazar la figura del arquitecto en los procesos creativos ni constructivos del hecho arquitectónico.

AGRADECIMIENTOS

Traducción: Blanca Raposo Sánchez. *Universidad Politécnica de Madrid*.

Notas y Referencias

- ¹ Javier Sampedro, "¿De dónde emerge el orden?" *El País Blogs de sociedad*, Enero 12, 2012. <https://blogs.elpais.com/simetrias/2012/01/de-donde-emerge-el-orden.html>
- ² Luigi Pareyson, *Estética. Teoría della formativita* (Bologna: Zanichelli, 1960), 225.

The use of digital tools does not imply the abandonment of analog tools to solely enter the technological world, but rather to consider processes of graphic hybridization aimed at using the most appropriate tools at each stage of the process. Digital technologies enable research into topics related to drawing within a more contemporary framework, but without the need for exclusions. Three-dimensional building modeling techniques enable significant advancements in architectural design and documentation.

The emergence of digital media in the late twentieth century brought about a radical and conceptual transformation of drawing in the work of architects, adapting a tool to new possibilities of approaching architectural design as a language. Today, digital evolution and revolution are firmly established, with drawing understood as a polysemic language for architecture, offering multiple possibilities of both analog and digital approaches, including facets of simulation and automation of graphic processes, and even the recent integration of artificial intelligence into this realm of architectural graphic discourse. We can assert that the goal is to optimize processes in all phases of project development, reduce costs, anticipate future scenarios through simulations and automations, but never to replace the role of the architect in the creative and constructive processes of architectural practice.

ACKNOWLEDGEMENTS

Translation: Blanca Raposo Sánchez. *Universidad Politécnica de Madrid*.

Notes and References

- ¹ Javier Sampedro, "¿De dónde emerge el orden?" *El País Blogs de sociedad*, January 12, 2012. <https://blogs.elpais.com/simetrias/2012/01/de-donde-emerge-el-orden.html>
- ² Luigi Pareyson, *Estética. Teoría della formativita*, (Bologna: Zanichelli, 1960), 225.

