

EFICACIA DEL DIBUJO A MANO ALZADA Y COLABORATIVO PARA LA MEJORA DEL APRENDIZAJE DE SISTEMAS CONSTRUCTIVOS ESTRUCTURALES TRADICIONALES

María Eugenia MACÍÁ-TORREGROSA
Universidad San Pablo-CEU, CEU Universities

1. INTRODUCCIÓN

El estudio de las construcciones arquitectónicas es, ante todo, un acto autónomo vinculado a un proceso técnico que va más allá de simplemente resolver un problema. Se trata de un proceso que afecta a todos los aspectos del sistema constructivo creado y que requiere una integración armoniosa de diferentes elementos. Cada vez es más frecuente ver que tanto estudiantes de arquitectura como arquitectos en general están dejando de lado las herramientas tradicionales de representación manual durante la etapa inicial de creación de ideas, optando en su lugar por herramientas digitales. Esta etapa, llamada «generación de ideas», es crucial, ya que es donde los arquitectos exploran y dibujan los conceptos principales que quieren transmitir. Por ello, el uso de diversas herramientas es esencial para desarrollar habilidades visuales y comprender mejor el espacio, lo que es fundamental para el proceso arquitectónico.

El dibujo es el instrumento del Arquitecto. Todo arquitecto dibuja en el desarrollo de sus tareas, en distintos momentos y de varias formas: con niveles diferentes de exigencia y precisión¹. Hay autores que

¹ Juan Miguel OTXOTORENA (2009), p. 62.

señalan que el lápiz puede utilizarse como una técnica en sí misma, pero que su empleo más frecuente es como método de preparación y construcción de una imagen que luego será terminada con otra técnica². Esa «otra técnica» no debe ser entendida solo como el empleo del grafito, el carboncillo, la plumilla, la acuarela o el gouache sino que es posible desarrollar sistemas constructivos vinculados a un proyecto arquitectónico mediante metodología BIM, diseño paramétrico o modelos en CAD, entre otros. Al igual que la pluma no ha desbancado jamás al lápiz o la acuarela al carboncillo, cada medio gráfico, bien sea manual o virtual, ofrece al alumno la posibilidad de encontrar su forma de expresión más idónea, y gracias a su enseñanza facilitamos que cada uno descubra aquella que le resulte más apropiada para el que quiera emplearla, bien sea para plasmar una idea o explicar un concepto³.

Aunque la inclusión de la metodología BIM en los estudios de Grado en Arquitectura es un hecho ineludible, lo cierto es que, para el estudio de esta disciplina se sigue empleando una amplia gama de ejercicios (croquización, apuntes, planos ...) necesitando siempre del dibujo a mano alzada para controlar aspectos como las proporciones, la escala, las relaciones entre las distintas piezas y elementos que conforman un sistema⁴.

El diseño paramétrico ha sido entendido como un conjunto de procedimientos altamente sofisticados que requieren programas especializados complejos, lo que dificulta su introducción como parte de la educación arquitectónica de pregrado. Si el pensamiento paramétrico no se ve como una intención pedagógica sino como una herramienta de diseño no puede ser introducido de forma efectiva a los estudiantes con el fin de prepararlos para cumplir con la demanda en la práctica de graduados que están al tanto de las últimas herramientas digitales⁵.

Por otro lado, para poder proyectar en cad es necesario el desarrollo de la idea preconcebida entre la mano, el corazón y el cerebro; el dibujo, la representación y la comunicación de la idea concebida. Esa dura tarea del aprendizaje nunca podrá sustituirse por el trabajo realizado con ordenador⁶. Con la antigua técnica del dibujo a mano se podía tener una vista completa del proyecto, en una gran lámina si era necesario, y al ir desarrollando los detalles se iban resolviendo el sistema constructivo, los materiales, los detalles de edificación, etc., lo cual no es tan fácil de lograr con la actual tecnología.

Pero el uso excesivo de los ordenadores está haciendo que los arquitectos dejen de dibujar, y que el dibujo aparezca hoy como algo más bien

² Jorge SAINZ (1990).

³ Marta ALONSO RODRÍGUEZ, Noelia GALVÁN DESVAUX y Antonio ÁLVARO TORDSILLAS (2016), pp. 453-460.

⁴ Íñigo LEÓN CASCANTE y José Javier PÉREZ MARTÍNEZ (2018), p. 79.

⁵ Chaham ALALOUCH (2018), p. 164.

⁶ Marcela de la Asunción CERVANTES GUERRA (2009), p. 82.

engorroso, prescindible y «superado». Estamos dejando de usar el dibujo manual como herramienta de trabajo en las etapas de tanteo, que son las del boceto y el croquis, aun a sabiendas de que este papel tampoco puede considerarse banal o de mero trámite. La ejercitación de la mano activa la llamada visión espacial y el entrenamiento de nuestras potencias proyectivas⁷. Es innegable que, más allá de los posibles avances tecnológicos, el boceto a mano alzada tiene la clara tendencia a prevalecer como medio de expresión para iniciar el proceso creativo o de análisis/comprensión⁸.

El aprendizaje del dibujo manual antes del computacional mejora el conocimiento y las habilidades que los estudiantes necesitan para el diseño creativo (calidad del diseño) y ayuda a apreciar las convenciones y estándares de dibujo (calidad de los dibujos)⁹.

