

LA LÓGICA (mecánica) DE LO GIGANTE

Fernando Casqueiro

Arquitecto. profesor de la Universidad Politécnica de Madrid

En este artículo se indaga en torno a «la lógica mecánica» de lo gigante, concluyendo con la regla de que el tipo arquitectónico es función del tamaño.

*Lo grande y lo gigante.
Tamaño, Talla, Medida y Proporción.
La Comunidad del Peso Propio.
El Colapso.*

Lo Grande y lo Gigante

La voz «coloso» está impregnada de evocaciones mitológicas, precientíficas. Polifemo o El Caballo de Troya, anclados a la edad humana de la esclavitud a la sinrazón, son monstruos terribles e instrumentos de destrucción.

Aunque arcaico, la mitología es un Saber poderoso, capaz de desencadenar la energía humana que lucha por hacer visible lo invisible y que dio a la luz algunas construcciones gigantescas: el literario Coloso de Rodas o el imperial Coliseo romano, un monstruoso anfiteatro capaz para 50.000 espectadores.

Lo colosal mantiene hoy su origen en el Mito y se refugia en el uso metafórico del lenguaje. Es lo magnífico, lo descomunal. Lo descomunal es lo fuera de lo común, inusual, infrecuente.

Pero este texto quiere ceñirse a las formas físicas y aún más a la «forma construida»; la no-

ción de «coloso» debe tener física concreción.

Si se restringe el uso de la voz «colosal» al ámbito de los cuerpos físicos, el adjetivo designa lo grande, lo enorme, lo gigantesco.

La noción de grande o demasiado grande sólo está bien delimitada, por el momento, desde una de las ramas de la física, la que se centra en la naturaleza y efecto de las «fuerzas»: desde la mecánica (estática, cinemática, dinámica, ondulatoria).

Y aún dentro de la mecánica, la naturaleza y efectos de lo grande sólo se ven con precisión desde la resistencia a la fractura de los medios continuos, que en lenguaje común español se conoce como «resistencia de materiales».

Grande, enorme o descomunal no son nociones absolutas, son conceptos relativos en el tiempo y en el espacio. La pregunta correcta

por el tamaño es: grande, enorme o descomunal con respecto a qué o quién, dónde y cuándo.

Gigantesco es enorme pero no con respecto a un observador ajeno. Gigantesco no es un valor relativo. No depende de ningún observador exterior. Gigantesco es demasiado grande con respecto a sí mismo. Enano es demasiado pequeño.

Gigante o enano son dos formas patológicas de los cuerpos físicos, son alteraciones de sus dimensiones por encima o por debajo de las que un determinado objeto es capaz de soportar. La pareja de deformes «gigante-enano» hace aparecer ante nosotros, y con la misma fuerza, la noción de «tamaño óptimo».

64 Las nociones de grande o pequeño no son eternas o atemporales. Se definen desde cada universo científico técnico. El Coliseo con sus 50.000 espectadores sostenía y publicaba la magnificencia del Imperio Romano y hoy no sería sino un modesto campo de fútbol de un equipo de la 2ª división de un país pequeño como España. Cuando en 1883 se concluyó el puente de Brooklyn sus 460 metros de luz eran una barrera infranqueable. Sólo 100 años después acaba de abrirse otro puente colgante, Akashy Kaikio, en Japón con una luz entre apoyos de 2.000 metros.

La forma completa de la pregunta que hace el título de este texto podría, así mejor, ser: «La lógica de la forma construida demasiado grande con respecto a sí misma». Paradójicamente, y contra lo que el sentido común impone, son las condiciones de contorno las que hacen aparecer a lo gigante. Gigante es una

deformación autotélica a la que las condiciones de contorno hacen visible.

Tamaño, medida y dimensión. Escala y proporción. Talla

El tamaño es una poderosa cualidad de los objetos. Tanto que las palabras que lo califican han llegado a ser, ellas mismas, objetos. Así, la jerga de los arquitectos inconscientes es un mapa de las derivaciones patológicas del lenguaje irracional en la que es frecuente la confusión entre tamaño y escala, proporción y medida. Aquí se han querido convertir en sujeto para deslindar sus dominios y poder acercarnos con ellas a lo Gigante.

Para hablar del tamaño de un cuerpo es preciso acudir a la cantidad de espacio que ocupa. Cuánto se extiende en el espacio. Siendo oscura la naturaleza y la noción de espacio, y también la de extensión, definir el tamaño es problemático.

Tamaño es la real extensión de un objeto en el espacio. Es una de sus cualidades intrínsecas y no depende ni de sus medidas ni de la naturaleza del observador.

Dimensión (*dimensio -onis*) y Medida (*mensura -ae*) se quieren hacer aquí sinónimas por compartir la raíz *mens -ntis*: mente, espíritu, inteligencia, razón. Pero el uso común de la voz «dimensión» le ha asignado un campo semántico más amplio y confuso.

«Dimensión», en física común, es una característica simple y medible de los cuerpos, así la longitud, el peso o el volumen. Para designar las más complejas, la «fuerza», o la «acelera-

ción», o la «viscosidad», por ejemplo, se emplea la voz «magnitud». Para poder reforzar la similitud entre dimensión y medida se propone aquí el empleo de la voz «Magnitud» para contener, de modo excluyente, la noción más genérica.

«Medir» es comparar con la unidad. Medida es una concreta relación de una concreta extensión en el espacio con la de la unidad escogida para medirla. Así, mientras la «concreta extensión» de un concreto cuerpo permanece, sus medidas son variables. Un cuerpo concreto tiene tantas medidas como unidades se empleen para medirlo. Una mesa concreta mide 2,10 metros de largo, 6,88 pies, 82,66 pulgadas o 2.100 milímetros.

Al respecto sólo cabe decir que no existen medidas gigantescas, colosales o descomunales. Sólo medidas adecuadas y pertinentes o inadecuadas e impertinentes al objeto. Por ejemplo, la longitud de la misma mesa antes referida es de 0,00021 si se emplea para su medida la pintoresca unidad Miriámetro. No se recomienda.

Proporción es una relación entre magnitudes o entre dimensiones. Es una porción, una parte, un cociente. En general cualquier cociente: la proporción de alumnos por clase o de kilómetros a la hora, de dólares por habitante, o de muertos en accidente de tráfico por fin de semana. En arquitectura, la voz está más acotada y suele emplearse para designar la relación entre dos magnitudes de longitud. Es decir, largo/ancho o largo/largo.

