

El papel de la geometría en la formación gráfica de los estudiantes de arquitectura, (grupo 1)
Autores: Joan Font Comas, Isabel Crespo Cabillo y Paco Martínez Mindeguía; Universidad Politécnica de Cataluña.

Las nuevas disposiciones ministeriales y las recientes normativas europeas obligan a revisar y adaptar los planes de estudios. En realidad, no se trata de iniciar procesos de cambio en profundidad sino de practicar algunos reajustes en los planes vigentes. Sin embargo, es indiscutible que en la última década las disciplinas que son objeto de nuestra área de conocimiento han sufrido importantes transformaciones, en el ámbito profesional, que no siempre han tenido su traducción en el académico. Parece adecuado, pues, aprovechar la ocasión para tratar de aproximar nuestras enseñanzas al proceso evolutivo que ha desencadenado la masiva introducción de los sistemas informáticos.

Hay que ser conscientes, no obstante, de que la discusión y elaboración de un plan de estudios es una cuestión política. Y, aunque la teoría presenta la acción política como la consecuencia del debate de ideas, la práctica enseña que la política real no suele obedecer a confrontación de ideas sino a confrontación de intereses. Y, puestos a ser realistas, hay que admitir que, en la estructura endogámica de nuestras universidades, los intereses que se confrontan no suelen ser otros que los de los distintos grupos, tribus o clanes de profesores. Naturalmente, esos intereses nunca son presentados de forma explícita y cruda como lo que son –simple y primaria disputa de parcelas de poder-, y se revisten de discurso para-ideológico; lo que conlleva un desmesurado derroche de tiempo y recursos en reuniones inacabables y en aburridos ejercicios de retórica. Esa dinámica, tan ...universitaria, tiende a esterilizar las mentes y a frustrar todo debate docente serio. Sin embargo, el hecho de que el medio en que nos movemos sea tan poco estimulante, tan paupérrimo, tan desesperanzador, no debe -no puede- impedir que, desde nuestra propia individualidad intelectual, nos cuestionemos hacia dónde vamos o, mejor, hacia dónde deberíamos ir. Ése es el planteamiento con el que, hace poco más de un año y a petición del jefe de estudios de nuestra escuela, escribíamos el documento “*Apuntes para un replanteo de la formación gráfica de los estudiantes de la Escuela de Arquitectura del Vallés*”. Un documento relativamente extenso –33 páginas- que realizaba un ejercicio de aproximación al papel que hoy, a nuestro entender, debería jugar el área en la formación de los futuros arquitectos.

Podemos decir, sin rubor, que el documento causó cierto impacto; recibió grandes elogios del jefe de estudios y de personas de otros departamentos, o del propio departamento pero ajenas a la Escuela del Vallés. Y, como era de esperar, provocó iras y rechazos en los círculos más próximos; por lo que rápidamente fue neutralizado. Podría pensarse, ya que eso era previsible, que habíamos perdido lastimosamente el tiempo. No sería cierto. De entrada, el documento y sobre todo el esfuerzo de reflexión que requirió han sido útiles para nosotros; hoy tenemos más claro el norte hacia el cual apuntar. Pero también sería incierto afirmar que el documento no ha hecho mella en quienes lo combatieron. Desde las propias filas de *la oposición* se admitía que era difícil no estar de acuerdo con su contenido. Por lo tanto, pese al previsible y probablemente inevitable rechazo político, tenemos la convicción de que el esfuerzo no fue baldío; de que de una u otra forma las ideas que el documento ponía sobre la mesa han desencadenado dinámicas, tal vez muy lentas, exasperantemente lentas, pero que ya no tienen retroceso. Si bien es cierto que la velocidad de los cambios en el mundo exterior requeriría un proceso mucho más acelerado, no es menos cierto que la mayor dificultad está en vencer la inercia del reposo inicial.

El trabajo que presentamos se centra en el capítulo que replantea el papel de las enseñanzas tradicionalmente recogidas bajo la etiqueta común de *geometría descriptiva*. Quede claro que se trata de materiales para la reflexión docente. No es *lo que hacemos* sino lo que creemos que *deberíamos hacer*. Son planteamientos hoy por hoy irrealizables y, por lo tanto, utópicos. Sin embargo, no parten de la nada; se fundamentan en una ya dilatada experiencia docente y en la

actividad intensa y continua del Centro de Aplicaciones de la Informática a la Representación de Arquitectura y Territorio (CAIRAT), de la Escuela del Vallés, colaborando con despachos, empresas e instituciones en distintos proyectos de transferencia de tecnología.

