

GEOMETRÍA PARA LA ARQUITECTURA
Concepto y práctica

José Manuel Pozo

Edición
Tó Ediciones S.L.
Diseño Gráfico
Daniel Galar
Imagen de portada:
Fundación Miró. Arq: Rafael Moneo. Dibujo: Valvanera Escobés y Rosario Escudero
Fotomecánica:
Contacto Gráfico S.L.
Impresión:
Industrias Gráficas Castuera

ISBN: 84-89713-52-9
Depósito legal: NA-683/2002

© José Manuel Pozo 2002
Escuela Superior de Arquitectura. Universidad de Navarra
31080 Pamplona. España. Tel: 948 425600. Fax: 948 425629. E-mail: spetsa@unav.es

Todos los derechos reservados. Ninguna parte de esta publicación, incluyendo el diseño de cubierta, puede reproducirse, almacenarse o transmitirse de forma alguna, o por algún medio, sea éste eléctrico, químico, mecánico, óptico, de grabación o de fotocopia sin la previa autorización escrita por parte de la propiedad.

ÍNDICE

PRESENTACIÓN	5
PARTE PRIMERA. CONCEPTO	9
CONSIDERACIONES GENERALES	11
LA GEOMETRÍA DESCRIPTIVA Y LA CARRERA DE ARQUITECTURA	14
EL DIBUJO TÉCNICO Y EL ANÁLISIS DE FORMAS EN RELACIÓN CON LA GEOMETRÍA DESCRIPTIVA	16
LA GEOMETRÍA DESCRIPTIVA	22
OBJETIVOS PEDAGÓGICOS PRIMARIOS DE LA GEOMETRÍA DESCRIPTIVA	27
LA GEOMETRÍA, CIENCIA DE LA MIRADA	29
LA GEOMETRÍA, CIENCIA DEL ORDEN	35
LA GEOMETRÍA DESCRIPTIVA, CIENCIA DEL DIBUJO	39
LA GEOMETRÍA DESCRIPTIVA, CIENCIA DE LA REPRESENTACIÓN	40
REPRESENTACIÓN Y REALIDAD	41
REPRESENTACIÓN Y VISIÓN ESPACIAL	42
LOS LENGUAJES DE LA GEOMETRÍA DESCRIPTIVA	44
EL SISTEMA ACOTADO	44
EL SISTEMA DIÉDRICO. CONSIDERACIONES GENERALES	46
SISTEMA DIÉDRICO, REPRESENTACIÓN Y VISIÓN ESPACIAL	46
EL SISTEMA DIÉDRICO Y EL CÁLCULO DE SOMBRAS EN LOS CUERPOS	47
EL DIBUJO DE LAS SOMBRAS Y LA PERCEPCIÓN Y REPRESENTACIÓN DE LA ARQUITECTURA	49
EL SISTEMA AXONOMÉTRICO	55
SISTEMA AXONOMÉTRICO Y FUNCIÓN DESCRIPTIVA	56
EL SISTEMA AXONOMÉTRICO Y LA REPRESENTACIÓN DE LA ARQUITECTURA	57
LAS FALSAS AXONOMETRÍAS	59
EL SISTEMA CÓNICO	61
EL SISTEMA CÓNICO Y LA VISIÓN DEL ESPACIO	63
PARTE SEGUNDA. PRÁCTICA	75
BIBLIOGRAFÍA	76
ADVERTENCIAS	78
EJERCICIOS	
ENUNCIADOS	83
SOLUCIONES	155
ENUNCIADOS COMPLEMENTARIOS	357

PRESENTACIÓN

Resulta muy grato poder, finalmente, presentar esta obra, en la que es difícil determinar qué ha sido mayor, si la ilusión con la que se ha desarrollado o el esfuerzo que ha supuesto para quienes hemos trabajado en su preparación, que comenzamos hace más de once años, meses después del fallecimiento de Fernando Nagore, maestro de quienes impartimos la docencia de la Geometría Descriptiva en la Escuela de Arquitectura de la Universidad de Navarra.

A lo largo de ese tiempo se han ido sucediendo las personas que han colaborado en el empeño, que han sido muchas, con cometidos bien diversos, todos igualmente importantes. Vaya por tanto por delante mi agradecimiento, que luego quiero hacer más expreso y detallado, a todos ellos, pues han hecho posible un libro, que jamás hubiese podido hacer solo, que confío en que pueda ser de provecho para la formación de muchos futuros arquitectos, y por tanto, a fin de cuentas, beneficioso para todos.

En esa tarea, todos los que han participado, desde quienes decidimos hacer el libro y pensamos qué problemas y contenidos debía tener, pasando por quienes después se han ocupado de su correcta elaboración y resolución o de prepararlos para hacer posible su adecuada reproducción, hasta llegar a los que han hecho las distintas revisiones, correcciones y mejoras, o los que se han ocupado finalmente de la maquetación y diseño del libro, la ejecución de los fotolitos y la revisión de las pruebas de imprenta, todos en definitiva, nos hemos movido pensando qué podría ser más ventajoso, claro y aprovechable en cada ámbito concreto, desde un punto de vista pedagógico y propedeúico, para contribuir a desarrollar en los alumnos la capacidad de comprensión y expresión de las realidades espaciales, por medio del dominio de los 'lenguajes gráficos', que constituye la esencia de la Geometría Descriptiva.

Aparte de lo dicho, debemos advertir en primer lugar que es un libro pensado sobre todo por y para estudiantes de arquitectura, aunque indudablemente también pueda ser útil a los que se preparan en las escuelas de ingenieros u otras y, por supuesto, a los aparejadores. Unos y otros, sin embargo, encontrarán carencias y excesos, porque hay cosas en el libro que ellos no necesitarán y sí los arquitectos, y en cambio echarán en falta otras que no aparecen recogidas, pues los arquitectos no las necesitan, o no de igual modo que ellos. Al menos visto desde mi experiencia pedagógico-docente, que ha sido, lógicamente, la inspiradora de los contenidos y de la orientación de la obra. Por esa misma razón se ha considerado oportuno acompañar la colección de problemas de una extensa exposición acerca del papel que en mi opinión corresponde a la ciencia geométrica, de sus contenidos y las razones e intenciones que justifican las elecciones y la orientación que han inspirado la obra, de modo que pueda sacarse mayor partido de ella.

Esa exposición, que constituye la primera parte del libro, servirá sin duda para entender —aunque no se comparta— el modo de concebir la geometría del que procede la selección de problemas que constituye la parte segunda del libro.

Así, por ejemplo, en concreto, puede sorprender la total ausencia de problemas resueltos en el sistema axonométrico de representación; pero esto no es casual. Obedece, como se señala después, a una razón sencilla: ese sistema, en la representación de arquitectura, se emplea casi exclusivamente para realizar perspectivas, campo en el que ha tenido y sigue teniendo mucho protagonismo. Pero a la vez es algo cuyo uso se aprende casi espontáneamente cuando se domina suficientemente el sistema diédrico de representación, y no requiere un estudio técnico sistemático. Por eso se considera que resolver 'problemas' en ese sistema contribuiría poco, específicamente, al desarrollo de la capacidad de 'ver e imaginar' el espacio, para lo que son mucho más provechosos tanto el trabajo en el sistema diédrico, tan 'intelectual' como el axonométrico, como la realización de construcciones en el sistema cónico, que siendo un sistema de representación más intuitivo, visual y evidente, sin embargo exige una disposición intelectual imaginativa y un esfuerzo que resultan muy provechosos en la praxis propedeúica de desarrollo de la capacidad de control intelectual del espacio imaginado.

Esto no supone, como se ha señalado anteriormente, que esta obra no pueda ser útil también para estudiantes que se preparen para ejercer profesiones distintas a la de arquitecto. Llegar a tener la capacidad gráfica y mental de controlar con precisión espacios inexistentes o imaginados es una cualidad de la que un pintor, un escultor y cualquier artista o diseñador obtendría gran provecho. La geometría, en todas sus formulaciones, desde la métrica a la descriptiva, resulta un poderoso instrumento de formación intelectual, pues de su mano crecen siempre y se perfeccionan más y más el orden, el rigor y la precisión, que si son habilidades imprescindibles en las operaciones geométricas, son también igualmente apreciables como cualidades intelectuales.

Por otra parte, además de lo señalado en los párrafos anteriores, desearía dejar sentado que en cualquier caso considero el dominio de la geometría como un medio y no como un fin. De no ser así, todo lo anterior no se entendería, como no se comprendería tampoco que el libro no pretenda en ningún momento agotar el tema o abarcarlo en toda su amplitud.

Como se señala en el apartado dedicado a hacer 'advertencias de uso', éste es un libro de trabajo, no de estudio. Un libro pensado, por tanto, para que pueda resultar útil a quien se ejercita en el empleo de la Geometría Descriptiva, y está concebido para trabajar con y sobre él. No pretende en modo alguno ser un tratado de geometría ni un prontuario ejemplar. Desde que se comenzó su elaboración se pensó en algo necesariamente incompleto, parcial, que abriese puertas, pero que, sobre todo, conscientes de que no íbamos a poder abrirlas todas, enseñase a abrir las que quedasen cerradas.

Tengo la seguridad de que podrían haberse añadido cosas que faltan y que tal vez hayamos sido excesivamente reiterativos en algunos temas. Animo por tanto a que se hagan sugerencias que puedan servir para completar el trabajo comenzado: serán muy bien recibidas. Pero, a la vez, quiero que no se pierda de vista qué se persigue. Ya que hay carencias que, siendo reales, se justifican sobradamente en orden al logro del objetivo al que se tiende, que no es el dominio de la geometría por sí misma, sino en cuanto medio para el desarrollo de la 'visión espacial' y de un conveniente (ni siquiera óptimo) dominio de los 'lenguajes gráficos'. Que es algo bien distinto de llegar a dominar y conocer 'toda la geometría' o todos los cuerpos y sólidos geométricos, que tampoco es necesario en modo alguno.

Por otra parte cabe destacar finalmente el esfuerzo realizado para lograr una presentación y un diseño que hagan la obra grata y atractiva además de provechosa. No es algo casual. Se ha hecho buscando compensar de algún modo el aspecto serio y adusto que su contenido podría conferirle. Es de esperar que el progresivo dominio de la materia lleve, a quienes hagan uso de este libro, a admirar cada vez más la belleza, en absoluto oculta, de los trazados y construcciones geométricos. De cumplirse esto, sería otro beneficio más para la arquitectura, conforme a aquella reveladora confesión de Eugenio D'Ors ("*Las Ideas y las Formas*"; Madrid, 1966), con la que quiero terminar la presentación de esta obra:

"Ciencia de la mirada, ciencia del orden, la Geometría está llena de inéditas posibilidades.

(...)

Descubrirlo fue tal alegría que sólo por ella he podido dulcificar mi pena de no haber escogido el estado de arquitecto".

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar quiero señalar que, si bien deseo dejar constancia del agradecimiento que debo a cuantos han aportado su trabajo y esfuerzo para la realización de esta obra, en todas sus fases y procesos, se trata de un agradecimiento que tiene como contrapeso la satisfacción que han encontrado en el empeño, ilusionados, como yo, en el provecho que puede esperarse que obtengan de su uso aquéllos a los que va destinado, a los que cada año acompañamos en el esforzado aprendizaje de la geometría, una materia tan bonita como difícil, ardua y compleja. Y, para un arquitecto, necesaria e ineludible.

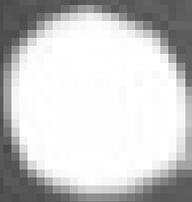
Más que yo, tal vez quienes debiesen mostrar su agradecimiento a los que a continuación se relaciona, que son muchos, fuesen los destinatarios del libro. Confío en que sus esfuerzos y su empeño no queden defraudados por los frutos que se recojan.

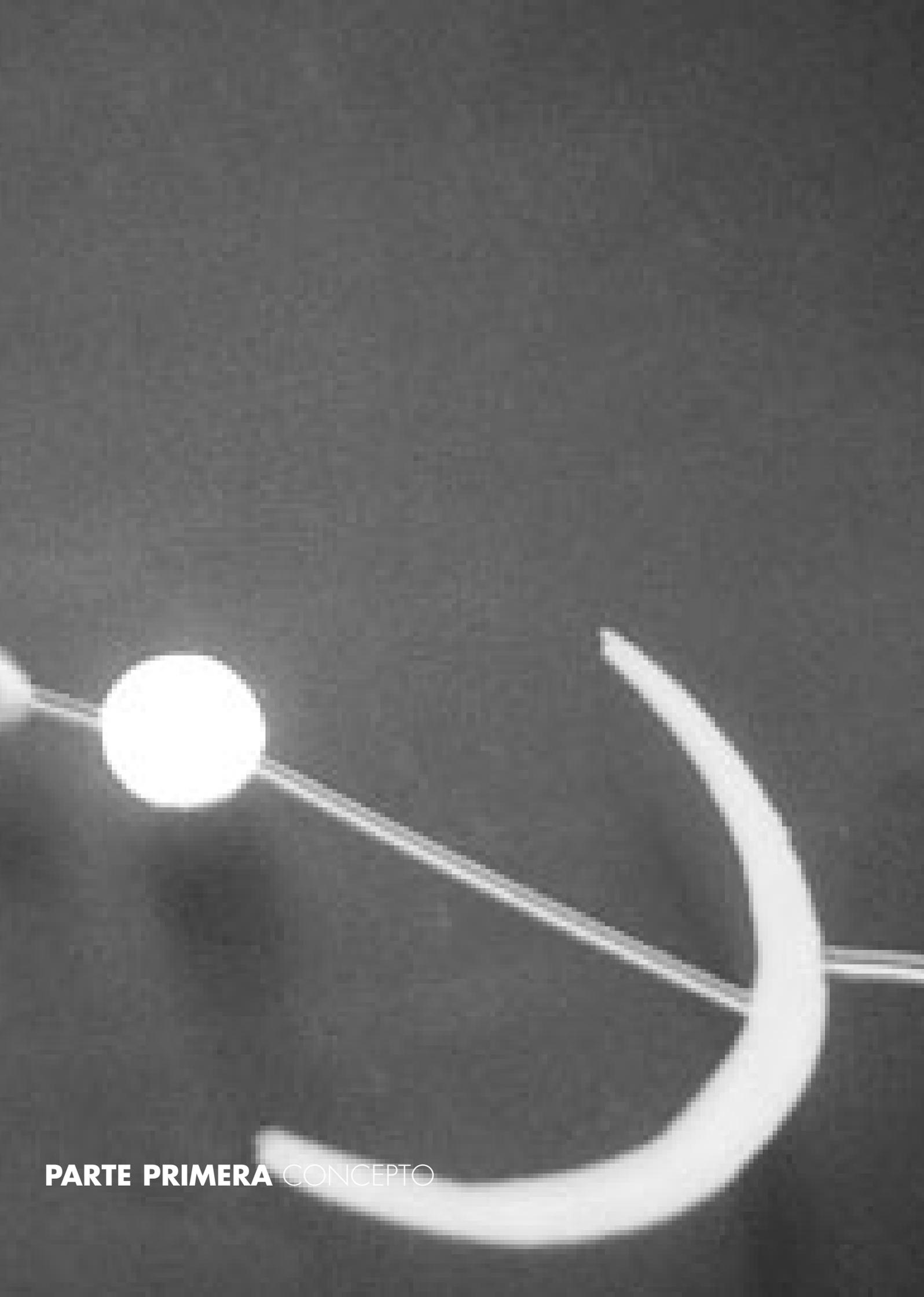
La relación es amplia y he pretendido hacerla exhaustiva, pero es posible que pueda haber olvidado a alguien; a ése, con el agradecimiento, vayan también mis disculpas por el descuido.

En las tareas de elaboración, corrección y supervisión: Víctor Echarri, Rosa María Maisterra, Rafael Rodríguez-Galindo, Imanol García de Albéniz y Javier Álvarez Atarés.

En las tareas de dibujo: Manuel Bueno, Eduardo Aguirre y Javier Álvarez Atarés.

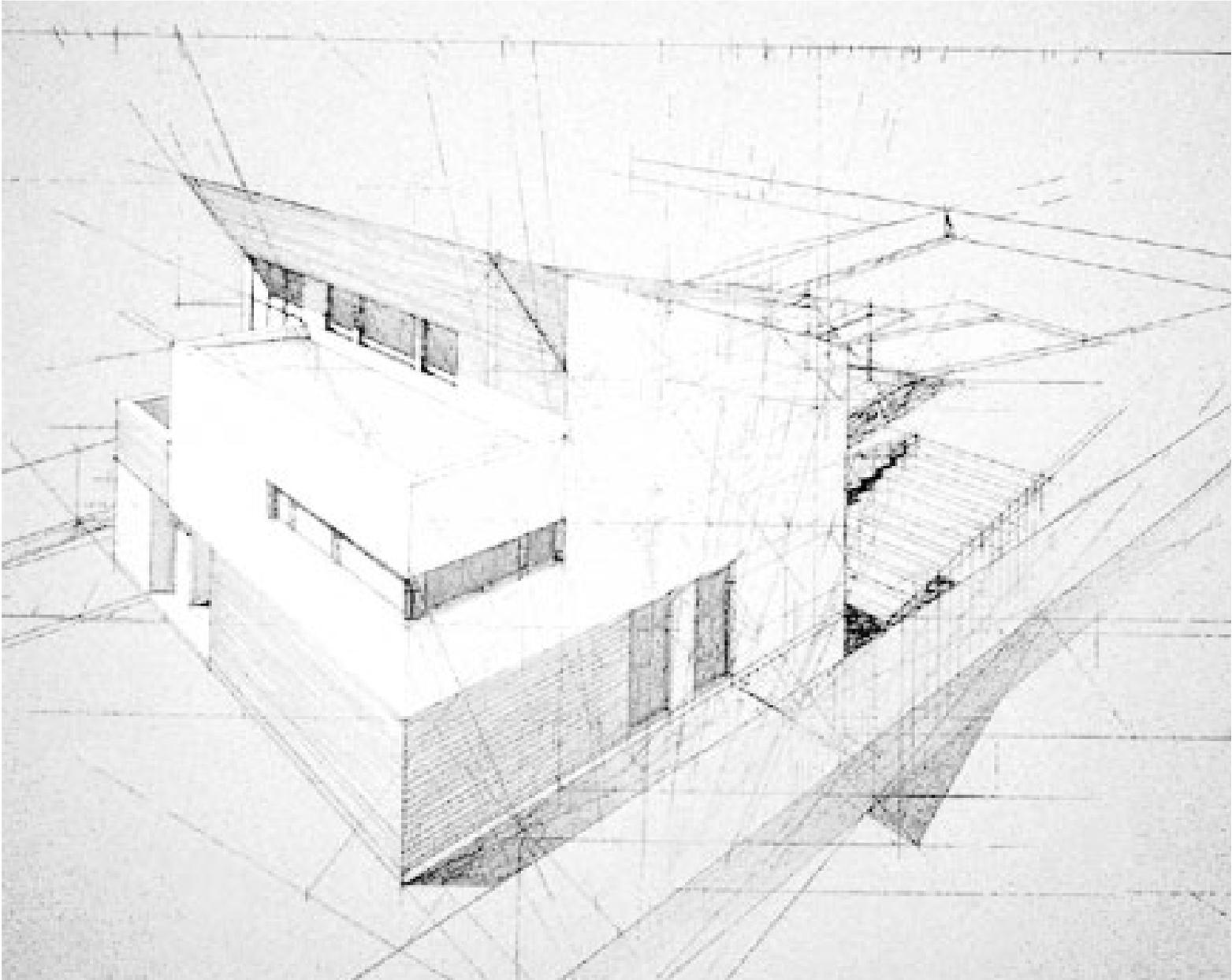
En las de maquetación y diseño: Miguel Muñoz-Doyague, Belén Borobio, Manuel Borobio, Fernando Fernández del Rincón y Daniel Galar. En la tarea final de publicación y ejecución material del libro a Daniel Galar, Fermín González, César Martín e Izaskun García.





PARTE PRIMERA CONCEPTO

. Vivienda en Gorraiz (Pamplona).
q. Maite Apezteguía y Ana Arriazu.
tora: Valvanera Escobés.
piz sobre cartón (30x80).
ginal en color.



CONSIDERACIONES GENERALES

Es indudable que para poder obtener un adecuado rendimiento del contenido de esta publicación no es imprescindible tener conocimiento de cuál es el concepto de arquitecto a cuya formación y preparación gráfica y técnica quiere contribuir, ni a qué género de docencia de la Geometría Descriptiva debería acompañar. Pero, sin embargo, parece oportuno exponer el concepto concreto de esa ciencia a la que esta colección de ejercicios responde, para ser coherente con el planteamiento mismo de la obra, que huye de ser un simple elenco de problemas y aspira a ser un medio para introducir, a quienes lo necesiten, en el conocimiento de esa materia, entendida como un medio para desarrollar la capacidad de imaginar el espacio en la mente, y permitir la expresión dibujada de los volúmenes con los que aquél se define y limita. De ahí la conveniencia de esta introducción, sobre todo pensando, si no es ufano planteárselo, en que pueda llegar a ser útil en otras Escuelas de Arquitectura o Arquitectura Técnica distintas de ésta, de la Universidad de Navarra, en la que la obra se ha elaborado y ve la luz. Para eso la exposición a la que me refiero resulta casi imprescindible. Ya que es dudoso que sin ella se pueda entender bien qué criterio ha presidido la selección de los problemas que se ofrecen y qué se pretendía con ellos.

Por otra parte también parece interesante aprovechar la ocasión para hacer ciertas reflexiones generales acerca del contenido y la metodología adecuados para la enseñanza de la Geometría Descriptiva en una Escuela de Arquitectura. Especialmente en este momento, cuando el nacimiento de tantos nuevos centros docentes ha provocado la aparición de diferencias notables entre los contenidos que se dan a esta materia en cada uno de ellos, en sintonía con la diversidad de orientaciones que, globalmente, presentan los currículos de los respectivos planes de estudios correspondientes a la titulación de Arquitecto.

De ahí que tal vez, por eso mismo, antes de referirnos a esa materia, deberíamos previamente establecer qué debe entenderse hoy por diseñar arquitectura, y qué se necesita para poder hacerlo. Sólo entonces estaremos en condiciones de definir en qué parte de ese proceso entronca, como herramienta pedagógica e instrumental, la Geometría Descriptiva, y qué papel le corresponde desempeñar.

Con todo, aunque la cuestión no parece desde luego de carácter menor, sin embargo, ni pretendo ni puedo desarrollar aquí una teoría al respecto. Por eso, a pesar de la conveniencia de esa definición, me limitaré a señalar, que, frente a los recientes planteamientos simplificadores o limitadores de la docencia, cuando no de carácter abiertamente utilitarista, se debe defender la oportunidad de mantener el modelo empleado tradicionalmente en las Escuelas de Arquitectura españolas. Que se ha basado en la búsqueda de una sólida y amplia preparación técnica y artística, de la mano de una intensa formación cultural, caracterizada por un sereno aprecio por la historia. A lo que ha acompañado siempre el empeño positivo por dotar al futuro arquitecto de una elevada capacidad de expresión gráfica, en franca sintonía con aquella idea expresada por Mies hace años de que "los estudiantes, en paralelo a su formación científica, han de aprender primero a dibujar para dominar los medios técnicos de expresión y educar el ojo y la mano"¹. Si admitimos que la arquitectura tiene como principal campo de actividad proyectar y ejecutar realidades espaciales, útiles para la actividad humana, y que el medio gráfico resulta ser el cauce óptimo para su comunicación, resulta fácil deducir la importancia que tendrá entonces proporcionar a los futuros arquitectos la formación que les permita la expresión correcta de sus pensamientos arquitectónicos, que es precisamente una de las competencias más específicas de la Geometría Descriptiva.



F2. Copa. Cálculo de isofotas e iluminación.
Autor: Raúl Roncal.
Acuarela (80x70).

¹ VAN DER ROHE, Mies; "Directrices para la enseñanza de la arquitectura"; en *Mies van der Rohe, Die Kunst der Struktur* (Mies van der Rohe, el arte de la estructura), Zurich/Stuttgart, 1965; recogido en NEUMEYER, Fritz, *Mies van der Rohe. La palabra sin artificio. Reflexiones sobre arquitectura; 1922-1968*. El Croquis editorial. Madrid, 1995, p. 507.

Por eso, teniendo esa premisa como telón de fondo, y aceptando la importancia que atribuimos a la materia en el conjunto de los estudios de arquitectura, resulta evidente la conveniencia de precisar sus objetivos específicos, así como la orientación concreta que debe dársele para alcanzarlos.

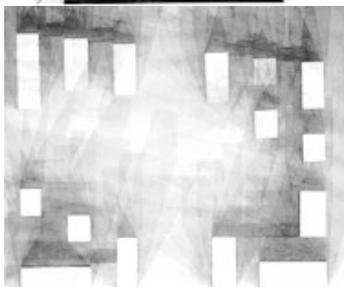
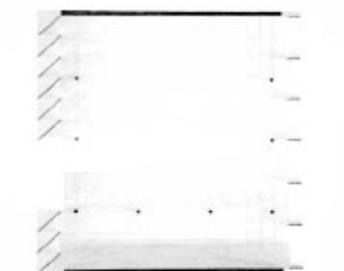
Esta determinación en el caso presente tiene además matices propios, derivados de las peculiaridades de mi experiencia docente, adquirida en la Escuela de Arquitectura de la Universidad de Navarra, que me sitúa, según creo, en una posición y circunstancias peculiares que, estimo, resultan particularmente favorables para permitirme abordar de modo coherente la cuestión de la orientación que requiere hoy esa materia, para que siga siendo útil para "transmitir la sensibilidad frente a las proporciones, la estructura, la forma y los materiales y revelar sus relaciones y posibilidades expresivas"².

De una parte, durante varios años —hasta la implantación del nuevo plan de estudios (1997)³— tuve que impartir, por razones que no interesan, las dos asignaturas de Geometría Descriptiva en las que hasta esa fecha estuvo dividida la materia en la Escuela de Arquitectura de Navarra. En el antiguo plan les correspondía una carga lectiva conjunta de ocho horas semanales. Esa circunstancia obligó a una profundización notable en campos inusuales de la disciplina, extendiendo el programa a cuestiones que no hubiese sido posible tratar y exponer con una carga lectiva menor; como, por ejemplo, las relativas al estudio de las superficies alabeadas, al soleamiento o la gnomónica. Además, esa holgura permitió experimentar el rendimiento pedagógico que podía obtenerse de distintos contenidos y diferentes tipos de ejercicios para lograr los objetivos prefijados.

Con todo, no es ése, sin embargo, el aspecto más provechoso (o distintivo) de mi experiencia docente como profesor de Geometría Descriptiva, sino el hecho de que en esta Escuela esa disciplina forma parte de la docencia que le compete al Departamento de Proyectos, sin que ni siquiera exista una sección de Expresión Gráfica Arquitectónica dentro de él. Es una circunstancia que tiene relevancia considerable a la hora de establecer la orientación y los contenidos de la materia, pues obliga a contemplarla con un enfoque mucho más abierto de lo habitual y con horizontes más amplios, dentro de los cuales el dominio de la Geometría Descriptiva se plantea como un camino y no como una meta. Pues, aunque inevitablemente la docencia "apunta a fines concretos, la educación lo hace a fines espirituales. El sentido de la educación es formar y comprometer, y a la falta de compromiso del saber tecnológico, ha de oponer el compromiso de la ideología y guiar a los alumnos desde el campo de la casualidad y la arbitrariedad hasta la clara regularidad de un orden espiritual"⁴.

Con esa premisa se entenderá la insistencia acerca de la necesidad de considerar sobre todo los aspectos de la Geometría Descriptiva que se orientan a la 'formación para el proyecto'. De modo que sin menguar en nada el rigor, la exactitud y el carácter científico propios de la ciencia geométrica, ésa sea la idea que oriente tanto sus fines y contenidos como la metodología a seguir. La consideración de la dependencia respecto al ejercicio proyectual sirve además para alejar el peligro cierto, en el caso de una materia como ésta, con gran tradición y un elaborado soporte científico, de llegar a magnificar excesivamente su objeto propio, haciendo de su dominio un fin en sí mismo.

La libertad compositiva de la arquitectura moderna y sus aparentemente ilimitadas posibilidades técnicas, consienten hoy por hoy proyectar cualquier cosa, pues los nuevos materiales permiten materializar prácticamente todo. Precisamente por eso se requiere mayor rigor y sentido en la determinación de lo que se debe hacer. El hecho de que ahora se pueda hacer uso de un número mucho mayor de términos o 'vocablos' arquitectónicos obliga a



. Centro cívico. (Vitoria). Arq. Roberto Cilla.
Estudio de la iluminación interior y las obstrucciones en el solsticio de verano.
 Autores: I. Beunza, A. Fernández y Sorcia Bretón.
 Dibujo sobre Papel Guarro (15x50).

. Edificio para la asociación de hilanderas. (Amenabad). Arq. Le Corbusier.
Estudio de la iluminación interior en el solsticio de verano.
 Autores: J. L. Arizcuren, R. Erviti y R. Santaneda.
 Dibujo sobre Papel Guarro (35x35).

. Barrio de Iturrama (Pamplona).
Estudio de las obstrucciones solares en el solsticio de invierno. A.A.V.V.
 Dibujo sobre Papel Guarro.

VAN DER ROHE, M.; *Ibid.*
 BOE nº 10/97; 11 de enero de 1997.
 VAN DER ROHE, M.; *op. cit.*

alcanzar un conocimiento mayor de la sintaxis y la gramática de ese lenguaje plástico, pues "la codificación lingüística señala el advenimiento de la madurez de la historia de la arquitectura"⁵. En ese proceso la Geometría Descriptiva debería aspirar a ser el cauce para dominar y sistematizar los lenguajes arquitectónicos al servicio del proyecto. Siendo así que "sistematizar es precisamente, según Zevi, lo que permite catalogar", que es "la metodología moderna del arte de proyectar"⁶, me atrevo a postular, como alternativa frente a otras posibles, una geometría entendida como ciencia 'del orden y la mirada'. Para lo que esta obra aspira a ser útil de cara al desarrollo de las disposiciones intelectuales que se requieren. Lo mismo si se busca contribuir al proceso de capacitación para el proyecto, preparando las mentes de los futuros arquitectos para distinguir "lo que es posible, de lo que es necesario y de lo que tiene sentido", que es según Mies lo que deberá distinguir la orientación correcta de cualquier enseñanza de la arquitectura⁷, como si lo que se quiere es simplemente proporcionar habilidades gráficas útiles para la praxis proyectual.

Por eso, aunque luego volvamos sobre esto, desde ahora quiero señalar que entiendo, en coherencia con lo dicho, que la Geometría Descriptiva debe orientarse, desde el punto de vista práctico-utilitarista, de principio a fin, a dotar al futuro arquitecto de la capacidad de representar, de modo correcto y preciso, la arquitectura imaginada, sirviéndose, para lograrlo, del análisis y la representación exacta y rigurosa de sus volúmenes y de las sombras que provocan.

Lograr la preparación que precisa el cálculo y la representación de las sombras de la arquitectura requiere, por su dificultad, el dominio del resto de procesos gráficos y aprendizajes geométricos, y por eso deberá ser, a fin de cuentas, lo que condicione y oriente la elección de las demás estrategias, aplicaciones y usos a los que se deba recurrir la Geometría Descriptiva en la praxis propedeútica. De modo que, si no es posible concebir una obra de arquitectura sin considerar cómo es afectada por la luz, pues *senza sole non si fa architettura*⁸, como sentenciaba Sartoris, no parece tampoco que se pueda plantear una enseñanza de la geometría y del dibujo de la arquitectura que no proporcione la capacidad y el hábito de concebir y representar los efectos de esa luz. Que, antes de que se puedan experimentar sensiblemente, deberán poder ser estudiados y dibujados. Idea que parece compartir Navarro Baldeweg, no sólo por el protagonismo que atribuye a la luz en sus creaciones desde el punto de vista espacial y sensible o expresivo, sino también por el uso consecuente que hace de sus efectos como medio gráfico-geométrico en la definición de sus obras, de lo que es muestra su modo característico de 'iluminar' las plantas con las que representa sus edificios, que convierte de este modo, como señalaba recientemente, en auténticas proyecciones 'axonométricas'.

Para que el futuro arquitecto desarrolle el hábito intelectual que le permita concebir sus creaciones como "el juego sabio, correcto y magnífico de los volúmenes reunidos bajo la luz"⁹, el camino a recorrer es inevitablemente arduo y largo, y exige estudiar las propiedades geométricas de los cuerpos así como las que afectan a los sistemas mediante los que aquéllos se podrán representar. Esto, en última instancia, nos remitirá a los principios elementales de la geometría clásica, como puedan serlo, a modo de ejemplo, el quinto postulado de la geometría de Euclides o el fundamental Teorema de Thales, que cito expresamente para refrendar que su estudio no es extraño al objetivo de lograr el control, intelectual y gráfico, de la luz y sus efectos. Pues aunque debamos reconocer que la Geometría Descriptiva atraviesa una cierta crisis de identidad¹⁰, no podemos renunciar a seguir manteniendo la necesidad del estudio del abc de su esencia científica y de su historia.

El proceso mediante el que se procure la transmisión de la ciencia geométrica, lejos de entenderse como algo meramente utilitarista, de simple desarrollo y transmisión de habili-



F6. Murallas de Palma (Palma de Mallorca). Arq: Elías Torres y José Antonio Martínez Lapeña.

5 ZEVI, Bruno; *El lenguaje moderno de la arquitectura*; Ed. Poseidon, Barcelona, 1978, p. 81.

6 Vid. ZEVI, B.; *El lenguaje moderno...*; op. cit.; cap. I, "El catálogo como metodología del proyecto", pp. 17-24.

7 VAN DER ROHE, M.; op. cit.

8 Cfr. SARTORIS, Alberto; "Caratteri novatori e manifesto dell'arte sacra", 1930. Recogido en *I luoghi dello spirito*, A.A.V.V., Arsenale editrice, Venezia, 1991, pp. 73-85.

9 LE CORBUSIER; *Hacia una arquitectura*; Ed. Poseidón. Buenos Aires, 1978, p. 27.

10 DOCCI, Mario e MIGLIARI, Ricardo; *Scienza della rappresentazione*, La Nuova Italia Scientifica; Roma, 1992. "Prefazione", p. 9.



. Woolworth Center. Arq. Juan Navarro
 Ideweg.
 nta de cubiertas.
 ede observarse tanto el perfil de la
 mbra del edificio, como, para que
 a aparezca representada hacia el
 rde inferior del papel, la desprecu-
 ción acerca de la orientación del
 bujo respecto del norte.

dades gráficas, deberá ser también un cauce para inculcar simultáneamente hábitos y destrezas geométricas, que si bien no están directamente ligadas al desarrollo de la imaginación espacial, son muy útiles para perfeccionar la capacidad creativa. El aprecio por la precisión y la exactitud, el conocimiento y dominio de las proporciones, las cualidades métricas y la estructura de los volúmenes y de las curvas,... así como cuestiones como el soleamiento, las propiedades geométricas de la reflexión, de la transmisión de la luz y el sonido,... son conocimientos convenientes para un arquitecto, que sólo la geometría puede proporcionar adecuadamente. Para lograrlo, junto al estudio de la Geometría Métrica y la Proyectiva (tan desconocidas y desprestigiadas como necesarias), resulta muy provechoso el empleo del sistema cónico de representación como 'campo de maniobras' intelectual insustituible en el que desarrollar la 'visión espacial'¹¹, esa cualidad que permite modelar tridimensionalmente el 'espacio de papel' y 'moverse' imaginativamente dentro de él.

La exposición que sigue se ha articulado en tres secciones. La primera trata acerca de la Geometría Descriptiva en relación con las demás materias gráficas y con la formación para la Arquitectura. En la segunda, se concreta la definición conceptual de la materia en coherencia con ese papel que se le atribuye, y en la tercera se considera brevemente el lugar que se debe reservar a los distintos contenidos posibles y lenguajes gráficos o sistemas de representación para la puesta en ejercicio de esa tarea formativa expuesta en los apartados anteriores.

LA GEOMETRÍA DESCRIPTIVA Y LA CARRERA DE ARQUITECTURA

Puesto que la Geometría Descriptiva no es la única materia de carácter gráfico en las Escuelas de Arquitectura, lo primero que hemos de hacer, para poder definir su perfil y competencias, es establecer su conexión y sus diferencias con respecto a las materias afines, con las que a veces se habrá de solapar en el esfuerzo por alcanzar el desarrollo de la capacidad de imaginación y de expresión de las realidades espaciales, conforme a aquella definición programática, de carácter general, que hacía hace unos años Ruiz de la Rosa, al señalar como objetivo común de las materias de índole gráfica, "dotar a los alumnos de los imprescindibles medios de expresión, y no con fines artísticos o científicos en sí mismos, a fin de capacitar para la correcta representación de la realidad espacial y volumétrica, así como para expresar y transmitir las propias ideas convirtiéndolas en sugerencias y órdenes"¹².

La organización de las materias con las que tender hacia esos objetivos generales, y sus contenidos, varían un tanto en la actualidad de unas Escuelas a otras, pero se da un apreciable consenso en señalar que el Análisis de Formas, el Dibujo Técnico (llamado por algunos Dibujo Arquitectónico) y la Geometría Descriptiva son las disciplinas en las que se debe estructurar la docencia gráfica en relación con la arquitectura. Ahora, algunos añaden también, poco acertadamente, la educación en el empleo de las técnicas informáticas de representación, como si fuese una ciencia propia y no una mera habilidad instrumental, que sí debe tenerse en consideración como mecanismo pedagógico; en cambio, si se le da demasiada importancia distorsiona gravemente la función formativa de los otros medios de control e imaginación de las formas.

Habitualmente las tres materias figuran en el mismo curso de la carrera, a veces incluso fundidas, en todo o en parte, lo que plantea necesariamente algunos problemas reales dado que la materia objeto de estudio es la misma en los tres casos: la arquitectura representada o representable, en sus diversos estados y formas, ya sea construida o simplemente imaginada. De modo que en ocasiones podrá resultar difícil determinar hasta dónde debe llegar la enseñanza de la correcta "representación de la realidad espacial y volumétrica" (compe-

Sólo el empleo del sistema axonométrico (como tal sistema de representación, o en sus versiones a-científicas o pseudo-axonométricas) se aproxima a él eficazmente desde ese punto de vista, pero las enseñanzas que proporciona se pueden suplir perfectamente con el empleo metódico del sistema diédrico y con la representación y el cálculo de las formas. De ahí que en esta colección de problemas no se haya incluido ninguno resuelto en el sistema axonométrico, es por una parte su empleo exacto o 'científico' carece de utilidad práctica, y por otra su uso para las representaciones de arquitectura apenas requiere explicaciones una vez alcanzada cierta visión espacial y soltura suficiente en el manejo del sistema diédrico.
 Cfr. RUIZ DE LA ROSA, José Antonio; "Área de EGA en el Segundo Ciclo. Análisis y propuestas". *Actas del II Congreso de Expresión Gráfica Arquitectónica*. Madrid-San Lorenzo de Corral, mayo 1988, pp. 149-152.

tencia específica de la Geometría Descriptiva y del Dibujo Técnico) y dónde debe comenzar "la educación de la sensibilidad y el desarrollo de la imaginación creadora"¹³ (más propias del Análisis de Formas).