La esbeltez, es decir, la proporción largo/canto, es una magnitud de terribles efectos en la ac-

ción que la mecánica ha nombrado como flexión, o la división de un segmento de recta en media y extrema razón o el número de diámetros de la base que contiene la altura de la columna jónica, son todos ellos números algebraicamente adimensionales y quizá esa característica sea la que los hace más poderosos pero no más «grandes».

«Grandes proporciones» es una expresión carente de sentido salvo para un texto metafórico o un uso mayestático del lenguaje: «grandes proporciones» en el sentido de elevación intelectual por la precisión y afinamiento de sus objetivos o por lo majestuoso del resultado.

Las proporciones, es decir, el cociente entre dos magnitudes congruentes, no son grandes o pequeñas. Grande como adjetivo de proporción sólo puede ser sinónimo de majestuoso o magnífico. Pero el uso común no cerca esa acepción, sino que, confundido, se refiere, sin más, al sustantivo y oscuro tamaño o a la modesta y adjetiva «talla».

Llamamos escala (escalera) a la relación o relaciones entre los distintos sistemas métricos de una construcción y, como tal, escala es una proporción. La voz «escala» puede referirse, como «proporción» a cualquier aspecto constructivo: al dibujo o a la realidad física.

En cuanto al dibujo «escala» es la proporción entre la representación gráfica y la realidad construida a la que esa representación tiende.

En cuanto a la realidad física o proyectada, estas relaciones pueden ser interiores o locales a cada proyecto y exteriores o universales, pueden convivir varias de ellas.

Son escalas interiores los distintos sistemas modulares o de proporciones empleados en concreto en cada proyecto.

Los Sistemas Métricos son, en cierta medida, escalas exteriores. El Sistema Métrico Decimal es una escala de base 10: metro, decímetro, centímetro, milímetro. El Sistema Sajón es una escala de base 12: pulgada, pie, yarda. Son también escalas exteriores los distintos sistemas proporcionales empleados de modo común en la historia de la construcción: la proporción áurea o F en la edad clásica o la más reciente del Modulor corbuseriano son muestras de otros tantos modos de escalar.

Es general el error en el empleo de esta voz asociándola a la noción de «tamaño»: «gran escala» o «pequeña escala» como sinónimo metatécnico y oscurecedor de lo que en simple y veraz castellano es «grande» o «pequeño». «Gran escala» es otra frecuente expresión sin sentido, a no ser que se emplee como fórmula laudatoria retórica, «gran escala» como sinónimo de «proporción magnífica».

Nuestra perplejidad no hace más que aumentar. Escala es una relación, escala es el cociente entre dos magnitudes, escala es una escalera. Escala es una de las formas de la proporción.

Escala pequeña querría así señalar una curiosa operación lógica: una división pequeña, o un cociente pequeño. Quizá una modesta división de números naturales de bajo valor nominal, $4/2$ por ejemplo. Es probable que, sin embargo, el metalenguaje arquitectónico, o, expresándolo con mayor precisión, la jerga in-

consciente de algunos arquitectos, al referirse a la escala pequeña lo hagan atendiendo a alguna reflexión en torno a las cucharillas, por ejemplo, y al referirse a la gran escala lo hagan sobrecogidos ante algún poderoso puente.

Adheridos a la forma, lo grande y lo pequeño en español común son adjetivos que cualifican el tamaño. Pero en nuestro ámbito, el de la forma construida verdadera, el tamaño es sustantivo: es la real extensión de un cuerpo en el espacio, mientras que lo grande y lo pequeño son cualidades. Esto revela que el uso común del lenguaje produce, en el entorno del tamaño, una confusión. Una fusión indiscriminada de dos nociones que son bien diferentes.

Contra la confusión, la delimitación. «Clara y Distinta» es la divisa de la Ciencia desde su fundación en el *Discurso del Método*. Imprescindible deslindar las dos nociones y para ello se introduce aquí, de modo instrumental, el uso restringido de la voz «talla». La talla es una opinión, una cualidad de los objetos, es grande o pequeño o medio.

Talla es, aquí, una sensación. Grande o pequeño es una comparación. Es una opinión sobre el tamaño. Es un juicio de valor sobre la real extensión en el espacio de un objeto físico al compararlo con otro que se toma como canónico.

Grande o pequeño con relación a qué. Con relación al hombre, principio y fin de todas las cosas, según el imperativo moderno. Gigante o enano es también un juicio de valor más sutil que el anterior. Es lo demasiado grande o demasiado pequeño con respecto a sí mismo. Es la detección de una anomalía patológica.

Así, finalmente, la Talla es un juicio comparativo sobre el tamaño tomando el hombre como medida canónica.

La «Comunidad del Peso Propio»

Para cercar de modo ecuánime la noción de Tamaño y cómo influye en generación de Forma Construida se quiere deslindar la información (cara) de la opinión (barata). Se abordará la cuestión desde la forma del saber más universalmente accesible y verificable, la «Ciencia».

Se quiere dar forma canónica a las relaciones mantenidas entre el reducido grupo de científicos que ha podido delimitar cómo influye lo Gigante en la Forma. Se quiere presentar aquí a una familia y ponerle un nombre. Los miembros de esta *comunidad científica*¹ comparten un modo de ver pero no un mismo espacio físico o temporal. Son una comunidad canónica y acrónica.

Se hace la salvedad de que el curso temporal no se emplea con ningún fin, ni teológico ni teleológico. El tiempo no garantiza, en el interior de este texto, nada. Se usa el curso temporal como un mero instrumento que garantiza el relato completo de un territorio que ahora es plenamente comprensible pero que, sin alguna de sus piezas, no habría tenido lugar.

Un breve recorrido sumario para dar cohesión a una familia coherente a través del tiempo y el espacio, recorre las siguientes estaciones:

Galileo, D'Arcy Thompson, Goldsmith, Khan, Kahn, Maxwell, Ruiz Hervás, Aroca.

Galileo Galilei expone y razona de modo ordenado y definitivo las condiciones internas

para que una forma construida sea posible (lógica), desde la *Mecánica*, en sus «*Diálogos y Consideraciones Sobre Dos Nuevas Ciencias*» publicados en Leiden en una fecha ya no tan próxima como 1638. Su contundencia y limpieza han llevado a que se acepte universalmente la aparición del texto galileano como el origen de las fórmulas de la «resistencia de materiales».

En su texto, Galileo adopta la forma retórica de secuencia de preguntas y deducciones para ir cercando el núcleo del problema y apuntar un modo de aproximarse a la solución.