- ³ (...) Es ese proceso de creación la esencia del análisis de la obra de arte; un proceso difícil, complejo; -largo, tortuoso y tormentoso proceso- en el decir de G. Mahler. Testimonios de otros artistas nos hablan de un estado de incertidumbre en el momento de abordar el proceso creativo; Strawinsky habla de una -lucha con eso desconocido que debe convertirse en obra, que se irá descubriendo eslabón por eslabón, en una cadena de descubrimientos sucesivos (...). Carlos Montes, *Representación y análisis formal. Lecciones de Análisis de Formas* (Valladolid: University, Publications Secretariat, 1992), 195-196.
- ⁴ (...) como reflexión y recuerdo está el lugar del caminar. (...) Luego aparece el lugar de las tinieblas. (...) Otro lugar singular es el lugar de la noche. (...) Vinculado a la noche, aparece el lugar de las figuras de la luz. (...) Vuelta al mundo de las apariencias...pero ahora el mundo es otro... Mundo renovado de las apariencias. (...) Al final del proceso se recupera el mundo de los fenómenos (...). Francisco Javier Seguí de la Riva, "La genealogía de las obras," en Francisco Javier Seguí, *Oscuridad y sombra: Experiencias en dibujo y arquitectura* (Madrid: Instituto Juan de herra, 2003).
- ⁵ Richard Sennett, *El artesano* (Barcelona: Anagrama, 2009).
- ⁶ Juhani Pallasmaa, *La mano que piensa. Sabiduría existencia y corporal en la arquitectura* (Barcelona: Gustavo Gili, 2011).
- ⁷ Pedro Navascués, "La Real Academia de Bellas Artes de San Fernando y los premios de arquitectura en el siglo XVIII," *Anales / Real Academia de Bellas Artes de San Miguel Arcángel* (2011): 83.
- ⁸ José María Gentil, "Sobre el proyecto de Arquitectura en el Renacimiento. Traza y modelo en "Vidas" de Giorgio Vasari," *E.G.A-Revista de Expresión Gráfica Arquitectónica*, no. 2 (1994): 71-72.
- ⁹ Giorgio Vasari, *Vida de pintores, escultores y arquitectos* (Buenos Aires, 1945).
- ¹⁰ Jean Nicolás Louis Durand (París, 18 de septiembre de 1760 – Thiais, 31 de diciembre de 1834).
- ¹¹ Eugène-Emmanuel Viollet-le-Duc (París, 27 de enero de 1814-Lausana, 17 de septiembre de 1879).
- ¹² <https://www.realacademiabellasartessanfernando.com/la-institucion/academia/la-academia-y-su-historia/>
- ¹³ Francisco Calvo, "La renovación de la pedagogía académica y la creación de la Escuela de Arquitectura," *Q: Consejo superior de Arquitectos*, no. 42 (1981): 58-64.
- ¹⁴ José Antonio Ruiz, "Apuntes para una cronografía sobre el nuevo Plan de Estudios de Arquitectura," *E.G.A-Revista de Expresión Gráfica Arquitectónica*, no. 1 (1993): 109-116.
- ¹⁵ Francisco Javier Seguí de la Riva, and Snijders, T. J. M., *Tekenen van architectuur: expositie* (Technological University of Delft, 1984).
- ¹⁶ Julio Vidaurre, *Panorama Histórico: 1845-1970. Ideología y enseñanza de la arquitectura en la España contemporánea* (Madrid: Turner Ediciones, 1975), 33-92.
- ¹⁷ Teodoro de Anasagasti, *Enseñanza de la Arquitectura, Cultura Moderna Técnico artística* (Madrid: Instituto Juan de Herrera, 1995).
- ¹⁸ Javier García-Gutiérrez Mosteiro, *Dibujo y Proyecto en la obra de Luis Moya Blanco* (PhD diss., Universidad Politécnica de Madrid, 1995).
- ¹⁹ García-Gutiérrez, *Dibujo y Proyecto*, 80-81.
- ²⁰ (...) El "arte" no debe ser algo añadido a la técnica, a la representación. Debe nacer con ellas, y hasta puede influir sobre ellas; la intuición del artista puede resolver problemas científicos o técnicos. No es herejía decir que, si la técnica o la ciencia se valen del dibujo como sistema de representación, puede éste a su vez llegar en un momento especial a influir en aquellas, del mismo modo que el lenguaje condiciona y conforma las ideas del pueblo que lo emplea (...). Javier García-Gutiérrez Mosteiro, *Dibujo y Proyecto en la obra de Luis Moya Blanco* (PhD diss., Universidad Politécnica de Madrid, 1995), 81.