Desde luego lo primero que requiere la expresión de algo en cualquier campo es disponer de un lenguaje adecuado con el que hacerlo. Por lo que se refiere a la arquitectura, corresponde por tradición a la Geometría Descriptiva proporcionar el conocimiento de los 'lenguajes gráficos', que tal vez sea su cometido más específico, como Monge señalaba en la presentación de su geometría, con expresión que ha pasado a ser clásica: "lograr representar con exactitud, mediante dibujos de dos dimensiones, los objetos que tienen tres —arquitectura en este caso— que sean susceptibles de una determinación rigurosa"¹⁴. De donde podríamos deducir que las otras dos materias —el Dibujo y el Análisis de Formas— tendrán una cierta dependencia respecto de ella, que debe proporcionar los medios que permitan a las otras dos llevar a cabo la 'lectura', representación y análisis de la arquitectura, en el modo específico que les compete.

Ese peligro de confusión es lógicamente mucho menor entre la Geometría Descriptiva y el Análisis de Formas que entre el Dibujo Técnico y las otras dos. Pues el Dibujo Técnico está de algún modo a medio camino entre ellas, e incluso en alguna Escuela es una materia cuya existencia está actualmente cuestionada, precisamente por esa cierta indefinición que sufre en relación con su objeto propio. Ya que por un lado se acerca a la Geometría Descriptiva, de la que debe servirse continuamente (en ocasiones de modo muy especializado), tanto para la toma de datos como para la propia tarea de representación, de modo que muchas veces lo más interesante y formativo de ciertas representaciones es precisamente la resolución de los complejos problemas geométricos que plantea. Pero también se aproxima al Análisis de Formas, dado que la representación de una obra de arquitectura comporta forzosamente un cierto grado de análisis, pues el objetivo final perseguido no es simplemente dibujar arquitectura sino llegar a "leer la arquitectura"¹⁵.

Conviene por tanto señalar algunas de las características diferenciales de esas disciplinas, no tanto en cuanto a su objeto y fines últimos, que habrán de ser similares (aunque considerados desde una óptica mucho más abstracta en el caso de la Geometría Descriptiva), sino en cuanto al prisma bajo el que los contemplan. La consideración de las otras dos materias que no son la Geometría, aunque se haga de modo superficial y escueto, servirá también para establecer, si bien por negación, los límites razonables para la docencia geométrica en relación con la preparación para la expresión y el desarrollo (intelectual y gráfico) del proyecto arquitectónico, en lo que desempeña un papel relevante. Hasta el punto de que el desarrollo de los distintos lenguajes gráficos y el conocimiento de los mecanismos geométricos que los acompañan habitualmente ha sido provocado, en el tiempo, por la necesidad de concebir y expresar de un modo nuevo las ideas espaciales. Así, como señalaba Riegl en relación con el empleo de la perspectiva, "aunque los antiguos griegos hubiesen conocido las leyes de la perspectiva lineal, como las ha establecido la matemática moderna, no las habrían usado (...). Los artistas antiguos, concluye, no podían querer la unidad espacial de la perspectiva, porque no les hubiese proporcionado ninguna unidad artística"¹⁶.

De igual modo que, en sentido contrario, podríamos reconocer en el empleo de las axonometrías por parte de la vanguardia holandesa una consecuencia gráfica de las ideas que impulsaban la arquitectura que concibieron. Que hace más chocante la tendencia que se aprecia hoy en día de desprecio y arrinconamiento de la Geometría Descriptiva dentro del conjunto de las enseñanzas impartidas en ciertas Escuelas de Arquitectura, siendo así que la arquitectura que se diseña hoy día, más o menos claramente inspirada por el *less is more* miesiano, se fundamenta precisamente en la pulcritud y esencialidad volumétrica. Puede que

13 Vid. IGLESIAS, Helena; "España: La técnica de la representación de la arquitectura y su enseñanza". *L'architecture in representation*; Ministère de la Culture Direction du Patrimoine. París, 1985, p. 225.

14 MONGE, Gaspar; *Geometrie descriptive; Leçons données aux écoles normales l'an 3 de la republique*; París, an VII, p. 2. Tomado de la edición facsimilar de Jacques Gabay Ed.; París, 1989.

15 DOCCI, Mario y MAESTRI, Diego; *Il rilevamento architettonico. Storia, metodi e disegno*; Editori Laterza. Roma-Bari, 1984, p. V.

16 RIEGL, Alois; *Die spätromische Kunstindustrie*, I Parte. Viena, 1901. Tomado de la versión italiana, *Industria artistica tardoromana*; G. C. Sansoni Editore, Florencia, 1953, pp. 102-103.

ese desprecio nazca de que se la considere demasiado objetiva o matemática; o bien, como apuntaba Sánchez Gallego¹⁷, que provenga del interés que han adquirido las imágenes, en detrimento de la estricta geometría, y de la magnificación del control gráfico como método de trabajo. O que sea simplemente una consecuencia más del desprestigio general que afecta en nuestras Escuelas a las materias más científicas u objetivas, y menos espontáneas, imaginativas o creativas.

Lo que es innegable desde luego es que ese menor aprecio por la geometría, en todas sus formas, está provocando una pérdida de rigor gráfico, que afecta negativamente al conjunto de los estudios de arquitectura. Ya que no podemos olvidar que la docencia geométrica, con los conocimientos que le son propios, debe proporcionar también "la base y el germen de ciertas actitudes que estarían en la misma base del ejercicio de la arquitectura como oficio y como profesión: actitudes como por ejemplo, entre otras, la racionalidad y el método, la disciplina, la conciencia de la exactitud, el rigor, el ingenio y la inventiva, la iniciativa, el realismo y el sentido práctico"¹⁸.

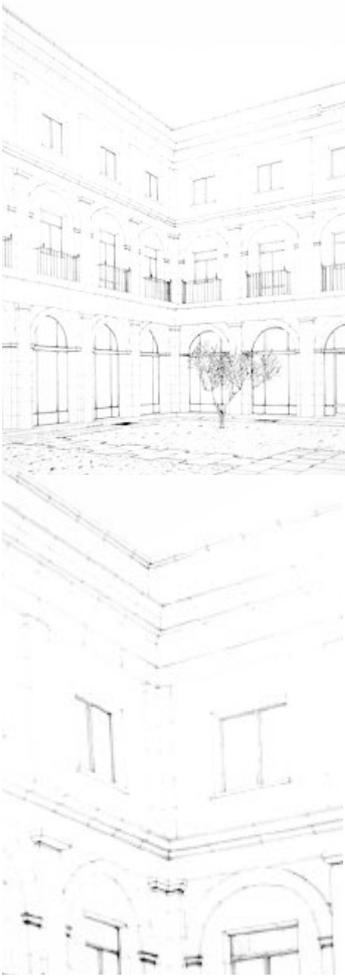
El peligro está en conformarse con 'ver' el dibujo en vez de concebir el espacio representado¹⁹, que no afecta sólo a la Geometría Descriptiva, sino que acecha por igual a las demás materias gráficas. Más ahora cuando los medios informáticos parecen ofrecer una vía alternativa, de gran poder gráfico, para conseguir representaciones plásticamente efectistas de la realidad, existente o virtual, sin que sea necesario el proceso previo de control intelectual de las 'realidades' representadas.

Prueba de esa falta de estima hacia la Geometría Descriptiva y hacia sus enseñanzas la tenemos en la drástica reducción de la carga lectiva que ha sufrido en los planes de estudios de reciente implantación en muchas Escuelas de Arquitectura españolas, en beneficio de otras materias que aportan conocimientos ciertamente interesantes, pero que no tienen el carácter básico e insustituible que puede atribuirse al dominio de las reglas y la sintaxis de los 'lenguajes' específicos de la geometría, con los que se ha de 'hablar' inexcusablemente la arquitectura, pues "la codificación de la lengua moderna, es condición *sine qua non* para hablar arquitectura hoy"²⁰.

Para llegar a ejercer un control formal sobre los espacios de la arquitectura, y profundizar en su representación y análisis, se necesita dominar los recursos gráficos. Habiendo recordado la duración de la carrera, sería necesario posiblemente restablecer el curso previo o preparatorio, que no parece posible plantear hoy por hoy. Lo que no quiere decir, de todos modos, que no pudiese ser conveniente, como apuntaba Vagnetti²¹. De modo que pudiésemos aplicar para el ingreso en las Escuelas de Arquitectura lo que se dice que Platón fijó sobre la entrada de su Academia: Nadie entre aquí que no sepa la geometría. Sería una aspiración razonable, a la que hay que renunciar de momento, aun siendo conscientes de que, pensando en la arquitectura, al hacerlo se renuncia a mucho.

EL DIBUJO TÉCNICO Y EL ANÁLISIS DE FORMAS EN RELACIÓN CON LA GEOMETRÍA DESCRIPTIVA

La primera consideración que se debe hacer al hablar del Dibujo Técnico es precisamente la que se refiere a su denominación. No cabe duda que su finalidad es enseñar a 'comprender' la arquitectura por medio de su representación dibujada, pero el término 'técnico' no parece ajustarse demasiado a esa intención programática, basada en el empleo de los lenguajes gráficos como medio de expresión del pensamiento e instrumento de investigación y proyecto, y nexo entre las ideas y la realidad construida.



. Universidad de Navarra. Patio del
clorado.
tor: Celso Fuciños.
ta sobre papel vegetal (48x34).

. Detalle

Vid. SANCHEZ GALLEGO, Juan tonio; *Geometría Descriptiva para arquitectos*; Departamento de Expresión Gráfica Arquitectónica. Barcelona, 89, p. 12.

OCHOTORENA, Juan Miguel; *Sobre bujo y diseño*; T6 Ediciones. Pamona, 1996, p. 28.

ZEVI, Bruno; *Parlare, leggere, scive-architettura*, Marsilio Editore. Venecia, 97, p. 39.

ECHAIDE, Rafael; *El origen de la ma en arquitectura*. Ed. Rialp. adrid, 1966, p. 184.

Resulta muy interesante, en este sen- o, la opinión de Vagnetti acerca de la ciencia actual de la arquitectura. (Vid. GNETTI, Luigi; *L'architetto nella storia occidentale*; Ed. Cedam. Padua, 1980. . 710 y ss.).

Por eso, para determinar los fines y objetivos de esta materia, y establecer su relación con la Geometría, podríamos servirnos de la recomendación con la que De la Sota despedía hace años a un grupo de alumnos de la Escuela de Madrid: "pensad muchísimo antes de dibujar vuestros proyectos y una vez sabidos y requetesabidos, decid por el dibujo lo que habéis pensado, para que otros, los constructores, con vuestros planos, bien claros, bien explicados, os construyan vuestro pensamiento"²². "¿Quiénes serán vuestros jueces?, concluía. De los planos y por su claridad, los constructores. De vuestra obra, realizada, hecha, todos".

Desde ese punto de vista parece que la aplicación del término 'técnico' a esta materia se debería entender más como una referencia al modo riguroso y exacto con el que se emplean los medios que ofrece la lingüística gráfica (la claridad a la que se refería De la Sota), que al sentido frío, puramente métrico y descriptivo, que puede caracterizar a los dibujos empleados para definir los patrones de una herramienta industrial.

Entendido de este modo, el término 'técnico' expresa su proximidad a la Geometría Descriptiva tanto como el de 'dibujo' pueda indicarlo respecto al Análisis de Formas. De hecho, en cierto sentido, podríamos pensar que propiamente lo que compete al Dibujo Técnico es ejercitar al alumno en el empleo de los medios proporcionados por la Geometría Descriptiva para la representación eficaz de la arquitectura. "En particular en el manejo de ciertas técnicas gráficas que se distinguen por su alto grado de convencionalidad y por su característica capacidad de condensar una información precisa y rigurosa acerca de las formas arquitectónicas, en orden a su definición y restitución"²³.

Así se entendió al elaborar el vigente plan de estudios la Escuela de Arquitectura de la Universidad de Navarra, en el que las dos materias constituyen una sola²⁴, en la que se busca que los alumnos se ejerciten tanto en el conocimiento de las técnicas y las destrezas gráficas aptas para la expresión de la arquitectura como, simultáneamente, en la adquisición de la ciencia necesaria para hacerlo de modo riguroso y preciso. De este modo, a la vez que se proporciona el conocimiento de la gramática y la sintaxis de los 'lenguajes' se procura orientar y aplicar las enseñanzas adquiridas a la descripción y representación de obras de arquitectura, concretas y reales. Ya que "es en este proceso —codificación conceptual en la figura sintética de un paradigma controlado gráficamente— donde más se aprecia el valor de lenguaje y su 'rigor específico', claramente diferenciado de la estricta geometría"²⁵.

Así, se consigue evitar tanto una docencia de la Geometría Descriptiva que pretenda ser demasiado 'arquitectónica'²⁶, que, según Gentil, produciría desastrosos resultados²⁷, como que la representación de la arquitectura se lleve a cabo excesivamente apoyada en la simple observación empírica, sin que medie la reflexión previa ni la aprehensión intelectual de la estructura geométrica que caracteriza a la realidad representada. Una cosa es dibujar una obra de arquitectura, y otra bien distinta 'comprenderla'. Sin esto, lo primero no se podrá hacer realmente bien, ya que sólo conociendo la forma precisa de algo es posible dibujarlo correctamente. Para saber cómo es un objeto de verdad, es preciso estudiar con detenimiento su estructura geométrica y sus características dimensionales por medio del análisis, como apunta Gombrich²⁸. Pues en el terreno de la experiencia la percepción verdadera de algo es "sinónimo de observar diferencias, relaciones, organizaciones y significados"²⁹.

Ciertamente el análisis gráfico al que se accede mediante los ejercicios propios del Dibujo Técnico, podrá invadir en ocasiones el campo propio del Análisis de Formas. Difícilmente puede deslindarse el análisis sintáctico de un cierto análisis formal, pues un dibujo es algo conceptual³⁰. Una representación de arquitectura siempre supone una toma de datos previa acerca de aquello que se va a representar, sirviéndose de diversos procedimientos, que van

22 DE LA SOTA, Alejandro; "Palabras de entrega de los premios de proyectos de fin de carrera en la ETSAM", en *Alejandro de la Sota, arquitecto*; Ed. Pronaos. Madrid, 1989, p. 231.

23 OCHOTORENA, Juan Miguel; *Sobre dibujo y diseño*; op. cit., p. 29.

24 Geometría Descriptiva y Dibujo Técnico, asignatura de carácter anual, con 21 créditos.

25 SANCHEZ GALLEGO, J. A.; *Geometría Descriptiva para Arquitectos*; op. cit., p. 11.

26 Esto es, con empleo profuso de temas edilicios como medio de aprendizaje, y no como mera aplicación de lo aprendido.

27 GENTIL BALDRICH, José María; "Papel de la geometría descriptiva en la enseñanza de la arquitectura"; *Actas del I Congreso de Expresión Gráfica Arquitectónica*; Sevilla, abril 1986, pp. 74-79.

28 Cfr. GOMBRICH, E. H.; *Arte e ilusión*; Ed. Gustavo Gili. Barcelona, 1982, p. 227.

29 MONTES SERRANO, Carlos; *Representación y análisis formal*; Universidad de Valladolid. Valladolid, 1992, p. 26.

30 MONTES SERRANO, Carlos; "El Archivo de la Real Chancillería de Valladolid: El arte de describir la arquitectura". *Catálogo de la exposición Tesoros de la Real Chancillería de Valladolid*; Ministerio de Cultura. Valladolid, 1988, pp. 31-39.

0. Termas en Vals. Arq. Peter
 Mithor.
 perspectiva interior.
 autores: D. Bergasa, V. García, D.
 Martínez.
 suarela (66,5x45).
 original en color.



desde el apunte, el croquis y la interpretación de documentos a la fotografía, e incluso la fotogrametría. Por fuerza, eso implica una toma de conciencia de su realidad (masa, jerarquías, ordenación, ritmos, geometría, texturas, materiales, color...), que necesariamente requiere una interpretación más o menos subjetiva del tema, entendida en un cierto contexto histórico³¹.

DOCCI, Mario y MAESTRI, Diego; *Storia del rilievo architettonico e del disegno*; Editori Laterza. Roma-Bari, 1993. Introducción.
 OCHOTORENA, J.M.; *Sobre dibujo y croquis*; op. cit., p. 30.
 Vid. DOCCI, M. y MAESTRI, D.; *Il rilievo architettonico. Storia, metodi e tecniche*; op. cit., p. V.

Por tanto, aceptando que "el dibujo es siempre *análisis*"³², la cuestión estará en determinar dónde se debe detener, pues resulta evidente que un ejercicio de representación de arquitectura no deberá consistir nunca en una simple toma de datos métricos de un edificio para lograr dibujarlo como es. Exige una operación de 'lectura crítica', de la que se seguirá la representación mediante un dibujo, que sea expresión de la conciencia adquirida acerca de su realidad³³.

Tal vez se podría establecer ese límite precisamente en el punto del análisis en el que éste pasa a depender de la imaginación y no de la observación. Esto es, en aquel momento en el que se invierte el sentido del flujo objeto-sujeto, de modo que el sujeto pasa a ser la fuente generadora de la relación que une a ambos. O lo que es lo mismo, cuando de algún modo se comienza a 'hacer', a interpretar, creando substitutivos de la realidad por medio de recursos gráficos, como atinadamente señala Montes³⁴.

Esta problemática, en definitiva, conduciría a plantear la relación que se da entre percepción, análisis y representación, cuestión que se escapa a estas breves notas³⁵ y que, a fin de cuentas, no afecta demasiado a la docencia de la Geometría Descriptiva, perspectiva desde la que se aborda la exposición, que por lo que se refiere a su relación con el Dibujo Técnico se ha hecho quizá suficientemente extensa. La referencia al Análisis de Formas puede servir además para dar entrada a la consideración de su relación con la Geometría Descriptiva.

Alguno apuntó para definir el Análisis de Formas que es la materia a la que le competen las categorías y medios gráficos de expresión de arquitectura que no son competencia ni del Dibujo Técnico ni de la Geometría Descriptiva. No deja de tener cierto interés, pero se me antoja una definición poco útil para delimitar las competencias de esta última, que es lo que estamos intentando. Además tampoco es una definición completa (y por tanto válida) porque hace referencia casi exclusivamente a los medios empleados y sólo marginalmente se refiere a los fines perseguidos.

De todos modos, aun con esa imprecisión, deja clara una cosa; que así como hemos señalado que puede haber a veces cierta confusión al señalar la frontera entre las competencias del Dibujo Técnico y las del Análisis de Formas, poca puede haber entre las de esta materia y las de la Geometría Descriptiva. Pues a ésta compete, como se repite incansablemente, proporcionar el conocimiento de los lenguajes gráficos para la expresión de la arquitectura, y el rigor en su empleo. Por lo que no es fácil que entre en conflicto con la docencia propia del Análisis de Formas. Si bien no por esto dejará también de tener puntos de contacto directo, pues en ocasiones la Geometría Descriptiva deberá intervenir como elemento de apoyo para resolver las cuestiones complejas que puedan surgir en la tarea de percepción y representación de las realidades tridimensionales, o en la identificación y la definición de las superficies que definen un determinado elemento arquitectónico que es objeto de análisis. O como soporte técnico en el cálculo de perspectivas, o, más aun, proporcionando los principios teóricos, el rigor y los instrumentos gráficos necesarios para el análisis y estudio de la incidencia de la luz en la arquitectura, que es una cuestión de capital importancia para la inteligibilidad de su realidad espacial y el análisis formal.

Posiblemente sea ahí precisamente donde pueda establecerse una mayor proximidad entre las dos disciplinas. Pues si el estudio y cálculo riguroso de la iluminación y de las sombras que se producen en los cuerpos es la parte más compleja de la Geometría Descriptiva, resulta también evidente que es algo que lleva aneja una enorme potencialidad plástica, de gran utilidad para la expresión dibujada de la arquitectura. Esto obliga a una colaboración estrecha entre ambas materias para beneficio mutuo. Al igual que en cuanto se refiere al 'movimiento' del Sol, a la degradación de la luz y de las sombras, al estudio de los reflejos..., que son cuestiones en las que se requiere el conocimiento de las propiedades geométricas de las superficies para orientar, guiar y poder aprovechar los resultados de la observación empírica.

Tampoco es raro que en ciertos casos, al analizar un edificio, se concluya que la atención a las sombras de sus masas ha jugado un papel determinante en la génesis de su composición. Que no podrá por tanto ignorarse y que el alumno deberá ser capaz de representar rigurosamente, como un medio más para 'hacer suya' aquella obra. Por eso, es importante



F11. Sede del Gobierno de la Rioja. Concurso. Arq. P. G^o. Amilburu, F. Nagore y J.M. Pozo. Autor: J.M. Pozo. Lápiz sobre papel vegetal (42x62).

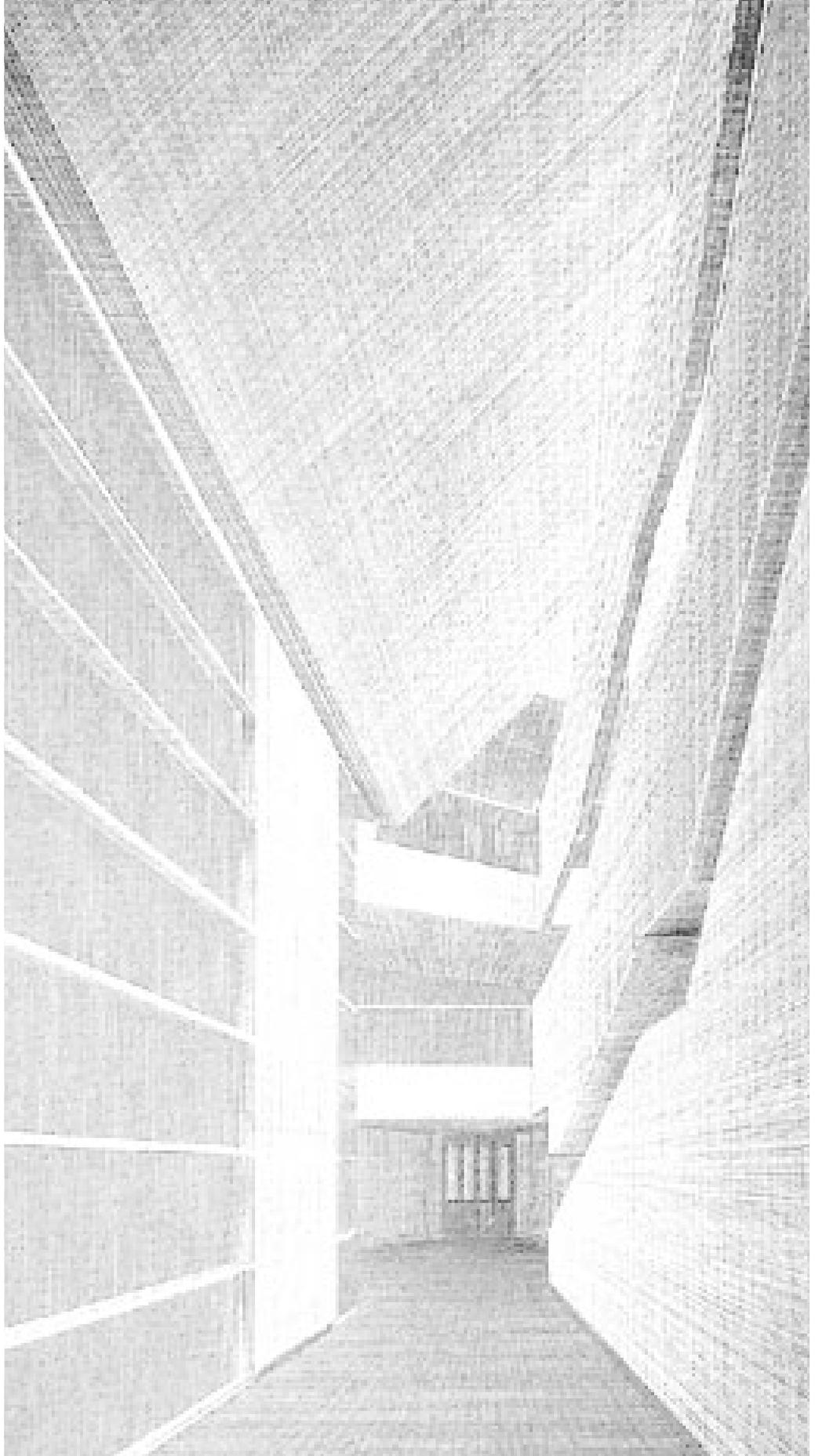
F12. Sede del Gobierno de la Rioja. Perspectiva interior. Autor: J.M. Pozo. Copia heliográfica. Lápiz sobre papel vegetal y papeles (42x62).

34 Cfr. MONTES, C.; *Representación y análisis formal*; op. cit, p. 27.

35 Puede consultarse al respecto, entre otros textos, MONTES, C.; *Representación y análisis formal*, op. cit.



3. Teatro y escuela de música de mere (Holanda). Arq. Wiel Arets.
ginal en color.



4. Woolworth center. Arq. Juan varro Baldeweg.
rspectiva interior.
toras: A. Imaz, A. Muñiz, A. Sánchez.
pices de colores sobre papel azul
0x62).
s falsos muros de la derecha, sus-
ndidos en el aire son, al decir de su
tor, 'nubes que ocultan la luz'.
ginal en color.

ejercitarse en el cálculo de las sombras que produce la arquitectura, aunque sea a través de un proceso de mera descripción geométrica, sin intenciones plásticas o expresivas. Que puede ser, como veremos después, un buen camino para comprender una arquitectura concreta. De donde se deduce que la Geometría Descriptiva no será sólo necesaria para la definición y la representación de la arquitectura, sino que puede también llegar a serlo incluso para su correcta percepción y entendimiento, ya que resulta "difícil separar el arte de la sensibilidad de sus coetáneas tecnologías"³⁶.

Un campo concreto en el que la Geometría Descriptiva invadirá forzosamente el ámbito propio del análisis formal es el de la definición de las superficies alabeadas, y en la de las bóvedas y láminas en general. Pues en el estudio de las cualidades geométricas de estas superficies, de difícil representación y comprensión, a menudo se funden confusamente los valores espaciales y los puramente formales. Esto hace muy conveniente analizarlas sobre ejemplos construidos, incluso para la simple consideración de su definición geométrica. Que proporciona a los alumnos un repertorio formal de gran expresividad, que excede con mucho el conocimiento de su simple esencia geométrica. De hecho la complejidad, por ejemplo, de un cálculo geométrico cualquiera referido a las superficies alabeadas, habitualmente es desproporcionada en relación con el provecho pedagógico que se puede sacar de él. De ahí que su estudio, por lo demás necesario, debe hacerse atendiendo a su aplicación arquitectónica, que casi siempre aparece ligada a intenciones formales y espaciales bien determinadas. Por eso en este terreno no resulta fácil distinguir lo que se refiere puramente a la configuración geométrica de lo que se afecta a su posible aplicación proyectual, y a la creación de impresiones imaginarias concretas para el bagaje formal del alumno.

Por otra parte, no es infrecuente encontrarse con que, a la hora de representar una obra de arquitectura, sobre todo si se trata de una ocurrencia propia, se confunda la originalidad y la imaginación con la ininteligibilidad, como si la claridad fuese sinónimo de ramplonería. Si decía Mies van der Rohe que no podemos pretender inventar una arquitectura cada lunes, mucho menos necesario parece descubrir cada semana un lenguaje nuevo con el que representarla. Resulta forzoso reconocer que no es infrecuente encontrarse con dibujos de arquitectura en los que sus autores, buscando ser originales, terminan 'redescubriendo' los balbuceos gráficos y el primitivismo propios de siglos pretéritos, que fueron superados en su día precisamente por la imperfección y la ambigüedad de la información que ofrecían, y que bien podríamos llamar con Montes, 'patologías' de la representación³⁷. Ya que en ocasiones se olvida que no es lo mismo representar una obra de arquitectura que hacer bonitos dibujos con la arquitectura.

En ese sentido, se apunta la oportunidad de que desde las asignaturas que se ocupan de enseñar a emplear bien el dibujo, "se estimule la búsqueda del 'dibujo bueno' por oposición al 'dibujo bello', entendiendo que para ser bueno un dibujo debe ser claro, eficaz, preciso, funcional; esto es, verdaderamente descriptivo, adaptado a la fase del proceso creativo que representa, huyendo de veleidades que no le corresponden"³⁸. Esto tampoco supone que no se valore el 'dibujo bello', ya que "buena cosa es, naturalmente, como decía De la Sota³⁹, que los planos estén bien dibujados, pero nunca olvidando a dónde van dirigidos".

Por eso para terminar esta breve digresión en torno al Análisis de Formas y el Dibujo Técnico en relación con la Geometría Descriptiva, parece interesante que destaquemos que del mismo modo que al plantear la docencia de la Geometría Descriptiva se debe tener presente que no se trata de formar geómetras, es igualmente necesario que al pensar en la de las demás materias gráficas, a las que ésta sirve, no se emplee con excesiva ligereza y sin el debido rigor expresivo las técnicas y lenguajes de representación proporcionados por la Geometría Descriptiva, pues esto haría inútiles muchas de sus enseñanzas. El rigor que



F15-F16. Palacio Euskalduna (Bilbao).
Arq. Federico Soriano y Dolores Palacios.
Autores: N. Izcue, Z. Bilbao y L. Hernández.
Fotomontaje sobre papel vegetal.
Original en color.

36 SANCHEZ GALLEGO, J. A.; *Geometría Descriptiva para Arquitectos*; op. cit., p. 13.

37 MONTES, C.; "El Archivo de la Real Chancillería de Valladolid"; op. cit., p. 31.

38 Cfr. VAGNETTI, Luigi; *Il linguaggio grafico dell'architetto, oggi*; Vitali e Ghianda Editrice. Génova. 1965, pp. 24 y ss.

39 DE LA SOTA, A.; "Palabras de entrega de los premios...", en *Alejandro de la Sota, arquitecto*, op. cit., p. 231.

caracteriza a esa materia debe extenderse, en la medida y proporción debidas, a la totalidad de la docencia gráfica, huyendo de interpretaciones que, con Gentil, podríamos muy bien llamar "políticas y sopladas"⁴⁰. Es un peligro real, que afecta especialmente a la representación y cálculo de las sombras de la arquitectura, que frecuentemente se confían a la intuición. En ocasiones, por desprecio de la ciencia geométrica, aunque casi siempre por simple ignorancia. Dando como resultado que esas sombras dejen de ser un componente descriptivo-espacial de lo representado para convertirse en una decoración pictórica añadida, que se emplea frecuentemente con fines bastardos.

GEOMETRÍA DESCRIPTIVA

Es claro que cuando decimos tan sólo geometría predicamos un término muy amplio, que resulta ambiguo si no equívoco, pues con nombre de tan rancia tradición podemos estar refiriéndonos a cosas muy distintas.

En cambio, si decimos Geometría Descriptiva delimitamos mucho su significado y sus contenidos, y más si añadimos 'para arquitectos'. Al precisar de ese modo su campo de aplicación, señalamos que habrá partes constitutivas de esa ciencia que podrán interesarnos poco o nada, al tiempo que se destaca que los conocimientos que adquiramos mediante su dominio, estarán supeditados a un fin último superior, que relativiza su importancia. Que es algo que no debemos perder de vista, pues la Geometría Descriptiva ha sido y es una materia que se 'desenfoca' con facilidad.

De entrada parece bueno volver a recordar, como se ha señalado anteriormente, que su docencia se ha de concebir, como la del resto de las disciplinas gráficas, estrechamente ligada al desarrollo del proyecto, entendido como expresión representada de una arquitectura imaginada. De ahí se sigue que deberá estar engarzada dentro del proceso de 'formación para la creación' que debe procurar la carrera de arquitecto. Así como que su programa, objetivos y desarrollo tendrán lógicamente que entenderse en la línea del proceso de aprendizaje de la tarea proyectual, en la que cumple una misión propia e insustituible, estrechamente vinculada al dominio de las formas. Frente a la Geometría Descriptiva 'representativa' de Taibo o la 'constructiva' de Hohemberg, como las califica Sánchez Gallego⁴¹, me atrevería a plantear la necesidad de una orientación 'imaginativa' para la formación geométrica, con la que se busque, por encima de todo, desarrollar la capacidad de 'moldear' y controlar el espacio en la mente, orientada hacia la búsqueda y fruición de la 'transparencia virtual' planteada por Kepes, de 'interpenetración sin anulación óptica'. "Cuando se ven dos o más figuras superpuestas parcialmente, dirá él, de modo que cada una reivindica para sí la parte que les es común, nos encontramos frente a una contradicción de dimensiones espaciales. Para resolver esa contradicción es necesario admitir la existencia de una nueva cualidad óptica. Las figuras están dotadas de transparencia. Es decir están en condiciones de interpenetrarse sin anularse ópticamente. Pero la transparencia supone algo más que esta simple cualidad óptica; implica una ordenación espacial más amplia. La transparencia significa percibir simultáneamente diversos niveles espaciales"⁴². Que, por lo que a las operaciones gráficas se refiere, es algo que se manifiesta y alcanza máximamente en el proceso de cálculo y representación de las sombras de la arquitectura. Como reflejo gráfico de lo que sucede en la realidad que representan, en la que "los rayos de luz que la cubren pueden interpenetrarse, la luz aumenta la luz, la sombra acentúa la sombra"⁴³.

Una consideración moderna de la Geometría Descriptiva no puede olvidar que la concepción de la arquitectura en razón de su contenido espacial es algo que pertenece precisamente a nuestro siglo; y aun dentro de él, en el plano teórico, a su segunda mitad⁴⁴. Por

GENTIL, J. M^º.; "Papel de la geometría descriptiva...", op. cit.

Vid. SANCHEZ GALLEGO, J. A.; *Geometría Descriptiva para Arquitectos*; . cit., pp. 9-10.

KEPES, Gyorgy, *El lenguaje de la visión*; Ed. Infinito, Buenos Aires, 1969, 114. (The Language of Vision, Paul eobald. Chicago, 1944). La versión uí recogida procede de la traducción ncesa recogida en ROWE, Colin y UZSKY, Robert; *Transparence réelle virtuelle*; Les Éditions du Demi-circle. rís, 1992, pp. 33-51.

Cfr. KEPES, G. *El lenguaje de la visión*; ibid. p. 114-119.

MONTES, C.; *Representación y análisis formal*; op. cit, pp. 280 y ss.

eso, ya que el espacio propiamente no se puede representar, sino sólo por medio de aquello que lo conforma y delimita, es necesario poner en ejercicio las cualidades intelectuales mediante las que podamos imaginar simultáneamente, y por tanto representar, de uno u otro modo, esas formas limitantes —reales o virtuales—, que nos permitirán ‘ver’ el espacio ‘en la mente’ (visión espacial).

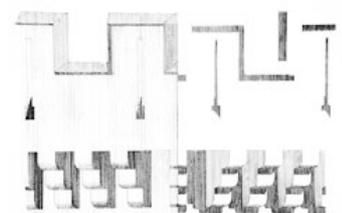
De esta definición preliminar surgen las líneas maestras que deberán orientar su contenido, así como los fines de la materia, perfilándose de modo claro los dos campos fundamentales en los que Geometría Descriptiva deberá contribuir a la preparación para el ejercicio de la creación arquitectónica. De una parte deberá facilitar los medios para su ‘expresión’ dibujada, y de otra deberá proporcionar la preparación intelectual que permita su previa ‘imaginación’, conforme a aquel aserto de De la Sota: "Abogo porque nunca se dibuje una sola raya mientras nuestra obra no esté definida en el interior de nuestro cerebro"⁴⁵.

Esos dos campos perfilarán, a su vez, los objetivos específicos, conceptuales y finales, a los que deberán subordinarse después los medios prácticos, concretos e inmediatos, que permitirán tender hacia ellos. Esos objetivos finales serán, a fin de cuentas, que el alumno adquiera el conocimiento y el dominio riguroso de los distintos sistemas de representación —con los hábitos anejos de orden, rigor, exactitud—, y de la realidad geométrica de las formas configurantes de la arquitectura, así como potenciar la ‘visión espacial’. Este último objetivo, a su vez, remitirá al primero desde el punto de vista operativo, pues el mejor medio para lograrlo es el manejo y entendimiento de los sistemas de representación.

Es importante de todos modos destacar, como se ha señalado anteriormente, la naturaleza auxiliar de la materia, pues su objetivo último se sitúa fuera de lo que constituye su contenido específico, y el objeto de su aprendizaje. A la vez, precisamente por su carácter auxiliar, no hay que olvidar que es a la Geometría Descriptiva a la que se confía sobre todo la misión del desarrollar las cualidades que se requieren para el diseño y comprensión de los espacios y volúmenes con los que el futuro arquitecto tendrá que trabajar en el proceso de la tarea proyectual.

La Geometría Descriptiva cumple además para la arquitectura una función similar a del solfeo en el ámbito musical. Es el pentagrama del ámbito gráfico; y le atañe su uso y todo cuanto con él se relaciona. Sólo sabiendo solfeo —amén de poseer otras cualidades, alguna de las cuales es competencia de la Naturaleza— se podrá componer correctamente, toda vez que se haya alcanzado el dominio de las notas, se sepa modificar su duración y tonos y establecer la equivalencia escrita de un sonido, y al revés... La composición de las melodías no es competencia del solfeo, pero sí la interpretación de los signos del idioma musical; y no se puede aprender a solfear en el vacío, abstractamente, sino extrayendo la música que encierran las notas dibujadas en partituras reales. De igual modo tampoco se puede pretender que se estudie la Geometría Descriptiva en el vacío, como si esto tuviese una utilidad y finalidad propias. Habremos de referir ese estudio a la arquitectura, en las dos direcciones del binomio realidad-representación. Tanto dibujando arquitectura a partir de la realidad construida, como extrayendo nueva información acerca de una obra de arquitectura (con secciones, perspectivas y cálculo de sombras, por ejemplo) partiendo de su representación dibujada. Pues aunque ésta no sea la competencia específica de la Geometría Descriptiva, como hemos expuesto, sí es una de sus aplicaciones más claras.

La evolución de las técnicas gráficas (de los lenguajes gráficos), desde los egipcios y griegos hasta nuestros días, ha estado orientada siempre por la búsqueda de una mayor fidelidad y eficacia en la descripción de lo representado, y su progreso queda patente en la transmisión de una información exacta, que cada vez deja un margen menor para el error.



F17. Castillo de Olite (Navarra).
Autores: J. Albert, J. Serrano, J. Belda.
Cálculo de sombras.
Papeles y tinta sobre papel vegetal
(70x51).

45 DE LA SOTA, Alejandro; "Recuerdos y experiencias", en *Alejandro de la Sota, arquitecto*; op. cit., p. 17.

Sin entrar en descripciones históricas que por conocidas no son del caso, es sabido que en ese proceso de desarrollo de los lenguajes gráficos se debe considerar sin duda a Gaspar Monge como el padre de la moderna Geometría Descriptiva. Sin embargo el progreso que supuso el empleo riguroso del sistema diédrico de proyección, desde el punto de vista de la transmisión de la información así como la capacidad que ofrecía para la representación inequívoca de formas cada vez más complejas, provocó que en las décadas siguientes se le atribuyese una importancia excesiva, pasando a veces, su dominio y conocimiento, de medio a fin. Como apunta Alonso⁴⁶, fue precisamente la ruptura del equilibrio entre pensamiento artístico y científico la que llevó a entender la Geometría Descriptiva exclusivamente como ciencia, y la que dio lugar a las célebres y conocidas polémicas decimonónicas entre los 'matemáticos' y los 'gráficos'; preocupados los primeros por aumentar los conocimientos numéricos y también por escribir las propiedades geométricas de los sistemas de tres dimensiones, mientras los segundos entendían la representación como un método de expresar ideas y estudiar combinaciones por medio del dibujo mucho más poderoso que el que se limita a su contemplación intelectual.