Aunque sus respuestas no siempre se han mantenido como válidas, la secuencia de preguntas es tan sencilla que no se quiere dejar de compartir:

Proposición I. «Un prisma o un cilindro sólido de cristal, acero, madera o cualquier otra materia frágil, que sea capaz de sostener un peso muy considerable si se le cuelga longitudinalmente, se romperá si se le aplica transversalmente aunque el peso sea sensiblemente menor y tanto más cuanto más supere su longitud a su grosor.»

Proposición II. «Cómo y en qué proporción resiste más una vara o, mejor dicho, un prisma más ancho que grueso, a dejarse romper, cuando la fuerza se aplica según su anchura en vez de según su grosor.»

Proposición III. «Cuál es la proporción según la cual va creciendo la intensidad del propio peso con relación a la resistencia a la fractura propia de un prisma o de un cilindro que se va alargando en sentido horizontal.»

Proposición IV. «En los prismas y cilindros de la misma longitud, pero de distinto grosor, la resistencia a la fractura crece en proporción al cubo de los diámetros de sus respectivos grosores, es decir, de sus bases.»

Proposición V. «Los prismas y cilindros que difieren en longitud y en grosor tienen una resistencia a la fractura que es directamente proporcional a los cubos de los diámetros de sus bases e inversamente proporcional a sus longitudes respectivas.»

Proposición VI. «En el caso de cilindros y prismas semejantes, los momentos compuestos, es decir, lo que resulta de multiplicar sus pesos y sus longitudes, actuando éstas como palancas, tienen entre sí la proporción sesquiáltera de la que se da entre las resistencias de sus bases respectivas.»

68 Proposición VII. «Entre los prismas o cilindros pesados y semejantes, hay uno y sólo uno que llega a encontrarse (*a consecuencia de su propio peso*) en un estado límite entre romperse y mantenerse todavía entero, de modo que todo aquel que sea más grande, *incapaz de sostener su propio peso*, se romperá, mientras que todo el que sea más pequeño opondrá alguna resistencia a la fuerza que se haga para romperlo.»

Proposición VIII. «Dado un cilindro o prisma que tenga la mayor longitud compatible con no acabar *rompiéndose debido a su propio peso*, y dada una longitud mayor, encontrar el grosor de otro cilindro o prisma que bajo la longitud dada sea el único y el mayor *capaz de resistir su propio peso*.»

«De lo que se ha demostrado hasta el momento, como podéis ver, se infiere la imposi-

bilidad de poder, no sólo en el arte, sino en la misma naturaleza, aumentar los mecanismos hasta dimensiones inmensas, de modo que sus remos, patios, vigas, cerrojos y, en suma, todas sus partes constituyentes, pudiesen sostenerse.»

Es su *propio peso* el que provoca el colapso de los cuerpos. Esta magnitud (característica medible de un cuerpo) caracteriza el conjunto de reflexiones del grupo de científicos que a través de los últimos 450 años han fijado los límites de lo que, desde la ciencia de la fractura, se puede pensar. Por ello se ha querido nombrar a la comunidad que le ha dado forma con el nombre de la magnitud que la limita.

Cuando en 1917 D'Arcy Wentworth Thompson edita por 1ª vez el célebre *Sobre el Crecimiento y la Forma*, el propio título del libro enuncia su contenido, es decir, la importancia del tamaño en la cuestión a la forma, en su caso a la forma biológica y en el nuestro a la forma construida.

Inicia su estudio, de un modo «metafóricamente» evolucionista, con los organismos unicelulares, sigue con los tejidos, los esqueletos espiculares, etc., hasta finalizar con las transformaciones geométricas de homotecias y translaciones. Así, y aunque vive en los paradigmas científicos del siglo XIX, al anclar su pensamiento en las propuestas de Galileo, arroja luz y reabre el camino para volver a estudiar, desde el XX, la influencia del tamaño.

«Fue Galileo, hace casi trescientos años, el que enunció que si intentábamos construir barcos, palacios o templos de tamaño excesivo, las vigas, vigas y pernos no podrían mantenerse uni-

das. Tampoco puede la naturaleza hacer un árbol o un animal superior a cierto tamaño, conservando las proporciones y empleando los mismos materiales que los utilizados en el caso de una estructura pequeña.»

«El principio de Galileo nos lleva más lejos y por caminos más seguros. La fuerza de un músculo, como la de una cuerda o una viga, varía con su sección; y la resistencia de un hueso a la tensión varía lo mismo que la viga, con la sección del mismo. Pero en un animal de vida terrestre, el peso que tienen que soportar los huesos y que los músculos tienen que mover varía con el cubo de las dimensiones lineales, y por eso *existe un límite concreto a la posible magnitud de un animal que vive bajo la acción directa de la gravedad.*»

Preguntarse por cómo se altera la forma al aumentar el tamaño parece inducir a la idea de que por una parte va la forma y por otra el tamaño. Así, es posible, desde D'Arcy, pensar en hormigas de tamaño humano y humanos de tamaño (físico) insectil. Aún tardará la «comunidad» casi 100 años en «ver» que «forma» y «tamaño» no pueden segregarse.

El lazo que anuda la incómoda pregunta hecha por Galileo, las voluntariosas deducciones de D'Arcy, la audacia constructiva de Albert Kahn y Fazlur Khan, y la sencilla fórmula final que a este modo de ver se dará finalmente algunos años después en Madrid, lo ata un joven arquitecto formado como alumno en el Illinois Institute of Technology que en el breve texto que sirve como su Tesis de Magisterio formula el modo en que las construcciones aumentan de tamaño: de un modo discontinuo, con saltos que obedecen a una nueva noción

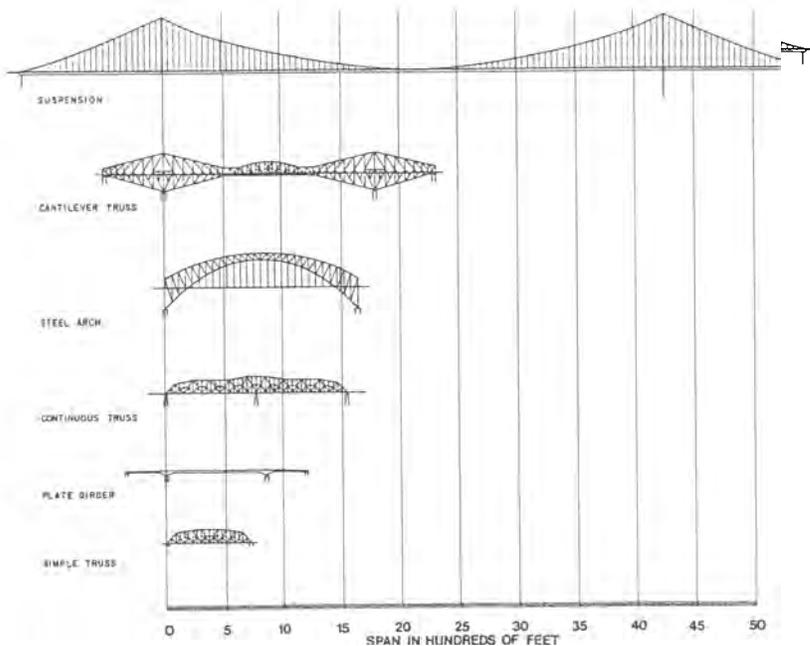
que él inaugura y bautiza como «jerarquía estructural». Es Myron Goldsmith (Chicago 1918-1996).