- ³ (...) It is this process of creation that is the essence of the analysis of a work of art; a difficult, complex process; a long, tortuous, and tumultuous process, as G. Mahler puts it. Testimonies from other artists speak of a state of uncertainty when approaching the creative process; Strawinsky speaks of a "struggle with the unknown that must become a work, gradually revealing itself link by link in a chain of successive discoveries (...)." Carlos Montes, *Representación y análisis formal. Lecciones de Análisis de Formas*. (Valladolid: University, Publications Secretariat, 1992), 195-196.
- ⁴ (...) as reflection and remembrance, there is the place of walking. (...) Then emerges the place of darkness. (...) Another distinctive place is the place of the night. (...) Linked to the night, there appears the place of light figures. (...) Return to the world of appearances... but now the world is different... A renewed world of appearances. (...) At the end of the process, the world of phenomena is regained (...). Francisco Javier Seguí de la Riva, "La genealogía de las obras," in *Oscuridad y sombra: Experiencias en dibujo y arquitectura*, de Francisco Javier Seguí (Madrid: Instituto Juan de herra, 2003).
- ⁵ Richard Sennett, *El artesano* (Barcelona: Anagrama, 2009).
- ⁶ Juhani Pallasmaa, *La mano que piensa. Sabiduría existencia y corporal en la arquitectura* (Barcelona: Gustavo Gili, 2011).
- ⁷ Pedro Navascués, "La Real Academia de Bellas Artes de San Fernando y los premios de arquitectura en el siglo XVIII," *Anales / Real Academia de Bellas Artes de San Miguel Arcángel* (2011): 83.
- ⁸ José María Gentil, "Sobre el proyecto de Arquitectura en el Renacimiento. Traza y modelo en "Vidas" de Giorgio Vasari," *E.G.A-Revista de Expresión Gráfica Arquitectónica*, no. 2 (1994): 71-72.
- ⁹ Giorgio Vasari, *Vida de pintores, escultores y arquitectos* (Buenos Aires, 1945).
- ¹⁰ Jean Nicolas Louis Durand (Paris, September 18, 1760 – Thiais, December 31, 1834).
- ¹¹ Eugène-Emmanuel Viollet-le-Duc (Paris, January 27, 1814 - Lausanne, September 17, 1879).
- ¹² Source: <https://www.realacademiabellasartessanfernando.com/la-institucion/academia/la-academia-y-su-historia/>
- ¹³ Francisco Calvo, "La renovación de la pedagogía académica y la creación de la Escuela de Arquitectura," *Q: Consejo superior de Arquitectos*, no. 42 (1981): 58-64.
- ¹⁴ José Antonio Ruiz, "Apuntes para una cronografía sobre el nuevo Plan de Estudios de Arquitectura," *E.G.A-Revista de Expresión Gráfica Arquitectónica*, no. 1 (1993): 109-116.
- ¹⁵ Francisco Javier Seguí de la Riva, and Snijders, T. J. M., *Tekenen van architectuur: expositie* (Technological University of Delft, 1984).
- ¹⁶ Julio Vidaurre, "Panorama Histórico: 1845-1970." *Ideología y enseñanza de la arquitectura en la España contemporánea* (Madrid: Turner Ediciones, 1975), 33-92.
- ¹⁷ Teodoro de Anasagasti, *Enseñanza de la Arquitectura, Cultura Moderna Técnico artística* (Madrid: Instituto Juan de Herrera, 1995).
- ¹⁸ Javier García-Gutiérrez Mosteiro, *Dibujo y Proyecto en la obra de Luis Moya Blanco* (PhD diss., Universidad Politécnica de Madrid, 1995).
- ¹⁹ García-Gutiérrez, *Dibujo y Proyecto*, 80-81.
- ²⁰ "(...) 'Art' should not be something added to technique or representation. It should be born with them and can even influence them; the artist's intuition can solve scientific or technical problems. It is not heretical to say that if technique or science rely on drawing as a system of representation, it can, in turn, at a special moment, influence them, just as language conditions and shapes the ideas of the people who use it (...). Javier García-Gutiérrez Mosteiro, *Dibujo y Proyecto en la obra de Luis Moya Blanco* (PhD diss., Universidad Politécnica de Madrid, 1995), 81.