Grandes arquitectos señalan la necesidad del empleo de estrategias de dibujo manual para conectar pensamiento y técnica. Pallasmaa muestra cómo el lápiz en la mano del artista o arquitecto se convierte en el puente entre la mente imaginativa y la imagen emergente, destacando cómo la unión mano-herramienta y la fusión ojo-mano-mente son esenciales para la aumentar nuestra destreza¹⁰. Zumthor, expresa la importancia del empleo del dibujo en sus distintos niveles de representación:

«Estoy interesado en las diferentes formas de presentación/aparición de la arquitectura, en dibujos que tienen como objetivo la materialización/realización. [...] las diferentes categorías de representación gráfica en la arquitectura, dibujos de croquis, dibujos proyectuales, “dibujos de obra” (planos técnicos) [...] se ordenan en base a características/rasgos específicos»¹¹.

El dibujo y la imagen son algo esencial en nuestra profesión y nos remiten de nuevo a pensar qué tipo de arte o actividad es la arquitectura. Mientras que en otras actividades artísticas un boceto es a veces la obra terminada y casi no tiene elaboración posterior, en arquitectura las ideas primeras, es decir los bocetos, tienen que ser confrontadas con procesos de escrutinio y análisis muy intensos¹².

Si entendemos el dibujo como una forma de «lenguaje gráfico», el acto de dibujar se convierte en una manera de representar las ideas y de proyectarlas, una forma de transmitir el pensamiento del autor¹³. En los bocetos aparecen trazos distintos, denominados por algunos investigadores como inseguros o dubitativos. En ocasiones se les ha

⁷ Juan Miguel OTXOTORENA (2007), p. 65.

⁸ José Ramón MACHADO GONZÁLEZ (2016), pp. 72-83.

⁹ Susan McLAREN (2008), pp. 167-188.

¹⁰ Juhani PALLASMAA (2009), pp. 95-96.

¹¹ Peter ZUMTHOR (1994), p. 59.

¹² Antonio GÁMIZ GORDO (2013).

¹³ Rubén PALACIOS LÁZARO (2015).

dado en llamar «trazos pensantes» porque se dibuja y se piensa de manera simultánea¹⁴. Solo manejándose personalmente en el terreno gráfico puede alguien llegar a desenvolverse en el de las formas y su aplicación y en ocasiones se impone que la mano guíe a la mente como si se tratara de su específica prolongación¹⁵. La motricidad gráfica desarrolla destrezas para controlar trazos con intención comunicativa, desde croquis rápidos hasta dibujos ordenados, integrando movimientos corporales y oculares. Este proceso permite diferenciar y relacionar formas reconocibles, transmitiendo un significado consciente¹⁶.

Son muchas las ventajas que aporta la tecnología como apoyo al arquitecto. Entre las habilidades que deben adquirir los estudiantes de arquitectura son, sin duda, las habilidades digitales. Sin embargo, el uso excesivo de herramientas digitales lleva a perder otras habilidades como el dibujo y el diseño a mano, con la consiguiente baja calidad y calidez de la expresión artística del proyectista. Es importante que la formación académica considere un equilibrio entre la aplicación de la tecnología y el diseño, y que los futuros profesionales sean tan competentes en diseño tanto digital como analógico¹⁷.

Diversas disciplinas dentro del Grado en Arquitectura emplean de manera muy eficaz y en diferentes etapas la realización de croquis y bocetos para que los estudiantes muestren sus visiones y pensamientos con imaginación, técnica y creatividad. El dibujo a mano alzada se emplea tanto en asignaturas técnicas cuyo desarrollo se realiza en talleres grupales en las aulas de la universidad¹⁸ como en el planteamiento y análisis de proyectos arquitectónicos¹⁹ (edificatorios, urbanísticos, paisajísticos...). Profesores del área de construcciones arquitectónicas de la UPM han desarrollado diversas actividades de carácter experiencial para la mejora de la comprensión de dichos sistemas²⁰.

En este contexto, el objetivo de este trabajo consiste en poner de manifiesto la importancia del desarrollo de habilidades manuales individuales y grupales tanto para la comprensión de sistemas constructivos estructurales de obra gruesa como para la representación constructiva de los diferentes sistemas mediante las diversas etapas del proceso de su construcción.

Se trata de generar un hábito de trabajo en los estudiantes de la asignatura de Sistemas Constructivos I del Grado en Arquitectura basado en la metodología Learning by Doing mediante el cual sean capaces,

¹⁴ Ana YAGUAS ÁLVAREZ DE TOLEDO (2015).

¹⁵ Juan Miguel OTXOTORENA (2006), pp. 211-218.

¹⁶ Daniel, RODRÍGUEZ MEDINA (2009), p. 105.

¹⁷ Verónica P. ESPINOZA (2007), p. 4.

¹⁸ Alfonso SOLANO DE FRANCISCO (2020), p. 112.

¹⁹ Claudia BERTERO (2022).

²⁰ María del Mar BARBERO-BARRERA *et al.* (2022).

de manera autónoma, de desarrollar técnicamente en el aula detalles de sistemas constructivos estructurales de manera individual y colaborativa mediante el empleo de herramientas manuales que permitan la conexión pensamiento-acción a través de materiales de trabajo manual.