Su famosa *Master's Tesis* de junio de 1953, mientras Mies van der Rohe dirigía el centro, tutelada por Ludwig Hilberseimer y titulada *The Tall Building: The Effects of Scale* (El Edificio Alto: Los Efectos de la Escala)² fue revisada por él mismo en otras dos ocasiones: para ser publicada en la revista *Casabella* n° 418 de 1976, y la última en el texto autobiográfico titulado *Buildings and Concepts* de 1986. En cada una de las sucesivas revisiones Goldsmith aumenta su profundidad de campo hasta definir, en el conjunto de las tres, un modelo de comprensión de la forma construida en razón a su tamaño.

La versión inicial, no publicada, arranca con una referencia al aserto de Galileo en que limita las posibilidades de los cuerpos de aumentar su tamaño y a continuación reconoce que fue tras la lectura en 1947, con 29 años de edad, de *Sobre el crecimiento y la forma* que inició su trabajo en lo que llama los *efectos de la escala*.

Constata que no siempre un incremento de tamaño es perjudicial: un obelisco más pequeño que los usuales en la cultura egipcia y con la misma proporción sería derrumbado por el viento, o bien el precio por tonelada de crudo transportada en barco decrece al aumentar el tamaño del barco que lo transporta.

Extiende su visión sobre la construcción contemporánea y señala que al aumentar su tamaño los puentes cambian su configuración. Describe y fija con precisión este punto al realizar un gráfico que ya es un clásico.



Comparación de la forma de los puentes según su tamaño. M. Goldsmith.

70

Detecta que quizá algo similar pueda estar pasando con los edificios en altura interpretando con audacia los oscuros datos que habrían llegado unos años antes a Chicago sobre un edificio de oficinas de 34 plantas construido en Sao Paulo, en el que las vigas que resisten la acción del viento se disponen cada varias plantas.

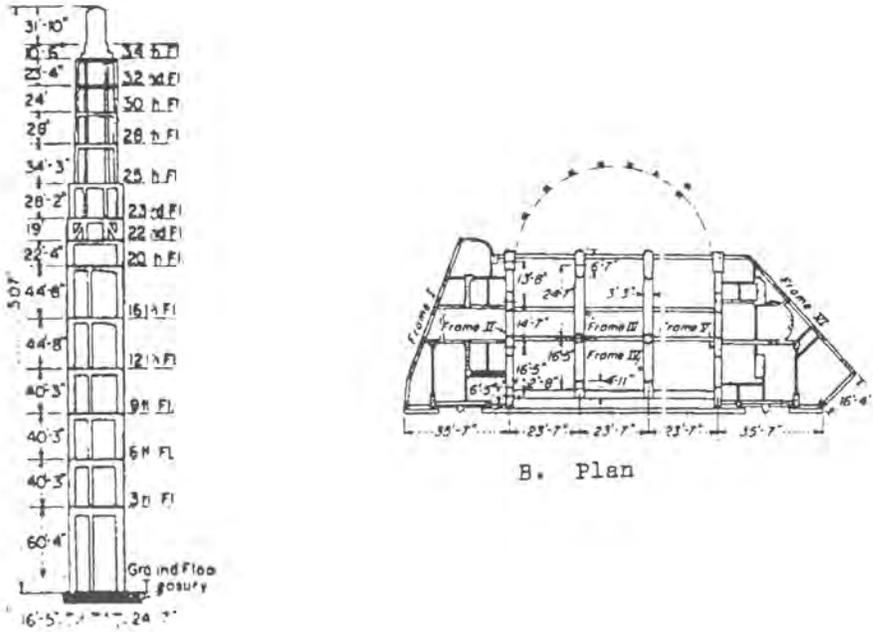
En 1948, fecha en la que ve los planos, Goldsmith tenía 30 años y la capacidad intacta para detectar en unos dibujos, por lo demás bastante herméticos, el germen de lo que sería el trabajo de su vida: la jerarquía estructural en función del tamaño del objeto.

La Tesis de Goldsmith no demuestra nada sino que enuncia y describe. Señala una línea de

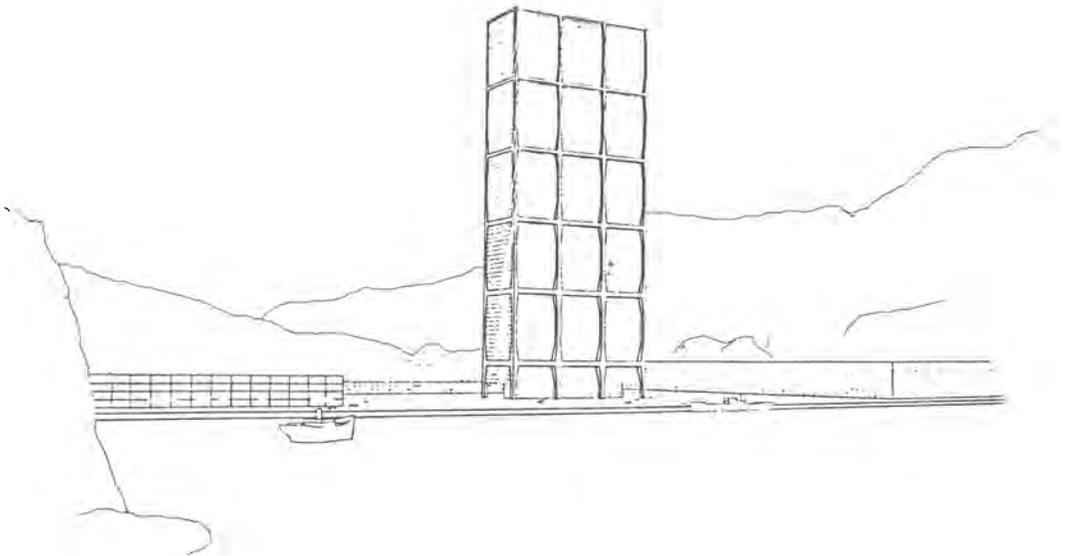
pensamiento gráfico-formal-numérico y sus conclusiones son:

1. Constata la existencia de tipos estructurales.
2. Constata que para cada tipo existe un tamaño máximo y uno mínimo.
3. Constata que al incrementar el tamaño llega un punto en el que ha de alterarse el tipo.
4. Este cambio de tipo estructural es la base de lo que él denomina expresividad arquitectónica.