- ²¹ Ilustración de Luis Moya, *Cuaderno de Apuntes de Construcción de Luis Moya* (Curso 1924-25). Instituto Juan de Herrera. Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid. Universidad Politécnica de Madrid, Edición a cargo de Javier García-Gutiérrez Mosteiro. (Madrid, 1993).
- ²² Leopoldo Torres, "La enseñanza de la historia de la arquitectura," *Revista Arquitectura del Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid (COAM)*, no. 46 (1923): 36-40.
- ²³ Francisco Javier Seguí de la Riva, "Los Departamentos de Expresión Gráfica Arquitectónica desde la experiencia en Análisis de Formas Arquitectónicas," en *I Congreso de Expresión Gráfica Arquitectónica* (Sevilla: Junta de Andalucía, 1986), 30-32, <https://idus.us.es/handle/11441/51242>
- ²⁴ Seguí de la Riva, "Formas Arquitectónicas," 30.
- ²⁵ Víctor D'ors, *Arquitectura y humanismo* (Barcelona: Labor, 1967).
- ²⁶ (...) Pero en el centro de la formación de cualquier artista plástico se encuentra el dibujo. Desde hace algún tiempo se dirigen fuertes y más o menos intencionales lazadas contra este protagonismo o <divismo> del dibujo en la enseñanza de la arquitectura. Nada puede parecerme más dañino. (...). Víctor D'ors, *Arquitectura y humanismo* (Barcelona: Labor, 1967), 118. (...) Al proyectarse con plenitud un edificio, el proyectista debe de constituirse a la vez en arquitecto, en escultor y en pintor. Todos ellos tratan de <formalizar>. Entonces ese arquitecto edificador como no puede formalizar directamente, como suele hacerlo el pintor de cuadros y también el escultor de estatuas, sino que necesita concretar sucesivamente su proyecto edificatorio, como sabemos, en organigramas, croquis y planos con proyecciones, debe pasar fatalmente, más largamente, por el dibujo. Éste -que revela la -<forma pura>- se convierte en su normal y casi único medio de expresión. Y si no en un lenguaje abundoso y bien dominado, ¿Cómo podrá expresarse debidamente? ¿Qué diríamos de un pensador que no supiese bien hablar o escribir? El dominio profundo del dibujo no hay que confundirlo con lo que suele llamarse <el lápiz fácil>. Eso suele hacer propender a una superficialidad efectista -<postalística>-, equivalente a la verborrea charlatanesca. Pero hay más: no es solo que, por el dibujo, muy principalmente, exprese el arquitecto sus ideas. Es que el propio dibujo en sí mismo ocurre en la literatura con las palabras- es fuente incitante a la ideación; inspiradora, reveladora del profundo trascender de la plástica. Cuantos más géneros de dibujos domine, más amplio podrá ser su campo creador, ¿Cómo no iba a ser el dibujo importante para los arquitectos? (...). Víctor D'ors, *Arquitectura y humanismo* (Barcelona: Labor, 1967), 120
- ²⁷ Margarita Luxán, *Proyecto docente para Cátedra. Concurso para provisión de una plaza de Catedrático de Universidad. B.O.E. 15-6-98, 1998* (Madrid: Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid, 1998).
- ²⁸ Enrique Rabasa, *Proyecto Docente para Cátedra. Concurso para provisión de una plaza de Catedrático de Universidad. Resolución de 15 de diciembre de 1997* (Madrid: Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid, 1997).
- ²⁹ Jorge Llopis, *Proyecto docente para Cátedra. Concurso de dotación de plaza de Catedrático de la Universidad Politécnica de Valencia. Resolución de 24 de julio de 2017. Código concurso 91/17. B.O.E. 9 agosto 2017* (Valencia: Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Valencia, 2017).
- ³⁰ Pilar Chías, "Las "imágenes inteligentes": Nuevos retos para la expresión gráfica vinculada al proyecto de arquitectura," en *Actas del VII Congreso Internacional de Expresión Gráfica Arquitectónica* (San Sebastián, 1998): 67-77.
- ²¹ Illustration by Luis Moya, Notebook of *Apuntes de Construcción de Luis Moya* (Academic Year 1924-25). Juan de Herrera Institute. Technical School of Architecture of Madrid. Polytechnic University of Madrid, Edited by Fco Javier García-Gutiérrez Mosteiro. (Madrid, 1993).