De este modo se busca:

- Facilitar al alumnado una nueva experiencia de aprendizaje personalizada en la que tenga un papel activo en el trabajo y la toma de decisiones.

- Mejorar la autonomía de los estudiantes en el desarrollo de varios sistemas constructivos mediante el cambio en la metodología de impartición de los conceptos la ejecución de la construcción en obra gruesa.

- Ayudar al alumnado a manejar la gran cantidad de información técnica que existe sobre sistemas constructivos estructurales en obra gruesa.

- Colaborar con los estudiantes en la integración de los conocimientos que previamente han adquirido en cursos anteriores con las nuevas enseñanzas y nociones aprendidas en este curso.

- Trabajar en el aula la mayor parte de los contenidos de la asignatura para que puedan solventar sus dudas en clase, colaborar con otros estudiantes y explicar en público los procesos de montaje asociados a los detalles constructivos trabajados.

2. METODOLOGÍA

2.1. Investigación cuantitativa

Participantes. En esta actividad ha participado un grupo pequeño de 19 estudiantes (10 mujeres y 9 hombres y edades comprendidas entre los 20 y 22 años) de tercer curso del Grado en Arquitectura de la Universidad San Pablo CEU durante el curso académico 2023-2024.

Medios y materiales. La actividad se ha desarrollado en un aula convencional con mesas pequeñas individuales colocadas de manera tradicional (en dirección a la pizarra). En ella, los alumnos tienen su puesto de trabajo propio, pero pueden colaborar con el resto de los compañeros que tienen a su alrededor. Los materiales que ha empleado el profesor han sido: la preparación de las clases, la aportación de material extraordinario para ampliación de materia (puesto a disposición del alumnado a través del Aula Virtual de la web de la universidad), y las fichas diseñadas sobre sistemas constructivos estructurales tradicionales. Los materiales que han usado los estudiantes durante el trabajo en cada sesión han sido los habituales en el Grado en Arquitectura (ordenador/tableta portátil, instrumentos de dibujo a mano, papel). El empleo de la pizarra y las tizas de colores también han sido recursos

indispensables. Se han empleado encuestas y cuestionarios para la recopilación de datos.

2.2. Investigación cualitativa

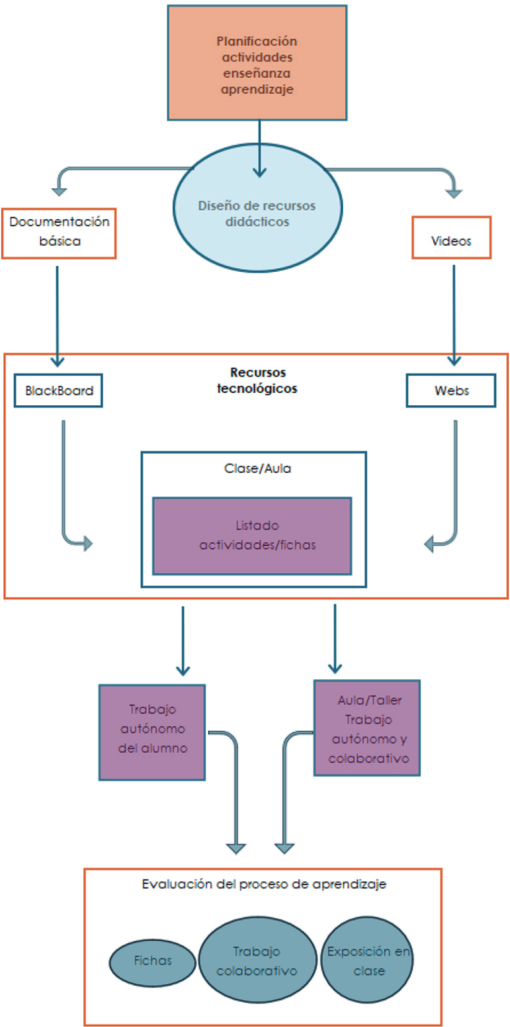
Procedimiento. Para la realización de esta actividad se ha empleado la metodología que se describe en la figura 1. Para la planificación de las actividades que van a permitir la mejora de la enseñanza en la asignatura de Sistemas Constructivos I se han diseñado recursos didácticos (documentación básica y videos) que serán de apoyo a las fichas de detalles constructivos que los estudiantes desarrollarán técnicamente en el aula (tabla 1). Los alumnos trabajan individualmente las fichas, representan detalles constructivos en la pizarra de forma colaborativa y explican a sus compañeros en exposición oral los aspectos relativos a los procesos de montaje asociados a ellos así como las vinculaciones de los sistemas constructivos con contenidos de otras asignaturas cursadas previamente (por ejemplo, los conocimientos adquiridos en la asignatura de materiales de construcción como propiedades físicas, térmicas, mecánicas, químicas, compatibilidad entre materiales... son integrados en estas explicaciones públicas).