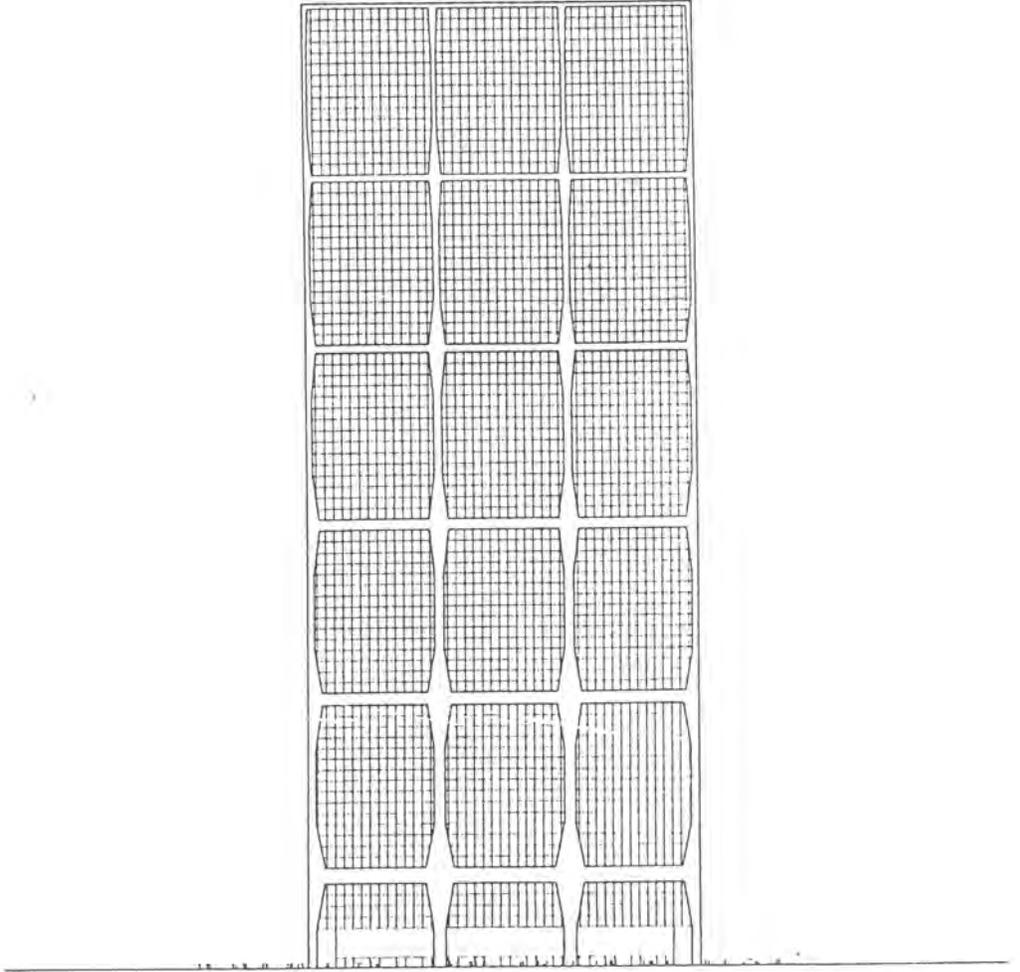
Como resultado final, como conclusión, Goldsmith proyecta un rascacielos de 90 plantas organizado en 6 plataformas en cada una de las que sitúa 15 plantas de oficinas.



Planta y sección de rascacielos de Hormigón. Armando en Sao Paulo,



Perspectiva del rascacielos de hormigón de Myron Goldsmith

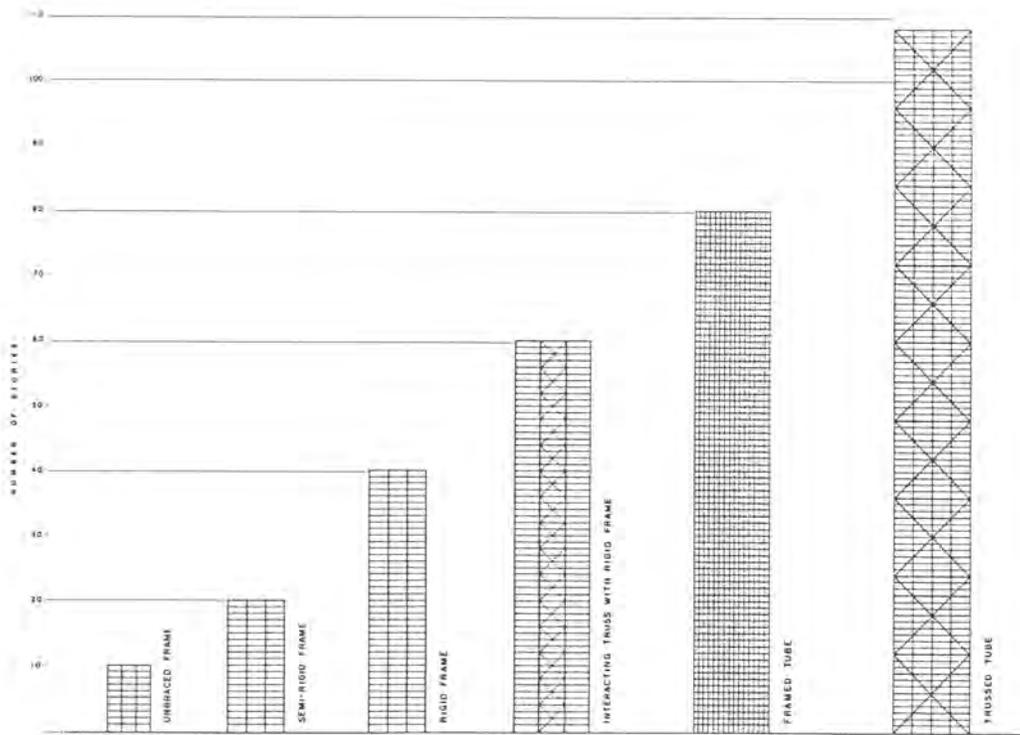


Alzado del rascielos de hormigón de Myron Goldsmith.