En el caso español, este desenfoque de la Geometría Descriptiva con relación a la importancia que debía dársele, se hizo patente precisamente en su aplicación a la enseñanza de la arquitectura, debido al hecho de que su desarrollo, hasta hace muy poco, fue competencia casi exclusiva de los ingenieros, considerados como la aristocracia del saber científico. A distintos ingenieros, cuando no a matemáticos, se deben casi todos los manuales de geometría empleados en las Escuelas, en las que sólo recientemente su docencia ha pasado a ser, mayoritariamente, tarea de arquitectos. Que no ha impedido, según recordaba Gentil hace unos años, que aún se aprecie, como reacción ante la excesiva 'matematización' sufrida otrora por la materia, una división entre los que él llamaba 'proyectivos' y los 'antiproyectivos', referido este término no al proyecto, sino a la mayor o menor aceptación de la Geometría Proyectiva⁴⁷.

Este hecho, que en principio es irrelevante, salvo desde la óptica de su consideración histórica, tiene en mi caso connotaciones a las que debo referirme. Pues esa abierta división, que en 1983 aún era patente, según recordaba Gentil en las Jornadas de Barcelona⁴⁸, Fernando Nagore, mi maestro y amigo, de haber estado presente, hubiese sido sin duda el 'proyectivo por excelencia'⁴⁹, pues siempre se mostró partidario de entender la Geometría como la 'ciencia absoluta' de la docencia gráfica. Aunque rechazaba, por supuesto, el estudio o comprensión meramente 'matemática' de las cuestiones tratadas, de lo cual son buena muestra los tres tomos publicados de su *Geometría Métrica y Descriptiva para arquitectos*⁵⁰, obra digna de los mayores elogios, entre otras cosas por lo apuntado acerca de la carencia de manuales de geometría hechos por y para arquitectos.

Estimo un beneficio grande haberme formado a su lado a partir de 1981, y haber podido enfocar estas cuestiones desde su punto de vista. Porque me permite valorarlas con mayor objetividad y con conocimiento de causa, y me defiende de rechazar determinados contenidos docentes dejándome llevar tan sólo por prejuicios, que en ocasiones nacen sencillamente del recelo que despierta en una Escuela de Arquitectura todo lo que es abiertamente científico.

Gracias al magisterio de Nagore tengo gran respeto hacia cuestiones que de otro modo hubiesen aparecido también a mis ojos no sólo como arduas y abstrusas sino, por ende, tal vez por eso mismo, inútiles. A él debo agradecer en cambio que me encuentre en condiciones de juzgar sin prevenciones si pueden o no ser útiles para alcanzar los objetivos que entiendo que deben orientar hoy por hoy la docencia de la Geometría Descriptiva en una Escuela de Arquitectura.

ALONSO RODRIGUEZ, Miguel; "Geometría Descriptiva, expresión gráfica. Una polémica del siglo X". *Actas del I Congreso de Expresión Gráfica Arquitectónica*; Sevilla, 1986, . 71-73.

Vid. GENTIL BALDRICH, J. M^º; "Apel de la geometría descriptiva...", . cit.

Vid. GENTIL BALDRICH, J. M^º; "Apel de la geometría descriptiva...", . cit.

Para corroborarlo basta con ver el programa de Geometría Descriptiva de ETSAUN hasta el año 1990. Cfr. en *Actas del I Congreso de Expresión Gráfica Arquitectónica*, Sevilla, 1986, . 45-48 (MONTES SERRANO, Carlos GONZÁLEZ PRESENCIO, Mariano; "Organización funcional del Departamento de Expresión Gráfica en la Escuela de Arquitectura de la Universidad de Navarra").

NAGORE YÁRNOZ, Fernando; *Geometría Métrica y Descriptiva para arquitectos*, tomos 1, 2 y 3; EUNSA, Pamplona, 1986-1988.

Esa misma 'distinta visión' de la que he podido aprovecharme, me lleva de entrada a plantear que se impone una defensa (o recuperación) de la Geometría Descriptiva, que se ha visto últimamente un tanto relegada en las Escuelas. Tal vez debido al enfoque 'desenfocado' que ha tenido, entre otras cosas, por el hecho apuntado de por decenios (al menos desde la postguerra hasta los años sesenta), haya sido cultivada sobre todo por matemáticos, como señala Docci⁵¹. Por esa causa, además, la materia se ha ido situando, en la mayoría de las Escuelas, cada vez más al margen del hecho proyectual, como una más de las que forman la parte 'técnica' (o a lo sumo gráfica) de la carrera, perdiendo de vista que es precisamente a la Geometría Descriptiva a la que le compete proporcionar al arquitecto la capacidad de 'ver' en el espacio y de dominar los 'lenguajes' propios de la tarea proyectual-creativa, enseñándole a usar y a leer un 'pentagrama'. De tal modo que, como postulaba Mies⁵², gracias a eso desaparezcan de los trabajos la complejidad y el desorden, se renuncie a las líneas que carezcan de significado y se llegue a estar en condiciones de captar el verdadero sentido de las proporciones. "Nosotros los arquitectos, dirá Aburto, que manejamos casi exclusivamente formas geométricas, tenemos la obligación de percibir y comprender la expresión de las mismas. Es un lenguaje tan elocuente como lo es el pentagrama para los músicos. Con la única diferencia de que si en éstos hay un acuerdo reglamentado y previo, en nosotros hay acuerdo cuando existe sensibilidad"⁵³.

En realidad la concepción moderna de la arquitectura, lejos de rechazar el estudio de la geometría, lo precisa aún más y exige más de la materia, aunque sea indudablemente de un modo nuevo. Ahora no se pone el acento en el espacio que se entiende como un mero vacío entre realidades plásticas, sino en el que se concibe como "limitado por superficies planas conjugadas", según recoge la expresión, de ecos casi 'proyectivos', con la que arrancaba el Manifiesto de la Alhambra⁵⁴.

El aprendizaje de esta asignatura debe dar como fruto el dominio del mundo de las formas y de sus relaciones de medida y posición; de tal manera que no suponga mayor dificultad la resolución de cualquier cuestión que se pueda plantear en relación con ese tema. La importancia que esto tiene para el diseño de la arquitectura se percibe con más claridad si consideramos que, con este aprendizaje, se pretende llegar a dominar los medios de representación de las formas que definen los espacios, que es un modo para poder operar también en sentido opuesto, pasando al espacio la información que aporta una representación plana mediante la traducción a visión mental tridimensional de lo que 'dicen' las imágenes planas que lo definen.

Así pues, con lo dicho, podríamos establecer que los objetivos operativos de la asignatura, en sí misma considerada, deberían ser básicamente dos:

- proporcionar al alumno el conocimiento y dominio de la estructura y definición geométrica de todas las formas y superficies con las que, como arquitecto, tendrá necesariamente que elaborar su arquitectura en el futuro.
- facilitar el control perfecto de los medios gráficos y técnicos (lenguajes gráficos) que permitan su correcta y rigurosa representación.

Los dos están íntimamente relacionados entre sí, pues sólo se comprende de verdad una forma cuando se sabe representarla correctamente⁵⁵. De este modo se perfilan netamente tanto el sitio que cabe reservarle en los estudios de arquitectura, como la orientación que se deberá dar a sus contenidos y pedagogía. Se espera de ella, en definitiva, que dote al alumno de la máxima capacidad posible para expresar de modo correcto y exacto —sin ambigüedad comunicativa⁵⁶— la arquitectura imaginada, así como que pueda imaginarla a partir de lo dibujado anteriormente por sí mismo o por otros.

51 Cfr. DOCCI, M. e MIGLIARI, R.; *Scienza della rappresentazione*, op. cit., "Prefazione", p. 9.

52 Cfr. VAN DER ROHE, Mies; "Seminario Peterhans para entrenamiento visual"; en *Mies van der Rohe. Lehre und Schule* (Mies van der Rohe, enseñanza y escuela), Basilea/Stuttgart, 1977; recogido en NEUMEYER, Fritz, *Mies van der Rohe. La palabra sin artificio. Reflexiones sobre arquitectura; 1922-1968*. El Croquis editorial. Madrid, 1995, p. 505.

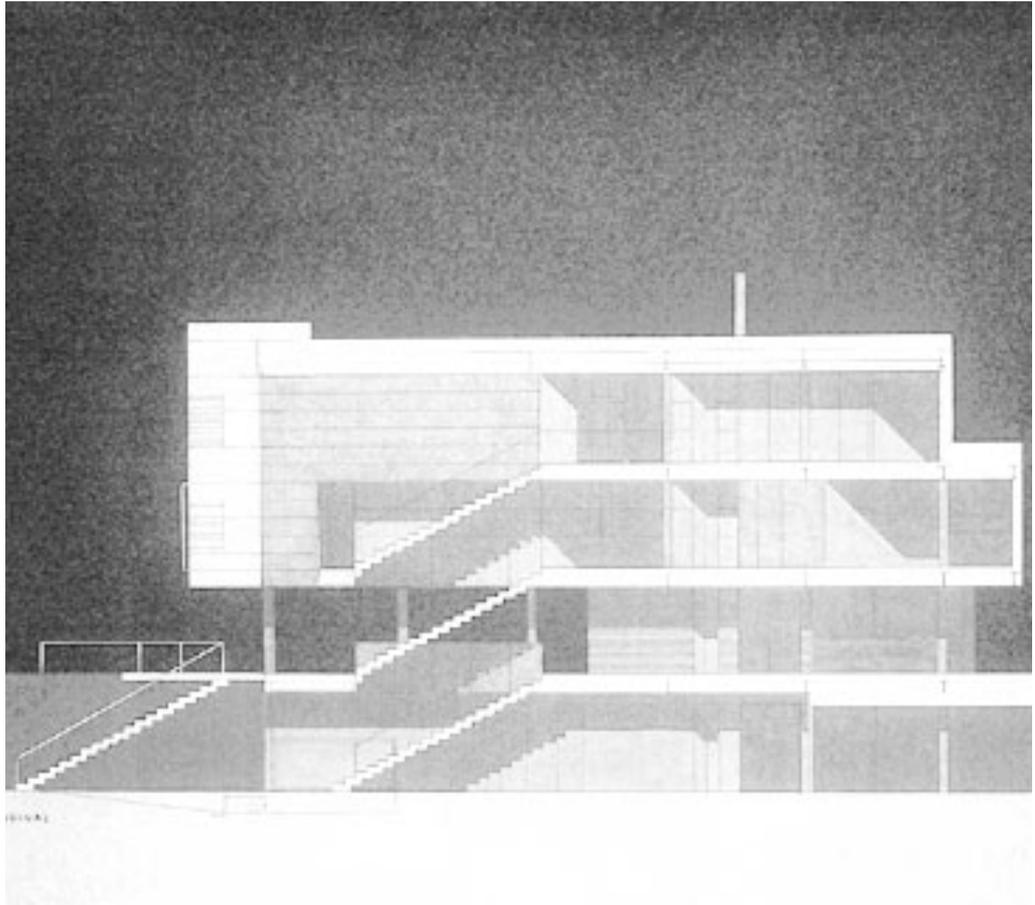
53 ABURTO, Rafael; "Razones de la Alhambra", *RNA* n. 135, marzo 1953, p. 42.

54 Cfr. *Manifiesto de la Alhambra* ("Formas", n. 1), Dirección General de Arquitectura, Madrid, 1953; recogido en *Arquitectos n. 154: Fernando Chueca Goitia, Medalla de Oro de la Arquitectura 1998*; Madrid, 2000, pp. 139-143.

55 Cfr. GIBSON, James J., *The ecological approach of the visual perception*. Londres, 1986.

56 Cfr. GENTIL BALDRICH, J. M^º; "Papel de la geometría descriptiva...", op. cit.

8. Casa Fronto. Tonet Sunyer.
cción longitudinal con sombras.
toras: Leyre Fernandez y Marta
ares.
pia heliográfica. Papeles de colores
bre papel vegetal (80x60).



Para eso necesitará primeramente conocer las reglas, precisas y lógicas, que permitan el entendimiento unívoco e inequívoco de lo representado. Que equivale, a fin de cuentas, al aprendizaje de uno o varios 'idiomas', que le servirán para dar a conocer, de manera directa y clara, los pensamientos espaciales, las imágenes mentales, traduciéndolas a dibujos precisos y exactos, susceptibles de ser interpretados correctamente por cuantos conozcan esa 'lengua'.

Ahora bien, si los objetivos y fines —conceptuales y prácticos— están claros, y son quizá compartidos por muchos, no hay sin embargo tanto acuerdo ni claridad en cuanto a los medios que se deben emplear para alcanzarlos. Esto es, qué partes de la ciencia que abarca la Geometría Descriptiva pueden resultar más útiles para alcanzar los fines, qué uso darles y cómo abordar su aprendizaje. Que cobra especial importancia a la vista de la reforma de los planes de estudio, que obligan a la optimización de la carga lectiva disponible.

Por eso, una vez establecido el lugar que le corresponde a la Geometría Descriptiva en el marco general de la carrera, podemos considerar con algo más de detenimiento de qué modo se pueden acomodar a ese papel sus objetivos y fines, brevemente enunciados en los puntos anteriores.

De una parte, desde el punto de vista práctico-utilitarista, debemos ver cuanto se refiere a sus objetivos pedagógicos primarios o propios, que acabamos de establecer —conocimiento de la geometría de las formas, percepción de su geometría interna y familiaridad con las proporciones y dominio de los lenguajes gráficos de expresión de la arquitectura (con lo que esto implica de orden, rigor y exactitud)—, y de otra, tenemos que referirnos a sus fines abstractos o intelectuales, para establecer el modo de ajustar la docencia a ellos a fin de lograr, simultáneamente, desarrollar la visión espacial en los alumnos.

OBJETIVOS PEDAGÓGICOS PRIMARIOS DE LA GEOMETRÍA DESCRIPTIVA

"Ciencia de la mirada, ciencia del orden, la Geometría está llena de inéditas posibilidades".

Difícilmente podríamos encontrar una introducción mejor, para la consideración del papel de la geometría en la formación de un arquitecto, que esta sentida, y hasta poética, afirmación de D'Ors⁵⁷. No es difícil constatar que hoy en día no es un valor en alza lo que exige orden, estructura y valores objetivos. Pero no hay que sorprenderse, pues esa es sencillamente una manifestación más del hecho de que lo bueno y lo bello es raro y no cunde, lo malo y lo feo abunda y es prolífico, como sentenció hace siglos Nicómaco de Alejandría mirando a su alrededor. Sabemos que no podemos conformarnos con lo fácil, aunque obtenga el aplauso general, pues "la fealdad no sólo corrompe la vista sino también el corazón y la mente", como afirmaba Van de Velde⁵⁸, mirando lo que se construía en su época. Era una afirmación que llevaba implícita una consideración profunda, que a fin de cuentas formulaba la necesidad de contribuir a mejorar moralmente la sociedad por medio de la belleza de cuanto se construye, conforme a aquella idea que ilusionaba a Cabrero: "hacer buena arquitectura es hacer el bien"⁵⁹.

Nuestros alumnos deben poder servir a la sociedad como arquitectos, proporcionando a los demás un "alojamiento agradable y racional, bien distribuido y bien orientado", que, según Oud⁶⁰, es la parte más importante de nuestra tarea. Tenemos una grave responsabilidad, que nos obliga a estudiar cómo hemos de orientar la formación de futuros arquitectos para resolver la cuestión que Van de Velde denunciaba pero no solucionaba. Alguna pista parecía ofrecer Platón en su *Sofista* cuando señalaba que "con el arte de la construcción hacemos una casa, y con el arte de la pintura hacemos otra casa, una especie de sueño artificial para los que están despiertos"⁶¹. Si tanto valor tiene ese sueño, que incluso nos permite anticipar la obra, sería deseable que pudiese ser ya, en sí, una obra de arte. La geometría debe servir para conseguir soñar despiertos.

Han pasado varios años desde que Vagnetti denunciase la necesidad de reflexionar acerca de estos extremos⁶², sin que hasta hoy su advertencia haya servido de mucho. La enseñanza de la arquitectura sigue necesitando de esa profunda revisión que le devuelva el espíritu perdido, y su prioritario carácter de servicio social frente a la servidumbre que establece la atención a la propia monografía. Sólo aquello que vuelve la espalda al espíritu conduce a 'impasses', mientras que lo que nace del espíritu y le sirve abre todos los 'impasses' y lleva a la libertad⁶³. Una libertad de la inteligencia que, como destaca Piaget en sus investigaciones⁶⁴, tiene mucho que ver con el orden y la estructura, y con la consideración del carácter social del hombre frente al egocentrismo.

Ese orden estructural se lo proporciona a la arquitectura sobre todo la geometría, que le facilita también el lenguaje⁶⁵ con que expresarlo, dado que las figuras geométricas "participan de la vista y tacto, pero también de la razón, el número y la palabra"⁶⁶.

"Hoy por hoy los arquitectos temen los constituyentes geométricos de las superficies", señalaba Le Corbusier⁶⁷, a pesar de que "los grandes problemas de la construcción moderna tienen que ser solucionados mediante la geometría. (...) La arquitectura es el juego sabio, correcto y magnífico de los volúmenes reunidos bajo la luz, y el arquitecto tiene por misión dar vida a las superficies que envuelven esos volúmenes. (...) Por tanto, si "lo esencial de la arquitectura son esferas, conos y cilindros", habremos de concluir necesariamente "que las generatrices de las formas sean básicamente pura geometría".



F19. Museo de Mérida. Arq. Rafael Moneo.
Perspectiva axonométrica seccionada con sombras. A.A.V.V.
Papel sobre papel vegetal (75x55).

57 D'ORS, Eugenio; "La geometría sensible". Recogido en *Las Ideas y las Formas*; Ed. Aguilar. Madrid, 1966, p. 8.
58 Cfr. FRAMPTON, Kenneth; *Historia crítica de la arquitectura moderna*. Ed. Gustavo Gili, Barcelona, 1944, p. 99.

59 "Soy un hombre eminentemente religioso, pero como vivencia personal. Es tremendo morir y dejar las cosas más queridas; es una aberración: miras al cielo, que es maravilloso y piensas que tiene que haber otra cosa después de la muerte. La religión y sobre todo la fe, te hacen vivir con esperanza, con optimismo. Además, que hacer buena arquitectura es hacer el bien. La calidad de vida está unida a la arquitectura y al urbanismo" (F. Cabrero).

BARREIRO, Paloma; "Francisco Cabrero, poeta de la esencia arquitectónica", *Arquitectura*, n. 301, 1995, p. 96.

60 OUD, Johannes Jacobus P.; "Preferencias"; *Casabella*, n. 249, marzo 1961, p. 53.

61 Cit. en WRIGHT, Lawrence; *Perspective in Perspective*, Londres, 1983; tomado de la versión castellana: *Tratado de perspectiva*; Ed. Stylos. Barcelona, 1985, p. 263.

62 VAGNETTI, L.; *L'architetto nella storia di occidente*; op. cit., pp. 710 y ss.

63 KANDINSKY, Wassily; *La gramática de la creación. El futuro de la pintura*. Ediciones Paidós. Barcelona, 1987, p. 104.

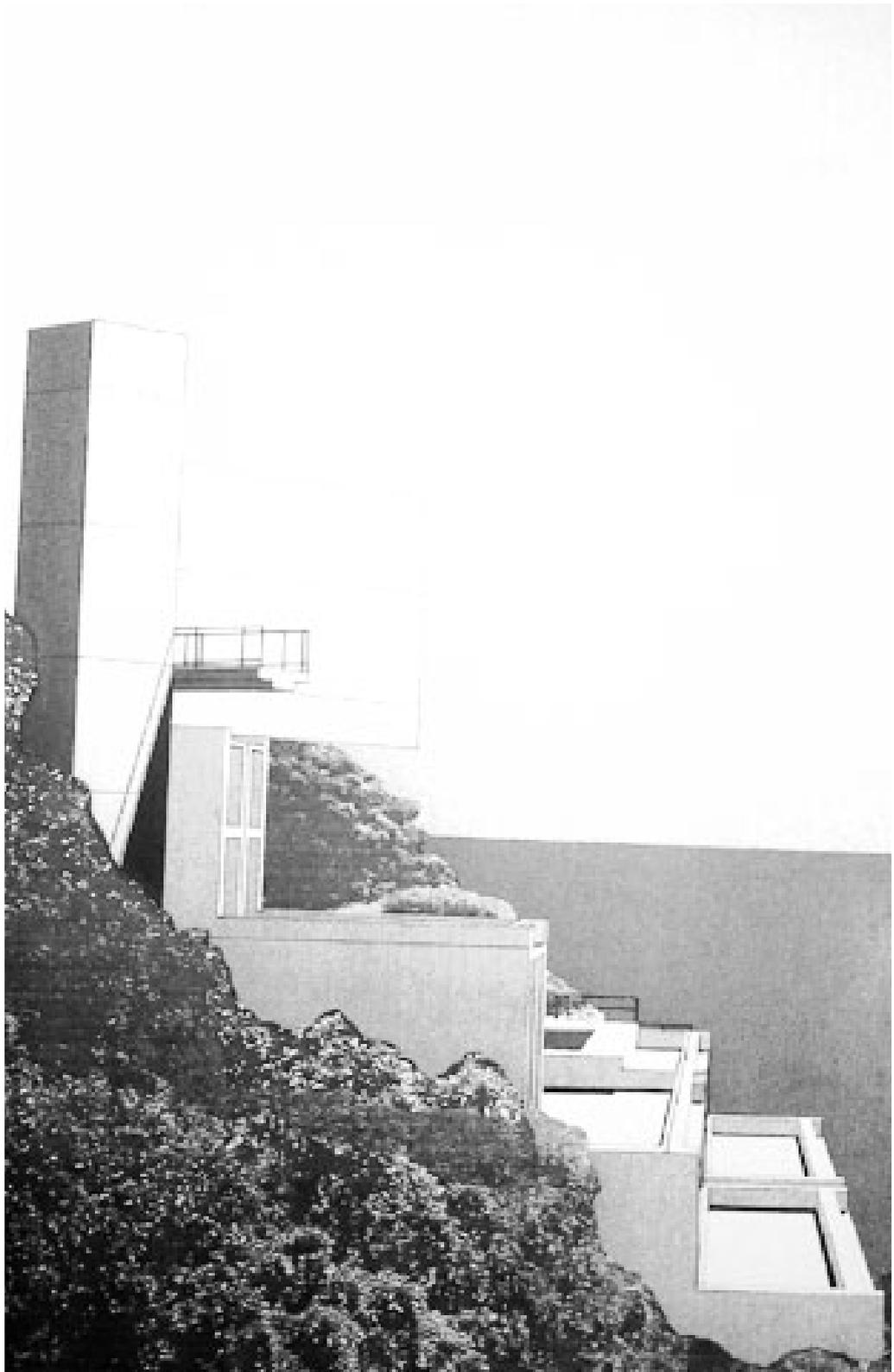
64 PIAGET, Jean; *The Psychology of Intelligence*; Littlefield, Nueva York, 1986. Cit. en NORBERG-SCHULZ, Christian; *Existencia, espacio y arquitectura*; Ed. Blume. Barcelona, 1975, p. 44.

65 MADRAZO, L.; *Design as Formal Language*; op. cit.

66 VALERY, Paul; *Eupalinos o el arquitecto*, Galería librería Yerba. Murcia, 1982, p. 48.

67 LE CORBUSIER; *Hacia una arquitectura*; op. cit. pp. 22 y ss.

0. Edificio de seminarios Toto. Arq.
dao Ando.
toras: Nagore Larriba, Miren León y
maia Urbistondo.
pia heliográfica. Fotomontaje con
peles de colores sobre papel vegetal
0x40).



De modo que, finalmente, según concluía Le Corbusier, el recurso a esas generatrices que acusan los volúmenes, sea "el camino para lograr realidades plásticas claras y limpias que brinden la paz a los ojos y los goces de la geometría al espíritu"⁶⁸.

En ese juego de arquitectura y belleza, el conocimiento de la geometría, de sus leyes y su orden, juega un papel muy importante. Ya que, como concluía Norberg-Schulz, para que los espacios arquitectónicos sigan siendo humanos, socialmente útiles, que puedan ser obras de arte, lo que hay que pedir es precisamente que estén estructurados⁶⁹.

LE CORBUSIER; *Hacia una arquitectura*; ibid., p. 28.
NORBERG-SCHULZ, C.; *Existencia, espacio y arquitectura*; op. cit., p. 135.

Reconocer el papel de la geometría como estructuradora de la mente es algo de capital importancia para la arquitectura en los tiempos actuales. Mucho más viendo que el capricho y la anarquía van ganando terreno al orden y la disciplina predicados por los maestros. Porque es más cómodo intelectualmente, y porque ese desorden supone una abierta rebeldía contra lo que parece canónico.

Formulemos votos para que la arquitectura en sus futuros avatares jamás olvide el "Ars Sine Scientia Nihil" que hace cinco siglos pronunció el 'magister lapidum' frente a los ediles de Milán. No se trata tanto de la ciencia en cuanto técnica, que permite controlar las posibilidades mecánicas de existencia y de duración de las concepciones arquitectónicas y su realización; sino de la ciencia abstracta del espacio, la única que hace adquirir en su plenitud el sentido de las relaciones armoniosas⁷⁰.

En ese preciso sentido señalaba Schulze que para Berlage, "la proporción en la geometría era un medio formal para lograr el orden en la arquitectura y conducirla a la cualidad más deseable en el arte de construir: el reposo"⁷¹. Ya que para él "la proporción constituía la salvaguardia contra la simple moda pasajera, una garantía de valor permanente"⁷².

Lo que se apunta de la geometría en cuanto regla y medida de la arquitectura, puede decirse relativamente de la Geometría Descriptiva, en cuanto formalización sistematizada, teórica y gráficamente, de esa geometría para la arquitectura, que va mucho más allá de los teoremas y los sistemas de representación. La geometría ha estado presente siempre en la arquitectura, aunque ésta no se supiese aún representar. Ahí tenemos las pirámides para evidenciarlo. La función de la Geometría Descriptiva es precisamente conseguir que el futuro arquitecto descubra en su cabeza esa geometría de la arquitectura al servicio de sus creaciones, y sea capaz de dominarla.

De modo que controle y conozca, tanto dentro del plano como en el espacio, las propiedades, la estructura y la configuración geométrica de los cuerpos y figuras, que habrán de ser las 'palabras' con las que deberá componer cada una de las 'frases' de sus proyectos e imaginaciones. En este proceso lo que menos importancia tendrá, en el fondo, serán los enunciados perspectivos o geométricos específicos, que siempre serán posteriores a la intuición formal o constructiva⁷³, aunque inevitablemente deberán ser el cauce para conseguir concretarla.

LA GEOMETRÍA, CIENCIA DE LA MIRADA

La Geometría Descriptiva debe enseñar a mirar, a ver, fuera y dentro de sí. Entendiendo claro está, que con los términos ver y mirar se quiere decir algo bien concreto. Una cosa es ver simplemente y otra mirar con aquella mirada 'ruskiniana' que, transgrediendo la simple observación, penetra en un "ver que ya está próximo al pensar"⁷⁴.

¿Limitaríase la mirada a percepciones de superficie, 'la línea', 'el color'?; señala D'Ors. Hace más, responde: percibe el orden⁷⁵. Y con el orden, el espacio que se regula con él.

No decimos nada nuevo si afirmamos que la arquitectura sólo existe en cuanto realizada, y que mientras está en el papel o la tela, si sólo está dibujada, no es propiamente arquitectura. Un dibujo de arquitectura no es arquitectura sino tan sólo un dibujo, que puede incluso tener carácter de arte, como hemos visto que afirmaba Platón. Se tratará en ese caso de una obra de arte en cuanto dibujo, pero no como arquitectura. Por eso puede pensarse en lograr dibujos buenos de una mala arquitectura, del mismo modo que se pueden hacer

70 GHYKA, Matila C.; *La estética de las proporciones en la naturaleza y en las artes*; Ed. Poseidón. Buenos Aires, 1953, p. 284.

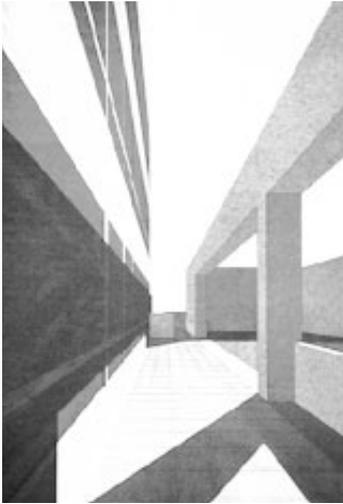
71 SCHULZE, Frank; *Mies van der Rohe; Una biografía crítica*; Hermann Blume editor. Madrid, 1986, p. 69.

72 Vid. BERLAGE, Hendrich Petrus, *Thoughts on Style 1886-1909*, Getty Center Publications Programs. Santa Mónica, 1996, pp.185-257: The foundations and Development of Architecture" (Zurich, 1908). p. 241.

73 ARGAN, Giulio Carlo; *Proyecto y destino*; Ed. Universidad Central. Caracas, 1969, p. 73.

74 Cfr. Carta de John Ruskin a su padre (Verona, 2 de junio de 1852); recogido en RUSKIN, John; *Las piedras de Venecia*, Valencia, 2000, Introducción, p. XIII. En ese sentido preciso Ruskin llega a calificar a Platón como "see and thinker", esto es, "el que ve y piensa" (*The Works of John Ruskin*, vol. V, p. 334; Library Edition, London, George Allen, 1903-1912).

75 D'ORS, Eugenio; "La geometría sensible"; *Las Ideas y las Formas*; op. cit.



1. Edificio de la sede de Matsumoto . (Japón). Arq. David Chipperfield. *Respectiva de la azotea*. Autoras: M. Ngarita, L. Pérez y V. Sambade. *Plana heliográfica. Papeles de colores sobre papel vegetal. Geometría como soporte de las emociones espaciales.*

DE FIORE, Gaspare; *La figurazione dello spazio architettonico*; Vitali e Ianda; Génova, 1967; p. 9.

Resulta interesante a este respecto obra de Rafael Valdecabres *Bases cológicas para la expresión gráfica arquitectónica*, Valencia, 1988. Y sobre todo, entre otras, las investigaciones llevadas a cabo en este campo por Gibson, Gombrich y Gregory así como de Wright (Lawrence).

Entendida como proyecto y no sólo como idea pensada.

Cfr. ARGAN, G. C.; *Proyecto y destino*; op. cit., p. 70-73.

SEGUI, Javier; *Interpretación y análisis de la forma arquitectónica*. Producción"; Departamento de Análisis de Formas. ETSAM. Madrid, 85, p. 4.

Nos referimos claramente a la arquitectura dibujada para ser construida, al menos teóricamente, aunque también podríamos hablar aquí de ciertas consideraciones acerca de esas otras arquitecturas fantásticas recreadas en el papel, el dibujo o la madera, que quizás son objeto de estudio más para la historia del arte que para la de la arquitectura (DE FIORE, G. op. cit., p. 20), pero que no por ello han dejado de tener una innegable influencia en el desarrollo de la teoría y práctica artística, hasta el punto que a veces no es fácil discernir cuál de las dos historias ha tenido más influencia en el proceso de evolución de la cultura, si la de la arquitectura construida o la de la dibujada.

IGLESIAS, H.; "España: La técnica de la representación de la arquitectura y su enseñanza". En *L'architecture in présentation*; op. cit.

GENTIL BALDRICH, J. M^a.; "Papel de la geometría descriptiva..."; op. cit., pp. 78-79.

OCHOTORENA, Juan Miguel; *La construcción de la forma*. T6 ediciones, Barcelona, 1999, p. 63.

GENTIL BALDRICH, J. M^a.; "Papel de la geometría descriptiva..."; op. cit.

malas representaciones de una bellísima arquitectura. El dibujo es un simple instrumento para la arquitectura, aunque bien empleado sirve también para transmitir con eficacia la idea arquitectónica concebida.

De ahí que podamos atribuir cierto valor de 'arquitectura incoada' a la que está simplemente dibujada, siempre que no se trate puramente de un dibujo fantástico o imaginativo, y se trate de la expresión dibujada de una idea arquitectónica. Que no es gratuita o fruto de una mera invención, pues en su génesis intervienen siempre múltiples factores, y es consecuencia de un conjunto de parámetros constructivos, culturales y estéticos; que siempre, en todo caso, si ha de convertirse de verdad en arquitectura, será necesario que se organicen en un dibujo, que refleje una forma pensada, 'vista', en la fantasía⁷⁶.

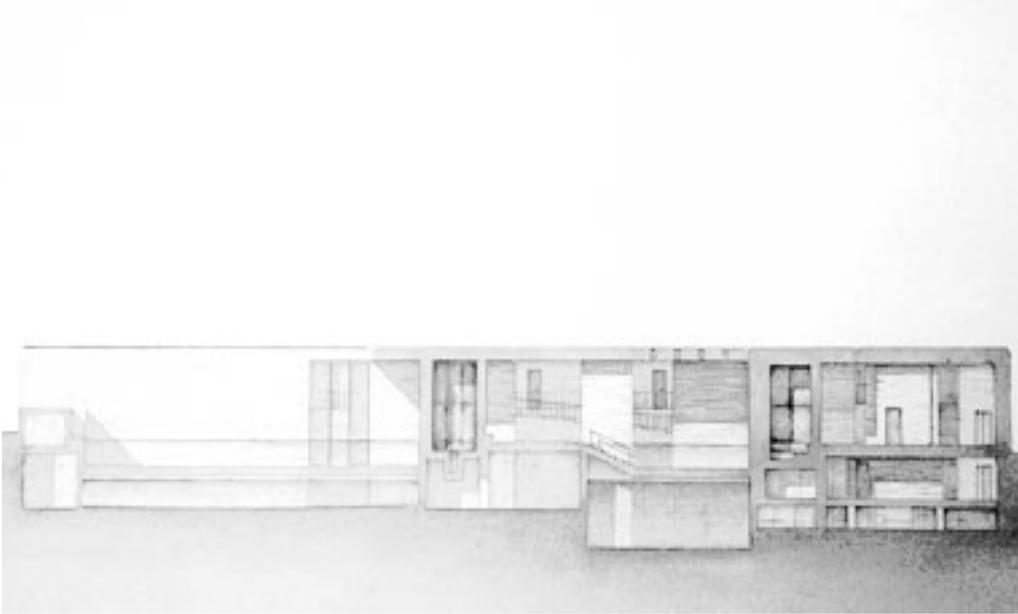
No es éste, indudablemente, el momento de desarrollar una teoría de la percepción, ni de intentar siquiera una teoría acabada acerca de la génesis de la idea proyectual y la psicología de la expresión gráfica arquitectónica, acerca de lo cual hay notables y recientes investigaciones que se escapan de los objetivos de esta exposición⁷⁷. Pero sí puede ser conveniente hacer alguna consideración en torno a la relación existente entre la idea (proyecto), su expresión (dibujo) y su concreción física tangible (arquitectura).

Como hemos visto afirmar a De Fiore, para que una idea de arquitectura llegue a convertirse de verdad en arquitectura, es necesario 'organizar' todos los parámetros que intervienen, plasmándola después en un dibujo, que recoge la forma 'vista' en la fantasía. Esto es, que la formalización de una idea de arquitectura⁷⁸ requiere de unos elementos estimulantes previos, que permitan concretar la idea mental gráfica, que se debe ser capaz de dibujar. Sólo entonces estaremos ante un proyecto de arquitectura⁷⁹. Si finalmente la idea además termina siendo 'representación edificada', nos encontraremos ante la obra de arquitectura⁸⁰.

Sin esa última característica (su concreción material) el dibujo de arquitectura no es aún arquitectura *stricto sensu* sino simple fantasía arquitectónica, que, en relación con lo que estamos considerando, es algo que no importa en exceso, pues no es de nuestra incumbencia si la obra se ejecuta o no, ni eso es algo que pertenezca al ámbito del proceso proyectual⁸¹. Ya que el plano pedagógico-docente, en el que ahora nos movemos, se sitúa en el ámbito de la arquitectura posible.

En cambio, por coherencia, sí nos debe preocupar cómo lograr que quien deba crear esas formas pueda haber adquirido previamente la capacidad de 'ver' esas fantasías, y representarlas de modo inteligible y comunicable, con fidelidad y univocidad⁸². Que es donde interviene propiamente, como aportación específica al proceso, la Geometría Descriptiva, proporcionando los medios gráficos rigurosos para la redacción del discurso arquitectónico y, sobre todo, contribuyendo al desarrollo de la capacidad de ver el espacio en la mente; esto es, la de aprehenderlo⁸³, acotarlo, ocuparlo y distribuirlo intelectualmente mediante espacios y formas coherentes y posibles. En este proceso "la geometría juega en relación con la forma el mismo papel que el dibujo en relación con el proyecto"⁸⁴, posibilitando la concreción formal de la idea, que antecede, en el orden de la mente, a su expresión en cualquiera de los idiomas gráficos al uso (que son, por otra parte, los únicos instrumentos de los que se puede servir la Geometría para alcanzar sus objetivos pedagógicos e instrumentales).

De todos modos, ya que es comúnmente admitida la trascendencia de la Geometría Descriptiva como mecanismo técnico y lingüístico de expresión de la arquitectura, antes de considerar cuánto se refiere a esta faceta de la materia como conjunto de 'gramáticas' o idiomas⁸⁵ gráficos, conviene que reflexionemos acerca del tercero de los elementos que enumerábamos al hablar de la génesis de la idea proyectual.



F22. Termas en Vals. Arq. Peter Zumthor.
Sección.
Autores: D. Bergasa, V. García y D. Martínez.
Acuarela (66,5x45).
Original en color.

De Fiore hablaba de los factores estéticos, culturales, e incluso de tipo científico, político..., del sentimiento de la época como motores de la respuesta espacial, que finalmente daría lugar a la idea arquitectónica. Que lleva, en el plano semántico, a la consideración de la interdependencia que se plantea entre la estructura socioeconómica de la industria de la construcción y el lenguaje gráfico⁸⁶. Ese conjunto de factores que determinan la posición intelectual y estética desde la que se moderan y orientan los comportamientos proyectuales, así como su expresión gráfica, constituyen un bagaje de imágenes mentales previas que actúan como desencadenantes del proceso productivo, como referencias imaginarias, que por sus características son capaces de movilizar las fantasías edificatorias⁸⁷.

Es importante destacar el papel que en esta dinámica le corresponde a la imaginación, como ámbito pre-proyectual en el que ciertas imágenes casi intuitivas toman cuerpo gráfico, a modo de verbos mentales aún no formulados con 'sonidos', pero que ya existen como 'conceptos'. Es indudable que, por la naturaleza espacial de la arquitectura, en esa visión imaginativa previa le ha de estar reservado por fuerza un papel no pequeño a la Geometría Descriptiva, como metro del espacio y del volumen y como lenguaje visual derivado de descubrimientos antiguos y nuevos que controlan su acto creador⁸⁸. Este cometido es probablemente de mayor importancia que el que habitualmente se le reconoce, pues la geometría es quien proporciona las reglas para la expresión gráfica sin ambigüedad comunicativa⁸⁹. Más aún en el momento presente, determinado por la revolución metodológica operada por las vanguardias de la arquitectura moderna. A partir de la que la dimensión geométrica de la forma dice relación más general, y hoy por hoy más adecuada, a aquella consideración integral de quien la ve como totalidad⁹⁰.