TABLA 1. ENUNCIADOS DE LAS FICHAS DE DETALLES CONSTRUCTIVOS REALIZADAS EN EL AULA

Tema	Nº	Actividad
Cimentaciones superficiales	1	Zapata aislada
	2	Unión de zapatas a distinto nivel
	3	Viga de atado entre zapatas
	4	Arranque de pilar (HEB) en cimentación. Unión articulada
Cimentaciones profundas	5	Detalles genéricos de pilotes y encepados
Muros de contención y pantallas	6	Enlace en coronación de muro con forjado unidireccional. Viguetas paralelas
	7	Arranque de muro en zapata corrida descentrada con viga de cimentación
	8	Proceso de ejecución de una pantalla
Nudos estructurales	9	Sistema Cáviti (Forjado Sanitario): Encuentro con pilar metálico
	10	Arranque de pilar (2 UPN empresillados) en cimentación. Unión rígida
	11	Unión de viga metálica con viga o placa de hormigón sobre pilar de hormigón continuo superior e inferior
	12	Montaje de ábaco de medianera con pilar metálico. Forjado reticular
Forjados	13	Cambio de orientación en viga de canto descolgada interior. Forjado unidireccional. Viguetas de celosía
	14	Viga en ménsula
Escaleras	15	Arranque de escalera de hormigón en losa de cimentación
	16	Arranque y desembarco de escalera metálica (Mies y Bacardi)

Fuente: elaboración propia.

FIGURA 1. **PROCEDIMIENTO DE TRABAJO INDIVIDUAL Y COLABORATIVO EN EL AULA**



Fuente: elaboración propia.

En la figura 2 se puede observar el trabajo realizado por un estudiante con relación a los componentes del sistema de un muro de contención dibujado a mano, el trabajo colaborativo y grupal de los alumnos en el aula tanto en mesa como en pizarra siempre empleando herramientas manuales (con apoyo de ordenadores para revisar conceptos teóricos) y la exposición oral de dos estudiantes en pizarra acerca de los procesos de montaje y la ejecución de un encepado de pilotes.

FIGURA 2. IMÁGENES DE LOS PROCESOS DE TRABAJO MANUAL Y COLABORATIVO EN EL AULA



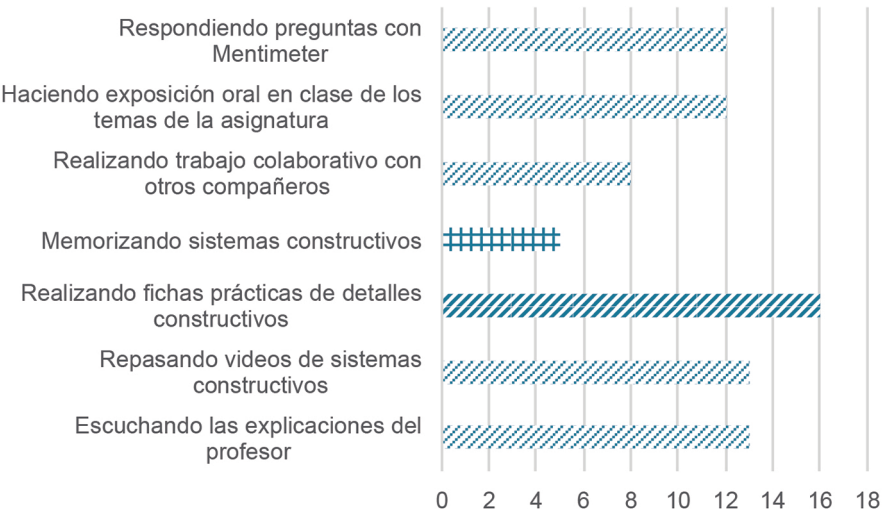
Fuente: elaboración propia.

3. RESULTADOS

Durante la realización de la actividad se han obtenido los siguientes resultados:

Los alumnos han elaborado en el aula de manera individual y colaborativa los detalles constructivos asociados a las fichas preparadas para practicar conceptos explicados previamente en las clases teóricas. Mediante el trabajo autónomo del estudiante y las tareas realizadas en el aula junto al resto de compañeros se realiza una evaluación (basada en la observación) y una autoevaluación (en forma de encuesta y cuestionario).

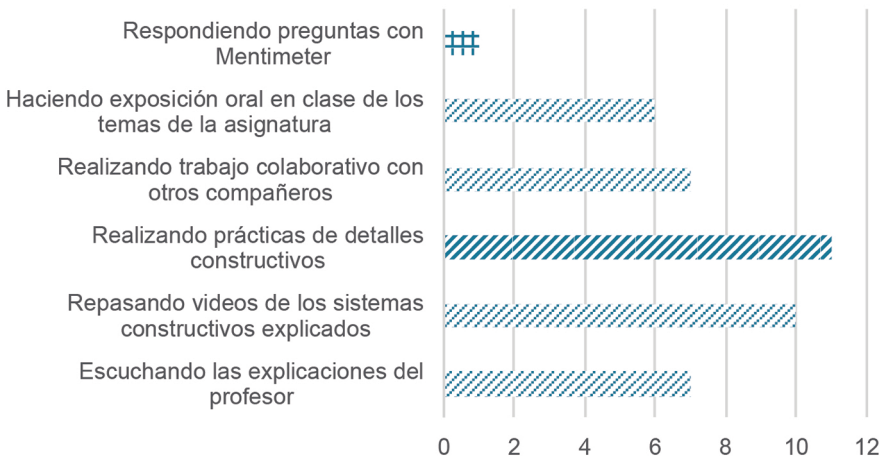
FIGURA 3. PREFERENCIA DE MÉTODOS O FORMAS DE ESTUDIO EN ASIGNATURAS DE CONSTRUCCIÓN. ENCUESTA REALIZADA EN LA SEMANA 8 DEL SEMESTRE



Fuente: elaboración propia.