En la versión de 1976, el ahora artículo lleva por título *Estructura, Escala y Arquitectura* y sigue sin zafarse de esa confusión entre escala y tamaño. La escala es la relación entre distintos tamaños y el tamaño es simplemente la extensión en el espacio.

Aunque el texto es muy similar al de 1953, hay con respecto a aquél dos diferencias sustanciales: una formal y una de contenido.

Con respecto a la forma, Goldsmith, que ya ha aprendido a ocultar, para hacer público su sa-



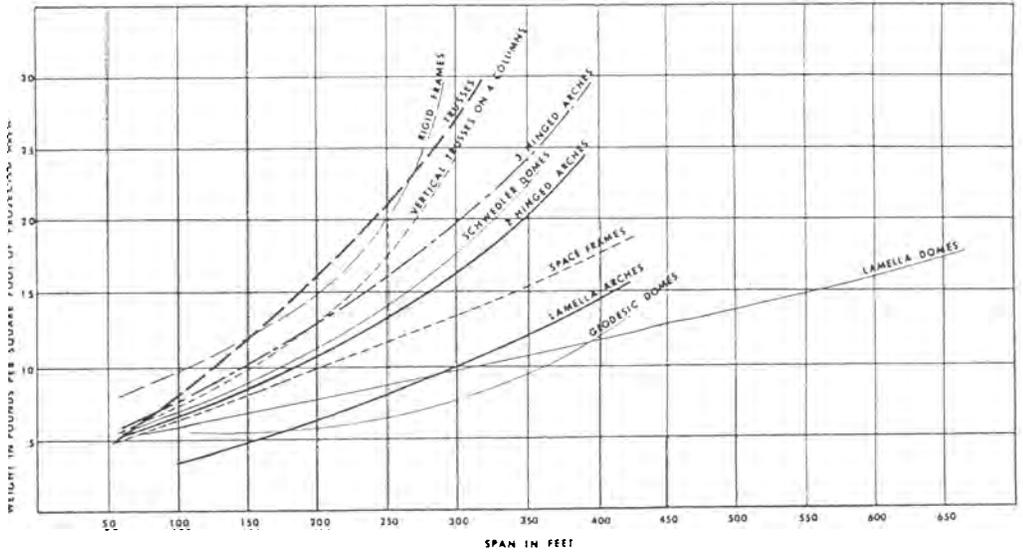
Fórmula de Fazlur Khan para formar edificios de altura.

ber borra el rastro del edificio de Sao Paulo sin saber que una idea sin origen pierde valor, que es más potente su juicio cuando se fundamenta completo.

Pero, con respecto al fondo, al mirar la construcción contemporánea incluye, además de la descripción de los tamaños y tipos que ya había podido asignar a los puentes, la mirada analítica de Fazlur Khan, su socio, sobre los edificios en altura. También los edificios altos requieren cambiar de tipo estructural al aumentar el tamaño y la experiencia ya acumulada por él y su socio le permite hacer de esa fórmula un sencillo enunciado gráfico.

La última versión, de 1986, es un texto testamentario. Goldsmith, que acaba de retirarse y por fin tiene tiempo para dedicarse a poner en orden sus pensamientos, completa su visión de los cambios de forma en los edificios en crecimiento: a los puentes iniciales, a los que había añadido en 1976 los edificios en altura descritos por Fazlur Kahn, les añade definitivamente el estudio realizado en 1962 por el alumno del IIT, David Sharpe, sobre los edificios de planta baja.

Es el conjunto de las tres versiones del texto «único» de Goldsmith el que consigue aislar su noción clave, la jerarquía estructural, y



Fórmula de David Sharpe para formar edificios extensos.

74

aplicarla a los que han sido los parámetros esenciales de las construcciones del siglo XX: Largos, Altos y Extensos.

En la 1ª versión ha de partir de las obvias alteraciones formales de los puentes según su tamaño, bien acotada y definida por la tradición constructiva, para poder comprender el verdadero alcance de los borrones de Sao Paulo. El ámbito de la ingeniería permite pensar de modo autónomo en la construcción. Desde el inicio de la edad moderna, los constructores de puentes saben que a cada concreto tamaño le pertenece un y sólo un tipo de forma. Es lo que ellos conocen como rango de validez de cada tipología mecánico-constructiva.

Lo sorprendente es que hasta una fecha tan reciente como 1953 la arquitectura no se ha formulado con la misma precisión la generación de forma construida en razón a su tamaño.

Tuvo que ser la aporía a la que habían llegado los grandes rascacielos de la 1ª escuela de Nueva York, en la que los pilares de los pórticos progresivamente más altos llegaban a ocupar un porcentaje de hasta el 30% de las plantas bajas, la que condujera a la reformulación de la pregunta. No es social ni económicamente (en un sentido no sólo y no principalmente dinerario) rentable la construcción de edificios de pórticos rígidos de hormigón armado o de acero de más de 50 plantas. Hubo de esperarse hasta los años 70 para que Goldsmith y Khan hicieran pública la 2ª versión de la Tesis para que la Arquitectura tomara conciencia de ello.

Que no haya sido hasta 1986 cuando disponíamos de un álgebra formal completo para acotar cómo se vinculan la construcción y el tamaño, sólo habla de cuánto ha tardado

la modernidad en completar y cerrar su territorio.

Moderno se propone aquí como sinónimo de analítico. Analizar es dividir para comparar y la comparación entre distintos objetos grandes para comprobar cómo abordan su grandeza en las tres tesis de Myron Goldsmith fija la taxonomía de la moderna mecánica de la fractura de los edificios grandes: más largos, más altos, más extensos.

Se ha querido situar el trabajo de Goldsmith en la posición central de este texto porque quiere hacerse aquí énfasis en el modo arquitectónico de ver, en hacer visible cómo puede operar la Arquitectura para detectar comportamientos falaces y para proponer sus verdades. Para hacer ver lo complementario del modo arquitectónico del Saber con otros modos laterales: científicos, matemáticos o tecnológicos.

Como forma construible, la propuesta de Goldsmith es algo trivial y esquemática pero nadie duda hoy de que fijó con claridad definitiva el centro del problema de construir en altura y el modo en que durante los últimos 50 años se ha comprendido y abordado la forma gigantesca.

La agitación publicitaria en torno al fotomontaje «Sala de Conciertos» realizado por Mies van der Rohe en 1942 sobre una fotografía del interior de una inmensa nave industrial reclama nuestra atención sobre su constructor.