Nunca como ahora, decía Sostres, tuvo el artista o el intelectual que librar una lucha contra la corriente para imponer el mensaje de una nueva concepción de la vida, como ha ocurrido en el mundo moderno. Las mejores condiciones para la creación monumental han correspondido a épocas en las que fue posible una unidad general de la cultura. La aceptación universal de las ventajas técnicas, de una sistematización similar, no comporta aún una debida correspondencia con su fondo emocional. Para llegar a esa necesaria unidad cultural se precisan una síntesis y una asimilación que requieren su tiempo para realizarse⁹¹.

Así, si aceptamos, con Seguí, que el proyecto es el efecto de la movilización especializada de la actividad imaginaria en orden a la anticipación de edificios, lógicamente habre-

86 GENTIL BALDRICH, José María; "Arquitectura y lenguaje gráfico. Notas a un problema". *Q Arquitectura*, n. 47, 1981, p. 38.

87 SEGUI, Javier; "La imaginación arquitectónica"; *Actas del IV Congreso de Expresión Gráfica Arquitectónica*; Valladolid, 1993, p. 82.

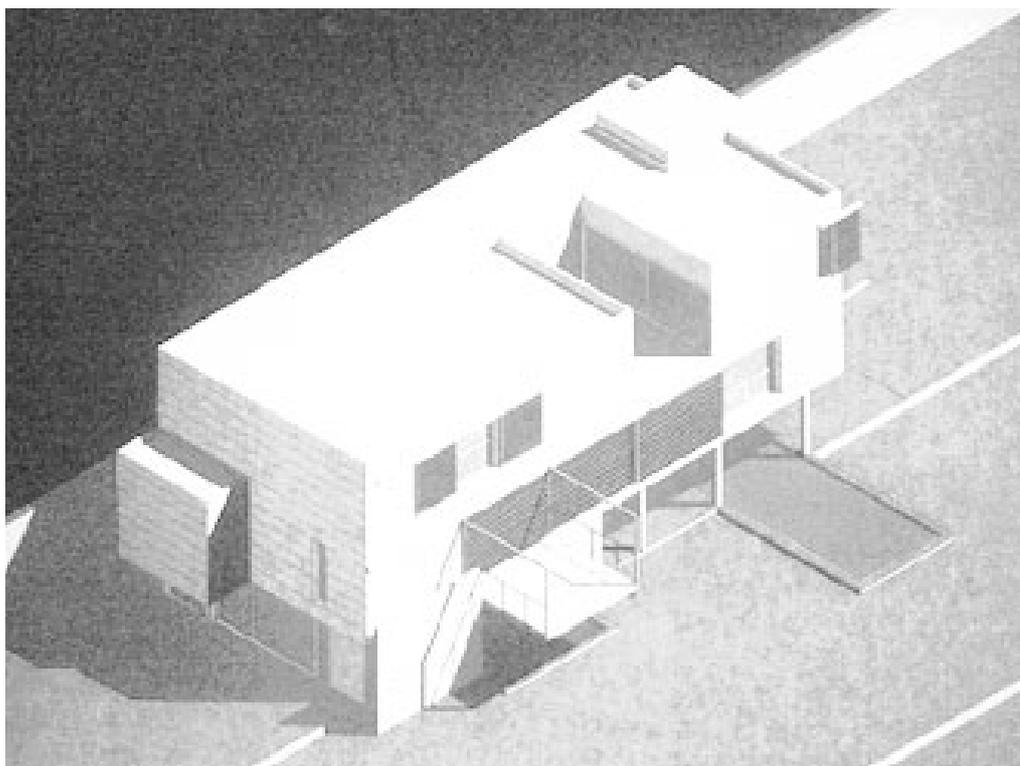
88 GROPIUS, Walter; *Alcances de la arquitectura integral; Educación de arquitectos y proyectistas*; Ed. La Isla. Buenos Aires, 1963, p. 69.

89 GENTIL BALDRICH, J. M^a.; "Papel de la geometría descriptiva..."; op. cit.

90 Cfr. OCHOTORENA, J. M.; *La construcción de la forma*, op. cit., p. 62.

91 SOSTRES, José María; "La arquitectura monumental". Recogido en *Opiniones sobre arquitectura*, pp. 35-41. Galería-librería Yerba. Murcia, 1983, p. 41.

3. Casa Fronto. Arq. Tonet Sunyer.
onométrico con sombras. Detalle.
 toras: Leyre Fernández y Marta
 ares.
 pia heliográfica. Papeles de colores
 bre papel vegetal (80x60).



mos de concluir que ser arquitecto exige poseer la destreza adecuada para convocar, conocer, organizar, manipular, precisar y corregir imágenes expresables objetivamente⁹². Esta objetividad la proporciona la Geometría Descriptiva, de cuya esencia forman parte la propiedad, exactitud y rigor en la expresión (arquitectónica), tanto en el caso de que haya llegado a concretarse en un dibujo, como si ha sido tan sólo imaginada.

La Geometría Descriptiva no sólo proporciona la exactitud al lenguaje gráfico que transmite el pensamiento arquitectónico, sino que aporta a ese pensamiento el rigor espacial. Los hábitos mentales que genera permiten imaginar cómo se disponen, superponen o interseccionan las formas en el espacio imaginado como las veríamos si descansasen en un espacio real ante nuestros ojos⁹³. Evidentemente, el espacio, como ámbito del hecho arquitectónico, es algo más rico que el espacio objetivo o científico, físico, contemplado por la geometría matemática, pero a su vez esa realidad constituye la estructura necesaria para poder integrar el resto de las cualidades. La imaginación de las formas constructivas con las que se define supone básicamente una intuición espacial, y por tanto *geométrica*, unida a un cierto sentido de la estática⁹⁴.

Es indudable que en el campo literario o musical la imaginación, de ordinario, constituye el ámbito primero de la creación, que antecede a su expresión escrita, que puede llegar a no producirse. A pesar de lo cual su autor podría continuar 'escuchando en su mente' los compases de esa 'música' o disfrutando interiormente de sus creaciones poéticas. Ciertamente la fuente común de todas las artes es la intuición⁹⁵. Pero si poseyendo el sentimiento necesario para la creación musical o poética, se explotase sin educarlo, los frutos que se obtuviesen, aun cargados de sentimiento, adoptarían formas tanto más incultas e imprecisas cuanto mayor fuese la ignorancia acerca de los lenguajes que hacen posible su desarrollo y la transmisión de la intuición originaria. A la postre se carecería de control sobre las intuiciones y el sentimiento innatos.

En el ámbito de la creación plástica sucede otro tanto. De modo que si tal vez sería posible pensar que un arquitecto se pudiese guiar por el sentimiento, prescindiendo de los pla-

SEGUI, J.; "La imaginación arquitectónica"; op. cit.
 MONTES SERRANO, C.; *Representación y análisis formal*; op. cit., p. 296.
 DRAGOMIR, Virgil y GEORGHIU, rian; *La représentation des structures constructives*; Ed. Eyrolles; París, (s. f.), 15.
 KANDINSKY, W.; *La gramática de la creación...*, op. cit., p. 105.

nos como concreción última de sus ideas, en la práctica no podría trabajar mucho tiempo sin imágenes, ya que pronto su pensamiento se debilitaría, tornándose ambiguo y brumoso⁹⁶, y acabaría deshumanizado⁹⁷.

A fin de cuentas, dirá Argan, el proceso de la arquitectura no es otra cosa que plantear o determinar el espacio. Empeño para el que llega a inventar el término 'espacear' que él define como la facultad que posee el hombre para reconocer y definir su relación con el entorno y delimitar una "zona de experiencia"⁹⁸. La imaginación no puede trabajar con impresiones vagas o caóticas. Por eso, si es cierto, como defiende Argan, que donde primeramente se han de plantear esas relaciones es en el ámbito de la intuición formal o constructiva⁹⁹, no lo es menos que la imaginación es incapaz de elaborar una realidad material y tangible con puros sentimientos o deseos. Estos pueden formar parte del conjunto de desencadenantes productivos previos, pero finalmente será forzoso imaginar lo concreto, que necesariamente tendrá una forma. Para cuya definición la geometría juega un papel decisivo como elemento estructurador y mecanismo de control en ese proceso creativo.

De un lado a través del elenco de formas geométricas puras que constituyen su universo propio, que de por sí tienen ya gran fuerza como generadores de los movimientos proyectuales¹⁰⁰, como señala oportunamente Sánchez Gallego, cuando afirma que parece evidente que los primeros balbuceos de la geometría en la representación se dieron precisamente debido a su poderosa capacidad generadora de pensamientos organizativos y especuladores, no sólo de emociones¹⁰¹.

De tal modo que, dejando a un lado la consideración de la importancia que las formas geométricas pudieron tener en la génesis de la arquitectura renascimental o barroca, no resulta aventurado atribuir hoy al vigor que encierran las formas geométricas elementales el origen de la idea germinal de muchos proyectos de arquitectura contemporánea, compuestos a partir de un simple cubo, de un cilindro, un cono o una pirámide, solos, yuxtapuestos o maclados. Al igual que no es desdeñable como elemento germinal de las modernas composiciones pictóricas, la fuerza que subyace en las formas geométricas puras, que tanto impresionaron, por ejemplo, a Kandinsky¹⁰².

Junto al poder evocador-desencadenante de las formas geométricas, que va inseparablemente unido a la fuerza connotativa que arranca de su rancia tradición dentro del pensamiento occidental¹⁰³, debemos también considerar el papel insustituible que les compete como estructuradoras de la actividad conformadora del espacio y como reguladoras de las propuestas arquitectónicas con las que el arquitecto responde a las necesidades planteadas. Hasta el punto de poder formular como campos subsidiarios del saber geométrico la reflexión ubicatoria y perceptiva acerca del ambiente¹⁰⁴.

La idea primera, por intuitiva y primaria que parezca, debe tener, ya desde sus iniciales concreciones espaciales y figurativas, una mínima coherencia geométrica que sea el germen de su ulterior desarrollo. Cuando Isozaki imaginaba la cubierta del Palau San Jordi, intentaba evocar con sus curvas el movimiento de una ola. Esta figura 'desencadenante' de la idea, orgánica e intuitiva, tuvo que ser geometrizada rigurosamente para permitir una construcción racional, pero desde los primeros bocetos fue necesaria una cierta estructuración geométrica, coherente con la decisión espacial y con la posibilidad constructivo-práctica de la idea, que hizo posible su posterior desarrollo, ajustando rigurosamente la configuración geométrica. Lo mismo se aprecia en el caso del Polideportivo Municipal de Palafox, en el que la idea germinal de Isozaki se intuye en unos simplicísimos bocetos, que sólo necesitaban la definición geométrica precisa y rigurosa que hiciese posible la elaboración analítica y matemática de la estructura estérea en la que se materializó finalmente la cubierta de aquel espa-

96 LATOUR, Bruno; "La matière des images"; *L'architecture in représentation*; Ministère de la Culture Direction du Patrimoine. Paris, 1985, pp. 16-18.

97 NORBERG-SCHULZ, C.; *Existencia, espacio y arquitectura*; op. cit., p. 135.

98 ARGAN, G. C.; *Proyecto y destino*; op. cit., p. 73.

99 ARGAN, G. C.; *ibid.*

100 SEGUI, J.; *La imaginación arquitectónica*; *ibid.*, p. 83.

101 Cfr. SANCHEZ GALLEGO, Juan Antonio; *Geometría Descriptiva para Arquitectos*; op. cit., p. 5.

102 "Una vertical asociada a una horizontal produce un sonido casi dramático. El contacto del ángulo agudo de un triángulo con un círculo no causa un efecto menor que el dedo de Dios con el dedo de Adán en el de Miguel Angel". (KANDINSKY, W.; *La gramática de la creación*; op. cit., p. 106).

103 Vid. GHYKA, Matila C.; *La estética de las proporciones en la naturaleza y en las artes*; PEDOE, Dan, *La geometría en el arte*. Y también PACCIOLO, Luca, *La divina proporción*; así como *Arquetipos geométricos*. T. A., nn. 210-212.

104 SEGUI, Javier; *Interpretación y análisis de la forma arquitectónica*. "Introducción"; op. cit., p. 33.

cio, que definían desde el inicio unas líneas temblonas en un papel¹⁰⁵. Al espacio que se creó con un simple gesto intuitivo le dio forma la geometría.

Evidentemente, es de gran importancia para el arquitecto lograr controlar el espacio en la mente. Esa estructuración y ese orden se desarrollan por medio de la geometría. El saber geométrico, como todos, admite grados, no sólo por lo que se refiere a la profundidad o intensidad de su conocimiento sino también por la capacidad para su empleo en acto, y la autoconciencia de su posesión y ejercicio. En ocasiones, los recursos que proporciona la ciencia geométrica no se usarán consciente y reflexivamente, al menos en la fase de ideaación imaginativa, previa a las primeras figuraciones gráficas; que podrían no producirse, sin que por eso deje de ser posible el pensamiento arquitectónico. Incluso, en ocasiones, la ideaación será más perfecta que la construcción "pues la segunda imita a la primera; y no se da imitación sin alguna omisión", como apuntaba Franco Taboada citando a Scolari¹⁰⁶.

De ahí que un cometido básico de la Geometría Descriptiva sea precisamente desarrollar la capacidad de 'ver' y estructurar el espacio en la mente de los que aspiran a servir a la sociedad como arquitectos. Esa cualidad, que se ha llamado 'visión espacial', no se posee de ordinario sin un aprendizaje previo. Que ha de ser uno de los objetivos que se persigan: lograr que la expresión y la definición del espacio, aún abocetada e imprecisa, sea un hábito mental racional, que resulte connatural a cualquier volición arquitectónica. El diseño necesita una gramática de la composición propia con la que traducir a mensajes esas sensaciones subconscientes y códigos elementales¹⁰⁷. Si además de permitir la visión espontánea del espacio creado, aplica su atención a la expresión gráficamente rigurosa de las ideaaciones, la Geometría Descriptiva podrá cumplir su tarea más vistosa y aparente, proporcionando los medios 'lingüísticos' para materializar gráficamente las intuiciones espaciales.

Es un objetivo asequible, porque sólo se precisa adquirir el dominio de unos lenguajes gráficos, que tienen gran tradición y solera y resultan de fácil manejo para quien sabe 'ver espacialmente' en su mente lo que desea representar. El documento dibujado por un arquitecto habrá de venir siempre precedido por una reflexión. Sólo entonces ese dibujo permitirá, a quien sepa leerlo, la percepción inmediata de lo que ha querido plasmar en él la inteligencia del dibujante¹⁰⁸.

Pudiera parecer que esto que se está exponiendo se aleja de la consideración de la Geometría Descriptiva como materia del área de expresión gráfica de la carrera de arquitecto pero, por el contrario, eso es precisamente lo que determina sus objetivos pedagógicos y el orden de prioridades entre ellos, y lo que debe orientar la elección de la didáctica y los instrumentos gráficos (lenguajes) idóneos para alcanzar sus metas. Evidentemente al no ser posible aprender a hacer materialmente la arquitectura en el propio proceso de construirla, al modo del pintor, que aprende a pintar pintando, o del dibujante que aprende su oficio dibujando¹⁰⁹, no se podrán definir los espacios arquitectónicos a base de yuxtaponerlos físicamente, sino que habremos de servirnos de sus representaciones planas, que no son espacios, sino signos lingüísticos de aquéllos. A fin de cuentas las realidades espaciales, en cuanto imaginables, resultan de la percepción imaginativa de las formas, los contornos de los volúmenes y los objetos dibujados¹¹⁰, siendo indudable que la capacidad para esa percepción sólo es innata en parte, y es un hábito que hay que desarrollar.

Sería interesante hacer un estudio acerca de la relación causa-efecto que pueda haber entre la moderna concepción espacial de la arquitectura y el desarrollo de los sistemas de representación a finales del siglo XVIII, que, desde su aparición hicieron menos necesarias, entre otras cosas, las maquetas ('modelos') como documento proyectual¹¹¹, pues si una maqueta podía servir para dar una cierta idea de la espacialidad de la obra que se proyectaba, su

5 Cfr. A&V n. 33. 1992, pp. 70-73.

6 Cfr. FRANCO TABOADA, José tonio; *El dibujo, forma esencial del pensamiento arquitectónico*. Universidad de La Coruña, Lección inaugural, X. 1990, p. 5.

dría profundizarse en el sentido de la intención de Scolari (SCOLARI, *assimo*; "Considerazioni e aforismi sul segno"; *Rasegna*, n. 9, marzo 1982) considerando los conceptos de fidelidad y univocidad referidos a la relación realidad-representación en el sentido e los expone Gibson (GIBSON, mes J. *La percepción del mundo real*; Ed. Infinito. Buenos Aires, 1974 y *e ecological approach of the visual reception*. Londres, 1986) y los recoge esias (IGLESIAS, H.; "España: La técnica de la representación de la arquitectura y su enseñanza". *L'architecture représentation*; op. cit.).

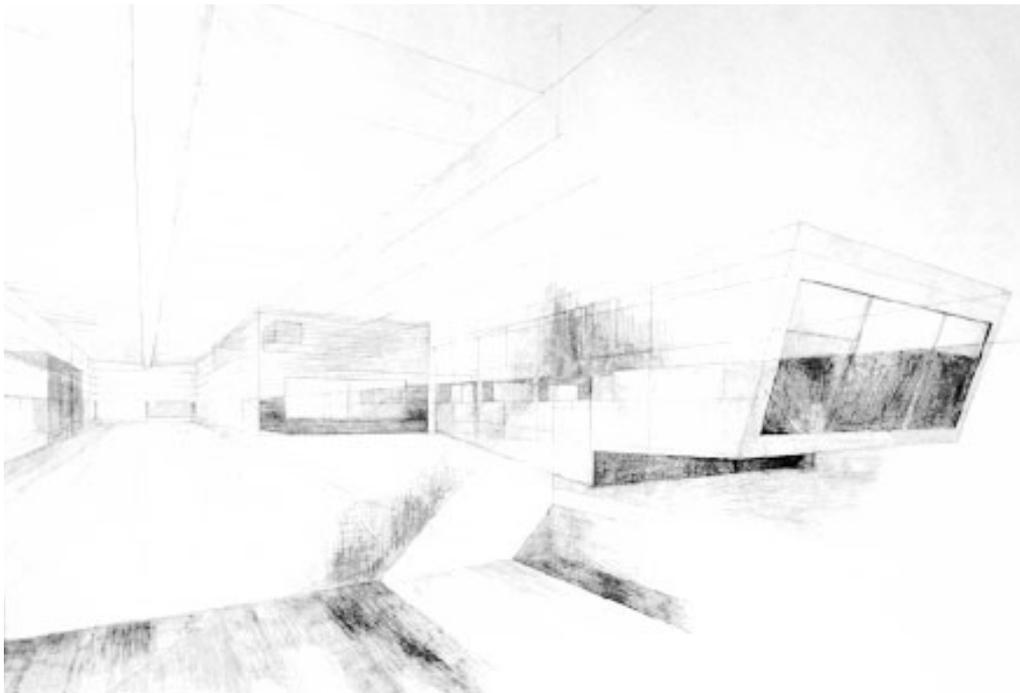
7 GROPIUS, W.; *Alcances de la arquitectura integral*; *Educación de arquitectos y proyectistas*; op. cit., p. 46.

8 BERCE, Françoise; "La main de l'architecte". *L'architecture in représentation*; Ministère de la Culture Direction du trimoine. París, 1985, pp. 265-270.

9 Cfr. IGLESIAS, H.; "España: La técnica de la representación de la arquitectura y su enseñanza". *L'architecture représentation*; op. cit.

10 MONTES SERRANO, C.; *Representación y análisis formal*; op. cit, p. 296.

11 Vid. CARAZO LEFORT, Eduardo y MONTES SERRANO, Carlos; "Algunas écdotas sobre la utilización de las aquetas en la arquitectura española I Siglo XVIII"; *Revista EGA*, n. 1, 1992, . 47-56.



F24. Comisaría en Vaals. Arq. Wiel Arets.
 Autoras: H. Bordonaba, A. Gea y M. Gil.
 Lápices de colores sobre papel sulfurado (70x95).
 Interpenetración, por 'transparencia', de distintos espacios.
 Original en color.

empleo se encaminaba sobre todo a servir de ayuda a quien careciese de la capacidad necesaria para 'leer' en los planos la realidad arquitectónica representada, que indudablemente presuponía ya la existencia intencional de un proyecto, aunque éste pudiera no ser definitivo. No parece por tanto un expediente adecuado para la resolución de la problemática espacial que plantea la concepción de la arquitectura moderna, que es de espacios vividos desde dentro¹¹².

Desde luego, no se puede crear lo que no se puede imaginar previamente. Antiguamente, el espacio era 'lo que quedaba dentro' de lo proyectado (suelo, paredes —'la de fuera y la de dentro'—, techo...). Ahora el proceso se ha invertido, al menos en parte. Se tiende a idear primero los espacios, estudiando después la manera de 'envolverlos'. Esto obliga a atribuir a la Geometría Descriptiva más protagonismo del que se le suele conceder. Su aportación al desarrollo de la moderna arquitectura va más allá de la mera perfección gráfica lograda, y tiene mucho que ver de hecho con la riqueza espacial con la que ahora se 'piensa' la arquitectura que aún no existe.

De ahí que me parezca oportuno recordar la queja de Nervi, cuando denunciaba que la intuición, la facultad más elevada de nuestro espíritu, que condujo a nuestros antepasados a esas obras que deberían admirar nuestros contemporáneos, parece haber sido excluida de nuestras escuelas¹¹³. Las figuras geométricas permiten la existencia de la arquitectura en el reino de la abstracción¹¹⁴. Pero hay que ser capaz de imaginarlas. En eso se cifra la importancia de lograr desarrollar esa cualidad como parte del proceso de preparación para el ejercicio proyectual. O lo que es lo mismo, quien carezca de la capacidad, en el entendimiento o en la voluntad, para 'ver el espacio' y estructurar geoméricamente su mente, no puede ser arquitecto, entendiéndose por éste a alguien que sea algo más que un simple edificador o levantamuros.

LA GEOMETRÍA, CIENCIA DEL ORDEN

"Se diría que la arquitectura está consagrada directamente a recordarnos el orden y la estabilidad del universo"¹¹⁵.

112 ARGAN, G. C.; *Proyecto y destino*; op. cit.

113 NERVI, Pier Luigi; *Costruire correttamente*; Ed. Hoepli; Milán, 1955. Cit. en DRAGOMIR, V. y GEORGHIU, A.; *La représentation des structures constructives*; op. cit., p. 15.

114 MADRAZO, L.; *Design as Formal Language*; op. cit., p. 319.

115 VALERY, P.; *Eupalinos o el arquitecto*; op. cit., p. 56.

Gracias a la geometría nuestra mirada profundiza en la percepción de la arquitectura.

En la primera Bienal de Arquitectura y Urbanismo de Zaragoza, analizaba Madrazo el método de composición empleado por Durand en sus clases, que había sido el punto de partida para sus investigaciones pedagógicas en el campo del diseño asistido¹¹⁶. Varias de las observaciones hechas por él en aquella ocasión me parecen estrechamente vinculadas a lo que se quiere exponer, y sirven para dar entrada al punto siguiente de la exposición, acerca de la función codificadora y lingüística de la Geometría Descriptiva.

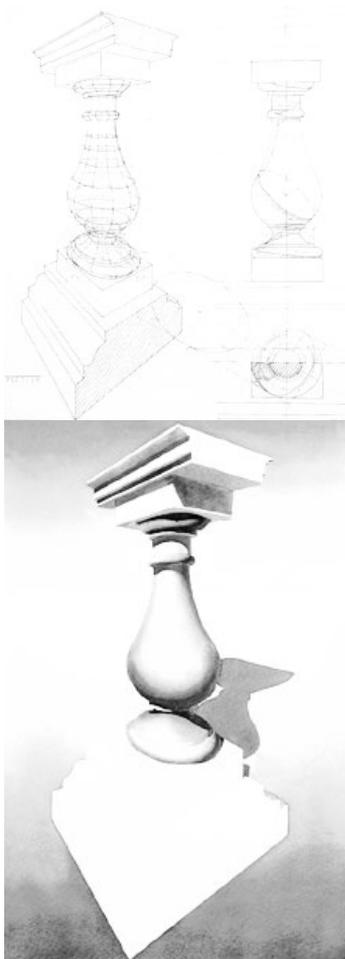
Señalaba Madrazo entonces que si la arquitectura es concebida primero en el universo de lo abstracto, con instrumentos que pertenecen a la esfera de lo intelectual, y sólo en una segunda etapa deviene en objeto físico, esa relación (construido-pensado) se descubre también dentro del universo geométrico en la dualidad realidad-representación; hasta el punto de poder afirmar que la geometría es el sistema más elemental de abstracción creado por el hombre para apropiarse de la realidad que le rodea¹¹⁷.

Así las cosas, la arquitectura no sólo convierte a la geometría en su instrumento, sino que asociándose a ella, aspira a apropiarse de sus atributos característicos: su carácter simbólico y su valor científico. Simbólico en cuanto que la Geometría Descriptiva pretende representar los objetos reales. Lo que le confiere la capacidad de convertirse en el lenguaje natural de la arquitectura, tanto de la que existente como de la que deberá parecerse a la que se está representando (analogía). Científico por su carácter de código riguroso de formas, perfectamente estructurado, ordenado y coherente, con reglas y propiedades que no proceden también de la observación empírica sino de la especulación intelectual, a partir de una serie de principios básicos convenidos, que se ajustan perfectamente a las propiedades físicas de la realidad a la que representa¹¹⁸.

No está de más considerar cómo, en el aprendizaje de la Geometría Descriptiva, la relación biunívoca que se establece entre realidad contemplada y representada pasa, en su desarrollo, por los tres estados característicos del lenguaje como expresión analógica estructurada de la realidad. Son esos, el aprendizaje de las formas geométricas puras, el descubrimiento de sus referentes reales en lo construido, y su proyección (proyecto) hacia nuevas formas, que deberán 'parecerse' a esas representaciones (invirtiéndose de este modo el sentido de la relación). Representan respectivamente los estados 'reflejo', 'traslaticio' y 'sistemático'¹¹⁹ del proceso, que desemboca en el dominio del lenguaje y en la posesión (inconsciente casi siempre) de su estructura interna (orden), que hacen posible la expresión.

Así esa materia resulta ser el marco científico en el que se establece el nexo entre el lenguaje gráfico de la arquitectura (dibujo) y la propia arquitectura. Es el medio a través del que la arquitectura se convierte en lenguaje coherente, y expresión inteligible, analógica y visible de su realidad. Lo que hasta ese momento era tan sólo una idea más o menos rica, quizá 'borrosa', se concreta por medio de expresiones espaciales, que se organizan paulatinamente gracias a la geometría que les subyace, ordena y estructura, de forma que los distintos componentes plásticos de los edificios pasan a ser para la arquitectura lo que las palabras para el lenguaje, o las notas para la música¹²⁰.

Con la salvedad, a este respecto, de que mientras en el lenguaje verbal se hace imprescindible respetar el código acordado, so pena de no poder entenderse, en el caso de la arquitectura parece posible saltárselo, sin renunciar por ello a construir, aunque sea no 'comunicando' otra cosa que su propia neurosis¹²¹. Ya que es precisamente el 'entrenamiento científico' que proporciona la ciencia geométrica lo que nos permite interpretar y elaborar de modo correcto los contenidos de los documentos gráficos¹²². Ese lenguaje no puede con-



5. Balaustre.
perspectiva 'alámbrica' y cálculo de
medidas. Detalle. Autor: Antonio
Madrazo. Técnica: lápiz sobre Papel
Caballo (A2).

6. Balaustre.
perspectiva iluminada. Autor: Antonio
Madrazo. Técnica: acuarela (70x40).
Color: original en color.

6 Cfr. MADRAZO, L.; *Durand y la
noción de la arquitectura*; Conferencia
de la I Bienal de Arquitectura y
Urbanismo de Zaragoza; Zaragoza, 17.
1992.

7 Cfr. MADRAZO, L.; *Durand y la
noción de la arquitectura*; op. cit., pp.
-16.

8 Con la reserva que requiere una afir-
mación tan categórica, ya que el 'realis-
mo' de un modelo geométrico tiene por
lo general un valor relativo y limitado, que
admite ciertos matices (vid. nota 141).

9 MONEDERO ISORNA, Javier; "Nota
sobre la idea de analogía y su posición
fundamental para una teoría de la
representación gráfica"; Revista *EGA*, n. 1;
92, pp. 42-46.

10 DURAND, Jean Nicolas Louis;
*écrits des leçons d'architecture donné-
es à l'École Royale Polytechnique*; P.
Goussier, París, 1819. Vol. 1, p. 28.

11 ZEVI, B.; *El lenguaje moderno de la
arquitectura*; op. cit., p. 13.

12 GOMBRICH, E. H.; *Arte e ilusión*;
Gustavo Gili, Barcelona, 1982, pp.
5 y ss.

formarse simplemente con ser útil para 'representar' la arquitectura. Debe aspirar a ser un instrumento para 'concebir'la'; esto es, para proyectarla, como consideraba Durand¹²³. Como se ha señalado anteriormente, no podemos olvidar que un dibujo de proyecto, junto al papel descriptivo que le es propio, cumple inseparablemente otra función, ideadora, comprensiva, de definición de aquella arquitectura que está siendo configurada¹²⁴.

En ese proceso, que resulta paradójico en ocasiones, pues debe aunar programas, funciones y eficacia con intuiciones y caprichos, la geometría proporciona estabilidad; no sólo porque introduce la proporción, como defendía Berlage¹²⁵, sino porque asegura la estructuración geométrica previa, que garantiza su armonía y estabilidad, como ajustadamente enunciaba Venturi cuando sentenciaba que "el orden debe existir antes de que pueda romperse"¹²⁶.

Desde ese punto de vista seguiría siendo válida en cierto modo la dinámica proyectual durandiana. Si para él era un proceso estructurador que debía llevarse a cabo en el plano, ahora debemos plantearlo en el espacio, trabajando a la vez en las tres dimensiones que lo caracterizan, como apuntaba Madrazo en la intervención mencionada¹²⁷. Es preciso tener en la mente esa estructura, que consiente relacionar los dibujos bidimensionales con las formas espaciales que representan definiendo sus límites.

Cabría preguntarse de cuántas maneras distintas disponemos para expresar eficazmente una idea de arquitectura, o lo que es lo mismo, cuántos 'idiomas' o lenguajes distintos tenemos para hacerlo. Pero, dado que la respuesta es de sobra conocida, la pregunta debe orientarse más bien a la determinación de cuáles son los lenguajes y medios descriptivos, de los que tenemos a nuestra disposición, que debemos manejar y cómo. Esta cuestión sí admite varias respuestas y muchos matices.

Las distintas respuestas dadas a lo largo de los siglos a la cuestión ilustran la historia del dibujo como medio de expresión de la arquitectura. Unos modos de hacer han ido superando a otros, por su mayor precisión o por su adecuación a las corrientes de pensamiento que impulsaban la arquitectura del momento. No hay que olvidar que la arquitectura primero se piensa y luego se dibuja, o bien se 'piensa' cuando se dibuja. Se puede decir que de algún modo, la arquitectura se dibuja como se piensa.

En cualquier caso sea cual sea la respuesta que se dé, lógicamente obligará a elecciones que podrán ser discutibles, pero que será necesario hacer, pues, ni todos los lenguajes, ni todo de cada uno de ellos, es necesario, ni para lograr desarrollar en los alumnos la visión espacial y el rigor que se requieran, ni para que sepan expresar inteligible y coherentemente sus imaginaciones, y entiendan y puedan 'leer' cualquier documento gráfico. Usando un símil lingüístico, será preciso establecer qué idiomas hay que dominar y de cuáles podemos conformarnos tan sólo con saber traducir, leer o entender, y con qué profundidad. Así, hay lenguas que incluso no se hablan, pero que son muy formativas, como el latín; otras que son muy precisas, como el alemán, o de gran musicalidad como el italiano... Cada una tiene sus peculiaridades y se encuentra para ella un ámbito específico de uso: en la investigación, en la enseñanza, en el derecho o la filosofía, en la ópera...

Por otra parte estas discordancias en el entendimiento de lo que es necesario para definir y expresar la arquitectura, no son de ayer, pues la historia ofrece ejemplos abundantes de cuestiones directamente relacionadas con lo expuesto que han provocado discusiones seculares, algunas de las cuales aún hoy en día mantienen su interés¹²⁸.

Con todo, en la esfera en la que nos movemos debemos considerar la conveniencia de recurrir al empleo de uno u otro de esos 'lenguajes' sólo en tanto en cuanto resulten eficaces



F27. Partenón.
Perspectiva iluminada. Autores: P. Parada, U. Aristondo, J.R. Bergasa y C. Jiménez.
Acuarela (60x45).

123 Cfr. MADRAZO, L.; *Durand y la ciencia de la arquitectura*; op. cit., pp. 17-18.

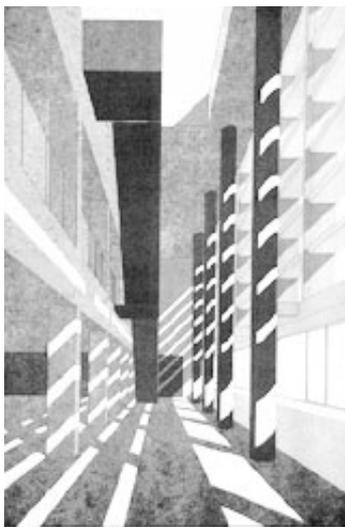
124 SEGUI, J.; *Anotaciones a cerca del dibujo en arquitectura*; op. cit., pp. 7-8.

125 Vid. nota 71.

126 VENTURI, Robert; *Contradicción y complejidad en la arquitectura*, Ed. Gustavo Gili, Barcelona, 1974, cap. 6, p. 64.

127 Cfr. MADRAZO, L.; *Design as Formal Language*; op. cit.

128 Como por ejemplo las relativas al empleo de la perspectiva en el Renacimiento, o la celeberrima cuestión de la interpretación de la 'Scenografía Vitruviana, que siguen sin resolverse completamente aún hoy en día, después de tantos siglos, alimentando un rico debate teórico -Vid. p. e. *Actas de los Congresos de los Expresión Gráfica Arquitectónica de El Escorial (1988), Valencia (1990), Valladolid (1992) y Roma (1993)*-. Por eso, no es de extrañar que pueda haber discrepancias en la elección de los medios idóneos para la enseñanza y representación de la arquitectura.



8. Edificio de la sede de Matsumoto . (Japón). Arq. David Chipperfield. *perspectiva interior con sombras.* *toras: M. Langarita, L. Pérez y V. mbade.* *pia heliográfica. Papeles de colores* *bre papel vegetal.*

para definir lo representado de modo inequívoco y simple, prescindiendo de otras intenciones (estéticas o artísticas). Hemos de servirnos de los que ofrezcan mayor evidencia de la situación espacial, para reducir al mínimo la posibilidad de lecturas alternativas¹²⁹. No se debe perder de vista que el fin de la Geometría Descriptiva en relación con la arquitectura, es proporcionar la capacidad de elaborar un discurso gráfico sin ambigüedad comunicativa¹³⁰.

Lograr expresiones novedosas, sorprendentes o voluntariamente confusas o ambiguas, aunque estén 'científicamente' elaboradas, se escapa a la finalidad que conviene al dibujo de arquitectura, deslizándose hacia el ámbito de la pintura, para la que la arquitectura siempre ha sido un buen motivo de experimentación y progreso, cuando no de decoración. No podemos confundir un dibujo de o sobre arquitectura con una representación de arquitectura, ya sea dibujada o pintada. Hay ciertas licencias gráficas que aprovechan las formas de la arquitectura y las reglas de la perspectiva para crear absurdos espaciales, que no sólo son tolerables en el caso de la pintura, sino que incluso pueden dar lugar a efectos interesantes o 'divertidos'. Es el caso por ejemplo de los célebres dibujos imposibles de Hogarth o Escher.

Ese tipo de prácticas, en cambio, no deberán emplearse nunca en la representación de arquitectura. En ese ámbito la ambigüedad perceptiva nunca podrá ser un valor a defender o procurar. Como tampoco se deberá recurrir a lenguajes crípticos que restrinjan la comprensión de lo que se ha representado al cerrado círculo de sus cultivadores. Lo que no colisiona, empero, con la posibilidad de buscar la mayor riqueza posible en las representaciones, pero no por afán de generar el desconcierto, sorpresa o incomunicabilidad, sino buscando añadir significados y contenidos espaciales o figurativos superpuestos. Se tratará en definitiva de intentar materializar, en el campo gráfico y perceptivo de la arquitectura, la indicación que hacía Venturi para añadir riqueza a lo que se construye, cuando apuntaba que "la percepción simultánea de un gran número de niveles provoca conflictos y dudas al observador, y hace la percepción más viva"¹³¹.

Hoesli recogía esa idea al decir que "la idea de una relación planta-alzado, entre lleno y vacío en el espacio continuo, permite, sin dificultades conceptuales, moverse entre las dos formas contradictorias del espacio: el lleno y el vacío que no se consideran como excluyentes entre sí, sino como equivalentes. (...) Poder actuar, habiéndose liberado de esta representación dual del espacio, es un gran alivio para el diseñador que debe reflexionar sobre los problemas de la pluralidad, de la complejidad, afrontar las contradicciones, sea las múltiples exigencias de la realidad cotidiana"¹³².

Arets parece haber asumido ese principio al elaborar las perspectivas de sus proyectos, en las que se pone de manifiesto la decidida voluntad de representar distintos niveles de riqueza espacial, sirviéndose de la transparencia. Por ese medio intenta ofrecer la fruición del tiempo como cuarta dimensión, vital, de la arquitectura. Los dibujos de Arets reflejan el esfuerzo de aproximación gráfica a la fruición intelectual del movimiento sirviéndose de la representación superpuesta de espacios, a fin de provocar una percepción dinámica, en el sentido de la *Vision in motion* de Moholy-Nagi¹³³, con lo que eso pueda tener de conquista espacial y de progreso en el dominio del espacio moderno universal¹³⁴. "Como en una película, dirá Arets, las capas del edificio atraen inmediatamente la atención fuera de la construcción física y permiten al usuario percibir la película o el edificio de una manera distinta"¹³⁵. Valery expone poéticamente por boca de 'Socrates': "la vista me otorga un movimiento, y el movimiento me hace sentir su generación y los lazos del diseño. Movido estoy por la vista; enriquecido, por el movimiento de una imagen; y la misma cosa me es dada, ya la aborde por el tiempo, ya la descubra en el espacio..."¹³⁶.

9 GOMBRICH, E. H.: *Arte e ilusión*; Ed. Gustavo Gili; Barcelona, 1982, p. 235.

10 GENTIL BALDRICH, J. M^º.; "Papel de la geometría descriptiva..."; op. cit., 78.

11 VENTURI, R.; *Contradicción y complejidad en la arquitectura*, op. cit., cap. p. 39.

12 HOESLI, Bernhard "La organización transparente de las formas, un instrumento de proyecto", 1982; recogido como apéndice de la obra *Transparencia: literal and phenomenal*, Colin Rowe y Robert Slutzky; *Respecta, The Yale Architectural Journal*, n. 8 (parte 1, 1963) y nn. 13-14 (arte 2, 1971), New Haven); Les Éditions du Demi-cercle, París, 1992, p. 136.