Contexto general

Como se ha dicho ya, el presente trabajo quiere centrarse en uno de los capítulos del documento. Sin embargo, eso no es posible sin situarlo en el contexto del planteamiento general. Sintetizar ese planteamiento comporta un riesgo de simplificación importante. Riesgo que hay que asumir para mantener este escrito dentro de unos límites de extensión razonable. Se impone, pues, un ruego de comprensión al lector, en el sentido de que lo que aquí pueden parecer afirmaciones categóricas y gratuitas son, en realidad, conclusiones que responden a análisis y argumentos ampliamente desarrollados en el texto original. Advirtiendo pues de esa simplificación, las líneas maestras del documento, en las que se inscribe el planteamiento del trabajo, son:

- Adoptar el término *representación* como el que mejor engloba, sin apriorismos, los conocimientos propios de nuestra área.
- Entender que no hay dos tipos de representación de la arquitectura, en paralelo, –uno tradicional y otro informatizado- sino que el tema es único: la representación actual de la arquitectura.
- Que hoy ese tema pivota fundamentalmente entorno a los sistemas informáticos; no de forma exclusiva, pero sí principal. Lo que, en buena lógica, debería invertir la situación actual en la que la mayor parte de los contenidos docentes se centran en procedimientos manuales, mientras que la representación con ordenador es relegada a una presencia prácticamente marginal. Hoy, los sistemas informáticos no son una alternativa; son *la normalidad*. Y lo razonable, también, es que a esa *normalidad* se integren técnicas manuales, tampoco como alternativa u opción marginal, sino como partes integrantes y necesarias de un mismo todo.
- Distinguir entre el papel de nuestra docencia en el primer año de carrera y la formación posterior. En el primer año, el objetivo principal no debería ser la representación en sí, sino aprender a ver la arquitectura (su lógica, su estructura, su geometría, sus medidas), algo que sólo se consigue representando, y establecer la relación conceptual entre arquitectura y su representación. A partir de ese primer curso, el objetivo sí que debe ser ya la representación, entendida como uno de los oficios que integran los conocimientos básicos de todo arquitecto, y, en consecuencia, nuestra docencia debería tomar un marcado carácter instrumental.
- No hay razones didácticas ni conceptuales que, hoy, justifiquen la distinción clásica entre las distintas disciplinas del área. El mantenimiento de esa división obedece exclusivamente a razones políticas.
- El área debe desarrollar su papel específico, que hoy no es poco, y dejar de asumir, como objetivos fundamentales, contenidos cuya desarrollo corresponde a otras áreas.

La geometría en el área

Tradicionalmente, la geometría se ha asociado a la representación. Es cierto que la representación arquitectónica es geométrica, pero lo es porque la arquitectura es geométrica. La arquitectura organiza el espacio en planos; establece la comunicación entre ellos; regula las opacidades, visibilidades y transparencias; las entradas de luz; la protección térmica. Todo ello son factores físicos que dependen de una determinada organización geométrica de los planos y de las fronteras o elementos definidores del espacio arquitectónico. Parece equívoco, pues,

plantear que la geometría es tributaria de la representación, cuando en realidad lo es de la arquitectura.

El hecho de que el análisis geométrico de la forma se haya venido efectuando a través de los métodos gráficos del sistema diédrico (hasta hace muy poco, los idóneos) ha inducido a considerar la geometría casi como uno de los oficios propios de la representación de la arquitectura. La aparición y uso de los modelos informáticos permite clarificar el panorama y lleva a considerar la geometría como una disciplina básica para la arquitectura, pero autónoma con respecto a la representación.

Esa desvinculación conceptual de la geometría ha de permitir un análisis más objetivo de su papel en la formación del arquitecto. Parece oportuno, pues, poner en cuestión la vigencia de gran parte de la geometría descriptiva, en tanto que disciplina centrada fundamentalmente en el análisis y resolución de la geometría de la forma mediante métodos gráficos, métodos que pueden quedar en desuso con la aplicación de los nuevos sistemas informáticos.

Papeles y vigencias

La asignatura *geometría descriptiva* ha venido englobando un conjunto un tanto heterogéneo de aprendizajes. La reflexión sobre el papel y vigencia actual de cada uno de ellos parece del todo procedente en este momento:

- Lectura racional de la forma: aprendizaje básico, tradicionalmente cubierto desde la geometría descriptiva, que introduce a una visión geoméricamente estructurada de la forma arquitectónica. La forma, como la misma arquitectura, se empieza a comprender en profundidad a través de su representación; y la visión de la arquitectura se ordena realizando una lectura estructurada o geométrica de sus formas. Se trata, pues, de un aprendizaje básico que se mantiene plenamente vigente y que debería darse en el primer curso, curso en que, como se ha expuesto antes, se concibe un uso de la representación básicamente como vehículo de aprendizaje.
- Sistemas de proyección: tema claramente vinculado a la representación, mantiene su vigencia en concepto. No parece tan vigente, en cambio, el estudio profundo de cuanto se refiere a los trazados propios de cada convención. Los estudiantes deben haber aprendido en la secundaria los elementos básicos de las sistematizaciones diédrica y axonométrica. En la carrera, el objetivo debe centrarse en introducir el uso de esos sistemas como herramienta habitual de trabajo para la representación de la arquitectura. En cuanto a la perspectiva cónica, el estudiante procedente de secundaria suele mostrar total desconocimiento, o un conocimiento deficiente, de su concepto. Nuestra docencia debería concretarse en los conceptos fundamentales del sistema –criterios sobre posición del punto de vista, distorsión y ángulos visuales u objetivos fotográficos adecuados- y en unos cuantos conceptos básicos de trazado manual (en parte como cultura general y en parte también como conocimientos que refuercen y ordenen el dibujo de apuntes).
- Geometría métrica: también desde la secundaria, los estudiantes tienen conocimiento de la geometría del plano. En nuestra escuela, reciben nuevas nociones sobre el tema, en las clases de matemáticas. Pero su funcionalidad sólo se comprende en el dibujo, en el entorno de la representación. Disciplinariamente, se sitúa fuera del ámbito propio de la geometría descriptiva y se inscribe de lleno en el del dibujo técnico. Sin embargo, en amplias capas de nuestra área, los términos *técnico* y *rigor* resultan extremadamente incómodos; de aquí que, tradicionalmente, la escasa geometría métrica gráfica que

nuestros estudiantes reciben en la carrera les sea impartida desde la geometría descriptiva.

Si bien es cierto que los sistemas de CAD incorporan potentes herramientas que simplifican el trazado gráfico de las construcciones propias de la geometría métrica, la experiencia indica que también evidencian la ignorancia conceptual que sobre el tema, solemos tener los arquitectos. Es un hecho que la introducción de sistemas CAD y de nuevos materiales y sistemas constructivos está ampliando el repertorio formal de la arquitectura. Superficies y formas que, hasta hace poco, eran patrimonio exclusivo del diseño industrial ahora se incorporan también al campo arquitectónico. Pero la materia prima fundamental para la definición de esas formas son las curvas (no sólo *B-splines*, sino también curvas clásicas). Y éstas se trabajan mal si se ignora su geometría, sus características y principales parámetros de determinación. Todo induce a pensar que sería conveniente que los estudiantes recibiesen un mínimo de formación troncal en ese campo.

- Fundamentos de operatividad diédrica: conocimiento también supuestamente adquirido en secundaria; aún así, es una formación básica que conviene consolidar, ya que supone el acceso a la lectura métrica de una representación diédrica. No es precisa una extensión excesiva; serían suficientes unos pocos ejercicios intencionados para sedimentar conceptos.
- Determinación y control geométrico de planos: el plano es un concepto geométrico elemental, pero también uno de los que resultan más abstractos. Los planos no son formas y, en una representación gráfica, su imagen se extiende a todo el plano del dibujo, es decir: no tienen imagen visual.

Al no ser una forma, el plano es el elemento geométrico que menos puede ser asistido por un sistema informático. El conocimiento de la geometría ligada a los planos, y a su determinación y control en el espacio de tres dimensiones, es imprescindible. A través de sencillos ejercicios -en sistema diédrico, en axonometría o sobre modelos informáticos 3D-, el futuro arquitecto ha de interiorizar conceptos como: determinación de planos, pendiente, perpendicularidad, pertenencia y intersecciones (entre planos y entre rectas y planos).

Se trata de temas que también han sido iniciados en la secundaria, pero sobre los cuales los estudiantes suelen mostrar una comprensión bastante deficiente. Esa comprensión debe consolidarse, porque es una cuestión fundamental, y la informática no hace más que evidenciar la necesidad de su buena asimilación.

- Conocimiento de formas básicas: tema asumido por la geometría descriptiva, que ahora debería revisarse (en contenidos y en método).

Tradicionalmente, el estudio de las formas básicas se ha utilizado como recurso didáctico para introducir el estudio de la geometría de la forma mediante los métodos gráficos del sistema diédrico. En ese planteamiento clásico, el conocimiento de las formas es pues una consecuencia asociada a una acción formativa que, en realidad y de manera prioritaria, persigue un objetivo distinto. En consecuencia, la mayor parte del esfuerzo y del tiempo lectivo se destina al objetivo prioritario. El resultado es que el proceso de aprendizaje de las formas básicas, sus propiedades y leyes internas, deviene mucho más lento de lo que requeriría por sí mismo; circunstancia que, asociada a los últimos recortes de horas lectivas, comporta la limitación de este aprendizaje a un conocimiento muy epidérmico sobre un reducidísimo abanico de formas.