- ²² Leopoldo Torres, "La enseñanza de la historia de la arquitectura," *Revista Arquitectura del Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid (COAM)*, no. 46 (February, 1923): 36-40.
- ²³ Francisco Javier Seguí de la Riva, "Los Departamentos de Expresión Gráfica Arquitectónica desde la experiencia en Análisis de Formas Arquitectónicas" in *I Congreso de Expresión Gráfica Arquitectónica* (Sevilla: Junta de Andalucía, 1986), 30-32, <https://idus.us.es/handle/11441/51242>
- ²⁴ Seguí de la Riva, "Formas Arquitectónicas," 30.
- ²⁵ Víctor D'ors, *Arquitectura y humanismo* (Barcelona: Labor, 1967).
- ²⁶ (...) But at the heart of the training of any visual artist lies drawing. For some time now, strong and more or less intentional attacks have been directed against this protagonism or "divism" of drawing in architectural education. Nothing could seem more harmful to me. (...). Víctor D'ors, *Arquitectura y humanismo* (Barcelona: Labor, 1967), 118. (...) When a building is fully designed, the designer must become simultaneously an architect, a sculptor, and a painter. All of them seek to "formalize." Therefore, this architect-builder, since he cannot formalize directly, as the painter of pictures and also the sculptor of statues usually does, but needs to progressively specify his building project, as we know, in diagrams, sketches, and plans with projections, must inevitably, and for a longer period, go through drawing. This - which reveals "pure form" - becomes his normal and almost only means of expression. And if not in a language that is abundant and well-mastered, how can he express himself properly? What would we say about a thinker who did not know how to speak or write well? The profound mastery of drawing should not be confused with what is often called "easy pencil work." This tends to lead to an effective superficiality - "postcard-like" - equivalent to chatterbox verbosity. But there is more: it is not only that, through drawing, architects mainly express their ideas. It is that drawing itself - as is the case in literature with words - is an inspiring source of ideation; it is an inspiration and a revelation of the deep transcendence of the plastic arts. The more genres of drawing one masters, the broader their creative field can be. How could drawing not be important for architects? (...). Víctor D'ors, *Arquitectura y humanismo* (Barcelona: Labor, 1967), 120.
- ²⁷ Margarita Luxán, *Proyecto docente para Cátedra. Concurso para provisión de una plaza de Catedrático de Universidad. B.O.E. 15-6-98, 1998* (Madrid: Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid, 1998).
- Margarita de Luxán, Teaching Project for a Chair. Competition for the Appointment of a University Professorship. Position No. 1 C.U., Official State Gazette (B.O.E.) 15-6-98. Polytechnic University of Madrid. Technical School of Architecture of Madrid. Area of Architectural Graphic Expression. Teaching of Drawing, Analysis, and Ideation. (Madrid 1998).
- ²⁸ Enrique Rabasa, *Proyecto Docente para Cátedra. Concurso para provisión de una plaza de Catedrático de Universidad. Resolución de 15 de diciembre de 1997* (Madrid: Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid, 1997).
- Enrique Rabasa, Teaching Project for a Chair, Competition for the Appointment of a University Professorship. Polytechnic University of Madrid. Technical School of Architecture of Madrid. Area of Architectural Graphic Expression. Teaching of Descriptive Geometry. Resolution of December 15, 1997. (Madrid 1997), 77-103.
- ²⁹ Jorge Llopis, *Proyecto docente para Cátedra. Concurso de dotación de plaza de Catedrático de la Universidad Politécnica de Valencia. Resolución de 24 de julio de 2017. Código concurso 91/17. B.O.E. 9 agosto 2017* (Valencia: Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Valencia, 2017).
- ³⁰ Pilar Chías, "Las "imágenes inteligentes": Nuevos retos para la expresión gráfica vinculada al proyecto de arquitectura," in *Actas del VII Congreso Internacional de Expresión Gráfica Arquitectónica* (San Sebastián, 1998): 67-77.