13 Cfr. MOHOLY-NAGI; *Vision in motion*; Paul Theobald ed., Chicago, 47.

14 Es una cuestión muy interesante e no cabe desarrollar ahora. Si se desea pueden consultarse los artículos sobre transparencia, opacidad y espacios transparentes del VII Congreso internacional de expresión gráfica arquitectónica de Sebastián, 1998, pp 487-499), "La transparencia, el lugar y el movimiento en el espacio gráfico" (EGA n. 5, pp. 79-87) y tiempo de carta: visione immaginazione movimento" (*Disegnare, idee, immagini*, n.17, pp. 75-83), en los que traté extensamente la materia.

15 Cfr. ARETS, Wiel; *El Croquis*, n. 85; Croquis Editorial. Madrid, 1997, p. 25.

16 VALERY, P.; *Eupalinos o el arquitecto*, op. cit., p. 53.

LA GEOMETRÍA DESCRIPTIVA, CIENCIA DEL DIBUJO

Gombrich, al referirse al proceso histórico de evolución del dibujo como representación sensible de la realidad, apunta que en el siglo XVI el afán por el dominio de la geometría proyectiva entre los artistas, acabó por suponer una dificultad para el aprendizaje de los principiantes de la época¹³⁷. Sin entrar a discutir su afirmación, ni aventurar a qué se querría referir al hacerla, estimo sin embargo que es precisamente al estudio, por Durero y sus contemporáneos, de la geometría y de las reglas de la proporción, a lo que debemos el acierto que admiramos en los tratados de dibujo elaborados por ellos en las décadas siguientes. El propio Gombrich los elogia, apreciando su valor analítico. Era una consecuencia lógica del hábito mental que les había proporcionado la formación geométrica. Al captar y entender la organización geométrica y la articulación de las partes en el todo, resultaba sencillo para ellos hacer abstracción de la estructura subyacente, renunciando (aparentemente) a manifestarla.

Resulta llamativo el caso de las láminas de la obra *La luz de la pintura y el dibujo* de Van de Passe¹³⁸, que Gombrich incluye entre los 'felices tratados' del XVII. Comprende esa publicación un conjunto de láminas en las que ese autor nórdico, con un esquematismo que supera incluso el alcanzado por Durero, recoge una serie de espléndidos estudios geométricos de animales (ciervos, pájaros...) y de partes del cuerpo humano, a partir de los que representa su 'corporeidad' con aparente facilidad. Son dibujos que están en clara armonía con la tradición de los 'geómetras' que le precedieron. Incluso es el propio Van de Passe quien reconoce, según apunta Gombrich, que es providencial que los pájaros, como las demás criaturas, se compongan de simples formas euclídeas. Podríamos ver en esta confianza, concluye el historiador inglés, un eco del Timeo platónico, recogiendo la idea de que los cuerpos regulares son los constituyentes últimos del mundo¹³⁹. Que es, a fin de cuentas, una percepción semejante a la expresada por Le Corbusier de forma más directa en *Vers une architecture*, refiriéndose a los elementos que conforman la arquitectura moderna¹⁴⁰.

En este sentido hemos denominado a la Geometría Descriptiva ciencia del dibujo. Cuanto mayor dominio se alcance, por medio de ella, de la geometría de los elementos posibles, considerados en abstracto, mayor facilidad se tendrá para descubrir espontáneamente, y para representar, la estructura interna, las proporciones, la organización y la forma de los objetos, sean éstos seres vivos o inertes, reales o imaginados.

Si tal vez exageraba un viejo profesor de dibujo que aseguraba que se comenzaba a saber dibujar cuando se lograba dominar el dibujo de las elipses, de todos modos, con lo atrevido del aserto, deberemos tener cierta consideración hacia sus palabras a la vista de los esquemas de Van de Passe. Pues es cierto que el conocimiento de la geometría, plana y del espacio, supone una ayuda muy conveniente en el proceso de aprendizaje del dibujo, que para un arquitecto es tanto como decir aprender a hablar.

Con todo, al margen de este carácter de *structura mentis* que podría atribuirse a la Geometría Descriptiva pensando en el aprendizaje del dibujo, un campo que le corresponde por derecho (y deber) dentro del mar sin orillas que es el ejercicio del dibujo, es el de la representación rigurosa, técnica, 'descriptiva', *stricto sensu*, de la realidad real e imaginada. Sin la geometría el dibujo arquitectónico no puede progresar; ni lo hubiese hecho en el pasado, en términos globales, como hemos apuntado ligeramente, ni tampoco lo haría en el curso de la vida de cada individuo.

Resulta paradigmático, en ese sentido, el caso de Ventura Rodríguez, al que nos referiremos de nuevo al hablar del cálculo y la representación de las sombras de la arquitectura. Por lo que sabemos de este arquitecto, su condición de tal se debió en gran medida a su capa-

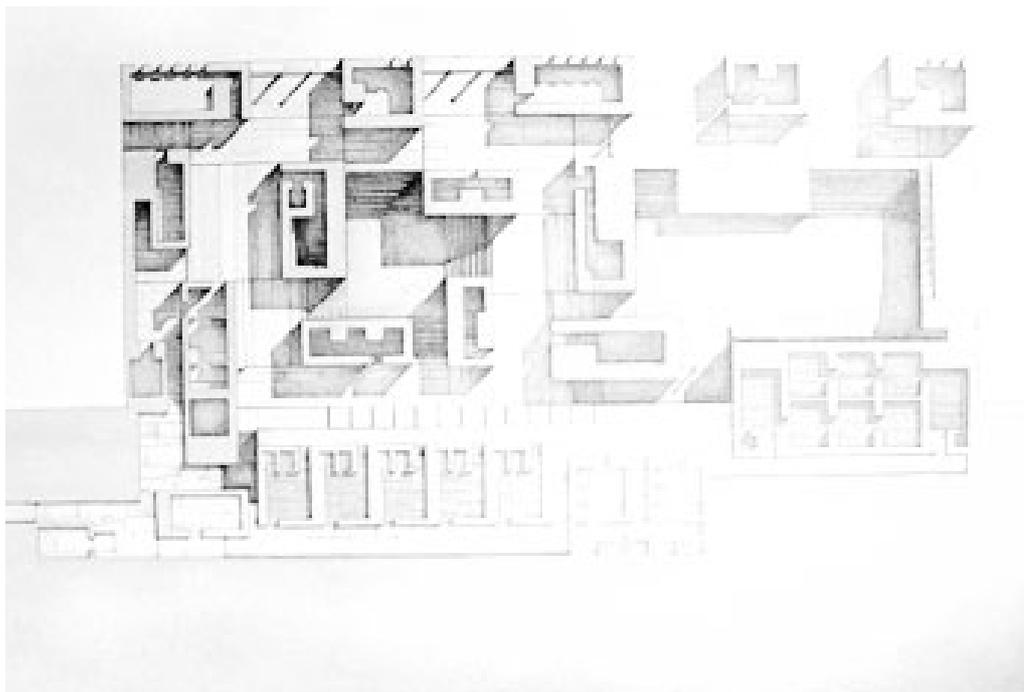
137 Cfr. GOMBRICH, E. H.; *Arte e ilusión*; op. cit., p. 148.

138 VAN de PASSE, Crispyn; *La luz de la pintura y el dibujo*; Amsterdam, 1643. Cit. En GOMBRICH, E. H.; *Arte e ilusión*; op. cit., pp. 152 y ss.

139 GOMBRICH, E. H.; *Arte e ilusión*; op. cit., p. 152.

140. Cfr notas 67-68.

9. Termas en Vals. Arq. Peter
 mthor.
 anta con sombras.
 tores: D. Bergasa, V. García, D.
 artínez.
 uarela (66,5x45).
 ginal en color.



ciudad como dibujante. Fue esa habilidad la que le permitió trabajar junto a Sacchetti, del que recibió el conocimiento del Barroco romano por una parte, y el de la geometría por otra. Su progreso en el aprendizaje de la composición arquitectónica se produjo sobre todo por medio del dibujo. Pero el aprovechamiento de su capacidad innata como dibujante va parejo del progresivo dominio que adquirió del cálculo de las sombras, que le permitió una definición cada vez más precisa y exacta de la arquitectura que imaginaba. Precisamente esa exigencia de lograr representaciones cada vez más rigurosas, favoreció que su arquitectura fuera teniendo una apariencia cada vez más simple, y que se fuese depurando formalmente poco a poco, ajustándose a lo que los nuevos tiempos pedían, por un proceso racional de rechazo de lo que no admitiese una definición geométrica precisa. De este modo geometría, dibujo y arquitectura crecieron y se desarrollaron en su obra simultánea y conjuntamente¹⁴¹.

LA GEOMETRÍA DESCRIPTIVA, CIENCIA DE LA REPRESENTACIÓN

Una vez que en los apartados anteriores han quedado sentadas, con cierta precisión y de modo extenso, las bases para la comprensión de la utilidad y las virtualidades de la Geometría Descriptiva al servicio del proyecto, dentro de la concepción actual de los estudios de arquitectura, podemos pasar sin más preámbulos al estudio de los medios de que dispone para tender al logro de sus objetivos pedagógicos.

Básicamente se reducen a dos. De una parte está el estudio de las superficies, cuerpos y volúmenes conocidos, que componen el universo del espacio euclídeo. De otra, el empleo de los lenguajes gráficos llamados sistemas de representación, para permitir la expresión de la realidad así como la definición de los cuerpos y volúmenes previamente estudiados. Al procurar esto último se accede también a lo primero, pues el dominio y conocimiento abstracto de la geometría de los cuerpos exige, al tiempo que permite, adquirir el control gráfico sobre su representación. Por otra parte, de acuerdo con Monge, es propio de la Geometría Descriptiva todo y sólo cuanto concierne a los cuerpos que son representables rigurosamente y en la medida que lo son, de modo que cuanto estudia y analiza lo hace a partir de su representación o mirando precisamente a su obtención. Por tanto ambos objeti-

¹ Remito al lector interesado en este artículo de la relación entre la arquitectura de Ventura Rodríguez, su modo de dibujarla y su dominio de la geometría a varios artículos en los que traté ensadamente esta cuestión. Sobre todo "Ventura Rodríguez y el empleo de la obra como medio de expresión arquitectónica" recogido en las *Actas del IV Congreso de Expresión Gráfica Arquitectónica*; Valladolid, 1992, pp. 7-152; "El espacio dibujado por Ventura Rodríguez para el Santuario de vadonga", recogido en las *Actas del Congreso de Expresión Gráfica Arquitectónica*, Las Palmas, 1994, y en GA n. 3 pp. 30-36, y también "Ventura Rodríguez di fronte a Villanueva: lo destruttivo e lo espressivo nella luce e l'ombra". Revista *Disegnare, Idee, Immagini*, 7; Roma, 1996, pp. 7-18.

vos —conocer y representar las formas— se deberán alcanzar al unísono. A fin de cuentas, de lo dicho deducimos que, a efectos prácticos, el único instrumento didáctico con el que cuenta la Geometría Descriptiva es la enseñanza de los lenguajes gráficos de representación, así como la familiarización con su manejo. Siendo por tanto necesario que nos detengamos a estudiar la metodología óptima para el empleo y el aprovechamiento idóneo de esos medios en orden a la consecución de los objetivos prefijados, ya que lógicamente no todos los sistemas de representación serán igualmente útiles para alcanzarlos.

REPRESENTACIÓN Y REALIDAD

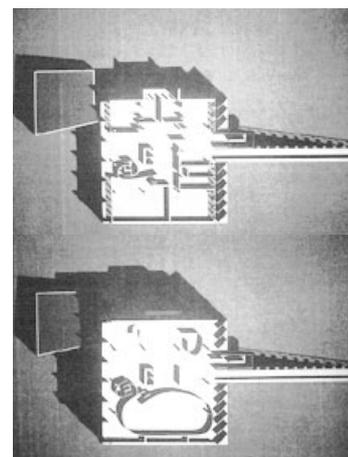
Llegar a adquirir el dominio de los lenguajes gráficos de la Geometría Descriptiva, considerado en sí mismo, es algo de rápida y fácil asimilación. En último término, una representación responde directamente a la estructuración objetiva de la realidad tridimensional del espacio euclidiano (obviando las reservas que la filosofía plantea a una afirmación tan rotunda¹⁴²). Por eso, una vez acordadas una serie de convenciones mínimas, las reglas que rigen la ejecución e interpretación de las representaciones reflejarán de modo inequívoco la estructura y configuración internas de los objetos representados, sin que sea necesario establecer otras convenciones previas, ni se requiera buscar equivalentes reales para símbolos gráficos arbitrarios, pues se da una coherencia absoluta entre la realidad y su representación (que hemos llamado analogía¹⁴³). En esa coherencia se apoya finalmente el 'realismo' de la representación, de tal modo que es posible ensayar sobre ella los cambios y alteraciones que quieren transmitirse al mundo real, con la seguridad de conseguirlo tanto en forma como en tamaño y posición.

La constancia dimensional de los objetos, al igual que la formal que mantienen, aun cuando las veamos desde distintos ángulos o posiciones, responden a leyes perceptivas, captadas y deducidas empíricamente a lo largo de los siglos y, modernamente, cuidadosa y prolijamente estudiadas por Gibson. Estas constantes de la percepción no se deben al deseo o a las disposiciones subjetivas del observador, sino que son inherentes a las leyes geométricas que rigen el espacio euclidiano que caracteriza al mundo físico, y esa cualidad se observa también en las formas dibujadas, que son como 'sombras' de aquél, proyectadas en el papel¹⁴⁴. De ahí que también en el ámbito de la representación sea posible llevar a cabo ese reconocimiento habitual de la realidad dibujada, aunque aparezca alterada, en sus dimensiones o en su forma, siempre y cuando en la representación que hagamos respetemos la geometría específica de lo representado, atendiendo a su propia configuración.

Así pues, sólo será necesario descubrir las leyes que rigen la representación, que son las que determinan la apariencia que tendrá en el plano bidimensional el equivalente riguroso e inequívoco de las relaciones posicionales y dimensionales que definen la realidad tridimensional representada. Los distintos modos en los que se puede establecer esa relación de 'analogía' entre la realidad y su representación plana, serán los que definan los distintos lenguajes gráficos o sistemas, que propiamente son sólo tres, reunidos en dos 'familias', como apuntaremos.

La 'objetividad' de la relación realidad-representación, unida a la información que procede de la experiencia de los sentidos, hace que lo más sencillo de los sistemas de representación sea precisamente su manejo. Máxime si pensamos que muchas veces las propiedades de la geometría tridimensional se resuelven en propiedades métricas y proyectivas equivalentes, de ámbito bidimensional, que pueden ser conocidas y dominadas previamente.

La verdadera dificultad del aprendizaje de la representación de la realidad no estará por tanto en manejar los sistemas sino en *entender* lo que se ve en una representación ya que



F30-31. Edificio para la asociación de hilanderas. (Amenabad). Arq. Le Corbusier.

Planta con sombras. Autores: A. Ayesa, E. Bardot y J.R. Beloqui. Copia heliográfica. Papeles de colores sobre papel vegetal.

142 En rigor no se puede decir que el espacio 'real' coincida con el de la geometría euclídea, sino simplemente que esta concepción geométrica ofrece representaciones más fácilmente imaginables.

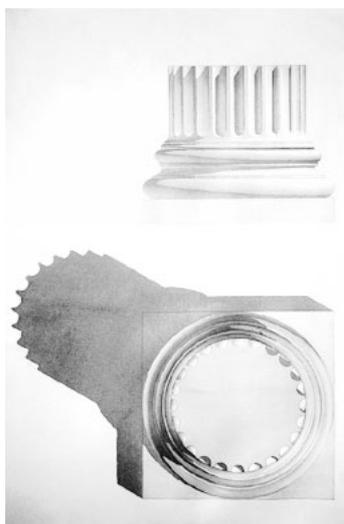
Así, por ejemplo, en la geometría de Riemann se afirma que por un punto exterior a una recta no se puede trazar ninguna paralela a ella, lo que contradice el V postulado de Euclides, y sin embargo, como señala Artigas, el éxito de la teoría de la relatividad ha llevado a preguntarse a algunos si el espacio 'real' no corresponderá en realidad a la geometría de Riemann. De hecho se han propuesto interpretaciones en esa dirección. Lo que sirve, según él, para advertir de que hablar de realismo referido a un modelo geométrico tiene un valor bastante relativo y limitado.

Pero, con todo, resulta útil seguir haciéndolo en el sentido apuntado. Esto es, la geometría euclídea nos interesa porque parece ajustarse imaginativamente mejor a las observaciones que proceden de la experiencia perceptiva ordinaria, y es la que ofrece modelos de más fácil comprensión.

Vid. ARTIGAS, Mariano y SANGUINETI, Juan José; "Lugar, Espacio, Geometría"; *Filosofía de la naturaleza*; Ed. Eunsa, Pamplona, 1989, pp. 165-187.

143 MONEDERO ISORNA, J.; *Nota sobre la idea de analogía...*; op. cit.

144 GIBSON, James J., *La percepción del mundo visual*; Ed. Infinito. Buenos Aires, 1974, p. 259.



2. Basa.
lculo de sombras arrojadas y degradación de luces y sombras propias. anta y alzado.
 tor: Javier Belda.
 uarela (62,5x93).

siendo "el mundo visual una realidad no aprendida, carece de significado cuando es visto (dibujado) por primera vez y se aprende a ver los significados de las cosas"¹⁴⁵.

Así, cuando Zevi se plantea a qué se puede deber el olvido en el que se tuvieron los dibujos realizados por Miguel Angel para las fortificaciones florentinas, encuentra una explicación simple: según él, representaban, en términos de lenguaje, un código nuevo y revolucionario; y como la lengua de Miguel Angel no se había formalizado, nadie podía entender lo que decía Miguel Angel¹⁴⁶.

Es algo similar a lo que sucede con el lenguaje hablado. Un niño emplea con soltura una lengua cualquiera espontáneamente, de modo asociativo o reflejo, pero tarda bastante más en comprender verdaderamente la profundidad de muchas de las cosas que oye, lee o dice. Y aun más en expresar algo nuevo, propio por medio de esa lengua.

El problema real (y el reto formativo) está en conseguir que el alumno desarrolle las cualidades que le permitan reconocer la realidad tridimensional de algo que ve en un papel, que tiene extensión, pero carece de profundidad. Si logramos eso, el dominio de la práctica gráfica propio de cada sistema se adquirirá después fácilmente, pues está en relación estrecha con las cualidades geométricas de la realidad objetiva de lo que se representa, que si se 've' será fácil plasmarlo sobre el papel por medio de los contornos y partes, y trabajar con ellos.

REPRESENTACIÓN Y VISIÓN ESPACIAL

Si señalábamos que desde el punto de vista de su contribución al proceso proyectual el objetivo prioritario de la Geometría Descriptiva era el desarrollo de la visión espacial, también es así desde el punto de vista perceptivo. Si el alumno no consigue ver la realidad de lo que dibuja, el aprendizaje de cada uno de los lenguajes se convertirá en una suerte de intrincado jeroglífico, lleno de trucos y trampas en las que siempre se acabará cayendo por no recordar esta o aquella otra propiedad o dinámica operativa.

Ciertamente no es tarea fácil ni segura determinar qué sistemas son los más adecuados, si es que alguno es más apto que otro para el logro de las metas prefijadas, así como discernir qué parte de cada uno, o de todos, es más conveniente desarrollar.

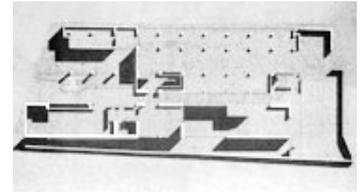
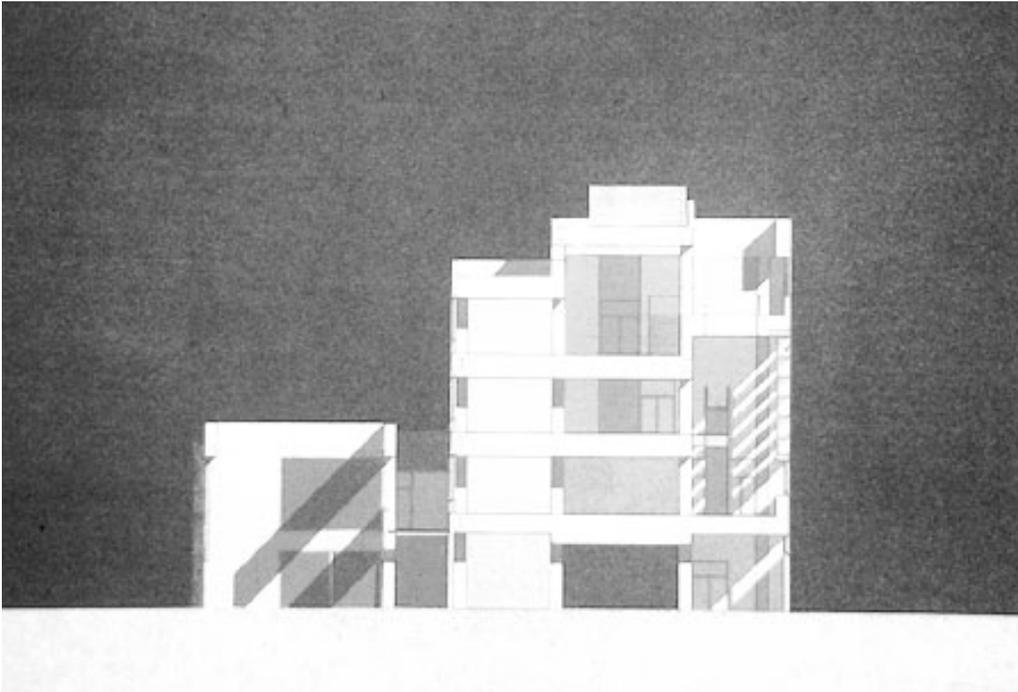
Por eso al elegir la parte de la ciencia de cada sistema de representación que convendrá desarrollar para lograr el máximo rendimiento de los esfuerzos realizados, se deberá dirigir la atención a los aspectos que más puedan contribuir al crecimiento de la visión espacial o percepción imaginativa del espacio. A la vez, como resultado anejo e inseparable, conseguiremos el dominio de los sistemas que soportan técnicamente las representaciones que harán posible ese aprendizaje. Por supuesto también habrán de considerarse, aunque en otro plano, las necesidades gráficas que pueda imponer la costumbre o los usos actuales, así como la disponibilidad real de tiempo para completar el aprendizaje.

Señala Gombrich que cuanto más evidencia espacial observamos en lo que vemos dibujado, menos posible nos resulta aceptar lecturas alternativas acerca de lo que nos quiere mostrar ese dibujo o representación¹⁴⁷. Esto es, que cuanto mayor es la carga de espacialidad contenida en un dibujo, evoca con mayor eficacia en nuestra mente la realidad del objeto, y es más difícil poder imaginar otras realidades que sean igualmente coherentes con lo representado. Es algo que resulta bastante evidente, pero merece la pena señalarlo; pues apunta una senda útil para una primera aproximación al tema que tratamos.

5 Cfr. GIBSON, J. J., *La percepción I mundo visual*; *ibid.*, p. 271.

6 ZEVI, Bruno; *Leggere, parlare, scrivere architettura*, Marsilio Editore. nezia, 1997, p. 39.

7 GOMBRICH, E. H.; *Arte e ilusión*; . cit., p. 235.



F33. Edificio de la sede de Matsumoto Co. (Japón). Arq. David Chipperfield.
Planta de ingreso.
Autoras: M. Langarita, L. Pérez y V. Sambade.
Copia heliográfica. Papeles de colores sobre papel vegetal.

F34. Edificio de la sede de Matsumoto Co. (Japón). Arq. David Chipperfield.
Sección transversal con sombras.
Autoras: M. Langarita, L. Pérez y V. Sambade.
Copia heliográfica. Papeles de colores sobre papel vegetal.

De acuerdo con esa idea, para lograr la mayor eficacia pedagógica de la Geometría Descriptiva deberemos ejercitarnos sobre todo en el empleo de los sistemas y aplicaciones que proporcionen la máxima información posible sobre la volumetría y los valores espaciales de lo representado. De ese modo, la mente logrará imaginar con más facilidad lo representado, para lo que el dibujo debe ofrecer tal información que nos 'obligue' a entender inequívocamente la estructura, configuración y disposición de lo que allí se ve dibujado.

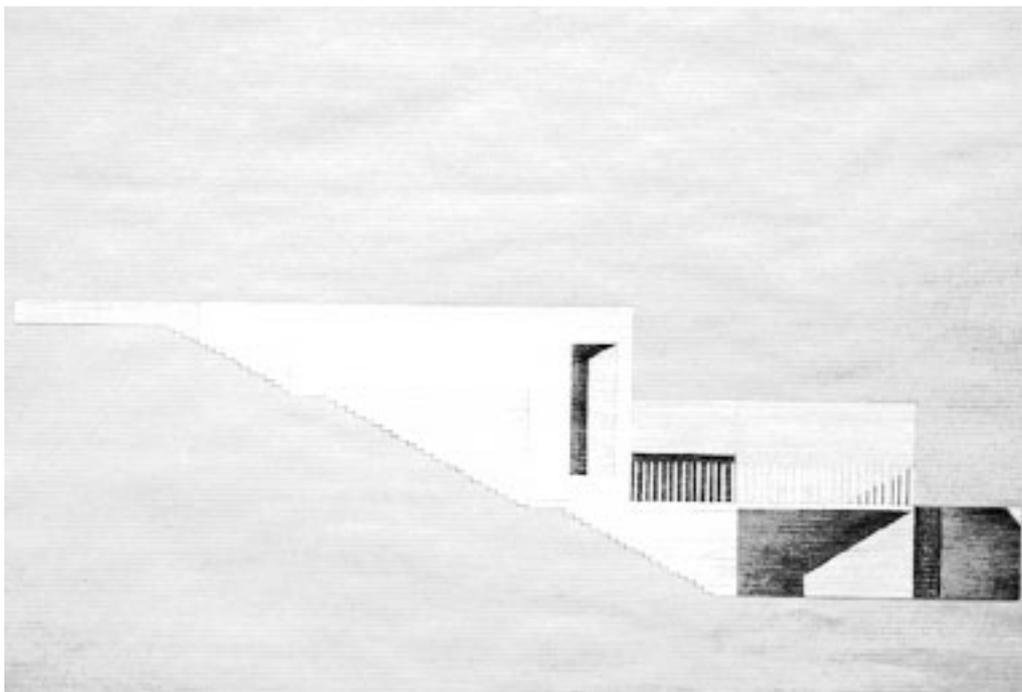
Después, como fruto de ese hábito mental racional adquirido, la imaginación será capaz de suplir la información que no se le ofrezca, conforme a los dictados de la experiencia. A la vez, la vista se acostumbrará a descubrir y asociar con automatismo y naturalidad, una realidad tridimensional a cada 'analogía' bidimensional, que será su representación y viceversa. Asimismo, se logrará que mientras la mano dibuja en las dos dimensiones que el papel ofrece, la cabeza, se *mueva* simultáneamente en las tres del espacio.

Desde esta óptica resulta posible establecer cierta jerarquía de interés entre los distintos sistemas. En los breves apuntes que siguen acerca de los cuatro sistemas de representación (o tres, considerando el acotado como parte del diédrico) se hace una primera distinción entre los sistemas de proyección que podríamos clasificar como bidimensionales 'puros', que no tienen como fin propio, al menos inicialmente, crear ficción de espacio (sistemas acotado y diédrico), y los que pretenden conseguir la expresión de la tridimensionalidad de los cuerpos (sistemas axonométrico y cónico). Forzosamente deberemos referirnos a aspectos concretos de su aplicación a la representación de arquitectura.

De entrada, los primeros requieren —con las matizaciones que se harán— un esfuerzo imaginativo mayor para la restitución a la realidad a partir de la representación. Los segundos, en cambio, persiguen alcanzar la representación del objeto tal como es o como lo veríamos en determinadas condiciones de observación, lo que permite que intuitivamente tendamos a situarnos en esas circunstancias y seamos capaces de imaginar con naturalidad y mucho menor esfuerzo la realidad representada, como hemos visto señalar a Gombrich.

Antes de seguir adelante convendrá hacer dos advertencias. La primera que consideramos exclusivamente los aspectos pedagógicos de la Geometría Descriptiva y dentro de ella los

5. Vivienda en Barcelona. Arq. Carlos
 rrater.
rspectiva.
tora: Itxaso Molinero.
pel de estraza marrón y lápices de
ores (30x55).
ginal en color.



concernientes a los sistemas de representación. Por tanto apenas se dirá algo acerca de los aspectos 'lingüísticos' de la cuestión (los valores expresivos de los distintos sistemas).

La segunda advertencia se refiere al hecho de que al hablar de representar algo, la tendencia inmediata de un arquitecto es pensar que se trata de una fachada o de la perspectiva cónica de un edificio, cuando de ordinario no será así. Ya que la enseñanza de la Geometría Descriptiva se debe llevar a cabo inicialmente con los cuerpos y volúmenes geométricos elementales y no propiamente con elementos arquitectónicos.

LOS LENGUAJES DE LA GEOMETRÍA DESCRIPTIVA

Los lenguajes o gramáticas gráficas de que dispone la Geometría Descriptiva se conocen como sistemas de representación. Básicamente son cuatro: acotado, diédrico, axonométrico y cónico.

Nos referiremos brevemente a cada uno de ellos, no sin antes advertir que su conocimiento y empleo tiene carácter de medio, nunca de fin. Medio para adquirir el dominio sobre las formas y los volúmenes con los que se definirán los espacios que se ideen, estudien o analicen. El dominio que se consiga sobre ellos habrá de ser primero y ante todo, intelectual. Si no se logra ese conocimiento abstracto de los elementos conformantes de la arquitectura, alcanzado por la imaginación, no será posible proyectar hacia el futuro ninguna nueva combinación hecha con ellos, y se carecerá de la capacidad para concebir una idea de arquitectura, sin la que no habrá nada que traducir a expresión dibujada.

EL SISTEMA ACOTADO

Este es un sistema de proyección cilíndrica ortogonal sobre un sólo plano, que resuelve la equivocidad que surge para la identificación de los puntos de igual proyección añadiendo junto a cada uno de ellos el dato de su altura (cota) con relación al plano de proyección, lo que justifica su nombre.

Como veremos a continuación, este sistema se puede considerar propiamente como un sistema 'diédrico incompleto', en el que se ha sustituido una de las proyecciones por esas coordenadas numéricas.

Como bien se puede comprender la proliferación de las proyecciones de los puntos en una representación daría lugar a una gran confusión en la adjudicación de las cotas a los puntos y es fácil que 'los árboles no dejasen ver el bosque'. De ahí que el empleo de este 'diédrico incompleto' se deba reservar para aquellas representaciones en las que la gran mayoría de los puntos estén a la misma cota o se disponga de medios para agrupar y distinguir 'con limpieza' los puntos de igual cota (sirviéndose de las líneas o curvas de nivel).

En la práctica se recurre al sistema acotado cuando una de las tres dimensiones del objeto que se ha de representar es irrelevante con relación a las otras dos, como es el caso de los planos topográficos, las plantas de conjuntos urbanos o de agrupaciones de edificios y en el caso de las cubiertas. También cuando sea de gran dificultad o imprecisión la obtención de una segunda proyección referida a la primera por la falta de definición geométrica de lo que se representa, como es el caso de las superficies amorfas (terrenos, perfiles de fondos marinos, volumetría de esculturas u objetos...). Por último se está generalizando su empleo en la restitución fotogramétrica¹⁴⁸, toda vez que la restitución se refiere muchas veces a elementos cuya geometría, aunque conocida, no es rigurosa, por efecto de la erosión, los errores constructivos, los avatares históricos de diversa índole...

Su aparente sencillez oculta a veces la gran utilidad que tiene para la resolución de determinados problemas gráficos que en otros sistemas de representación exigirían complejísimas operaciones. Es el caso de cuanto se refiere a los levantamientos topográficos y estudios de movimientos de tierras, explanaciones, apertura de viales, taludes...

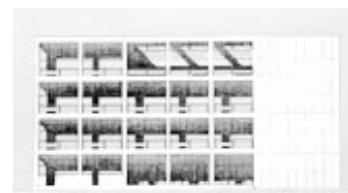
En cambio, por lo que se refiere a su contribución al desarrollo de la visión espacial y su aportación al desarrollo de las imágenes e ideas proyectuales, el sistema acotado es un lenguaje espacialmente limitado. Eso no impide que un dibujo de arquitectura con una única proyección pueda llegar a ser portador de valores espaciales y expresivos, sobre todo gracias al empleo de las sombras —como puede admirarse en las representaciones académicas de los pensionados de Roma—, y las curvas de nivel.

Ciertamente en ambos casos la proyección única consiente la interpretación equívoca de lo representado, pues tanto los gradientes de densidad de las curvas de nivel como las sombras dibujadas permiten la inversión de su significado, y que sean interpretadas a voluntad como concavidades o convexidades¹⁴⁹.

El recurso a las sombras en las proyecciones acotadas alcanzará cierta utilidad en el campo urbanístico, como medio para expresar gráficamente la altura de la volumetría representada sustituyendo a las anotaciones numéricas.

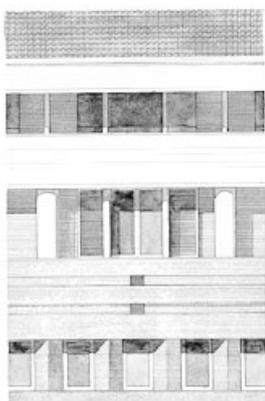
Pero la dificultad que entraña el cálculo —de las sombras—, y los procedimientos empleados para hacerlo, hacen que estas representaciones con sombras debamos considerarlas más como parte de una representación diédrica incompleta que como proyecciones del sistema acotado. Por eso dejamos para más adelante la consideración de este aspecto de la capacidad expresiva de los sistemas ortogonales de proyección.

De todos modos, a modo de conclusión se debe señalar que, dada la limitación de los casos en los que es ventajoso su empleo específico, y sobre todo viendo la facilidad que el



F36. Casa del Fascio. (Como). Arq. Giuseppe Terragni.
Fachada. Autoras: O. Iñigo, I. Iriarte y R. Villar.
Lápices de colores sobre cartulina ocre (A2).
Original en color.

148 Vid GENTIL BALDRICH, José María; *Método y aplicación de representación acotada*. Ed. Bellisco; Madrid, 1998.
149 Como apunta Gibson (Cfr. GIBSON, J. J., *La percepción del mundo visual*; op. cit., pp. 131-141)



sistema diédrico tiene para asumir casi todas sus funciones, el estudio del sistema acotado de representación en la práctica en casi todas las Escuelas de Arquitectura suele ocupar lugares marginales en los programas, a veces como si se tratase casi de una curiosidad científica, lo cual no deja de ser un lamentable descuido.

EL SISTEMA DIÉDRICO. CONSIDERACIONES GENERALES

Este sistema de representación es el instrumento fundamental de comunicación en el ámbito de la arquitectura.

El sistema de la doble proyección ortogonal es el que refleja de modo más completo la forma geométrica y las cualidades dimensionales de los objetos, constituyendo la analogía gráfica más próxima a la realidad de lo representado. Su empleo es obligado para la redacción de los documentos que deben servir para la construcción de la obra diseñada, sea cual sea el sistema que se emplee en el proceso de elaboración del proyecto, pues es el lenguaje más útil y de más cómodo manejo que se conoce para la transmisión de ideas espaciales con vistas a su ejecución.

Las tres proyecciones del objeto sobre planos ortogonales (planta, alzado y perfil o sección) son desde hace siglos los documentos básicos del proyecto arquitectónico. Completados a veces por una visión perspectiva para aclarar el modo de estar configuradas ciertas partes de lo representado que puedan no entenderse sólo con sus proyecciones diédricas.

Como sistema de expresión de la arquitectura, el sistema diédrico alcanzaría el primero de los objetivos que señalaba Monge en la página primera de su *Géometrie Descriptive*¹⁵⁰, cuando consiguiéramos que un alumno fuese capaz de representar con precisión y coherencia sus ideas con las distintas proyecciones, lo que exige un cierto esfuerzo previo y el conocimiento de la geometría real y verdadera de los cuerpos físicos que deberán darles vida.

Esa es la parte más sencilla del aprendizaje, por lo que tiene de simple técnica, de adquisición de cierto hábito, con las consiguientes rutinas que se adquieren con el ejercicio.

El segundo de los objetivos que apuntaba Monge es más importante, pero más difícil de alcanzar. Consiste en enseñar a reconocer, partiendo de su descripción gráfica exacta, la forma de los cuerpos, para deducir, a partir de ahí, las verdades que resultan de su geometría y de sus posiciones relativas. Esto es, en definitiva, se trata de desarrollar la visión espacial.

Esos mismos objetivos aparecen recogidos de modo mucho más sintético y conciso en uno de los libros de Geometría de mayor empleo en nuestras escuelas. Son dos, dice Taibo¹⁵¹, las funciones de esta disciplina, inversas la una de la otra: representar sobre una superficie (generalmente plana) las formas concebidas, y reconstruir en la mente las formas dadas mediante sus representaciones o dibujos. En definitiva, enseñar a representar y enseñar a ver lo que se ha representado.

SISTEMA DIÉDRICO, REPRESENTACIÓN Y VISIÓN ESPACIAL

Llegar a dibujar correctamente la arquitectura real o imaginada es el primer aprendizaje que se derivará del dominio del sistema diédrico de representación. Es una aportación de gran importancia para la arquitectura, que tiene ya siglos de historia y una sólida tradición a sus espaldas. Es la vertiente más 'lingüística' de la Geometría Descriptiva, que, desde este punto



7. Edificio de la Previsión Española (evilla). Arq. Rafael Moneo. chada. Autores: A. Castañón, A. Ona D. Resano. uarela. ginal en color.

8. Monumento a los Caídos en la erra Civil (Pamplona). Arq. Javier rnoz. rspectiva con sombras de uno de los reones laterales. Autores: Rafael Rojo Ramón Rodríguez. pia heliográfica. Tinta y papeles gados sobre papel vegetal. rdadera escultura de papel. La sorma y la perspectiva al servicio de la presentación del espacio.

0 "Proporcionar métodos para representar en una hoja de dibujo que sólo ne dos dimensiones, a saber, longitud anchura, todos los cuerpos de la naturaleza que tienen tres, longitud, anchura profundidad, siempre que estos cuerpos puedan ser definidos rigurosamente; Cfr. MONGE, Gaspar; *Geometrie scriptive; Leçons donnees aux écoles rmales l'an 3 de la republique*; París, VII, p. 2. Tomado de la edición facsímil de Jacques Gabay Ed., París, 1989. 1 TAIBO, A.; *Geometría descriptiva y aplicaciones*; op. cit., p. 11.

de vista, bien podría denominarse Geometría Representativa o de la Representación, como apunta Taibo¹⁵².

A lo largo de esos siglos su empleo ha ido madurando, desde el punto de vista científico y en su aplicación a la arquitectura¹⁵³. De modo que lo que en otras épocas pudo ser objeto de polémicas, como, por ejemplo, la determinación de los documentos que eran necesarios para la definición de un proyecto, hoy ya son cuestiones absolutamente superadas.