Se ha preguntado a los estudiantes por su preferencia a la hora de estudiar las asignaturas de construcción mediante diferentes estrategias. Cada estudiante ha podido votar solo por tres de las opciones planteadas. Los resultados obtenidos a mitad de semestre quedan reflejados en la figura 3. Al final del curso se ha preguntado de nuevo a los estudiantes por su preferencia (manteniendo la votación máxima de tres opciones) eliminando la opción menos votada en la encuesta anterior (figura 4).

FIGURA 4. PREFERENCIA DE MÉTODOS O FORMAS DE ESTUDIO EN ASIGNATURAS DE CONSTRUCCIÓN. ENCUESTA REALIZADA EN LA SEMANA 14 DEL SEMESTRE



Fuente: elaboración propia.

A través de una encuesta realizada a estudiantes sobre los métodos o formatos de aprendizaje de las materias de construcción, se obtuvieron los siguientes resultados:

1. Predominio de Métodos Activos y Participativos:

Las actividades más mencionadas «Realizando fichas prácticas de detalles constructivos» (16-11 menciones) y «Escuchando las explicaciones del profesor» (13-7 menciones) enfatizan una preferencia por métodos que requieren la participación activa de los estudiantes. Este enfoque es consistente con las teorías constructivistas del aprendizaje, que postulan que los estudiantes aprenden mejor cuando están activamente involucrados en el proceso de construcción del conocimiento.

2. Integración de Tecnología Educativa:

La alta frecuencia de menciones de «Respondiendo preguntas con Mentimeter» (12-1 menciones) y «Repasando videos de los sistemas

constructivos explicados» (13-10 menciones) refleja la creciente integración de tecnologías interactivas en la educación. Estas herramientas no solo fomentan la participación activa, sino que también brindan plataformas para el aprendizaje independiente y el acceso a recursos multimedia para enriquecer la experiencia educativa. Cabe señalar que Mentimeter les entusiasma por novedoso en la primera encuesta pero no así en la encuesta final.

3. Énfasis cada vez menor en la Memorización:

El número relativamente bajo de menciones de «Memorizando sistemas constructivos» (5 menciones) indica un cambio del énfasis tradicional en la memorización a un enfoque más analítico y aplicado. Esto sugiere que el aprendizaje es un proceso más complejo y profundo que la mera acumulación de datos y enfatiza la importancia de la aplicación práctica y la integración del conocimiento.

4. Colaboración y Aprendizaje Social:

«Realizando trabajo colaborativo con otros compañeros» (8-7 menciones) subraya la importancia del aprendizaje colaborativo. Este enfoque está en consonancia con las teorías del aprendizaje social de Vygotsky, que enfatizan el papel crucial de la interacción social en el desarrollo cognitivo. Al trabajar juntos, los estudiantes pueden beneficiarse de diferentes perspectivas y habilidades, promoviendo un aprendizaje más rico y diverso.

5. Preferencia por Métodos Combinados:

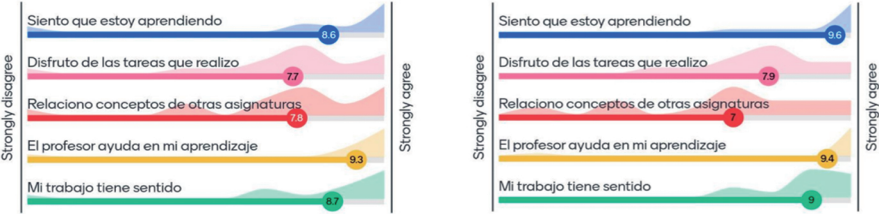
Los diversos métodos mencionados demuestran que no existe una única estrategia de enseñanza-aprendizaje dominante, sino más bien una combinación de métodos que juntos proporciona una experiencia educativa más integral. Este enfoque diverso es esencial para satisfacer las diferentes necesidades y estilos de aprendizaje de los estudiantes, promoviendo así una educación más inclusiva y eficaz.

En este contexto, es fundamental resaltar la importancia del dibujo manual y colaborativo como una herramienta educativa clave en las materias de construcción. El dibujo manual no solo permite a los estudiantes desarrollar habilidades prácticas esenciales, sino que también facilita una comprensión más profunda y tangible de los detalles constructivos.

Con respecto a las percepciones cualitativas de los niveles de aprendizaje de los estudiantes, los alumnos respondieron a las siguientes preguntas a mitad del semestre (figura 5). En la misma figura se muestran los resultados de la idéntica encuesta al final del curso.

A través de estos datos obtenemos los siguientes resultados:

FIGURA 5. PERCEPCIONES CUALITATIVAS DE LOS NIVELES DE APRENDIZAJE DE LOS ESTUDIANTES. ENCUESTAS REALIZADAS EN LAS SEMANAS 8 Y 14 DEL SEMESTRE



Fuente: elaboración propia.