Actualmente, el ámbito adecuado para el estudio de la geometría de la forma es el de los modelos informáticos. Sus métodos, además de potentes, son rápidos y no requieren el esfuerzo de aprendizaje y hábito que reclaman los procedimientos gráficos. El estudiante puede introducirse en el análisis de la geometría de la forma a partir de la experiencia de modelar temas reales, extraídos del campo de la arquitectura o del diseño, sin que la dificultad del aprendizaje requiera el recurso clásico a modelos geométricos elementales. Por lo tanto, hoy pueden plantearse, de forma autónoma, de una parte el conocimiento de las formas básicas y, de otra, el estudio de la geometría de la forma.

Desde este planteamiento, parece prescindible el tradicional estudio de las formas poliédricas, porque los estudiantes llegan con suficientes conocimientos sobre el tema. Por el contrario, debería incrementarse notablemente el conocimiento de las superficies, planteado de un modo muy conceptual; centrado en: generación, elementos definidores, planos tangentes, tipos de sección y tipos de intersección o acuerdo con otras superficies. Esta formación conceptual se puede desarrollar de forma muy sintética: sobre vistas diédricas a mano alzada o sobre *tutorials* animados, en forma no presencial, y se puede experimentar y reflexionar con ejercicios elementales sobre modelo informático.

- Estudio de geometría de la forma: actualmente es el tema central de la geometría descriptiva tradicional, pero debería reorientarse completamente hacia el trabajo sobre modelos informáticos.
- Lectura diédrica en planta: capítulo que incluye la resolución de cubiertas y la representación del terreno, estrechamente vinculado al tema ya citado de *determinación y control geométrico de planos*. El de las cubiertas es un tema que, con la indispensable claridad de conceptos, donde se resuelve mejor es, precisamente, sobre un modelo gráfico en planta. Debe considerarse, por lo tanto, como tema de plena vigencia y de docencia obligada.

En cuanto a la representación del terreno, pese a las posibilidades de los modelos 3D, la realidad es que, en el proceso de progresión de los proyectos urbanísticos -como en los de edificación-, resultan más eficaces las representaciones bidimensionales, si bien es recomendable el apoyo puntual de modelos 3D. Un profesional que deba desarrollar su trabajo en estos campos sigue requiriendo la capacidad de plantear y controlar explicaciones desde una representación en planta.

- Trazado de sombras: posiblemente el tema más poliédrico de los que incluye la docencia de geometría descriptiva, ya que cubre diversas vertientes: a) geometría de las sombras, su generación e interpretación (objetivo docente necesario y de plena vigencia); b) ejercicio de refuerzo del aprendizaje en el control geométrico de planos (tema al que ya se ha hecho referencia y que mantiene su vigencia); tratamiento expresivo de representaciones diédricas (tema que mantiene también su vigencia); trazado de sombras sobre perspectivas axonométricas y cónicas (tema que ha perdido vigencia, absorbido por los sistemas informáticos); y control solar de edificios (tema que también puede tratarse mejor mediante sistemas informáticos).

Conclusiones adicionales

A partir de la reflexión precedente, entendemos que pueden fijarse, además, las siguientes líneas generales de cara al replanteo de la formación en lo que hoy llamamos *geometría descriptiva*:

- Pese a mantener su vigencia, muchas de estas enseñanzas no deberían formar un paquete único e independiente (llámese geometría descriptiva o como sea), sino que deberían incluirse, como contenidos, en distintos programas docentes. Tales contenidos en ocasiones pueden ser de docencia puntual y concentrada; pero, en otros, deben constituirse en objetivos permanentes a lo largo de todo el programa.
- Los temas de lectura de la forma deben tener presencia reiterada a lo largo de la docencia del primer curso; probablemente con una presencia puntual más intensa en las primeras clases, pero sostenida a lo largo de todo el período. El tema debe reforzarse también en los ejercicios de construcción geométrica del dibujo con ordenador.
- El conocimiento básico de los sistemas diédrico y axonométrico se da por visto en secundaria, pero se refuerza con los ejercicios del programa docente de Primer curso.
- Sería deseable abordar conocimientos de geometría métrica de forma coordinada con la asignatura de matemáticas y trabajarlos gráficamente en los ejercicios de aprendizaje, con ordenador, de la construcción geométrica del dibujo.
- Los fundamentos de operatividad diédrica, deben ser tema de primer curso y su docencia debería ser puntual, tal vez vía campus digital.
- Por el contrario, el tema de determinación y control geométrico de los planos debe ser de docencia diferida y recurrente, extendiéndose a los cursos primero y segundo.
- Manteniendo su autonomía, los temas de conocimiento y control geométrico de formas deberían integrarse con la formación en generación de modelos 3D.