Albert Kahn (1869, Rhanunen, cerca de Frankfurt en Alemania, Detroit 1942) antecede en el tiempo a Goldsmith pero lo sucede en cuanto a que sólo tras el trabajo de las tres tesis de My-

ron Goldsmith puede realmente evaluarse la importancia capital de su trabajo autodidacta como ingeniero y arquitecto.

Su obra está escindida en dos fragmentos irreconciliables. Como arquitecto burgués da satisfacción a los instintos de figuración opulenta de las capas adineradas emergentes en las ciudades estadounidenses del período entre guerras, con una larga colección de edificaciones pomposas, edulcoradas y convenientes que duermen un terapéutico sueño en el olvido.

Como arquitecto industrial, dio forma radical a las aspiraciones de la industria del motor americana. En 1939, y en sólo 80 días, proyectó y construyó el edificio horizontal de luz mayor nunca antes conocido, la Nave para la construcción de bombarderos para Glenn Martin en Baltimore a la que el fotomontaje de Mies vincula definitivamente a «la comunidad».

La sólida formación científica de Fazlur Rahman Khan (Dacca, Bangladesh 1929, Djeddah, Arabia Saudí, 1982), con un máster en Ciencias de la Universidad de Illinois y un doctorado en Mecánica Teórica y Aplicada y en Ingeniería de Estructuras, construyó el talento matemático y físico necesario para hacer verdaderas las intuiciones formales de Goldsmith.

Khan dio forma e hizo accesibles a la matemática, la mecánica y la construcción, al menos, a cinco de los sistemas estructurales que hacen posible la construcción de edificios en altura de tercera generación; los ideados en el Chicago de los años 70 –tubo perforado, tubo dentro de tubo, tubo con refuerzos diagonales,

cerchas cinturón y haz de tubos— que han hecho posibles casi todos los edificios altos de la 2ª mitad del siglo xx.

Generalización: La Escuela de Madrid.

Joaquín Ruiz Hervás, matemático y arquitecto³, señala desde el Madrid de los años 60, aunque sin llegar a formular de modo completo la utilidad de sus algoritmos algebraicos, hacia el trabajo del físico inglés James Clerck Maxwell en el que analiza las relaciones entre las fuerzas de atracción y repulsión de un sistema electromagnético en equilibrio.

Ricardo Aroca, alumno atento, descubre cómo dar sentido desde la mecánica de la construcción a las ideas más puramente matemáticas de su maestro, y establece el germen de una nueva herramienta o magnitud física, a la que llama sucesivamente Trabajo Estructural, Energía Estructural o Gasto Estructural, que permite definir en los últimos días del milenio, por fin y generalizando la mirada de Joaquín Ruíz Hervás hacia James Clerck Maxwell, los tres componentes geométricos que, además del material, cercan por completo los criterios de la forma mecánicamente verdadera, *esquema, tamaño y proporción* y expone, además, que los tres están indisolublemente entrelazados.

Desde la formulación definitiva por parte de la *comunidad científica*⁴ que podríamos denominar «del Peso Propio» de las tres componentes básicas de un objeto físico sometido a la acción de la fuerza de la gravedad, *tamaño, esquema y proporción* forman una trinidad invisible en la correcta formalización del mundo

físico. El tamaño es, ya y para siempre, tan de la forma como hasta ahora eran para la mirada común el esquema o la proporción. Alterarlo es una violencia contra la forma del mismo calibre que reducir su esbeltez o modificar sus esquemas de conexiones internas o externas.

Desde la fórmula de la Escuela de Madrid es posible ver el mal que se esconde en la violencia contra el tamaño de los cuerpos.

Reducir proporcionalmente todas las dimensiones a la torre Eiffel hasta convertirla en un llavero o un pisapapeles es una erosión de su integridad, de la misma transcendencia que aumentar al doble el tamaño de su base o que aumentar a cinco el número de brazos que la constituyen. Ahora es plenamente visible que la semejanza entre un adorno de escayola con la silueta parecida a la torre y el majestuoso edificio de París no es mayor que la que pueda tener una borriqueta o un dirigible. Son cuerpos distintos.

La Escuela de Madrid ha aislado el germen patógeno del «Efecto Turifel» por el que se vacía de contenido épico la construcción extrema al violentar su verdadero tamaño. El mundo de los llaveros con la apariencia de la silueta del majestuoso edificio que pueblan los anaqueles de las tiendas de recuerdos de viaje aparece así como una oleada de virus informáticos a la que, ahora lo sabemos, será preciso contraatacar.

También se aparece con su verdadera extensión el mal causado por el «Efecto Renault 7» por el que se pretende la sumisión acrítica, ofreciendo al mercado formas falsas, gibarizaciones de otras verdaderas a un tamaño mucho mayor, pero inalcanzables para las exiguas fuerzas del

pueblo soberano que vota. El «Efecto Renault 7» puede apreciarse con nitidez desde la patológica «grandeur» de tantos chalecitos que saltan ridículamente pretendiendo alzarse a la altura de palacios sobre sus modestas y más verdaderas condiciones. El «Efecto Renault 7» priva así a sus víctimas de su única grandeza posible, habitar una verdadera casa pequeña que, sin embargo, no atenuaría sus narcóticos sueños de futuro, grandeza y optimismo.

El colapso

El sacerdote, arqueólogo y juez del Santo Oficio Antonio Caro (1573-1647) abre así su *Canción a las Ruinas de Itálica*:

Estos, Fabio, ¡ay dolor!, que ves ahora
campos de soledad, mustio collado,
fueran un tiempo Itálica famosa.

Poema artificioso, amanerado y repulido. Barroco, es decir, que busca la seducción adulando los sentidos.

Más adelante, serenadas las estridentes llamadas de atención de su portada, prosigue, a pesar del barroco, de la contrarreforma y del sentimiento de culpa, la implacable, clara y hermosa cadencia del endecasílabo castellano:

Sólo quedan memorias funerales
donde erraron ya sombras de alto ejemplo;
este llano fue plaza, allí fue templo;
de todo apenas quedan las señales.
Del gimnasio y las termas regaladas
leves vuelan cenizas desdichadas;
las torres que desprecio al aire fueron
a su gran pesadumbre se rindieron.

Con estos dos últimos y sonoros versos cierra y sentencia Caro la fórmula del colapso:

las torres que desprecio al aire fueron
a su gran pesadumbre se rindieron.