Por otra parte no parece necesario discutir si se debe llevar a cabo la enseñanza del sistema diédrico conforme a los patrones tradicionales o siguiendo la pauta de los que, con Hohenberg¹⁵⁴, emplean el llamado 'diédrico directo'. Se trata de una cuestión poco relevante, puramente metodológica. En cambio, sí parece importante que consideremos los mecanismos de que dispone el sistema diédrico para lograr desarrollar al máximo ese hábito mental que hemos llamado visión espacial, al que, cada uno con sus palabras, se referían tanto Monge como Taibo. En el campo gráfico aparece el 'espacio virtual' cuando logramos dar la sensación de distancia y de 'profundidad' entre los elementos representados. Esto es, cuando logramos que se perciba claramente qué cosas están 'delante' y cuáles 'detrás'. De todos modos, aunque esta definición aporta una orientación válida —desarrollar la visión espacial consistiría básicamente en lograr esa 'profundidad' gráfica—, no es en absoluto completa. Ya que no se trata tanto de engañar al ojo fingiendo el espacio, como de lograr que pueda imaginarse lo que sucede en él.

El desarrollo de la visión espacial debe conducir por tanto a la imaginación tridimensional infalible de lo representado, siempre que ofrezca datos suficientes para su identificación inequívoca. Se puede lograr ya sea porque lo representado permita intuir el volumen —por ejemplo, mediante una perspectiva cónica— bien porque la representación siga fielmente una serie de convenciones que hagan que imaginar otra cosa distinta llegue a ser más difícil que 'ver' aquélla que se ha querido representar.

Para este fin, desde el punto de vista operativo, en el sistema diédrico disponemos básicamente de tres medios: la construcción (gráfica) y la representación correcta de los sólidos conocidos, el cálculo de sus secciones e intersecciones y el cálculo de sus sombras.

Los tres se ajustan muy bien al empleo, aprendizaje y ejercicio del sistema de doble proyección ortogonal. Los dos primeros también se pueden emplear, aunque ciertamente de modo restringido, en los otros sistemas de representación. Pero resulta más difícil en el caso del tercero de los expedientes gráficos enumerados. Como vamos a ver, el cálculo y el dibujo de las sombras, que aúna las dificultades propias del resto de las operaciones propias del sistema de representación de que se trate, es complejo fuera del sistema diédrico.

Esa es la razón de que el cálculo de las sombras de los cuerpos, como expediente para la definición de los cuerpos y la expresión de la disposición espacial, se considere una parte potencial del sistema diédrico¹⁵⁵, excluyendo los otros sistemas. Por otra parte su misma dificultad ha hecho que en la práctica el recurso a las sombras para la representación de arquitectura haya ido históricamente de la mano del progreso del sistema diédrico de representación, a partir del desarrollo científico de la Geometría Descriptiva hecho por Monge.

EL SISTEMA DIÉDRICO Y EL CÁLCULO DE LAS SOMBRAS DE LOS CUERPOS

Sin olvidar la advertencia que acabamos de hacer, podemos considerar que la posibilidad de llevar a cabo con relativa facilidad el cálculo y dibujo de las sombras de los cuerpos con-



F39. Monumento a los Caídos en la Guerra Civil (Pamplona). Arq. Javier Yárnoz.

Detalle de la perspectiva con sombras de uno de los torreones laterales (F38). Copia heliográfica. Tinta y papeles pegados sobre papel vegetal.

La precisión del cálculo de las sombras y la exactitud de su representación ayudan a la vista a imaginar con facilidad las tres dimensiones del torreón y de las molduras.*

*Conviene destacar la dificultad de ese cálculo pues, por ejemplo, la disposición octogonal de la cúpula hace que los cilindros que definen las molduras de la cornisa horizontal tengan cada uno una generatriz de sombra distinta.

152 TAIBO, A.; *Geometría descriptiva y sus aplicaciones*; ibid.

153 Vid. SAINZ, Jorge; *El dibujo de arquitectura*; Ed. Nerea. Madrid, 1990, pp. 110-140. Así como VAGNETTI, L.; *L'architetto nella storia di occidente*; op. cit. y también la conferencia citada de FRANCO TABOADA, J. A. (*El dibujo, forma esencial del pensamiento arquitectónico*).

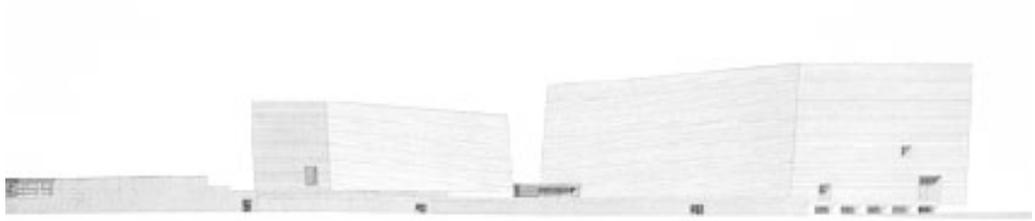
154 HOHENBERG, F.; *Geometría constructiva aplicada a la técnica*; Ed. Labor. Barcelona, 1965.

155 Y con aplicación derivada al sistema acotado, tal y como se señaló al referirse a éste. Además, esto no impide que se deba enseñar a calcular y representar las sombras también en los otros sistemas, pero habrá de ser en términos más elementales, sin darle el carácter pedagógico con el que se está considerando ahora.

0. Kursaal (San Sebastián). Arq. Rafael Moneo.

Estudio de iluminación de la fachada en el solsticio de verano. Autores: O. Lorente, F. Iz y J. Zarategui.

Interesante destacar el cuidado con que se ha valorado la incidencia de la luz sobre los muros de vidrio en función de su mayor o menor inclinación respecto a la dirección de la luz solar, de modo que cada muro presenta un ángulo de iluminación distinto.



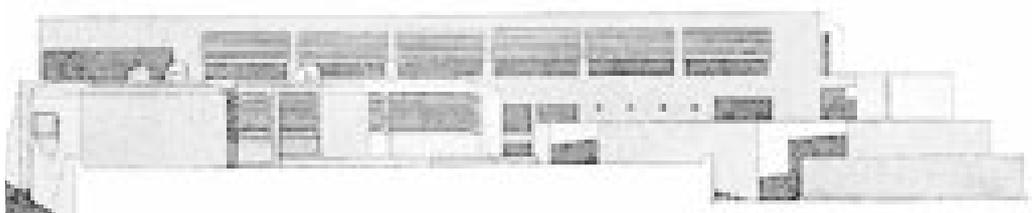
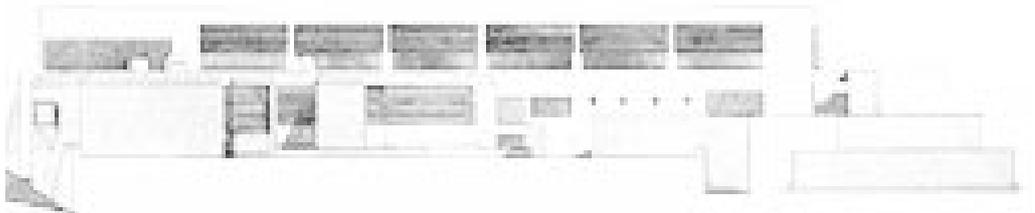
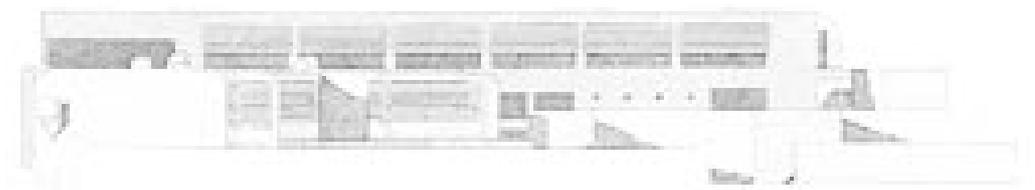
vierte al sistema diédrico en el lenguaje gráfico de mayor contenido plástico, y con mayor capacidad para el desarrollo de la imaginación espacial dentro de la Geometría Descriptiva.

La primera consideración que hemos de hacer se refiere a la oportunidad de ocuparse en el cálculo y valoración de las sombras de la arquitectura, cuestión que alguno tal vez considere un ejercicio caprichoso cuando no contrario al buen uso de los arquitectos, aduciendo para ello incluso la oposición albertiana, que consideraba el empleo de las sombras un artificio propio de pintores y no de arquitectos¹⁵⁶. Se entendía en su tiempo, cuando no se disponía de la capacidad técnica para hacer el cálculo riguroso de las sombras, que pudiese hacer de él un instrumento para restituir y proyectar las verdaderas medidas de un edificio¹⁵⁷, como el propio Alberti parece dejar claro, al fundamentar su rechazo al empleo de las sombras en su convicción de que las obras se deben juzgar por sus dimensiones deter-

1. Fundación Miró (Palma de Mallorca). Arq. Rafael Moneo.

Estudio de iluminación de la fachada en el solsticio de verano. Autores: A.V.V.

La misma fachada cambia de tono cromático e intensidad de iluminación con el paso de las horas, pues la luz del sol cambiando su ángulo de incidencia continuamente. El cálculo responde a las posiciones ocupadas por el sol de día en dos horas, desde una hora después del orto a una hora previa al ocaso.



6 "El arquitecto con su desprecio por las sombras representa el relieve por medio del diseño de la planta y los patios y las formas de cada frente y los laterales". Cfr. ALBERTI, Leon Battista; *De Re aedificatoria*, Libro II, I; Akal, Madrid, 1991.

7 RECH, Roland; *De l'architecture à sa présentation*; Ministère de la Culture et de l'Éducation du Patrimoine. París, 1985, p. 29.

minadas y racionales y no por impresiones visuales¹⁵⁸. "El problema de la luz introduce aspectos decisivos en el estudio de la forma, que (...) han de servir anticipadamente para la fruición de la arquitectura¹⁵⁹".

Aparte de que no se puede usar lo que previamente no se posee, ni tampoco amar lo que no se conoce, como bien apuntó Tomás de Aquino, el conocimiento del cálculo y dibujo de las sombras de la arquitectura, resulta también importante si atendemos a la opinión de Ruskin, que dudaba "que un edificio haya tenido nunca verdadera grandeza a menos que se mezclasen en su superficie poderosas masas de sombra vigorosas y profundas"¹⁶⁰. Que obliga a presumir la pobreza de la arquitectura que podrá concebir quien del hábito de tener en cuenta ese elemento arquitectónico y sepa controlarlo.

Esto ya sería un motivo suficiente para prestar atención a ese tema, como otra de las aportaciones y vínculos necesarios entre la ciencia geométrica y el empleo de los instrumentos de diseño y proyectación; pero no voy a extenderme ahora a este respecto, que he tratado extensamente en otras ocasiones¹⁶¹. En cambio sí debemos detenernos a considerar el proceso de cálculo y dibujo de las sombras, estableciendo en él una distinción entre un primer apartado, que podríamos llamar mostrativo¹⁶², y otro segundo de carácter formativo¹⁶³, ligado al proceso de cálculo. Este segundo aspecto, resulta interesante sobre todo como medio —en la propia operación de cálculo— para llegar a valorar y entender mejor la arquitectura dibujada, descubriendo sus detalles y proporciones, y las relaciones de posición y masa de los elementos que la integran, que contribuirá a potenciar la capacidad para imaginar tridimensionalmente los objetos a partir de sus proyecciones planas.

El proceso de cálculo, que es temporal y cambiante, permite trasladar al espacio bidimensional del papel una cierta experiencia no estática del espacio tridimensional que se quiere encerrar dentro de él.

EL DIBUJO DE LAS SOMBRAS Y LA PERCEPCIÓN Y REPRESENTACIÓN DE LA ARQUITECTURA

"La sombra y la luz —decía Leonardo— son los mejores medios para hacer conocer una figura¹⁶⁴".

Si señalaba Zevi en su *Saber ver*, que no hay ninguna representación de arquitectura que pueda suplir a la experiencia del espacio¹⁶⁵, me atrevo a asegurar que cuando más cerca nos encontramos de esa experiencia vital insustituible es cuando trabajamos en el papel calculando las sombras que una obra de arquitectura arroja sobre sí misma y sobre otras.

Mientras llevamos a cabo las operaciones geométricas que han de conducirnos a la obtención de esas sombras que pretendemos calcular, comprometemos intensamente la imaginación para poder entender lo que dibujamos, que en ocasiones lograremos sólo después de un esfuerzo reiterado y no pocos errores. Ya que en ese proceso se hace necesario tener presentes y manejar de modo simultáneo o alternativo elementos, situados a distintas profundidades, que identificamos por sus perfiles y por las imágenes mentales correspondientes que poseemos de ellos, que pueden pertenecer incluso a distintas superficies o sólidos geométricos. Lo que obliga a un continuo esfuerzo intelectual imaginativo, que contribuye notablemente a la comprensión de lo que se ha representado, en términos de relación y espacio —delante, detrás, arriba, abajo—.

Tras los experimentos llevados a cabo por Brewster en el siglo pasado acerca de las distintas percepciones que se tenían de las prominencias y depresiones de los volúmenes, a

158 ALBERTI, L. B.; *de Re aedificatoria*, op. cit.

159 DELAGARDETTE, C. M.; *Nouvelles règles pour la pratique du dessin et du lavis*; París, 1803. Edición facsímil con ocasión del II Congreso de Expresión Gráfica Arquitectónica, Madrid, 1988.

160 RUSKIN, John; *Las siete lámparas de la arquitectura*. Editorial El Ateneo. Buenos Aires, 1944. "La lámpara de la fuerza", n. 13, p. 110.

161 POZO MUNICIO, José Manuel; "Umbrá Docet I"; Revista *RE* (ETSA de la Universidad de Navarra) n. 10, enero 1992, pp. 47-54, y "Umbrá Docet II"; *RE*, n. 11, mayo 1992, pp. 79-88.

162 El que se refiere a la consideración de la sombra dibujada como un dibujo mediante el que se facilita información complementaria acerca del objeto representado, a la par que se destaca su volumen.

163 Que se da básicamente durante el proceso de cálculo, pero que perdura en el fruto de ese cálculo.

164 DA VINCI, Leonardo; *Codex Vaticanus*, n. 922. Trad. castellana *Tratado de la pintura y del paisaje, sombra y luz*, Joaquín Gil ed., Buenos Aires, 1944, p. 249.

causa de las sombras generadas en ellos por distintas iluminaciones, terminó concluyendo que nuestro juicio acerca de la forma de los objetos se basa en el conocimiento que tenemos de la luz y la sombra¹⁶⁶. Las sombras de los objetos son importantes porque completan la visión y dan una sensación muy parecida a la profundidad binocular¹⁶⁷.

Todo esto, que expuse con más detalle hace cierto tiempo¹⁶⁸, justifica sobradamente que podamos considerar las sombras arrojadas de los cuerpos como una abstracción formal de ellos, o una nueva expresión de su geometría, considerablemente 'elaborada'. Representación o expresión, a la que, con Gibson, podríamos llamar sombra de la realidad¹⁶⁹, no tanto en atención a su origen, como al sentido platónico del término.

Considerada de este modo, la sombra es, en definitiva, una tercera proyección del cuerpo. Una proyección oblicua cuyos contornos reflejan la deformación que se deriva necesariamente del hecho de que esa proyección no sea ortogonal. Esa proyección se añade a las existentes, a partir de las que se ha obtenido, y con las que se funde, a la vez que las altera, al aparecer también sobre ellas las sombras que unas partes del elemento representado producen sobre otras.

Esta tercera proyección oblicua refleja pertinentemente, para el ojo habituado a interpretarlas, la profundidad y el volumen de los elementos. Además, contribuye a resolver la indefinición propia de las proyecciones diédricas, que procede no sólo, como señala Taboada, del hecho de que en una representación en el sistema diédrico queden ocultos todos los elementos situados ortogonalmente a los planos de proyección¹⁷⁰, sino, sobre todo, de que una representación diédrica carece de profundidad, y todos los elementos, sea cual sea su posición relativa, aparecen dibujados en el mismo plano.

Más aún, volúmenes distintos pueden tener idénticas proyecciones, en la medida en que se representan tan sólo por sus contornos aparentes. Sucede, por ejemplo, con los alzados de una pilastra y de una columna de iguales proporciones, que sólo se distinguen por el éntasis que caracteriza a la segunda. Sus sombras en cambio establecen inequívocamente una distinción 'volumétrica' entre las dos, pues como señala Khan "la luz de una piedra cuadrada no es la de una piedra redonda; si se atribuye a una pieza cuadrada la luz del rectángulo, deja de ser cuadrada"¹⁷¹.

En páginas anteriores señalábamos cómo Gombrich, al aludir a las ambigüedades de la tercera dimensión, señalaba que para reducirla o eliminarla, y conseguir en una representación que lo imaginado se aproximase máximamente a lo real, era necesario que el dibujo acumulase dentro de sí la mayor evidencia posible de la situación espacial¹⁷². Pues eso es precisamente, lo que el cálculo y dibujo de las sombras añade a las proyecciones diédricas.

En los conocidos experimentos perceptivos de las sillas de Ames¹⁷³, se logra el objetivo de engañar al observador mediante una ficción visual que se crea sabiendo que tanto las sillas falsas como las verdaderas van a ser vistas siempre desde un lugar predeterminado. Si se observasen desde cualquier otro punto, el engaño se desharía. Es el mismo principio que, llevado al plano, hizo posibles las creaciones anamórficas de los pintores del Renacimiento y la construcción de 'trampantojos'¹⁷⁴. En ellos se crea la ilusión de un espacio inexistente, que será 'correcto' siempre que se contemple desde un lugar de observación preciso, ya que desde cualquier otro punto de vista resultará incomprensible o distorsionado.

La validez de la representación en estos casos seguirá dependiendo de la posición del observador incluso en los casos en los que, al hacer el cálculo, se haya previsto la posibilidad de que el observador esté en movimiento, como sucede con los frescos de la sala Tassi

5 ZEVI, B.; *Saber ver la arquitectura*; . Poseidón. Buenos Aires, 1951, pp. -54.

6 BREWSTER, David; *Letters on turals Magic*; cit. por GREGORY, R. L. *Ojo y cerebro; psicología de la ión*; Ed. Guadarrama. Madrid, 1965, 187.

7 GREGORY, R. L.; *Ojo y cerebro*; op. . Cap. 10, "Arte y realidad", pp. 164-188.

8 Vid. nota 161.

9 GIBSON, J. J., *La percepción del undo visual*; op. cit., p. 259.

0 FRANCO TABOADA, J. A., op. cit., 14.

1 KAHN, Louis; "La lumière selon hn"; *Architecture D'Aujourd'hui*, n. 4 (1984), p. 150.

2 GOMBRICH, E. H.; *Arte e ilusión*; . cit., p. 235.

3 Cfr. GOMBRICH, E. H.; *Arte e ilu- n*; op. cit., p. 220.

4 GOMBRICH, E. H.; *La imagen y el* ; Alianza editorial; Madrid, 1987, pp. 4-201.

del Palazzo Lancelotti, de Roma. Su autor¹⁷⁵ tenía presente que aquel salón iba a ser un lugar de paso y no de estancia, y pensando en que sus frescos iban a ser contemplados de reojo, al atravesar la sala, por personas en movimiento, la decoró con perspectivas primorosamente calculadas, con gran amplitud y profundidad que fingen amplios espacios abiertos y luminosos, que permiten al visitante asomarse ficticiamente a unos amplísimos paisajes campestres, con el mar como fondo y gran profusión de plantas y aves de vistoso plumaje, a través de unas supuestas arquerías de doble altura, que cubren las cuatro paredes del salón. El paisaje distrae la vista con su profundidad indefinida, en la que la perspectiva es inconcreta, y consigue que no se repare en las irregularidades que presenta la 'arquitectura' que las enmarca, que es muy precisa y definida, pero que no puede ocultar las alteraciones geométricas introducidas por Tassi. Esas arquerías no están dibujadas para ser vistas con corrección desde un punto fijo, como previó Pozzo en sus frescos de la bóveda de San Ignacio¹⁷⁶, sino que cada sección de trampantojo tiene su punto de vista propio, que responde a la posición previsible de los ojos de un transeúnte que atraviese la estancia, como recientemente ha venido a demostrar el profesor Docci¹⁷⁷, tras numerosas comprobaciones. Esos engaños visuales, aun en casos tan sofisticados, son imposibles de mantener si deben permitir la observación desde varios puntos. O planteándolo al revés, la indeterminación en la percepción de una representación desaparece cuando la misma contiene vistas o proyecciones suficientes para que sólo sea posible (o coherente) imaginar, a partir de ellas, lo que se ha representado y ninguna otra cosa. Así sucede con las proyecciones con sombras, que por lo común, no permiten ni siquiera la reversión interpretativa apuntada por Gibson, que consideramos en el caso del sistema acotado¹⁷⁸, y se produce igualmente, y sobre todo, en el sistema axonométrico de representación. Ya que en el caso del que hablamos la fuente luminosa no es algo indefinido sino bien determinado, pues, tratándose de arquitectura, la fuente de luz que consideramos habitualmente es el Sol, que sólo vemos cuando está sobre el horizonte, y que, consecuentemente, iluminará siempre de arriba abajo.

Viene muy a propósito con lo que estamos tratando, la indicación que hacía Echaide para la representación de la arquitectura, cuando señalaba que para disminuir el peligro de ver el dibujo y no el espacio representado en él, era recomendable utilizar varias proyecciones simultáneas. Con lo que además se puede evitar, añadía, la laboriosa ejecución de una maqueta o de una perspectiva. Claro está, apuntaba, que para que la información proporcionada por esas varias proyecciones permita ver realmente el espacio se requiere un notable esfuerzo imaginativo. Pero esto es inevitable pues siempre tendremos que valernos de la imaginación para proyectar¹⁷⁹.

A fin de cuentas la sugerencia de Echaide no hace sino recoger la experiencia histórica ligada al desarrollo de la Geometría Descriptiva a lo largo del siglo XIX, que trajo la sustitución del recurso a las maquetas como documento de proyecto por el empleo de las representaciones con sombras.

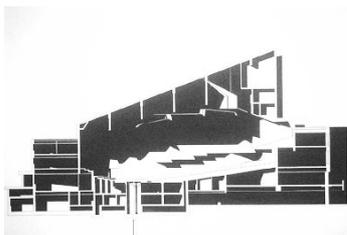
Una proyección con sombras calculadas y dibujadas correctamente es siempre una síntesis de varias proyecciones distintas, en la que se recogen, simultáneamente, la extensión, la profundidad y la posición relativa de las partes, que aparecen representadas en términos tan reales y mensurables como los de las propias proyecciones. Lo que convierte este recurso gráfico, según Rabasa, en el mejor sistema para trabajar con una configuración compleja, pues su razón de ser es el movimiento y el cambio (de punto de vista)¹⁸⁰.

Considerada de este modo, la sombra adquiere, como apuntamos, valor real de tercera proyección, que completa la información suministrada por las dos propias del sistema, del mismo modo que Gregory veía en las sombras de un objeto en una fotografía una verdadera segunda imagen del objeto fotografiado que la produce¹⁸¹. Esto es experiencia común



F42. Edificio de seminarios Toto. Arq. Tadao Ando.
Autoras: N. Larriba, M. León y A. Urbistondo.
Copia heliográfica. Fotomontaje con papeles de colores sobre papel vegetal (90x40).

175 Agostino Tassi (1581?-1664)
176 Pozzo dejó marcado, en el pavimento de la nave central de la iglesia, el punto sobre el que debe situarse quien desee ver 'correctamente' el engaño visual.
177 Puede verse con detalle en DOCCI, Mario; "La arquitectura pintada en Roma en el siglo XVII"; revista *RA* n. 2, octubre 1998, pp. 77-83. Pamplona. O también en DOCCI, Mario, MAZZONI, Alida y MIGLIARI, Riccardo, "L'architettura dipinta da Agostino Tassi a Palazzo Lancelotti in Roma"; *Disegnare, idee, immagini*, n. 5, Università la Sapienza. Roma, 1995, pp. 57-70.
178 Vid. en páginas anteriores lo relativo al Sistema Acotado de representación, así como GIBSON, J. J., *La percepción del mundo visual*; op. cit., pp. 131-141.
179 ECHAIDE, R.; *El origen de la forma en arquitectura*. op. cit., pp. 183-184.
180 RABASA DIAZ, Enrique; "Proyecto y proyección"; *Actas del IV Congreso de Expresión Gráfica Arquitectónica*; Valladolid, 1992, p. 228.
181 GREGORY, R. L.; *Ojo y cerebro*; *ibid.*



3 Finlandia Hall. Arq. Alvar Aalto.
tores: Isabel Ros, Miren Urbistondo e
aki Mendizabal.
ta sobre papel vegetal (95X55).

entre arquitectos y estudiantes de arquitectura, pues es gracias a las sombras como se logra muchas veces que un dibujo 'de arquitectura' pase a ser la representación de una arquitectura, y que la representación deje de ser un simple conjunto de perfiles y contornos y adquiera carácter de agregado de masas con profundidad y vacíos que 'salen a la luz' gracias a las sombras que resbalan por ellas.

Ahí radica una de las cuestiones importantes que debemos considerar. Si aceptamos que el dibujo de un edificio con sus sombras es la representación más descriptiva de su configuración geométrica, sus dimensiones y su forma, e incluso que es la que tiene mayor expresividad espacial, precisamente por la inmaterialidad que le es inherente, habremos de concluir necesariamente que es también la que cumple de modo más exacto y completo la finalidad básica de la Geometría Descriptiva, según la concebía Gaspar Monge y la hemos desarrollado después: lograr representar con exactitud, mediante dibujos bidimensionales, los objetos tridimensionales —arquitectura en este caso— que sean susceptibles de una determinación rigurosa¹⁸².

Lógicamente esa percepción del espacio representado requiere poseer cierta práctica para la correcta interpretación de la información que suministra. El deseo de facilitar este hábito perceptivo o 'entrenamiento científico', por lo demás inevitable, como señala Gombrich¹⁸³, llevó a la adopción de convenciones en las representaciones con sombras, adoptando por lo común para su cálculo una luz teórica que iluminase la arquitectura representada con rayos de luz a 45°. Esa ha sido por decenios la luz 'académica'¹⁸⁴, que añadía a la facilidad de su cálculo la reversibilidad de la información que proporcionaba, ya que permite deducir con facilidad la prominencia de los diferentes elementos en función de las longitudes de las sombras (que están en proporción 1:1 con ellas).

Este aprendizaje del cálculo de las sombras de los elementos arquitectónicos antedichos, proporcionará, del modo más completo que permite la Geometría Descriptiva, el conocimiento y dominio de las superficies que los componen, por medio de las secciones, intersecciones y demás consideraciones descriptivas de los distintos volúmenes —cilindros, toros, escocias, esferas...—, a las que es preciso recurrir durante el proceso de cálculo.

En la mayoría de estos procesos intervienen múltiples y diversas superficies —o partes de ellas—, que suelen estar situadas en distintos planos, así como otras superficies 'ficticias', como por ejemplo los 'cilindros y planos lumínicos' con los que se van 'dibujando' los contornos de las sombras arrojadas en las otras superficies a las que alcanzan. Esos procesos obligan a poner en ejercicio la imaginación de modo especialmente atento y vigilante, pues las sombras no son el resultado automático de unas operaciones geométricas realizadas mecánicamente, sino que su obtención exige un continuo ejercicio de valoración e interpretación de los datos obtenidos mediante esas operaciones geométricas.

Frases como... "no, es que esto está delante...", o... "sí, pero aquí no llega la luz..." afloran enseñada a los labios de quien trata de explicar a otro como se ha realizado un cálculo de sombras en cualquier elemento, mostrando con ellas que no basta con tener dibujada la arquitectura que las soporta sino que hay que ser capaz de imaginar continuamente sus tres dimensiones.

Precisamente por la necesidad que impone de 'dibujar en la mente', antes y a la vez que en el papel, con el cálculo de la sombra se consigue de modo especialmente efectivo desarrollar la visión espacial. Conforme a lo que parece señalar Gibson cuando cifra la razón de la percepción espacial de las cosas en la atención hacia las transiciones que se operan en el conjunto de entidades geométricas que las definen, más que en la observación de sus proyecciones concretas¹⁸⁵.

2 Cfr. MONGE, Gaspar; *Geometrie scriptive; Leçons donnees aux écoles rmales l'an 3 de la republique*; París, VII, p. 2. Tomado de la edición facsímil de Jacques Gabay Ed., París, 1989.

3 "Si uno es ignorante de la ley de naturaleza algo muy correcto le parece uy equivocado". GOMBRICH, E. H.; *e e ilusión*; op. cit., p. 235.

4 Usada ya con estas condiciones e enciones en el siglo XVIII por los mnos de la Academia francesa de quitectura, y por gran parte de los quitectos neoclasicistas, aunque ese en ocasiones de modo un tanto uitivo.

5 GIBSON, J. J., *La percepción del undo visual*; op. cit., p. 259.

Si es cierto lo que la tradición nos ha transmitido acerca del modo de trabajar de Miguel Ángel, que cuando arrancaba el mármol de un bloque, a golpe de cincel, decía que la escultura ya estaba dentro y que él estaba liberándola, algo semejante se produce cuando se consigue por medio de las sombras y la luz dar volumen a los elementos dibujados. La arquitectura ya estaba ahí, pero es al darle volumen mediante sus sombras cuando realmente aparece, y cuando propiamente se descubre, como defendía Ruskin.

Esta es precisamente la que podemos considerar como tercera enseñanza del cálculo de la sombra: un conocimiento más intenso y verdadero, sentido, no sólo teórico o visual, de la arquitectura sobre la que se trabaja. Si además los ejercicios o cálculos se llevan a cabo con dibujos de una arquitectura que sea rica en valores estéticos y compositivos, este aprendizaje puede ser de gran ayuda en la formación de los futuros arquitectos.

La luz (y la sombra) posee una gran capacidad integradora. Tiene la capacidad de hacer hablar al material¹⁸⁶ y de manifestar su estructura. Un espacio, dirá Kahn, es una estructura bajo su luz¹⁸⁷.

Así, por ejemplo, una cosa es estudiar el orden dórico o el toscano, y hasta dibujar su perfil y proporciones, y otra bien distinta conocerlo de verdad, ver cómo aparece su volumen, descubrir la función que cumple una pequeña e insignificante moldura, o apreciar sus detalles, proporciones... Para esto se requiere que ese orden que se dibuja deje de ser un perfil y pase a ser un juego de masas y volúmenes que se conocen y moldean: un toro, un cilindro, una escocia, otro toro... y así sucesivamente. Este paso de la línea a la masa lo provocan la luz y la textura. Pero ésta no contribuye en absoluto a adquirir el dominio sobre los aspectos dimensionales de la forma, que sí se puede alcanzar en cambio por medio del cálculo de su sombra.

Además, mediante el cálculo de las sombras en los edificios, también se aprende a valorar la importancia y el sitio que ocupa ese elemento (la sombra) en las composiciones arquitectónicas, lo que favorecerá la adquisición del hábito de tenerlo en cuenta al proyectar la arquitectura propia, de modo que en vez de proyectar con líneas, como si se tratase de un puro dibujo —práctica extendida entre los alumnos de muchas de nuestras escuelas¹⁸⁸— se haga, desde los primeros croquis, con volúmenes, y en ellos con masas de luz y sombra, como postulaba Ruskin.

En otra ocasión me gustaría referirme a la disociación compositiva, entre el diseño de un espacio y la distribución de la planta en la que se articula, que se observa muchas veces en los proyectos de nuestros futuros arquitectos. Intuyo que puede tener su origen en la orientación de la pedagogía docente empleada en materias distintas de las puramente proyectuales, entre ellas la geometría. Pero claramente no es esta la ocasión adecuada.

Sí creo en cambio oportuno señalar al menos lo conveniente que es que se enseñe en las Escuelas de Arquitectura con qué elementos se puede dotar de fuerza a una obra —porque eso la intuición sola no lo proporciona—. Entre éstos debería explicarse qué papel pueden desempeñar en las composiciones una textura, unas masas de color, una sombra, etc... Si lográsemos que supiesen con qué elementos pueden jugar —aunque luego no hagan uso de ellos— les haríamos un gran favor. Son muchos los edificios, dirá Araujo, cuyo esquema armónico se define por las sombras a través de encuadramientos, ángulos y relieves, dando lugar así a múltiples manifestaciones que oscilan desde la nitidez de las formas clásicas hasta la vibración del barroco¹⁸⁹. No se debe mantener por más tiempo el miedo que nos han transmitido los racionalistas y pseudoracionalistas que nos han precedido a enseñar a componer las fachadas —con todo lo que eso lleva aparejado—.

186 ARAUJO, Ignacio; *La forma arquitectónica*; Ed. EUNSA. Pamplona, 1976, p. 164.

187 KAHN, L.; *"La lumière selon Kahn"*; cit, p. 150.

188 Con lo que se ha caído en un formalismo aún peor que el que provocó la reacción racionalista de los años 20, porque el que ahora se cultiva carece por lo común de la cultura de las formas que al menos aquel parecía poseer.

189 ARAUJO, I.; *La forma arquitectónica*; cit., p. 165.

Buen ejemplo de lo que Araujo señala es cualquiera de los edificios de Villanueva, arquitecto del claroscuro, al decir de Chueca. Pero me parece más aleccionador e interesante para lo que venimos tratando el caso de otro gran arquitecto español contemporáneo de Villanueva al que ya nos hemos referido: Ventura Rodríguez. En sus obras, a caballo entre lo barroco y lo neoclásico, la luz jugó un papel decisivo, no ya sólo en las obras en sí como en el caso de Villanueva, sino durante el mismo proceso de definición de la arquitectura.

Como muchos otros arquitectos de la última mitad del siglo XVIII, para los que, con las enseñanzas de Monge, la representación de sus proyectos ya no suponía un problema técnico, Ventura Rodríguez empieza a concebir esa representación como una disciplina conceptual. No trata sólo de definir y hacer construible lo que proyecta, sino que intenta transmitir un mensaje al dibujarlo, una visión de la arquitectura. El camino empleado para lograrlo, básicamente, es el recurso al dibujo de la arquitectura, con sus sombras, pero —insisto— no como alarde de dominio técnico, sino como abstracción de la forma y reflejo de ésta.

Estudiando los proyectos de Ventura Rodríguez y la evolución del modo de llevar a cabo su representación¹⁹⁰, se observa cómo están ligadas en ellas su concepción de la arquitectura y su peculiar debilidad por la sombra como lenguaje espacial y arquitectónico. Podríamos ver ahí una materialización de lo que atinadamente apuntaba Sáinz: "cuando la representación gráfica de la arquitectura encauza la *forma mentis* arquitectónica que la distingue y caracteriza, el dibujo de arquitectura —ahora denominado así con toda propiedad— no es ya sólo un reflejo de la simple apariencia, sino de la auténtica esencia de la arquitectura¹⁹¹".

Ventura Rodríguez no se limitó a dibujar arquitectura: encontró el medio gráfico para plasmar en el papel los espacios por ella definidos. El dibujo de las sombras fue el instrumento que le sirvió para ir adquiriendo, desde el tablero de dibujo, un dominio intelectual progresivo sobre las formas de las que se servía en sus proyectos. No sé por qué esa riqueza espacial del dibujo no puede seguir siendo un instrumento del que dotemos a nuestros alumnos, para que también ellos puedan imaginar espacialmente sus creaciones. Para conseguirlo, el camino es inculcar los hábitos gráficos necesarios.

Me he extendido mucho más de lo que había previsto inicialmente, y aunque muchos de los temas apuntados o tratados, con mayor o menor extensión, requerirían quizá desarrollarse más y matizarse, no parece que se pueda hacer ahora.

A modo de colofón —aunque el tema se considere inacabado— queda sólo apuntar un último campo de aprendizaje al que se puede acceder por medio del cálculo y dibujo de las sombras. Es el que surge de la consideración de los efectos de la luz como realidad física. Por su misma naturaleza ni la luz es uniforme, ni todas las sombras son iguales, ni todas las zonas iluminadas presentan la misma luminosidad, aunque sean geoméricamente muy similares. También para esto es útil la Geometría Descriptiva. Poder calcular en los cuerpos, con cierta aproximación, los reflejos y puntos brillantes, así como las líneas que perfilan la degradación de las luces y las sombras (líneas isofotas), nos permite intuir de modo igualmente aproximado la vibración de la luz en las superficies, y la variación que en éstas provocan los cambios en su intensidad y dirección.

Esto, en definitiva, propicia el desarrollo de la sensibilidad y contribuye a educar la vista (y la mano que dibuja), que se habitúa a descubrir en los cuerpos y superficies, hasta entonces uniforme y monótonamente captados o concebidos, matices sin cuento y sutiles variaciones con las que la luz hace vibrar esas masas, aparentemente inertes. Es un elemento más del que se dispone para intervenir en las composiciones arquitectónicas y en la definición de los espacios.

¹⁹⁰ Vid. POZO MUNICIO, José Manuel; "Ventura Rodríguez y el empleo de la sombra como medio de expresión arquitectónica"; *Actas del IV Congreso Expresión Gráfica Arquitectónica*; Valladolid, 1992 y también "Ventura Rodríguez di fronte a Villanueva: lo destituito y lo espressivo nella luce e l'ombra". Revista *Disegnare, Idee, Immagini*, 7; Roma, 1996, pp. 7-18.
¹⁹¹ SAINZ, J.; op. cit., p. 209.

Por esa razón puede ser aconsejable en ocasiones hacer los estudios de sombras e iluminación de arquitectura con inclinaciones y direcciones verdaderas, atendiendo a la orientación y disposición reales de la obra analizada respecto a la posición real del Sol, así como conocer la posición y 'movimientos' aparentes del Sol verdadero que las ilumina. "La luz natural, por cambiar continuamente, apuntaba Gropius, es algo vivo y dinámico. El acontecimiento producido por el cambio de luz es precisamente lo que necesitamos, pues todo objeto visto bajo el contraste de la cambiante luz natural, produce en cada ocasión una impresión distinta"¹⁹².

Una última cosa que debemos considerar, aunque sea algo que resulta casi evidente, es lo que se refiere a la dificultad inherente al aprendizaje de esta parte de la materia. En coherencia con lo expuesto (... que el cálculo de las sombras cumple del modo más exacto y completo la finalidad básica de la Geometría Descriptiva...), no puede resultar extraño la especial dificultad que comporta el cálculo y dominio de las sombras, pues, por una parte, en el proceso gráfico es preciso combinar todos los conocimientos que aporta la Geometría; pero por otra, para su realización se requiere además —como veremos—, un especial esfuerzo imaginativo. Lógicamente se exigirá después también a quién quiera aprovechar la potencialidad expresiva encerrada en la información suministrada por ese medio. En cambio no se requerirá cuando la atención se ponga sólo en los aspectos *pictóricos* de las representaciones, o puramente en los valores de 'espacialidad' que transmite. De todos modos estos efectos no competen sólo a la Geometría Descriptiva y son a veces meros recursos artísticos de la representación; y, en cierto sentido, no muy recomendables, como hemos visto que denunciaba Alberti.