FIGURA 6. COMPARATIVA DE SATISFACCIÓN CON RELACIÓN A LOS NIVELES DE APRENDIZAJE DE LOS ESTUDIANTES. ENCUESTAS REALIZADAS EN LAS SEMANAS 8 Y 14 DEL SEMESTRE

TOTAL ALUMNOS	ALUMNOS QUE CONTESTAN ENCUESTA	% ALUMNOS QUE CONTESTAN ENCUESTA	Aprendizaje	Disfrute	Relacionar	Profesor	Trabajo
19	18	94,7	8,6	7,7	7,8	9,3	8,7

TOTAL ALUMNOS	ALUMNOS QUE CONTESTAN ENCUESTA	% ALUMNOS QUE CONTESTAN ENCUESTA	Aprendizaje	Disfrute	Relacionar	Profesor	Trabajo
19	14	73,7	9,6	7,9	7	9,4	9

Fuente: elaboración propia.

A través de una encuesta realizada a estudiantes sobre sus percepciones de aprendizaje mediante el empleo del uso de herramientas de dibujo manual y colaborativas de las materias de construcción, se obtuvieron los siguientes resultados:

1. Percepción de Aprendizaje:

«Siento que estoy aprendiendo» recibe una calificación de 8,6. Esta percepción mejora significativamente a 9,6 al finalizar la asignatura. Este notable incremento puede interpretarse como un testimonio de la efectividad de las metodologías pedagógicas implementadas. La transición hacia enfoques más activos y participativos probablemente ha fomentado una mayor autopercepción de aprendizaje entre los estudiantes, alineándose con teorías constructivistas que enfatizan el aprendizaje autodirigido y experiencial.

2. Disfrute de las Tareas:

La puntuación inicial es 7,7. Al finalizar el semestre es ligeramente superior con 7,9. Aunque el incremento es modesto, sugiere una ten-

dencia positiva. Este resultado podría reflejar una mejora en el diseño curricular, haciéndolo más atractivo y alineado con los intereses y motivaciones intrínsecas de los estudiantes. Según la teoría de la autodeterminación, el disfrute de las tareas está vinculado a la satisfacción de las necesidades de autonomía, competencia y relación.

3. Relación de Conceptos de Otras Asignaturas:

La calificación inicial en este concepto es de 7,8. La percepción de los estudiantes disminuye a 7,0 al terminar la asignatura. La disminución en este área podría sugerir una mayor especialización de los contenidos que, si bien puede profundizar el conocimiento específico, podría estar reduciendo la capacidad de los estudiantes para integrar y aplicar conocimientos de manera interdisciplinaria. Esto señala una posible necesidad de reevaluar el currículo para fomentar conexiones más robustas entre asignaturas (como materiales de construcción, proyectos arquitectónicos o análisis de estructuras, entre otras).

4. Ayuda del Profesor en el Aprendizaje:

La calificación inicial es de 9,3 aumentando a 9,4 en la encuesta final. La consistencia y mejora en esta calificación reflejan una percepción sostenida y ligeramente mejorada del apoyo del docente. Este dato es crucial, ya que destaca la importancia del profesor como mediador del conocimiento, facilitador y guía en el proceso educativo.

5. Sentido del Trabajo Realizado:

La puntuación inicial es de 8,7 mejora a 9,0 en la encuesta al finalizar el semestre. La percepción de que el trabajo realizado tiene sentido se ha incrementado, lo cual es fundamental desde una perspectiva humanista de la educación. Este sentido de propósito y relevancia es crucial para la motivación y el compromiso de los estudiantes, dada la importancia de la educación experiencial y el aprendizaje basado en proyectos relevantes para la vida real.

4. DISCUSIÓN

Por un lado, los gráficos expuestos que muestran la preferencia de los métodos de estudio de las asignaturas de construcciones arquitectónicas señalan la preferencia de los estudiantes por diversos métodos de aprendizaje en las materias de construcción, destacando particularmente la realización de prácticas de detalles constructivos en el aula a mano alzada y la realización de detalles constructivos a través del trabajo colaborativo con otros compañeros en la pizarra. Estos resultados subrayan la importancia del dibujo manual y colaborativo en el proceso educativo. El dibujo manual no solo mejora la habilidad técnica y la comprensión de los detalles constructivos, sino

que también, cuando se realiza de manera colaborativa, permite a los estudiantes compartir ideas y estrategias, fomentando un aprendizaje más profundo y diversificado. Este enfoque no solo complementa las prácticas individuales, sino que también fortalece las competencias sociales y comunicativas, esenciales para el desarrollo profesional en el campo de la construcción. Además, al combinar el dibujo manual con métodos tecnológicos y participativos, se logra una experiencia educativa más integral y eficaz.

Por otro lado, los resultados de la encuesta reflejan un alto grado de satisfacción entre los estudiantes que trabajan en detalles constructivos estructurales tradicionales, como se evidencia en las altas puntuaciones en ítems como «Siento que estoy aprendiendo» (8,6 y 9,6), «El profesor ayuda en mi aprendizaje» (9,3 y 9,4), y «Mi trabajo tiene sentido» (8,7 y 9). Estos hallazgos continúan subrayando la importancia del dibujo manual y colaborativo en el proceso de aprendizaje. El dibujo manual permite a los estudiantes comprender mejor los detalles constructivos y aplicar conocimientos teóricos de manera práctica, mientras que el trabajo colaborativo fomenta el intercambio de ideas y la resolución conjunta de problemas. Esta combinación de métodos no solo enriquece el aprendizaje, sino que también aumenta la satisfacción y el sentido de relevancia del trabajo realizado, proporcionando una enseñanza educativa integral y significativa.