- ³¹ Fernando Linares, "EGA: Revista de Expresión Gráfica Arquitectónica. Un análisis bibliométrico tras veinte años de su edición," *EGA Expresión Gráfica Arquitectónica* 20, no. 25, (2015): 43.
- ³² CAD: *Diseño Asistido por Computador*.
- ³³ Eduardo Carazo, "Maqueta o modelo digital. La pervivencia de un sistema," *EGA Expresión Gráfica Arquitectónica* 16, no.17 (2011): 30-41.
- ³⁴ La Ingeniería inversa toma una construcción, o un producto ya existente, y trata de saber su funcionamiento, cómo está hecho, cómo se ha logrado, todo con el objetivo de mejorar su funcionamiento.
- ³⁵ Richard Levene, y Cecilia Márquez, "Frank Gehry, 1991-1995," *El Croquis*, no. 74-75 (1995).
- ³⁶ Alejandro Zaera, "Tecnología informática en Frank O. Gehry & Associates," *El Croquis*, no. 74-75 (1995): 6-39.
- ³⁷ Dennis Dollens, *De lo digital a lo analógico* (Barcelona: Gustavo Gili, 2002).
- ³⁸ (...) Según el diseñador de producto Bernhard E. Bürdek, que nos ha dejado contribuciones de la teoría del diseño, nos muestra su inquietud en aquellos factores que han contribuido a un cambio en el paradigma del diseño y en su consolidación como una disciplina compleja y prometedora, cuestión que podemos trasladar al dibujo arquitectónico. Bürdek lo denomina un nuevo paradigma, asociado a un nuevo modo de pensar y hacer, provocado por la irrupción de la tecnología y de la electrónica en la vida contemporánea. Un proceso que está abriendo un abanico de nuevas posibilidades en el diseño y la producción de formas complejas, plásticas y adaptables, bajo un régimen de altísima productividad. (...). Javier Francisco Raposo, María Asunción Salgado, y Belén Butragueño, *Analog Drawing – Digital Drawing. Architectural Graphics Volume 3 - Graphics for Education and Thought* (Cham: Springer International Publishing, 2022).
- ³⁹ Los gemelos digitales son un modelo virtual que refleja con exactitud un objeto físico, proceso o sistema. Se utilizan para realizar simulaciones y estudiar el comportamiento de un producto digital, para después adaptar las soluciones al producto real de una manera eficiente.
- ⁴⁰ Luke Muehlhauser y Bill Hibbard, "Exploratory Engineering in Artificial Intelligence," *Communications of the ACM* 57, no. 9 (2014): 32-34.
- ⁴¹ Ramón López de Mántaras, "El futuro de la IA: hacia inteligencias artificiales realmente inteligentes," en *¿Hacia una nueva Ilustración? Una década trascendente*, VV.AA., (Madrid: BBVA, 2018).
- ⁴² Stevan Harnad, "The Turing Test is not a trick: Turing indistinguishability is a scientific criterion," *ACM SIGART Bulletin* 3, no. 4 (1992): 9-10. <https://doi.org/10.1145/141420.141422>
- ⁴³ Raquel Díaz, "Miles de artistas protestan en ArtStation contra las imágenes generadas por inteligencia artificial," *El Mundo*, 16 de diciembre, 2022. <https://www.elmundo.es/tecnologia/creadores/2022/12/16/639c4306fdddf37f8b4595.html>
- ⁴⁴ Adham El Gamal, "Meet AICAN, a machine that operates as an autonomous artist," *The Conversation*, 17 de Octubre, 2018. <https://theconversation.com/meet-aican-a-machine-that-operates-as-an-autonomous-artist-104381>
- ³¹ Fernando Linares, "EGA: Revista de Expresión Gráfica Arquitectónica. Un análisis bibliométrico tras veinte años de su edición," *EGA Expresión Gráfica Arquitectónica* 20, no. 25, (2015): 43.
- ³² CAD: Computer-Aided Design.
- ³³ Eduardo Carazo, "Maqueta o modelo digital. La pervivencia de un sistema," *EGA Expresión Gráfica Arquitectónica* 16, no.17 (2011): 30-41.
- ³⁴ Reverse engineering takes an existing construction or product and seeks to understand its operation, how it is made, and how it has been achieved, all with the aim of improving its performance.
- ³⁵ Richard Levene, and Cecilia Márquez, "Frank Gehry, 1991-1995," *El Croquis*, no. 74-75 (1995).
- ³⁶ Alejandro Zaera, "Tecnología informática en Frank O. Gehry & Associates," *El Croquis*, no. 74-75 (1995): 6-39.
- ³⁷ Dennis Dollens, *De lo digital a lo analógico* (Barcelona: Gustavo Gili, 2002).
- ³⁸ (...) According to product designer Bernhard E. Bürdek, who has made significant contributions to design theory, he expresses concern about the factors that have contributed to a shift in the design paradigm and its consolidation as a complex and promising discipline, a matter that can be applied to architectural drawing. Bürdek refers to it as a new paradigm, associated with a new way of thinking and doing, driven by the emergence of technology and electronics in contemporary life. This process is opening up a range of new possibilities in the design and production of complex, plastic, and adaptable forms, under a regime of very high productivity. (...). Javier Francisco Raposo, María Asunción Salgado, and Belén Butragueño, *Analog Drawing – Digital Drawing. Architectural Graphics Volume 3 - Graphics for Education and Thought*. Cham: Springer International Publishing, 2022.
- ³⁹ Digital twins are a virtual model that accurately reflects a physical object, process, or system. They are used to conduct simulations and study the behavior of a digital product, and then adapt solutions to the real product efficiently.
- ⁴⁰ Luke Muehlhauser and Bill Hibbard, "Exploratory Engineering in Artificial Intelligence," *Communications of the ACM* 57, no. 9 (2014): 32-34.
- ⁴¹ Ramón López de Mántaras, "El futuro de la IA: hacia inteligencias artificiales realmente inteligentes," in *¿Hacia una nueva Ilustración? Una década trascendente*, VV.AA. (Madrid: BBVA, 2018).
- ⁴² Stevan Harnad, "The Turing Test is not a trick: Turing indistinguishability is a scientific criterion," *ACM SIGART Bulletin* 3, no. 4 (1992): 9-10. <https://doi.org/10.1145/141420.141422>
- ⁴³ Raquel Díaz, "Miles de artistas protestan en ArtStation contra las imágenes generadas por inteligencia artificial," *El Mundo*, December 16, 2022, <https://www.elmundo.es/tecnologia/creadores/2022/12/16/639c4306fdddf37f8b4595.html>, last accessed 2023/02/06.
- ⁴⁴ Adham El Gamal, "Meet AICAN, a machine that operates as an autonomous artist," *The Conversation*, October 17, 2018, <https://theconversation.com/meet-aican-a-machine-that-operates-as-an-autonomous-artist-104381>, last accessed 2023/02/03.