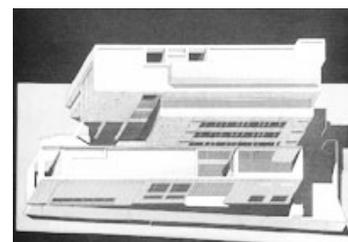
Esa dificultad que se señala reclamará lógicamente una especial atención a la hora de procurar su enseñanza así como en la elección de los ejercicios a realizar para que no adquiera una extensión desproporcionada en el conjunto de las materias que son propias de la Geometría Descriptiva. De todos modos, como se ha señalado, como en su práctica interviene casi todas las enseñanzas propias de la materia, puede también suplir con ventaja lo que proporciona el aprendizaje de otras partes a las que pudiese restar espacio.

EL SISTEMA AXONOMÉTRICO

Este sistema de representación ha sido el de empleo más tardío dentro del universo de las gramáticas gráficas al servicio de la arquitectura. Aunque efectivamente podamos encontrar ejemplos de su utilización rudimentaria en China o en algún dibujo del *Album* de Villard de Honnecourt, en otros debidos a Leonardo da Vinci, y aunque Desargues sentase sus bases científicas siglo y medio antes de que Monge dictase sus primeras clases de geometría¹⁹³, lo cierto es que deberemos esperar al siglo XIX para que empiece a generalizarse su empleo por parte de los ingenieros, y hasta nuestro siglo para que su uso se extienda entre los arquitectos.

La razones de este hecho no están claras, pero me aventuraré a apuntar algunas que, al menos, me parece interesante tener en cuenta, porque afectan a la consideración de su papel como lenguaje de expresión arquitectónica por un lado, y a su función como herramienta pedagógica de la carrera de arquitectura por otro.

Está claro que las denominadas gramáticas o lenguajes gráficos arquitectónicos toman su importancia bien de su precisión y fidelidad como medio de expresión, bien de las virtualidades plásticas de expresión espacial que contienen. Es indudable que en el primero de esos ámbitos no puede competir con los sistemas de proyección ortogonal a los que nos acabamos de referir (acotado y diédrico), que destacan precisamente por su capacidad



F44. Edificio de la sede de Matsumoto Co. (Japón). Arq. David Chipperfield. *Perspectiva caballera con sombras*. Autores: M. Langarita, L. Pérez y V. Sambade. *Copia heliográfica. Papeles de colores sobre papel vegetal*.

192 Cfr. GROPIUS, Walter; *Alcances de la arquitectura integral*. "Educación de arquitectos y proyectistas"; Ed. La Isla. Buenos Aires, 1963, pp. 56-57.
193 Vid. SAINZ, J.; op. cit., pp. 133-141.

descriptiva. De ahí que aunque el sistema axonométrico también goce de cierta capacidad para la expresión de la realidad dimensional y formal de lo representado, su aplicación prioritaria deberá buscarse más en el segundo de los campos señalados: el de la realización de 'perspectivas'. Aquí pienso yo que radica la razón de su fracaso (por lo que a los siglos anteriores al nuestro se refiere).

Ya que si no puede competir con el sistema diédrico cuando se trata de definir para construir, el otro campo de aplicación ha debido compartirlo con el sistema cónico desde su mismo balbuciente comienzo. Ambos podrían considerarse los sistemas *perspectivos* de representación de la Geometría Descriptiva¹⁹⁴. Los dos tienen en común que ofrecen la información siempre en forma de perspectiva, si bien propiamente sólo deberíamos llamar así a las perspectivas cónicas, ya que las representaciones axonométricas se denominan perspectivas por extensión, o tomadas como caso particular de las otras¹⁹⁵.

En el siglo XVI aún se entendía, si seguimos a Durero, que perspectiva es una palabra latina, que significa "ver a través de", en clara referencia a la situación de un cuadro o plano de proyección a modo de 'ventana' entre el observador y lo representado; de modo que conceptualmente, dirá Panofsky, la perspectiva fue, hasta el tiempo de Desargues, la sección de la pirámide visual¹⁹⁶. O lo que es lo mismo, la perspectiva cónica, aunque entonces no era necesario ponerle 'apellido' (cónica) ya que cuando se decía perspectiva sólo era para referirse a ese tipo de representación¹⁹⁷. Por eso cuando se comienzan a desarrollar las representaciones en axonometría, por contraposición, se dio en llamarlas perspectivas paralelas.

Esta pequeña digresión me parece importante pues sirve para destacar dos hechos que merece la pena tener presentes. El primero, que el método de representación mediante las axonometrías no surgió ni se desarrolló para suplir una carencia representativa. El segundo, que su empleo tuvo desde el primer momento que competir y abrirse paso frente al uso extendido de la perspectiva cónica, como muestra incluso la denominación de 'perspectiva paralela'. A esas dos razones (que no era necesaria y que tenía un 'rival' digno) se debe fundamentalmente su poca difusión entre los arquitectos hasta casi mediado el siglo XX.

Esas serán de algún modo también las razones para justificar el poco espacio que, en mi opinión, cabe reservar al aprendizaje de este sistema de representación en la asignatura de Geometría Descriptiva, aunque pueda y posiblemente deba dedicársele más espacio en las otras disciplinas del mismo Área de Conocimiento: dentro de Análisis de Formas, pero sobre todo en Dibujo Técnico. Pues su utilidad no está tanto en el aprendizaje como en la representación.

SISTEMA AXONOMÉTRICO Y FUNCIÓN DESCRIPTIVA

Por lo común se ha dado una cierta correspondencia entre el desarrollo de los distintos sistemas de representación y las intenciones o aspiraciones de la arquitectura de una época. De modo que la conveniencia de un nuevo medio de representación sólo sería defendible sosteniendo que ha habido un cambio más que de estilo, de manera de proyectar¹⁹⁸.

Esto parece convenir muy bien al empleo reciente de las representaciones axonométricas, y en la actualidad más que a éstas, como señalaremos en su momento, a todo un género de 'perspectivas' a las que falsamente se acoge bajo la genérica denominación de axonometrías, y no lo son *stricto sensu*, como las llamadas 'perspectivas asirias', o ciertos los dibujos de Hedjuk o Eisenmann.

4 Sistemas *representativos* les denomina Taibo contraponiéndolos a los dos que denomina sistemas de *edida*. (TAIBO, A.; op. cit. p. 13)

5 Perspectivas cónicas con el punto vista situado en el infinito.

6 PANOFSKY, Erwing; *La prospettiva me "forma simbólica"*; Ed. Feltrinelli; án, 1979, p. 35.

7 Resulta significativo que aún los óricos de la perspectiva axonométrica sus 'derivados' (caballera, militar,...) an reservando el término perspectiva ra referirse a la perspectiva cónica, adiendo el 'apellido' sólo cuando ieren referirse a otro tipo de *perspectiva* (caballera,...), con lo que implícitamente reconocen su relativo valor como frente al valor absoluto de aquella a. (Cfr. DE LA GOURNIER, J. M.; *urnal de Mathematiques*; París, 1874, XIX; cit. en ALONSO RODRIGUEZ, M. "Geometría Descriptiva, expresión áfica. Una polémica del siglo XIX"; op. , p. 73)

8 RABASA DIAZ, E.; *Proyecto y procción*; op. cit., p. 227.

Pues bien, considerando la primera de las dos ideas apuntadas, el sistema axonométrico de representación no requiere especial atención como modo de expresión descriptiva ya que técnicamente empleado, con las operaciones propias del sistema (abatimientos, mediciones, perpendicularidad...), es tan complejo y farragoso que se hace incómodo e inútil como medio de elaboración de documentos gráficos. En la práctica, esto llevará a realizar las representaciones axonométricas partiendo del conocimiento previo y la definición del objeto por sus proyecciones diédricas (alzado, planta y perfil), con las cuales se 'arma' o construye el objeto. Esta operación sí puede proporcionar cierta destreza espacial, pero como requiere la previa descomposición y reconstrucción mental de lo que se quiere representar, es ahí (en la elaboración de las proyecciones ortogonales) donde realmente se habrá de desarrollar sobre todo la visión espacial, y no tanto en la ejecución de la proyección axonométrica, que se llevará a cabo de un modo bastante mecánico una vez conocidas aquéllas.

Este apunte se corrobora si nos percatamos de que lo que buscaban los propios autores ingleses que dieron justificación a la perspectiva isométrica era desarrollar un método que les permitiese representar con rigor cualquier cuerpo, pero nunca se propusieron emplearlo para la resolución de problemas geométricos espaciales¹⁹⁹. Sería poco razonable que lo hiciésemos nosotros ahora.

Al referirme a la historia de la enseñanza de la Geometría Descriptiva en nuestras Escuelas señalaba como dato a tener en cuenta la escasez de manuales propios —hechos por y para arquitectos—. Esta era una de las cosas a las que me quería referir. Para las necesidades descriptivas de un ingeniero puede tener sentido conseguir el dominio técnico de este sistema, porque para ellos las representaciones axonométricas siguen siendo documentos de trabajo conforme a lo que defendían tanto La Gournier²⁰⁰ como Farish²⁰¹. Pero en el caso de un arquitecto no es así. Por eso, desde esta óptica no tiene sentido que se dedique el mismo espacio y la misma atención a las operaciones y desarrollos del sistema diédrico y a las del axonométrico, como si fuese importante dominar los abatimientos o la medición de distancias en las representaciones de este sistema, como hace Taibo, por citar una de las obras más al uso en las Escuelas de Arquitectura de España. Pongo ese libro como ejemplo precisamente por la estima de que goza, y precisamente porque su autor no pensaba precisamente en los arquitectos al redactarlo.

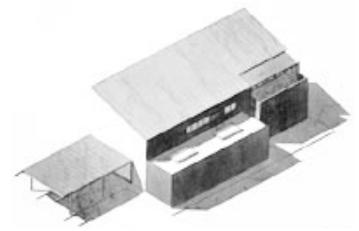
Esto es, que desde el punto de vista científico no tiene mucho sentido profundizar en el conocimiento de este lenguaje gráfico. Su utilidad pedagógica como ejercicio mental de desarrollo de la intuición del espacio se ve muy limitada, en vista de lo cual cabe deducir que toda su importancia debe de venirle de su capacidad expresiva, siendo esta tarea preferentemente competencia de las otras dos materias del área gráfica, antes que de la geometría descriptiva.

EL SISTEMA AXONOMÉTRICO Y LA REPRESENTACIÓN DE LA ARQUITECTURA

Antes de exponer nada a este respecto se impone hacer dos consideraciones.

La primera es que todo lo dicho hasta ahora, aunque se hayan hecho puntuales alusiones a las representaciones militares, caballerías..., se refiere al sistema axonométrico de representación (isométrico, dimétrico o trimétrico), como se desprende de las consideraciones que se han hecho acerca de su contenido científico.

La segunda es que, sin negarle utilidad a cualquier tipo de dibujo que pueda hacerse para reflejar una idea de arquitectura, es evidente que no todo dibujo de arquitectura por el hecho de requerir destreza técnica en su ejecución compete a la Geometría Descriptiva, aunque sea competencia suya facilitar los medios empleados.

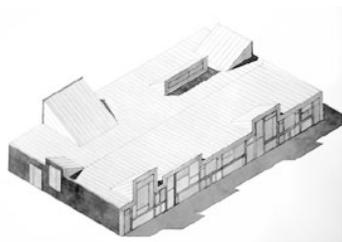


F45. Casa Amann. Arq: Antón Amann.
 Autora: Eva Araujo.
 Tinta y Acuarela.
 Original en color.

199 ALONSO RODRIGUEZ, Miguel Angel; "Inglaterra-Francia (Farish-Monge), dos conceptos de lenguajes gráficos, una común necesidad de los mismos"; *Actas del IV Congreso de Expresión Gráfica Arquitectónica*; Valladolid, 1992, p. 56.

200 "Cuando se propone estudiar las relaciones de las diferentes piezas de una máquina o de las partes de una construcción la perspectiva caballera me parece mucho más ventajosa porque se establece más fácilmente y puede acompañarse de una escala" (DE LA GOURNIER, J. M. ; *Journal de Mathematiques*; op. cit.).

201 "La representación correcta de los objetos se facilitará mucho usando esta perspectiva, incluso en el caso de una persona que esté familiarizada con el arte del dibujo; y la información dada es mucho más definida y precisa que la obtenida por los métodos usuales y mejor adaptada a dirigir a un trabajador en su ejecución. (FARISH, W.; "On isometrical perspective"; en *Transaction of the Cambridge Philosophical society*; nº 1, 1822, pp. 1-22. Cit. en ALONSO RODRIGUEZ, M. A.; "Inglaterra-Francia (Farish-Monge), dos conceptos de lenguajes gráficos, una común necesidad de los mismos"; op. cit., p. 58).



6. Parvulario en Sondica. Arq: Eduardo Arroyo.
 Torres: P. Galdos, M. Montiel Y E. Rodríguez-Salcedo.
 Técnica y Acuarela.
 Original en color.
 Imagen desde el infinito, externa y anónima.

Pues si por una parte es indudable que hoy en día se hace un uso generoso de la 'perspectiva axonométrica', aunque en realidad casi nunca se trata verdaderamente de eso y sí más bien de cosas parecidas, no lo es menos que una de las razones de más peso para un empleo tan extendido es la facilidad con la que se llevan a cabo. Cualquiera las puede realizar con unas cuantas indicaciones. Lo cual, lejos de hablar en favor de su utilidad desde el punto de vista que aquí nos interesa, sirve precisamente para destacar, por una parte, su poca entidad como instrumento pedagógico, así como que no hay que preocuparse en exceso por enseñar su manejo, que es lo que más nos interesa en este punto de la exposición. Bastará con enseñar a utilizar el sistema diédrico, es decir, la obtención de las proyecciones ortogonales. A partir de ahí, el resto se hace casi intuitivamente.

Hemos aludido antes al hecho real de que las perspectivas axonométricas han debido rivalizar desde su aparición con el empleo generalizado de la perspectiva cónica para las representaciones planas de la tridimensionalidad del espacio euclidiano.

Cabría preguntarse a qué puede atribuirse que siendo más fácil y más rápida su elaboración, las perspectivas axonométricas no hayan hecho fortuna, sin embargo, entre los arquitectos. Además de las apuntadas antes, podemos señalar algunas razones más que parecen de cierto peso. Tal vez de entrada debamos atribuirlo a dos razones fundamentales. De una parte su ambigüedad interpretativa. De otra, su falta de objetividad visual, es decir, la ausencia de 'realismo' que las caracteriza, a lo que va muy unido su 'desubicación' o, si se desea, lo abstracto de su ubicación.

La condición de paralelismo, propia del sistema, al eliminar la percepción de la profundidad en lo representado, consiente la inversión entre el primer plano y el último. De modo que la representación no ofrece una visión unívoca de lo que aparece dibujado. Esta ambigüedad no sólo ha sido conocida siempre sino que incluso se ha explotado con finalidad decorativa, en pavimentos y muros, como en el caso de los cubos perspectivos de ciertos pavimentos, grecas y artesonados, que ofrecen la indefinición como un argumento decorativo más²⁰². Eso mismo hace del sistema algo poco recomendable como sistema de 'definición' espacial. Pues de acuerdo con Gibson, "la base de la llamada percepción del espacio es la proyección de sus objetos y elementos como imagen y el consiguiente cambio gradual de tamaño y densidad en la imagen a medida que los objetos y elementos se alejan del observador"²⁰³.

De ahí, tal vez, la poca aceptación conseguida por el sistema. La discusión que se entabló acerca de la determinación de los documentos idóneos para la definición de la realidad (dimensión, ángulos, forma) de las cosas, llevó a buscar éstos dentro de las posibilidades que ofrecían tanto el sistema diédrico (aún manejado rudimentariamente) como el cónico, sobre todo a partir del Renacimiento. Pero, de una parte, la *Ichnographia*, la *Ortographia*, la *Scenographia* o la *Ictographia*, caballo de batalla de la discusión, no tienen nada que ver con las axonometrías²⁰⁴. Y de otra, tampoco son útiles para lo que podríamos llamar la 'recreación' de los espacios.

Ya que las axonometrías no ofrecen una visión 'a través de' sino 'desde fuera de'. Una perspectiva cónica nos convierte perceptivamente en protagonistas de la representación. Una axonometría en espectadores. Nos sitúa fuera. La perspectiva cónica (teóricamente al menos) es la visión que ofrece lo representado desde un punto concreto perteneciente al universo espacial en el que aquello se encuentra. La representación axonométrica en cambio es una perspectiva hecha desde 'el infinito'. Esto es, desde fuera del universo inmediato de lo contemplado en ella; lo cual nos permite ver todas las partes simultáneamente, incluso desde arriba y abajo, pero "no desde un punto concreto: coloca el punto de vista por todas

2 Vid. GOMBRICH, E. H.; *Arte e ilustración*; op. cit., p. 234.

3 GIBSON, J. J., *La percepción del mundo visual*; op. cit., p. 114.

4 Vid. GENTIL BALDRICH, José María; "La interpretación de la cenografía" Vitruviana o una disputa nacentista sobre el dibujo del proyecto; Revista *EGA*, n. 1; 1992, pp. 15-33.

partes y en ninguna parte en concreto"²⁰⁵. Esto da lugar a una visión intelectual y no perceptiva del espacio representado, ya que en definitiva "se ve la Arquitectura como una multiplicidad de superficies: otra vez planas. Esta multiplicidad, por lo tanto, se compone en una imagen plana"²⁰⁶, no espacial. De modo que el ojo no percibe la ilusión del espacio.

Con eso se logra entre otras cosas, como Mondrian señalaba, que el observador esté... en ningún sitio. Esto es, que quede y se mantenga fuera de la representación, sin contacto con ella. Por más que las axonometrías se hagan seccionadas para mostrar el vacío, la 'realidad hueca' de lo representado, no se logrará que el observador se 'meta' dentro y se haga mínimamente consciente de la realidad espacial dibujada. Esto era válido para los neoplasticistas y posiblemente para quien, como ellos, busque hacer de una representación de arquitectura una obra de arte al margen de la finalidad que le es propia²⁰⁷. Se rechaza entonces la representación visualmente realista por considerar que el arte está precisamente en "la transformación espiritual de la materia"²⁰⁸. De modo que, para quien desee ofrecer una visión del mundo alterada o elaborada, puede ser, en cambio, un buen modo de representar las cosas porque la realidad ya está ahí y no hace falta recrearla.

Pero, siendo eso cierto, no lo es menos que, como se ha adelantado, no todo dibujo de arquitectura, por el hecho de requerir destreza técnica en su ejecución, compete a la Geometría Descriptiva.

De ahí que se rechace conceder mucha importancia a un sistema de representación tan artificial que encuentra su sentido en una cierta concepción de la arquitectura, que resulta a veces tan 'desubicada', impersonal, caprichosa y poco humana como su misma representación. Que es además más propio del dibujo de los ingenieros, que lo desarrollaron para describir sus piezas y mecanismos, que del de los arquitectos.

LAS FALSAS AXONOMETRÍAS

Si lo dicho es válido para la realización de las perspectivas isométricas, mucho más aún lo habrá de ser para otro tipo de 'perspectivas' que se suelen llamar también equivocadamente axonometrías.

Añadiendo a todo lo anterior en este caso la absoluta carencia de fundamento perceptivo (basado en la coherencia del binomio realidad-representación) y su escaso valor científico. Que hace de ellas unos instrumentos de representación que se escapan *stricto sensu* de la ciencia llamada Geometría Descriptiva²⁰⁹, ya que se reducen a la condición de simple expediente de configuración de *símbolos analógicos* de la arquitectura, que se caracterizan no tanto por su afán descriptivo técnico como por su significado plástico y su intencionalidad estética.

Si el sistema isométrico de representación intentaba reflejar la realidad tal y como es aunque no como la vemos, en el caso de la perspectiva caballera, la que llaman 'asiria', u otras, ni siquiera pretenden reflejar qué son las cosas ni cómo se ven. Esto, pictóricamente puede ser aceptable; pero la arquitectura no es la pintura, al menos desde el punto de vista de la Geometría Descriptiva en una Escuela de Arquitectura.

El empleo del sistema axonométrico en las representaciones de arquitectura obedece a razones artísticas, no técnicas. Posiblemente porque, como apuntaba Panofsky, en la medida en que la visión perspectiva ya no constituye un problema técnico-matemático, pasa a ser un problema artístico. Esas supuestas perspectivas pseudoaxonométricas son un medio idóneo para lograr objetivar matemáticamente la subjetividad que se quiere transmitir (si bien no para recoger la objetividad de lo representado)²¹⁰.



F47. Kursaal. Arq: Rafael Moneo.
Autor: Mikel Echarri.
Lápices de colores.
Original en color.
Percepción inevitable de la presencia del observador.

205 MONDRIAN, Piet; "La realización del Neoplasticismo en la arquitectura del futuro lejano y de hoy (II)"; *La nueva imagen en la pintura*; Galería-Librería Yerba. Murcia 1983, p. 135.

206 MONDRIAN, P.; *ibid.*

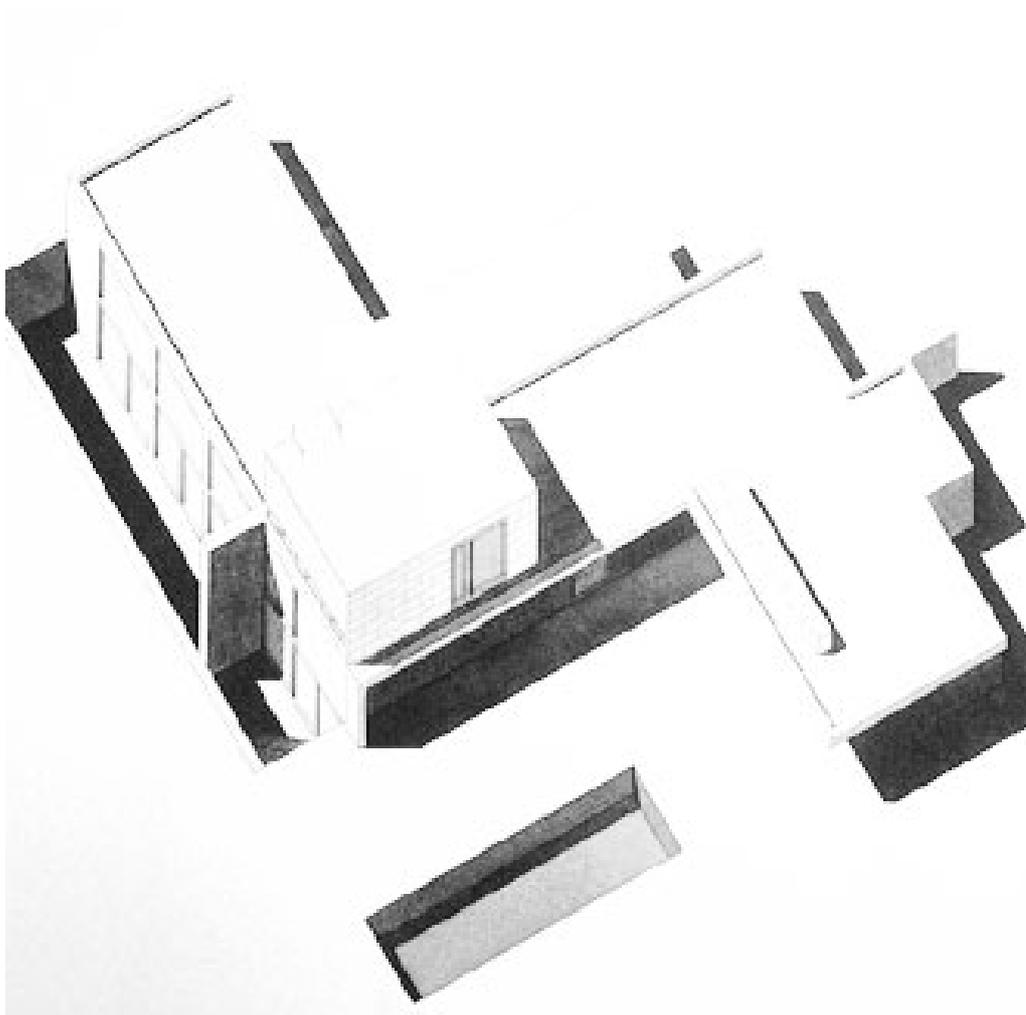
207 Hedjuk, por ejemplo.

208 VAN DOESBOURG, Theo; *Principios del nuevo arte plástico y otros escritos*. Definiciones de arte; Galería-Librería Yerba. Murcia, 1985. p. 163.

209 Aun que haya quien intente defender su pertenencia al mundo de la ciencia geométrica interpretándolas como "proyecciones cilíndricas oblicuas". Pero nadie puede evitar la manifiesta deformación que hace de ellas unos documentos especialmente convencionales y poco objetivos. SANCHEZ GALLEGU, J. A.; *Geometría Descriptiva para Arquitectos*; op. cit., pp. 39-41. Vid. también en las páginas anteriores, en el epígrafe dedicado al sistema diédrico, lo indicado con relación al cálculo de las sombras y a su interpretación como tercera proyección añadida.

210 PANOFSKY, E.; *La perspectiva como forma simbólica*; op. cit., p. 65.

8. Casa Estudio Sendin (Las Matas. Madrid). Arq. Tonet Sunyer. *Perspectiva militar con sombras.* Autoras: E. Araujo, E. Etxeberria y M. Pérez. *Acuarela (56,5x78). Original en color.*



En esta actitud tienen mucho peso, por desgracia, tanto la moda como el *snobismo* gráfico. Da la impresión de que algunos tienden a interpretar la claridad como ramplonería, y que en el hecho de que algo pueda ser entendido por cualquiera ven un indicador de su pobreza, cuando esa debería ser la máxima aspiración de la representación de la arquitectura, y por tanto la de la Geometría Descriptiva como ciencia de los lenguajes de expresión de la arquitectura y de los espacios.

Por eso mismo, respetando la opinión contraria, parece que si enseñar a emplear la perspectiva caballera o militar aún puede considerarse un cometido apto para la Geometría Descriptiva, sin embargo las modernas visiones 'perspectivas' me parece que ni merecen este nombre ni son propias de acogerse como parte de la Geometría Descriptiva.

Es el caso, por ejemplo, del tipo de 'perspectiva' propugnado por Hejduk, que no hace sino llevar al paroxismo la lucha por el 'cubismo arquitectónico' que movió a Mondrian y Van Doesburg. Puede incluso que el 'sistema Hejduk' sea un buen modo de abstraer la realidad y de 'vivirla': "su contemplación permite mirar y crear su propio mundo, no físico ciertamente, porque es arte contemplativo"²¹¹; pero no parece que sea el camino para hacer inteligible la arquitectura representada. Más bien parece que su éxito está en la dificultad alcanzada para conseguirlo, como se puede deducir de sus propias palabras: "Las proyecciones isométricas del diamond²¹² transfieren al observador la calidad espacial sin hacer uso de la anticuada perspectiva. La bidimensionalidad del plano, proyectada en la tridimensionalidad del isométrico²¹³, aparece aún bidimensional, acercándose a la abstracción bidimensional del plano y más próxima a la actual bidimensionalidad del espacio arquitectónico"²¹⁴.

1 HEJDUK, John; *Mask of Medusa*; Mazzoli international Publications; New York, 1985. Frame 3, p. 50.

2 Cuadrado girado 45 grados, base de la composición de sus Diamond uses.

3 Que no es tal en el modo en el que emplea Hejduk.

4 HEJDUK, J.; *Mask of Medusa*; *ibid.*, 49.

Observando muchas de sus representaciones *isométricas* de Hejduk, tan confusas como las frases precedentes, no puedo menos que recordar aquel verso de un poema con el que Quevedo quiso hacer burla del modo enrevesado en que se expresaba su rival Góngora, en el que decía que "En una de fregar cayó caldera" (por 'cayó en una caldera de fregar').

Si hemos hablado de lenguajes gráficos no podemos dejar de recordar que un lenguaje no lo constituye sólo las palabras sino también la sintaxis y muy principalmente la estructura. Desde luego, jamás se puede perder de vista el fin perseguido con el lenguaje, la expresión de las ideas, deberá hacerse de modo más sencillo que la comprensión directa de las propias ideas. Esto es, que no podemos usar un lenguaje tal que sea más difícil comprender los términos de la definición que el propio concepto que con ellos se define.

Por eso, qué decir de algún *snob*, que inventa la 'perspectiva asiria' como lenguaje 'personalísimo', o del desprecio que Sartorius manifestaba hacia la perspectiva lineal por entenderla como 'pieza de convicción' destinada al cliente, aunque por otra parte él mismo no dejase de emplearla²¹⁵. Parece que muchos confunden hoy en día la arquitectura y la pintura²¹⁶, y que puestos en tales coordenadas pretenden lograr, como ya hicieran en la pintura, desarraigando el empleo del figurativismo. A los ojos de estos iluminados aparecerá como un logro que las representaciones de la arquitectura sean abstractas, ambiguas, y con un cierto grado de ininteligibilidad, en lo que se cifrará su 'calidad', que en muchos círculos artísticos se centra en lograr que sólo los 'entendidos' la entiendan. Eso no deja por supuesto de permitirnos reconocer que el sistema axonométrico y sus derivaciones o corrupciones, pueda tener valor desde el punto de vista proyectual, ya que puede ser un camino de investigación de la forma, y un modo para ordenar ideas o pensamientos confusos, pero me gustaría dejar claro que no le compete a la Geometría Descriptiva en absoluto, y que no hay que dejarse llevar por el complejo de la moda ocupándonos de lo que no nos es propio mientras descuidamos o nos avergonzamos de exponer otros contenidos necesarios quizá menos de moda.

Si en Análisis de Formas o en Dibujo Técnico se ve conveniente ensayar este modo de entender/representar o conceptualizar la realidad dibujada es razonable pero, en mi opinión, no tiene sitio dentro de la Geometría Descriptiva no tiene sitio.

En resumen, el sistema axonométrico de representación no ofrece la posibilidad de resolver con sencillez los problemas espaciales. Habrá por tanto que limitarse a enseñar a emplearlo para hacer 'perspectivas', partiendo del conocimiento de las proyecciones (planta, alzado y perfil) de lo que se quiere dibujar, para lo cual no hace falta mucho esfuerzo, pues es una operación altamente intuitiva.

Es indudable, por otra parte, que desde su irrupción en el campo de la representación arquitectónica, con el neoplasticismo holandés, hasta nuestros días, su empleo ha ido asociado más a una cierta concepción de la arquitectura que a un deseo de lograr una más apta expresión de ella. Por lo tanto, puesto que técnicamente su uso no plantea mayores dificultades, parece lógico que sean las materias a las que compete más expresamente ese análisis formal-intencional de la arquitectura, las que se ocupen de fomentar o encauzar el empleo tanto del sistema axonométrico como sobre todo de sus 'patologías'.

EL SISTEMA CÓNICO

El sistema cónico de representación es el segundo de los dos lenguajes que hemos llamado *perspectivos*. De los dos, es el que más se aproxima a la interpretación que daba Durero

215 Cfr FRANCO TABOADA, J. A.; *El dibujo, forma esencial del pensamiento arquitectónico*; *ibid.*, p. 34.

216 Véase Hejduk como ejemplo; pero son muchos los que hoy en día practican como Boullée la 'arquitectura de salón'.

del término perspectiva. Pues el sistema cónico pretende ser un reflejo objetivo de nuestra visión de las cosas, a diferencia del axonométrico que pretendía serlo de su realidad. O dicho de otro modo, el sistema cónico pretende representar las cosas como las vemos. Esto le convierte en un sistema de proyección de gran utilidad como vehículo de transmisión de ideas espaciales, ya que aunque requiera una cierta educación visual, se apoya en la experiencia sensible, lo que lo hace fácilmente inteligible. Ciertamente no es riguroso ni científicamente exacto que la visión perspectiva equivalga a la real, pues entre otras cosas el 'cuadro' de nuestro ojo no es plano sino curvo, pero lo cierto es que en la experiencia visual ordinaria las cosas que son rectas las vemos como tales, y además las vemos concurrentes en un punto si son paralelas.

No parece lógico defender que una perspectiva deba hacerse curvilínea para que reproduzca nuestro modo de ver, como defendía Panofsky²¹⁷. Pues como apuntaba Plinio, el instrumento real de la vista y la observación no es el ojo sino la mente²¹⁸. El porqué de esta asociación que nos lleva a reconocer como recto lo que indudablemente no se proyecta como tal en nuestra retina, es cosa que no nos incumbe, pero que ha sido prolija y extensamente estudiado por Gibson, Gregory, ... A nosotros lo que nos interesa es saber que el ojo humano reconoce su propio modo de ver en la perspectiva cónica²¹⁹, en la que es capaz de *ubicarse*, intuyendo el lugar desde el que se ha de mirar para ver las cosas tal y como aparecen dibujadas, y como si en efecto el papel fuese un cuadro o ventanal para asomarse al mundo. En cierto modo, el observador que contempla la perspectiva recibe análogos estímulos visuales que los producidos por la contemplación directa de la forma espacial²²⁰.

El sistema cónico de representación al que pertenecen las perspectivas como documentos propios, es perceptivamente el más real de todos los lenguajes gráficos geométricos. La creencia de que la perspectiva descansa en una convención resulta de confundir las imágenes y los modelos relacionales²²¹, y la idea de que el mundo es curvilíneo y debiéramos pintarlo así vale tan poco como la antigua ocurrencia de que realmente vemos el mundo doble y cabeza abajo²²².

El axioma fundamental que debemos aceptar es que, con tal de queelijamos la distancia justa y aceptemos la visión monocular e inmóvil para paliar la ausencia de relieve estereoscópico, el contenido del cuadro perspectivo (o perspectiva) coincide con la visión natural de un objeto²²³.

Este es un sistema de representación que exige, desde luego, más pericia que otros y consume, por tanto, más energías y tiempo en su ejecución. Paradójicamente, siendo el sistema que más se ajusta perceptivamente a la visión humana de lo representado, es también el que requiere una mayor reflexión acerca de cómo se ven las cosas, pues no basta con observar cómo son éstas, y se hace necesario estudiar cómo quedaría reflejado en el papel algo que fuese de este modo o de aquel otro y que gozase de una determinada configuración geométrica.

En definitiva, siendo perceptivamente muy real, no es técnicamente nada intuitivo. O lo que es lo mismo, que exige un dominio notable de la técnica para su empleo correcto, así como del manejo en el papel de la mecánica que permite determinar los equivalentes gráficos para la forma, dimensión y configuración de los diferentes sólidos reales. Influye decisivamente, como ha quedado apuntado, la posición que ocupa el observador respecto a lo representado, de modo que se establece una trabazón espacial entre ambos, que se sitúan en un mismo universo, ya sea el de lo físico o el de lo imaginado.

Si consideramos ahora este sistema de representación desde los dos puntos de vista que a nosotros nos interesan, resulta que el empleo del sistema cónico, conforme a lo dicho, será

7 PANOFSKY, E.; *La prospettiva come forma simbolica*; op. cit., pp. 35-43.

8 Cit. en WRIGHT, L.; *Perspective in perspective*; op. cit., p. 23.

9 A partir de ahora, conforme a lo puesto en el apartado anterior acerca del significado del término perspectiva, como de su origen y la costumbre de uso, me referiré a la perspectiva sencillamente como perspectiva.

10 SANCHEZ GALLEGO, J. A.; *ometría Descriptiva para Arquitectos*; . cit., p. 28.

11 GOMBRICH, E. H.; *Arte e ilusion*; . cit., p. 223.

12 GOMBRICH, E. H.; *ibid.*, p. 227.

13 Cfr. DALAI, Marisa; "La questione della prospettiva"; incluido en *La prospettiva come "forma simbolica"* (E. Panofsky); pp. 115-137; Ed Feltrinelli; año, 1979, pp. 127-128.

más interesante en este trabajo de Dalai es la exposición del detallado estudio que ha realizado de la evolución de la perspectiva como técnica en paralelo a las distintas concepciones del espacio perspectivo.

útil como vía de conocimiento intelectual de las realidades espaciales, pero no lo será tanto como lenguaje técnico-descriptivo, ya que ni permite medir, ni manifiesta de modo patente la forma de los objetos ni los valores angulares.

Pero es realmente expresivo de la cualidad espacial de las superficies, sean éstas reales o imaginadas. Ese espacio perspectivo del que hablaba Panofsky nos permite 'movernos' por el papel, nos 'admite' en él por concomitancia con nuestras experiencias visuales, al acomodarse perfectamente a los hábitos adquiridos en la percepción de las realidades físicas.

Esto provoca que nuestros ojos se dejen 'engañar' ante una perspectiva, ofreciéndonos la percepción de un 'espacio visivo', aunque sea estático, porque sólo admite un punto de vista, allí donde sólo hay un papel que soporta un espacio perspectivo.

Si al hablar de las axonometrías señalábamos lo poco reales que resultaban visualmente, esa consideración se entiende mucho mejor ahora, vista desde el prisma del 'realismo' de la perspectiva cónica. El ojo humano está habituado a ver la realidad a diario, y a asociar las formas visuales a unos referentes físicos de los cuales conoce perfectamente la configuración, también por el tacto.

Educada la percepción de este modo, acostumbrada a ver cómo, en sus imágenes retinianas, las rectas paralelas se 'encuentran', las axonometrías obligan al ojo a recurrir a la interpretación como curvaturas, extrañas deformaciones o anomalías los paralelismos que observa en ellas, que contradicen los hábitos interpretativos adquiridos por medio de la percepción ocular directa de la realidad. En estas perspectivas, precisamente porque pretenden ser fieles a la realidad física, y no a la perceptiva, tenderemos a ver como trapezoidales los rectángulos e inclinados paredes, suelos y techos.

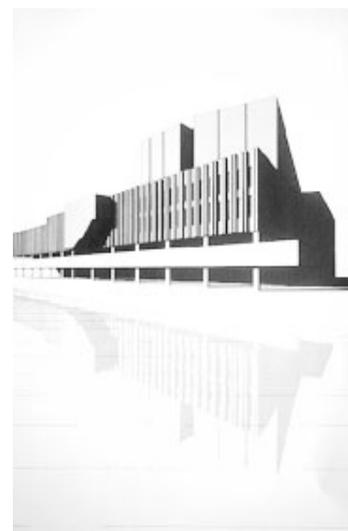
Dando lugar de este modo a la curiosa paradoja de que las cosas representadas mediante axonometrías se ven deformadas mientras que las representadas en el sistema cónico se ven correctas. Lo cual, posiblemente, es otra de las causas de la impresión de artificiosidad que transmiten las representaciones axonométricas.

EL SISTEMA CÓNICO Y LA VISIÓN DEL ESPACIO

Podría quizá deducirse de lo dicho que lo único provechoso que proporciona el sistema cónico es el aprendizaje de la técnica de cálculo de perspectivas. Sin embargo, ése sería un escaso bagaje para tan arduo aprendizaje, ya que el conocimiento y manejo del sistema cónico de proyección es posiblemente el que más esfuerzos requiere de los cuatro de que dispone la Geometría Descriptiva. Los otros tres, como hemos visto, se apoyan en la representación de lo que las cosas son, conforme a leyes proyectivas invariables. En cambio, el sistema cónico debe reflejar el modo en el que vemos nosotros lo que las cosas son. Que es como llevar a cabo una doble traducción de un texto.

Por eso, el manejo del sistema cónico propicia un conocimiento intelectual de las realidades representadas, cuya apariencia deducimos más por lo que inferimos de sus propiedades geométricas que por lo que la vista o intuición nos indican.

No se persigue el ilusionismo visual, sino la concepción de las cosas en un espacio convincente y lógico, sujeto a leyes de reversibilidad y que puede ser manipulado y transformado²²⁴. Se propicia por este medio el conocimiento de las leyes de la visión, que el alumno podrá violar o respetar, pero que no puede alterar.