En resumen, los gráficos que muestran la preferencia de los métodos de estudio de las asignaturas de construcciones arquitectónicas y los resultados de la encuesta sobre la satisfacción de los estudiantes resaltan la crucial importancia del dibujo manual y colaborativo en el proceso educativo. Los estudiantes no solo prefieren métodos de aprendizaje activos y colaborativos, como la realización de prácticas de detalles constructivos y el trabajo en equipo, sino que también demuestran altos niveles de satisfacción y un sentimiento de relevancia en su trabajo cuando emplean estos métodos. El dibujo manual mejora la habilidad técnica y la comprensión de los detalles constructivos, mientras que el trabajo colaborativo permite el intercambio de ideas y estrategias, fomentando un aprendizaje más profundo y diversificado. Al combinar el dibujo manual con métodos tecnológicos y participativos, se logra una experiencia educativa más integral y eficaz, fortaleciendo tanto las competencias técnicas como las sociales y comunicativas, esenciales para el desarrollo profesional en el campo de la construcción.

5. CONCLUSIONES

De acuerdo a los objetivos planteados al inicio del trabajo se pueden obtener las siguientes conclusiones:

— Los resultados reflejan una preferencia significativa por métodos de aprendizaje que requieren la participación activa de los estudiantes, como la realización de fichas prácticas de detalles constructivos o la escucha activa de las explicaciones del profesor. Esta preferencia subraya la importancia del dibujo manual, ya que permite a los estudiantes involucrarse directamente en el proceso de aprendizaje y tomar decisiones críticas en la creación de detalles constructivos. El papel activo en estas actividades personaliza la experiencia de aprendizaje, haciendo que los estudiantes sean protagonistas de su propio proceso educativo.

— La integración de tecnologías educativas como responder preguntas con Mentimeter o repasar videos de los sistemas constructivos explicados en el aula complementa la enseñanza tradicional pero su valoración por parte de los estudiantes es relativamente baja (especialmente en el caso de las encuestas en el aula en tiempo real). Esto demuestra que el dibujo manual es esencial para aprender detalles constructivos, les permite aplicar conceptos teóricos de manera práctica, desarrollando habilidades críticas para la ejecución de la construcción en obra gruesa.

— El menor énfasis en la memorización, evidenciado por las pocas menciones de «Memorizar sistemas constructivos», resalta la necesidad de metodologías que permitan manejar y aplicar información técnica de manera efectiva. El dibujo manual facilita esta tarea, ya que permite a los estudiantes visualizar y comprender mejor los sistemas constructivos complejos. Al traducir la información técnica en dibujos y esquemas, los estudiantes pueden gestionar y retener mejor grandes cantidades de información.

— El aprendizaje colaborativo, destacado por la actividad «Realizando trabajo colaborativo con otros compañeros», es crucial para integrar conocimientos previos con nuevos conceptos. El dibujo colaborativo permite a los estudiantes compartir y construir sobre sus experiencias pasadas mientras aprenden nuevos detalles constructivos. Esta colaboración fomenta una transferencia de conocimiento más efectiva y un entendimiento más profundo de los conceptos arquitectónicos, al integrar lo aprendido anteriormente con las nuevas enseñanzas.

— La diversidad de métodos mencionados indica una preferencia por un enfoque combinado de enseñanza-aprendizaje. Trabajar en el aula facilita la resolución inmediata de dudas y la colaboración entre estudiantes. El dibujo manual en clase no solo permite a los estudiantes practicar y perfeccionar sus habilidades técnicas, sino que también proporciona oportunidades para explicar en público los procesos de montaje asociados a los detalles constructivos. Esto fortalece sus competencias comunicativas y su capacidad para colaborar y compartir conocimientos de manera efectiva.

En resumen, los resultados de esta investigación esencialmente cualitativa destacan la importancia de métodos de aprendizaje activos, colaborativos y tecnológicos, junto con un menor énfasis en la

memorización. En el contexto de las asignaturas de construcciones arquitectónicas, esto enfatiza la necesidad de integrar el dibujo manual y colaborativo como una herramienta fundamental para el aprendizaje, permitiendo a los estudiantes tomar un papel activo, mejorar su autonomía, manejar información técnica, integrar conocimientos previos y trabajar en el aula para resolver dudas y colaborar con otros estudiantes.