BIBLIOGRAPHY

- Calvo, Francisco. "La renovación de la pedagogía académica y la creación de la Escuela de Arquitectura." *Q: Consejo superior de Arquitectos*, no. 42 (1981): 58-64.
- Carazo, Eduardo. "Maqueta o modelo digital. La pervivencia de un sistema." *EGA Expresión Gráfica Arquitectónica* 16, no. 17 (2011): 30-41. <https://doi.org/10.4995/ega.2011.881>
- Chías, Pilar. "Las "imágenes inteligentes": Nuevos retos para la expresión gráfica vinculada al proyecto de arquitectura." In *VII Congreso Internacional de Expresión Gráfica Arquitectónica*. San Sebastián, 1998. 67-77.

- De Anasagasti, Teodoro. *Enseñanza de la Arquitectura, Cultura Moderna Técnico artística*. Madrid: Instituto Juan de Herrera, 1995.
- D'ors, Víctor. *Arquitectura y humanismo*. Barcelona: Labor, 1967.
- Díaz, Raquel. "Miles de artistas protestan en ArtStation contra las imágenes generadas por inteligencia artificial." *El Mundo*, 16 diciembre, 2022. <https://www.elmundo.es/tecnologia/creadores/2022/12/16/639c4306fdddf37f8b4595.html>, last accessed 2023/02/06.
- Dollens, Dennis. *De lo digital a lo analógico*. Barcelona: Gustavo Gili, 2002.
- El Gamal, Adham. "Meet AICAN, a machine that operates as an autonomous artist." *The Conversation*, October 17, 2018. <https://theconversation.com/meet-aican-a-machine-that-operates-as-an-autonomous-artist-104381>, last accessed 2023/02/03.
- García-Gutiérrez Mosteiro, Francisco Javier. *Dibujo y Proyecto en la obra de Luis Moya Blanco*. PhD diss., Universidad Politécnica de Madrid, 1995.
- Gentil, José María. "Sobre el proyecto de Arquitectura en el Renacimiento. Traza y modelo en "Vidas" de Giorgio Vasari." *E.G.A-Revista de Expresión Gráfica Arquitectónica*, no. 2 (1994): 70-81.
- Harnad, Stevan. "The Turing Test is not a trick: Turing indistinguishability is a scientific criterion." *SIGART Bulletin* 3, no. 4 (1992): 9-10. <https://doi.org/10.1145/141420.141422>
- Levene, Richard, and Márquez, Cecilia. *El Croquis*, no.74-75 (1995).
- Linares, Fernando. "EGA: Revista de Expresión Gráfica Arquitectónica. Un análisis bibliométrico tras veinte años de su edición." *E.G.A Expresión Gráfica Arquitectónica* 20, no. 25, (Valencia 2015): 36-47. <https://doi.org/10.4995/ega.2015.3702>
- Llopis, Jorge. *Proyecto docente para Cátedra. Concurso de dotación de plaza de Catedrático de la Universidad Politécnica de Valencia. Resolución de 24 de julio de 2017. Código concurso 91/17. B.O.E. 9 agosto 2017*. Valencia: Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Valencia, 2017
- López de Mántaras, Ramón. "El futuro de la IA: hacia inteligencias artificiales realmente inteligentes." In *¿Hacia una nueva Ilustración? Una década trascendente*, VV.AA. Madrid: BBVA, 2018.
- Luxán, Margarita. *Proyecto docente para Cátedra. Concurso para provisión de una plaza de Catedrático de Universidad. B.O.E. 15-6-98, 1998*. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid, 1998.
- Montes, Carlos. *Representación y análisis formal. Lecciones de Análisis de Formas*. Valladolid: Universidad, Secretariado de Publicaciones, 1992.
- Muehlhauser, Luke and Hibbard, Bill. "Exploratory Engineering in Artificial Intelligence." *Communications of the ACM* 57, no. 9 (2014): 32-34. <https://doi.org/10.1145/2644257>
- Navascués, Pedro. "La Real Academia de Bellas Artes de San Fernando y los premios de arquitectura en el siglo XVIII." *Anales / Real Academia de Bellas Artes de San Miguel Arcángel* (2011): 81-93.
- Pallasmaa, Juhani. *La mano que piensa. Sabiduría existencia y corporal en la arquitectura*. Barcelona: Gustavo Gili, 2011.
- Pareyson, Luigi. *Estética. Teoría della formativitta*. Bolonia: Zanichelli, 1960.
- Rabasa, Enrique. *Proyecto Docente para Cátedra. Concurso para provisión de una plaza de Catedrático de Universidad. Resolución de 15 de diciembre de 1997*. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid, 1997.
- Raposo, Javier Francisco, Salgado, María Asunción, and Butragueño, Belén. *Analog Drawing - Digital Drawing. Architectural Graphics Volume 3 - Graphics for Education and Thought*. Cham: Springer International Publishing, 2022.
- Ruiz, José Antonio. "Apuntes para una cronografía sobre el nuevo Plan de Estudios de Arquitectura." *E.G.A-Revista de Expresión Gráfica Arquitectónica*, no. 1 (1993): 109-116.
- Sampedro, Javier. "¿De dónde emerge el orden?" *El País Blogs de sociedad*, January 12, 2012. <https://blogs.elpais.com/simetrias/2012/01/de-donde-emerge-el-orden>.
- Seguí de la Riva, Francisco Javier. "La genealogía de las obras (anotaciones esquemáticas)." In Francisco Javier Seguí, *Oscuridad y sombra: Experiencias en dibujo y arquitectura*. Madrid: Instituto Juan de Herrera, 2003.