F49. Finlandia Hall. Arq: Alvar Aalto.
Autores: I. Mendizábal, I. Ros y M. Urbistondo.
Tinta y pintura acrílica sobre poliéster
(65x95).
Original en color.

224 CORDERO RUIZ, J. y GARCERAN PIQUERAS, R.; *Espacio representado*; op. cit., p. 176.

0. Casa Fronto. Arq. Tonet Sunyer.
 tores: Leyre Fernández y Marta
 ares.
 pia heliográfica. Papeles de colores
 bre papel vegetal (80x60).



Ahora bien, ese espacio perspectivo lo conforman propiamente los elementos representados y las relaciones posicionales entre ellos. Es, por así decir, un espacio relacional que surge perceptivamente en la medida en que lo configuran los objetos que lo ocupan y lo envuelven. La ilusión de espacio nace de la interpretación —según hipótesis de verosimilitud— de las imágenes análogicas correspondientes a los objetos representados²²⁵.

Habrà por tanto que lograr que el alumno se familiarice con las abstrusas (en un principio) reglas que rigen el sistema cónico, de tal modo que llegue a moverse espontáneamente con soltura en ese universo imaginativo. Con la ventaja importantísima de que es un universo gráfico en el que él, el alumno, es el protagonista, y no un mero espectador-manipulador como en el caso de la tridimensionalidad axonométrica. Ahora es su ojo el que condiciona las proyecciones de las cosas, 'subjetivándolas' de algùn modo²²⁶.

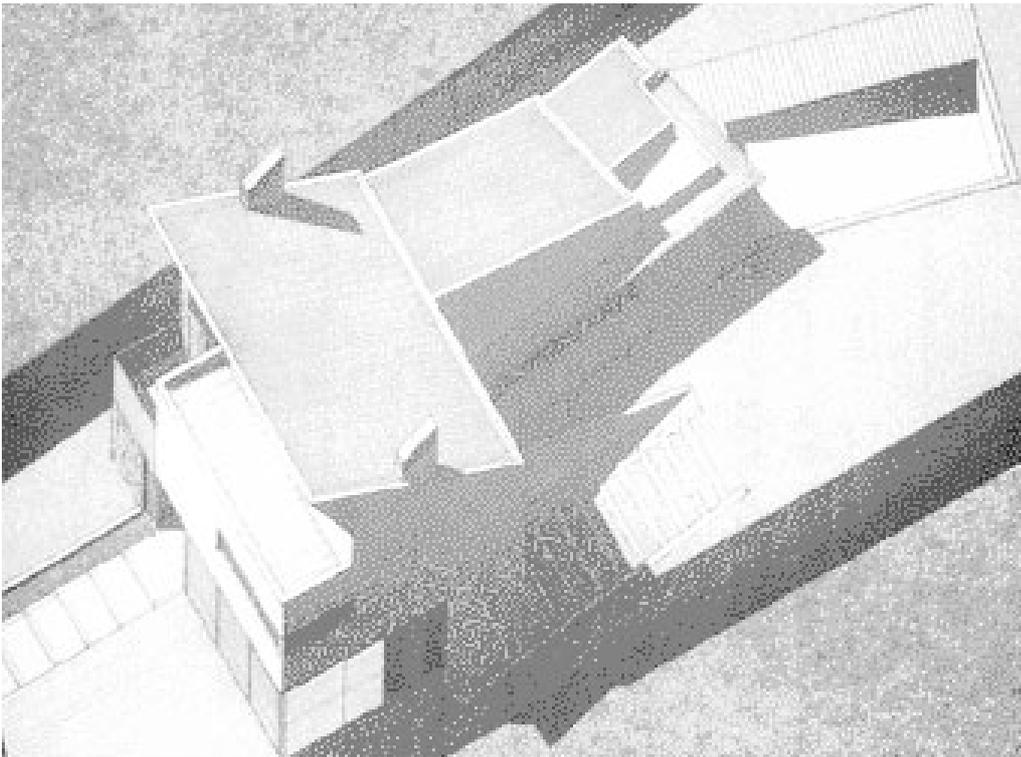
Si no es 'visto' o imaginado desde 'su' punto de vista, aquel espacio perspectivo se hará parcialmente incomprensible, que es el principio que fundamenta los trazados y construcciones anamórficos. Aunque, por lo general, se pueden interpretar sin desasosiego los espacios y objetos dibujados en las perspectivas también cuando el 'punto de vista' del cálculo no coincida exactamente con el real del que las mira²²⁷, pero perdiendo parcialmente en este caso la visión del espacio representado y reconociendo las transformadas planas de las figuras espaciales equivalentes.

La necesidad de poseer intelectualmente la realidad visual que corresponde a la realidad física propicia, precisamente por su dificultad, un notable desarrollo de la capacidad de imaginar y controlar geoméricamente el espacio mental o imaginario. Esto es, del dominio o acercamiento a la capacidad para moldear directamente el espacio, sin tener que imaginarlo componiendo la información suministrada por distintas proyecciones del objeto de que se trate. Junto a esto, el sistema cónico proporciona un alto conocimiento de la estructura y del modo de ser geomérico de las cosas, ya que, al no ser posible muchas veces la definición, tan sólo por sus contornos es necesario construir los objetos valiéndose de las relaciones geoméricas, posicionales y dimensivas de lo que se debe dibujar.

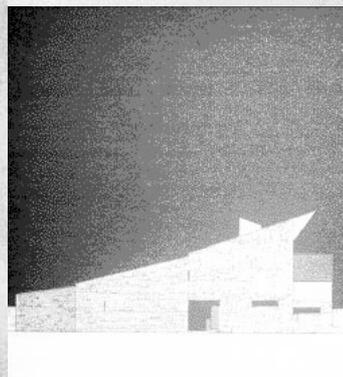
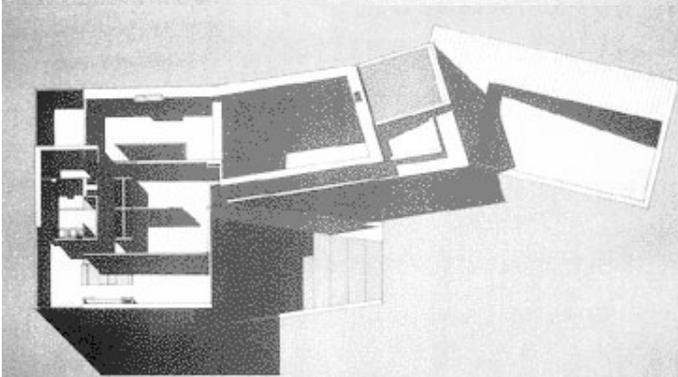
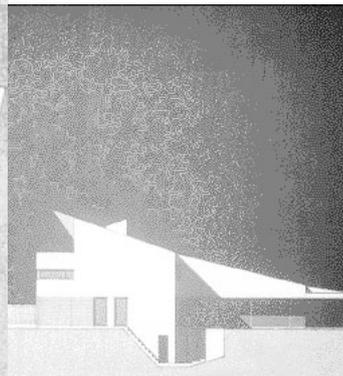
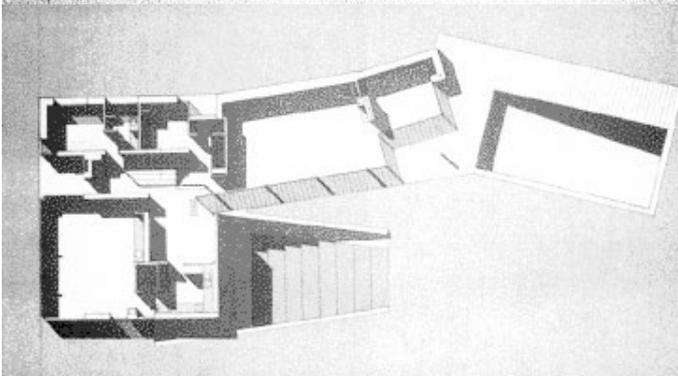
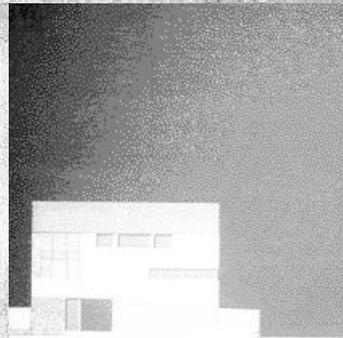
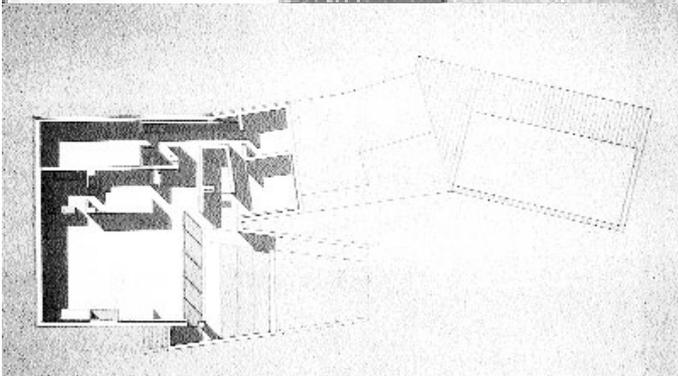
5 MONTES SERRANO, C.; *presentación y análisis formal*; op. cit., p. 297.

6 Como aparece simbolizado por *doux* en una de las láminas de su obra *L'architecture considérée... en la que se halla representada a perspectiva del teatro de Besançon lejada en la pupila del observador, e se emplea como plano del cuadro respectivo.* (LEDoux, Claude Nicolas; *rchitecture considérée sous le rapport l'art des moeurs et de la legislation*; edición facsimil de Verlag Dr Alfons Uhl; erdlingen, 1987, Plancha n. 113).

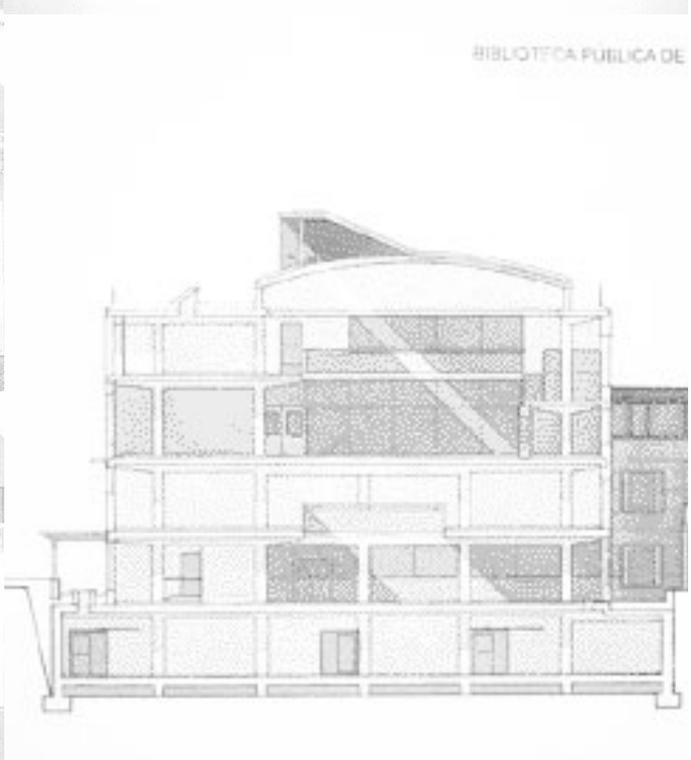
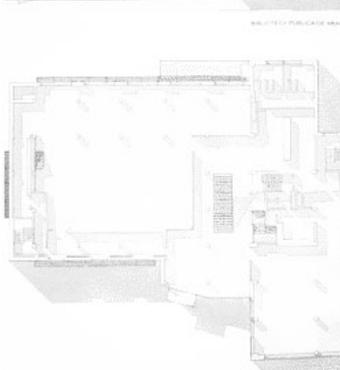
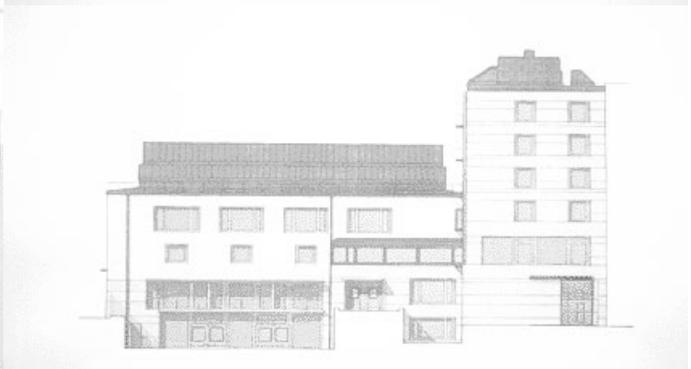
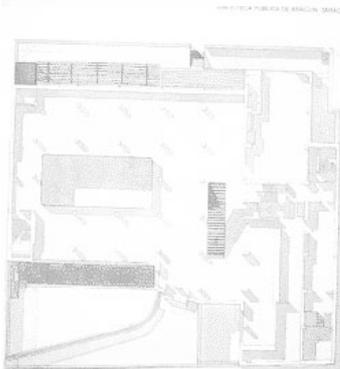
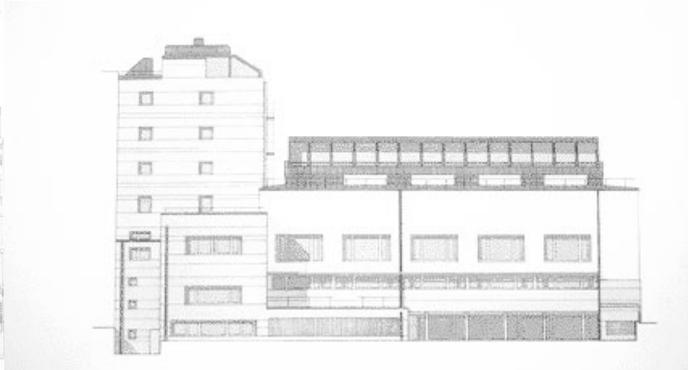
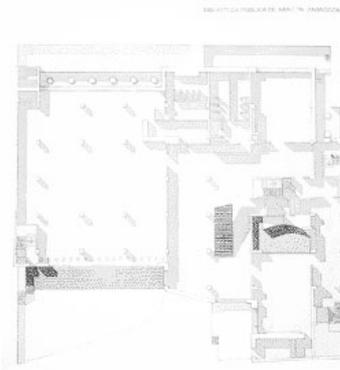
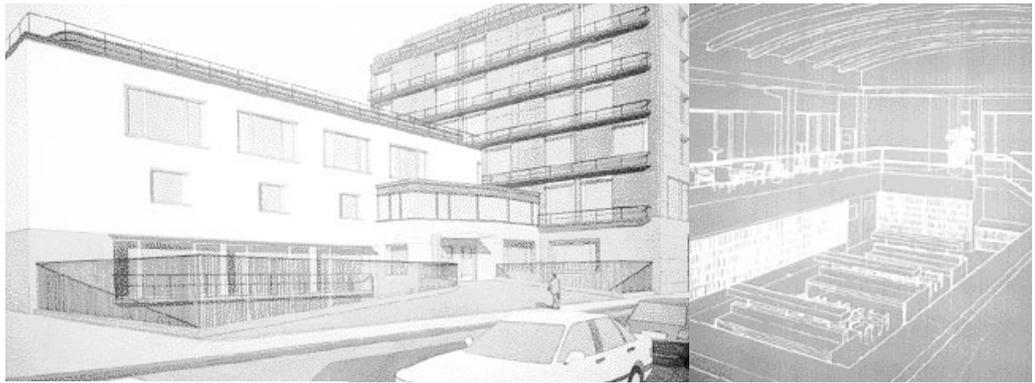
7 SANCHEZ GALLEG0, J. A.; *ometría Descriptiva para Arquitectos*; . cit., p. 37.



F1-F7. Vivienda unifamiliar en Gorraiz (Pamplona). Arq. Maite Apezteguía y Ana Arriazu.
Autor: Andrés Pérez Morales.
Copia heliográfica. Papeles de colores sobre papel vegetal (70x35).

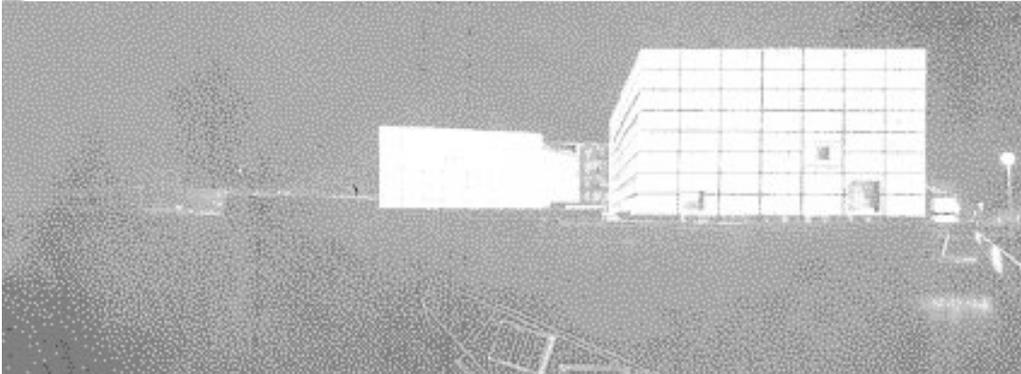


-F16. Biblioteca pública de Aragón (aragoza). Arq. Víctor. López Cotelos. Colaboradores: E. Cáseda, A. Ona Losantos y Lorente. Escala: 1:200 (A2).

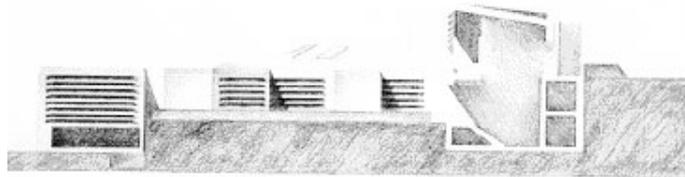
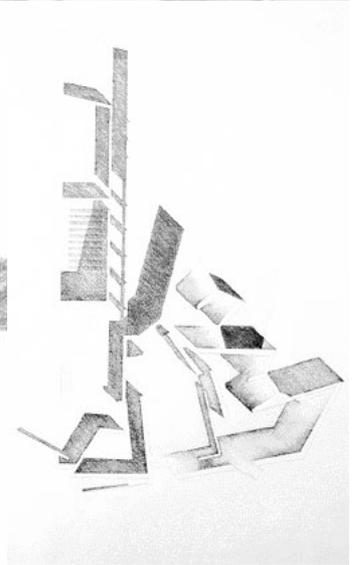
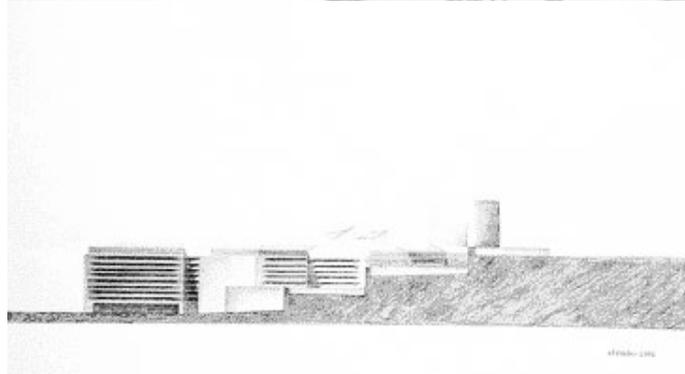




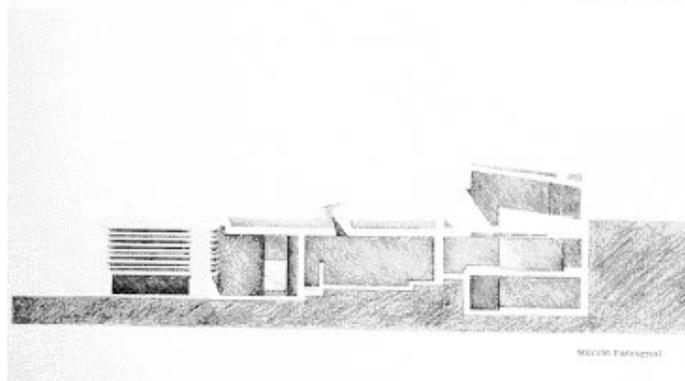
F17-F21. Kursaal (San Sebastian). Arq. Rafael Moneo.
Autores: J. Zaritiegui, F. Sainz y O. Lorente.
Acuarela.



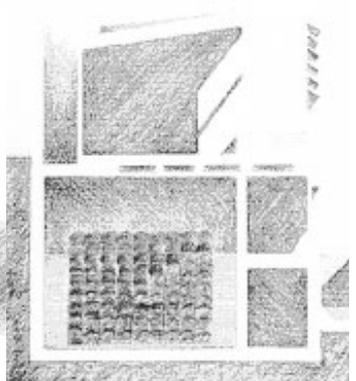
2-F27. Fundación Miró (Palma de Mallorca). Arq. Rafael Moneo.
toras: R. Escudero y V. Escobés.
afito y lápices de colores. (A1).



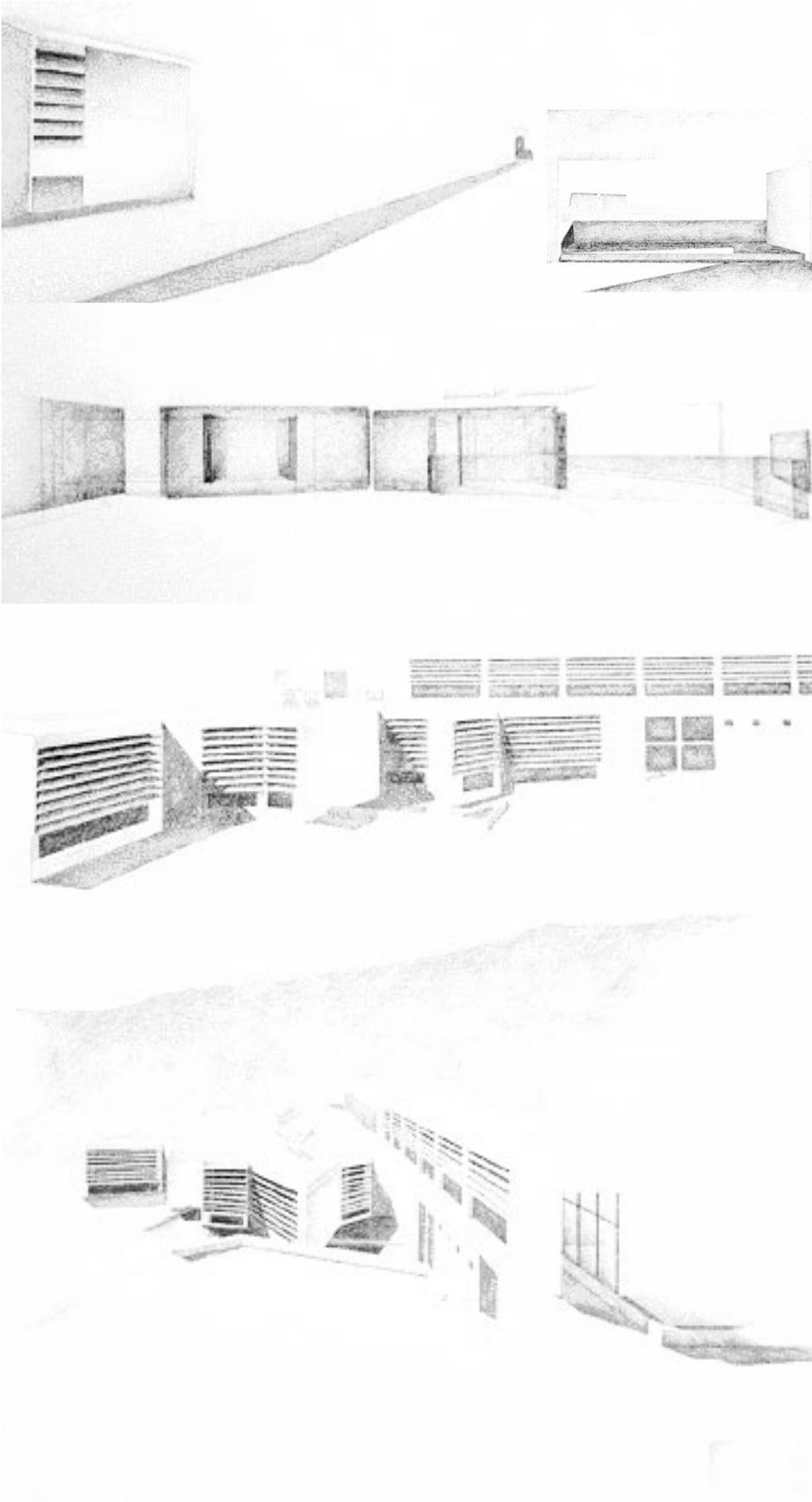
sección transversal



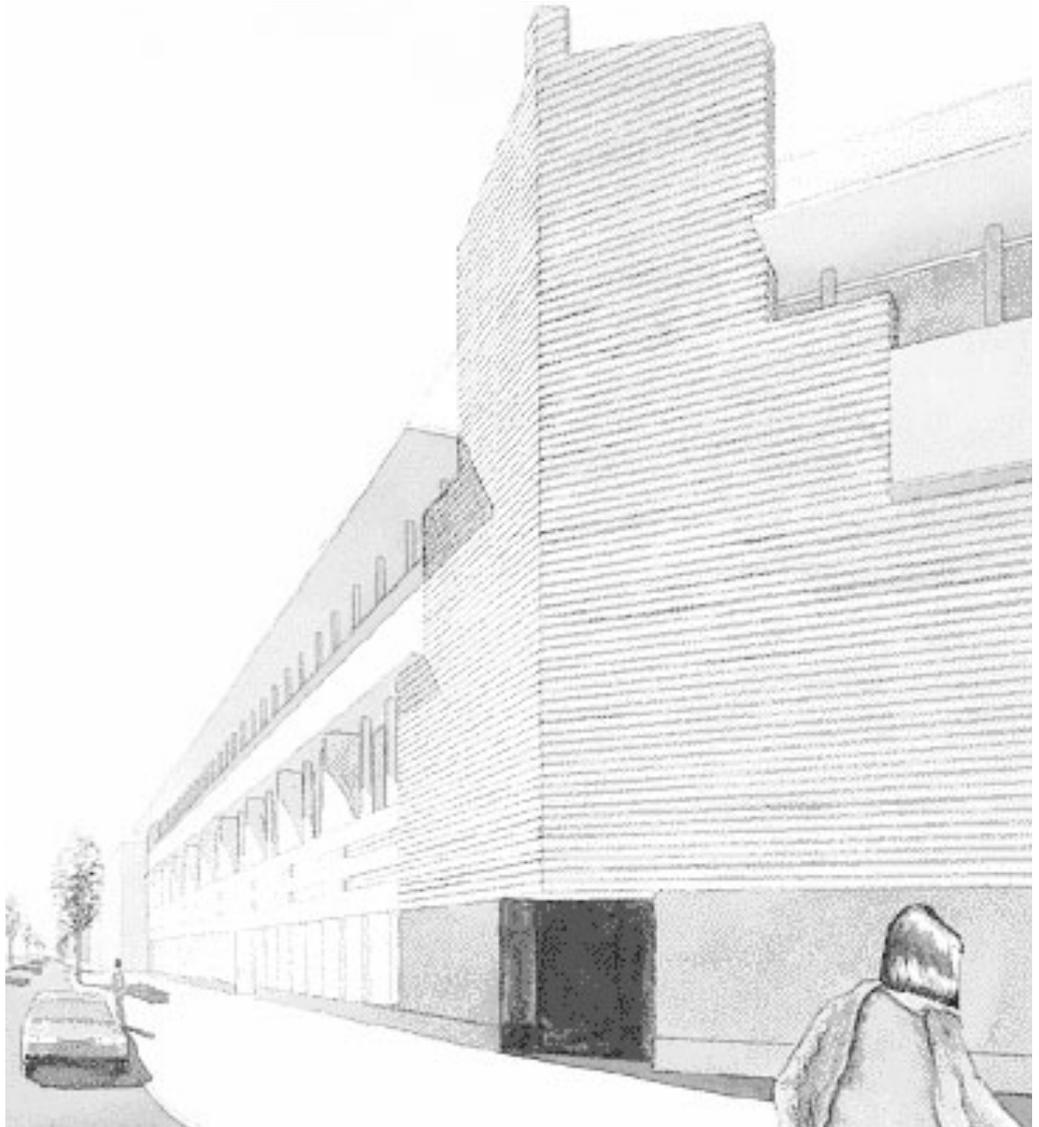
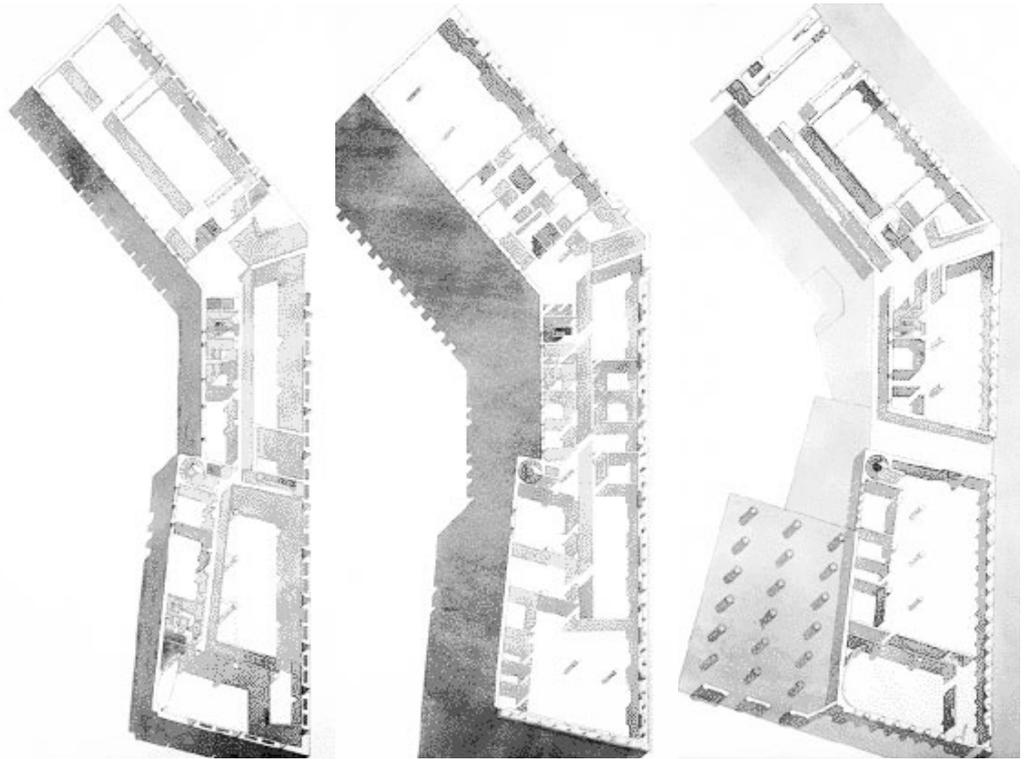
Miró (Paralelo)



F28-F32. Fundación Miró (Palma de Mallorca). Arq. Rafael Moneo.
Autoras: R. Escudero y V. Escobés.
Grafito y lápices de colores.



3-F36. Previsión Española. Arq.
fael Moneo.
tores: A. Ona, D. Resano y A.
stañón.
uarela. (A2).



F37-F38. Previsión Española. Arq. Rafael Moneo.
 Autores: A. Ona, D. Resano y A. Castañón.
 Acuarela. (A2).



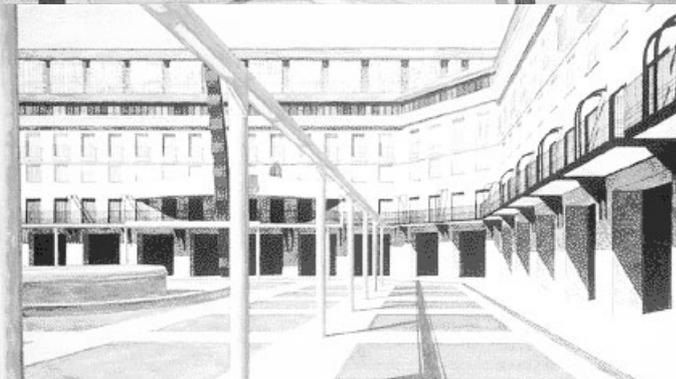
F39. Plaza Yamaguchi (Pamplona). Arq. Oriol Bohigas.
 Autores: R. Sáenz, V. Martínez y F. Martínez.
 Lápices de colores y rotulador blanco sobre cartulina azul. (50x65).



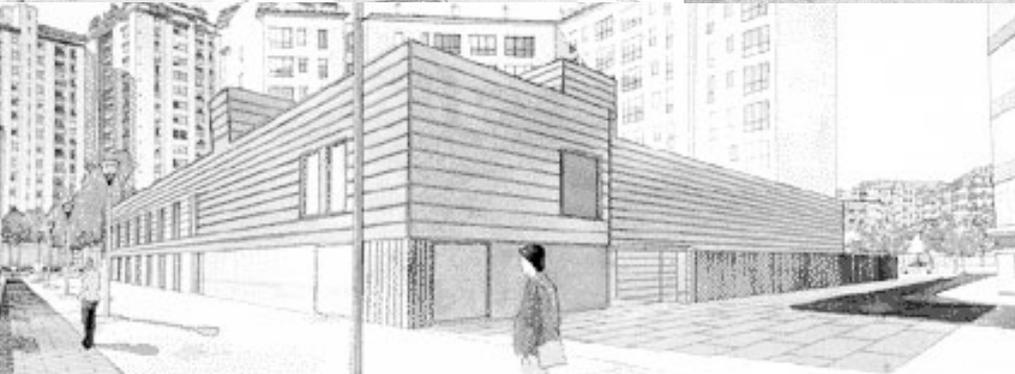
F40. Ampliación del Hospital de Navarra (Pamplona). Arq. Toni Vaillo.
 Autores: O. Lorente y F. Saiz.
 Copia heliográfica. Papeles de colores sobre papel vegetal. (60x40)



F41. Plaza Yamaguchi (Pamplona). Arq. Oriol Bohigas.
 Autores: R. Alegría, J.L. Boix y M.A. González.
 Acuarela (90x65).

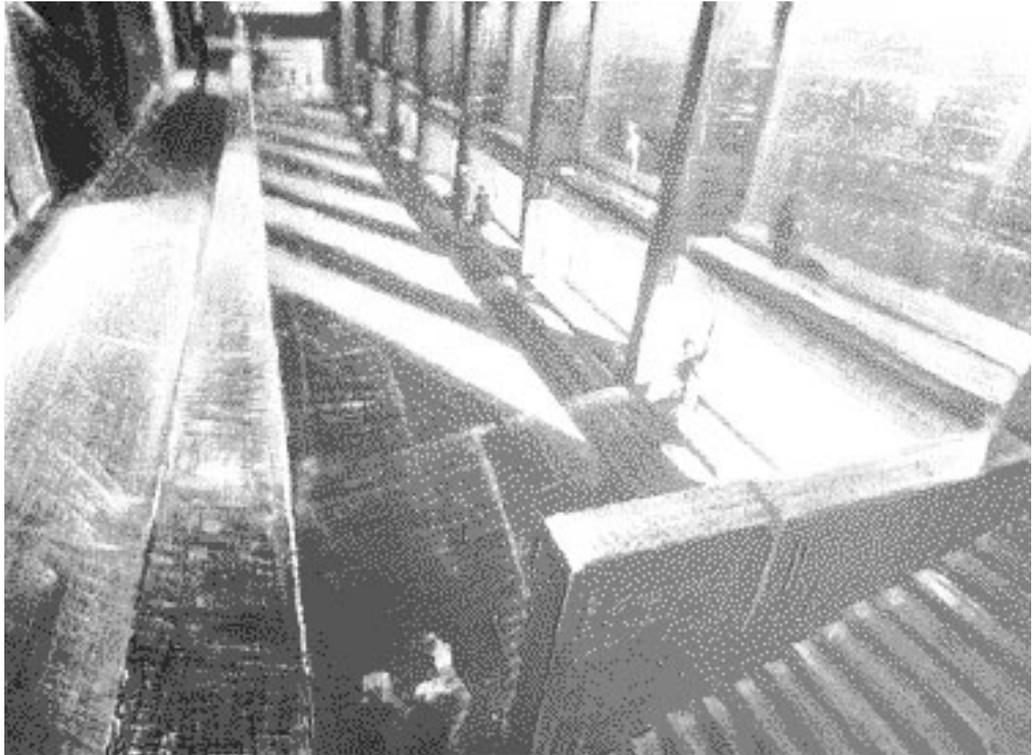


F42. Centro de salud en San Juan (Pamplona). Arq. Francisco Mangado.
 Autora: Lucía Riesgo.
 Acuarela (79x55).



3. Facultad de Ciencias de la Formación de la Universidad de Navarra (Pamplona). Arq. Ignacioicens.

tor: Ibon Vicinay.
ntura acrílica sobre cartulina negra
00x70).



4. Nuevo edificio de Biblioteca de la Universidad de Navarra (Pamplona). q. Javier Carvajal e Ignacio Araujo.

tora: María Langarita.
piz blanco sobre cartulina negra
00x70).

5. Fundación Miró (Barcelona). Arq. . Sert.

toras: I. Yerro, A. Villar y B. Rosasco.
ta, grafito y lápiz (60x60).

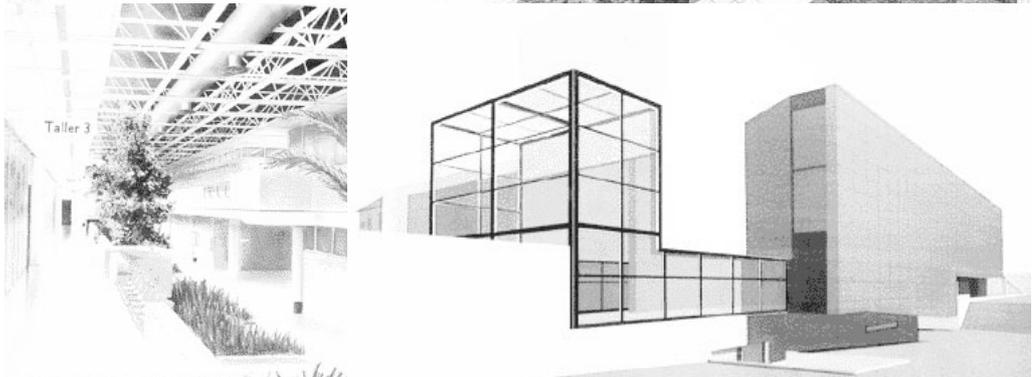


6. Escuela de Arquitectura de la Universidad de Navarra (Pamplona). q. C. Sobrini y E. Aguinaga.

tores: E. Arilla, X. Churruga y G. rcía Roy.
ta, lápices de colores y rotulador
5x50).

7. Casa de Pensiones. Arq. Wiel ets.

tores: J. Fernández, S. Gil y J. dano.
uada (70x40).



8. Carre D'art (Nimes). Arq. Norman ster.

toras: M. Aurtenèche, M. Domenech E. Martín.

uarela.

9. Instituto de Idiomas de la Universidad de Navarra (Pamplona). q. Jesús Bazal y Rubén Labiano.

tora: Juncal González.
ta y rotulador.