6. REFERENCIAS

- ALALOUC, Chaham (2018). «A pedagogical approach to integrate parametric thinking in early design studios», *Archnet-IJAR: International Journal of Architectural Research*, vol. 12, núm. 2, <https://doi.org/10.26687/archnet-ijar.v12i2.1584> (consultado el 18 de abril de 2024).
- ALONSO RODRÍGUEZ, Marta; GALVÁN DESVAUX, Noelia y ÁLVARO TORDSILLAS, Antonio (2016). «De la mente al papel: nuevas técnicas aplicadas al dibujo de arquitectura», *El arquitecto, de la tradición al siglo XXI: docencia e investigación en expresión gráfica arquitectónica*, XVI Congreso Internacional de Expresión Gráfica Arquitectónica, Alcalá de Henares, 2-3 de junio de 2016, Madrid, Universidad de Alcalá, pp. 453-460.
- BARBERO-BARRERA, María del Mar *et al.* (2022). «Pedagogía de la construcción: combinación de técnicas de aprendizaje», en X Jornadas sobre Innovación Docente en Arquitectura (JIDA'22), 17-18 de noviembre de 2022, Reus, Universitat Politècnica de Catalunya, pp. 163-171.
- BERTERO, Claudia (2022). *La enseñanza de la arquitectura: entre lo dibujado y lo desdibujado*, Argentina, Universidad Nacional del Litoral.
- CERVANTES GUERRA, Marcela de la Asunción (2009). «Influencias positivas y negativas de la tecnología en el dibujo. Propuestas al programa de arquitectura», en Haydeé DÁVALOS ROBLEDO, Cristóbal Eduardo MACIEL CARBAJAL y Verónica DURÁN ALFARO (eds.), *La representación para el diseño en el siglo XXI*, México, Cuaad, pp. 81-92.
- ESPIÑOZA, Verónica P. (2017). «La Importancia del Dibujo en la Formación del Arquitecto: Equilibrio entre el diseño digital y el analógico», XXI Congreso de la Sociedad Iberoamericana de Gráfica Digital, Concepción, 22-24 de noviembre de 2017, Chile, pp. 1-7.
- GÁMIZ GORDO, Antonio, (2013). «Conversando con Cruz y Ortiz. Sobre el proceso de ideación gráfica de la arquitectura», *Revista de Expresión Gráfica Arquitectónica*, núm. 13, <https://doi.org/10.4995/ega.2013.1519> (consultado el 11 de abril de 2024).
- LEÓN CASCANTE, Íñigo, y PÉREZ MARTÍNEZ, José Javier. (2018). «Docencia colaborativa en BIM. Desde la tradición y dirigida por la expresión gráfica arquitectónica», *EGA Expresión Gráfica Arquitectónica*, vol. 23, núm. 32, <https://doi.org/10.4995/ega.2018.9077> (consultado el 16 de abril de 2024).
- MACHADO GONZÁLEZ, José Ramón, (2016). «El boceto arquitectónico, entre el trazo a mano y el clic digital», *Revista arbitrada de diseño de la Universidad de Los Andes*, núm. 2, <https://www.researchgate.net/publication/316659710> (consultado el 2 de marzo de 2024).
- MCLAREN, Susan (2008). «Exploring perceptions and attitudes towards teaching and learning manual technical drawing in a digital age», *Inter-*

- national Journal of Technology and Design Education*, vol. 18, <https://doi.org/10.1007/s10798-006-9020-2> (consultado el 10 de abril de 2024).
- OTXOTORENA, Juan Miguel, (2006). «A vueltas con los ordenadores y el dibujo en arquitectura: 10 preguntas de ida y vuelta», *Funciones del dibujo en la producción actual de la arquitectura*, XI Congreso Internacional de Expresión Gráfica Arquitectónica, Sevilla, Universidad de Sevilla, 4-6 de mayo de 2006, pp. 211-218.
- (2007). «Dibujo y proyecto en el panorama de la arquitectura contemporánea. impacto e influjo de los nuevos procedimientos gráficos», *Revista de Expresión Gráfica Arquitectónica*, núm. 12, <https://doi.org/10.4995/ega.2007.10291> (consultado el 28 de marzo de 2024).
- (2009). «Arquitectura y dibujo, nostalgias y desmentidos», *Revista de Expresión Gráfica Arquitectónica*, núm. 4, <https://doi.org/10.4995/ega.2009.10237> (consultado el 29 de marzo de 2024).
- PALACIOS LÁZARO, Rubén (2015). «El dibujo como herramienta en el proceso creativo del cine y la arquitectura», tesis doctoral, Madrid, Universidad Politécnica.
- PALLASMAA, Juhani (2009). «Embodied and Existential Wisdom in Architecture: The Thinking Hand», *Body & Society*, vol. 23, núm. 1, <https://doi.org/10.1177/1357034X16681443> (consultado el 23 de abril de 2024).
- RODRÍGUEZ MEDINA, Daniel (2009). «El dibujo a mano vs. dibujo asistido por ordenador», en Haydeé DÁVALOS ROBLEDO, Cristóbal Eduardo MACIEL CARBAJAL y Verónica DURÁN ALFARO (eds.), *La representación para el diseño en el siglo XXI*, México, Cuaad, pp. 97-116.
- SAINZ, Jorge (1990). *El dibujo de arquitectura. Teoría e historia de un lenguaje gráfico*, Madrid, Nerea.
- SOLANO DE FRANCISCO, Alfonso (2020). «Taller internacional de dibujo a mano alzada», *Arquitectura y Urbanismo*, vol. 41, núm. 1, <https://rau.cujae.edu.cu/index.php/revistaau/article/view/571> (consultado el 22 de marzo de 2024).
- YANGUAS ÁLVAREZ DE TOLEDO, Ana (2015). «Los inicios. El dibujo como pensamiento de la arquitectura: bocetos», tesis doctoral, Sevilla, Universidad de Sevilla.
- ZUMTHOR, P. (1994). *Partituren und Bilder. Architektonische Arbeiten aus dem Atelier Peter Zumthor 1985-1988*, Architekturgalerie Luzern.