- Seguí de la Riva, Francisco Javier. "Los Departamentos de Expresión Gráfica Arquitectónica desde la experiencia en Análisis de Formas Arquitectónicas." In *I Congreso de Expresión Gráfica Arquitectónica*, 30-32. Sevilla: Junta de Andalucía, 1986. <https://idus.us.es/handle/11441/51242>
- Sennett, Richard. *El artesano*. Barcelona: Anagrama, 2009. <https://idus.us.es/handle/11441/51242>
- Seguí de la Riva, Francisco Javier, and Snijders, T.J.M. *Tekenen van architectuur: expositie*. Technological University of Delft, 1984.
- Torres, Leopoldo. "La enseñanza de la historia de la arquitectura." *Revista Arquitectura del Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid (COAM)*, no. 46 (1923): 36-40.
- Vasari, Giorgio. *Vida de pintores, escultores y arquitectos*. Buenos Aires, 1945.
- Vidaurre, Julio. *Panorama Histórico: 1845-1970. Ideología y enseñanza de la arquitectura en la España contemporánea*. Madrid: Turner Ediciones, 1975.
- Zaera, Alejandro. "Tecnología informática en Frank O. Gehry & Associates." *El Croquis*, no. 74-75 (1995): 6-39.

Images Source

1. "Le Vite de'più eccellenti Pittori, scultori...". G. Vasari.
2. Compendium of Architecture Lessons. J.N.L. Durand.
3. Curriculum for the year 1921-1922. ETSAM. UPM.
4. Sketchbook. T. Anasagasti. ETSAM. UPM.
5. Sketchbook. L. Moya. ETSAM. UPM.
6. Archive of the subject Analysis of Architectural Forms I. ETSAM. UPM.
7. Archive of the subject Analysis of Architectural Forms II. ETSAM. UPM.
8. Autodesk.
- 9a. Frank Gehry. Museo Guggenheim Bilbao.
- 9c. Ben Fry. <https://benfry.com/writing/uploads/2008/03/guggenheim-520.jpg>
10. Master's in BIM Methodology and Project Management for Construction and Facility Management (MMGBIM). ETSAM. UPM. Degree archive.
11. Virtual Reality, Augmented Reality, Photocomposition. Author.
12. Midjourney Server.