La visión culpabilizadora transforma el legítimo orgullo del saber humano en soberbia construyendo las *torres que desprecian al aire*, y encuentran su justo castigo en la rendición *a su gran pesadumbre*. Así el peso, el peso máximo, es la herramienta de destrucción y la trampa, el terrible designio bíblico: Creced y multiplicaos. Creced y llenad la Tierra. Creced y creced. Creced hasta que os rompáis.

Caro, coetáneo de Galileo, nacido con Felipe II y viviendo durante los reinados de Felipe III o Felipe IV, sí podría comprender la verdadera magnitud del colapso de los imperios. En Itálica, viendo el estado al que llegara la cuna de Trajano y Adriano fundada por Escipión el 205 a. C., es inevitable establecer una analogía directa entre los colapsos del imperio español y romano.

El colapso de las torres altísimas, el colapso informático de la torre de Babel, el colapso de los imperios, el colapso del atleta que, narcotizado por su propio bienestar, fuerza su cuerpo hasta romperlo. La lesión. El daño.

En enero de 1970, en unos terrenos de la Universidad Estatal de Kent (Ohio), Robert Smithson hizo verter veinte camiones de tierra sobre un cobertizo justo hasta que la construcción comenzó a ceder. Así, entre la inercia y la ruina, se establece un movimiento contrario a la tensión arquitectónica. La construcción se sumerge, vacía de vida, en una escultura inorgánica reducida a sus elementos primeros. La materia física, sometida una y otra vez a la ac-

ción de fuerzas que puede soportar, incluso desde el período elástico, se agota, se cansa. La «fatiga de los materiales» nos hace ver con claridad cómo se produce la extenuación de un modo del saber.

Uno de los acontecimientos constructivos que más han actuado sobre el consciente colectivo del siglo fue el fotogénico colapso del puente de Tacoma. Media humanidad (todos los espectadores de televisión) ha comprobado seducida y aterrorizada cómo la simple acción de un viento no muy fuerte, pero constante, abate como si fuera de papel otra enorme, esbelta y aérea construcción recién inaugurada.

Ese hundimiento-espectáculo hizo aparecer la dinámica complementando las modernas estática y elasticidad. En pocos años y en el

mismo lugar se tendió un nuevo puente de Tacoma, pero esta vez no sólo estática y elástica, sino también dinámicamente resistente.

El Saber, como los gases nobles, se expande. Todas las formas «posibles», tarde o temprano, acaban teniendo una concreta materialización. Así, entre el determinismo y el azar, todas las posibilidades serán experimentadas. Como Ícaros que nos aproximamos al Sol sólo porque podemos estarlos, por ello, condenados al colapso.

Sólo ha sido tras su colapso que las distintas comunidades científicas han podido reformular su saber y aceptado sus errores alzando contra el designio fatalista y resignado de Caro, contra la maldición divina, la luz de la Ciencia.

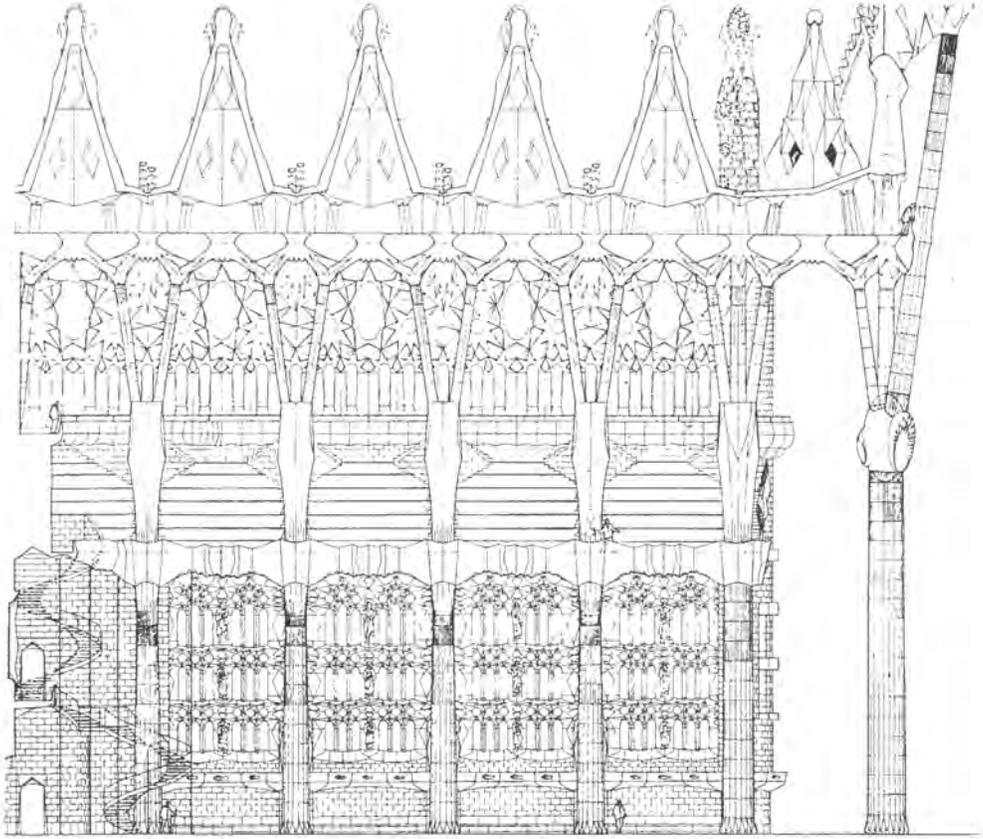
NOTAS

¹ La idea de *comunidad canónica* o *comunidad científica* se emplea aquí con la extensión, origen y alcance que le da en 1966 Thomas Samuel Kuhn en «La Estructura de las Revoluciones Científicas».

² La investigación del arquitecto y profesor de la Escuela de Arquitectura de Madrid José Luis Fernández Cabo ha hecho posible el acceso a los hasta ahora desconocidos datos del edificio que desencadena la tarea de Goldsmith.

³ Más reconocido desde la *He* del famoso módulo HeLe (Hervás-Leoz) que dio lugar en la España oscura al inicio de las preguntas por una compatibilidad posible entre geometría e industria.

⁴ En el entorno de Aroca se agrupa, en la Escuela de Arquitectura de Madrid, una serie creciente de científicos: José Luis de Miguel, Jaime Cervera Bravo, Mariano Vázquez, José Luis Fernández Cabo y otros, que con sus investigaciones y publicaciones están completando el universo de preguntas, y ofreciendo ya alguna de las respuestas, que su *comunidad* podrá abordar en el futuro.



Antonio Gaudí. Templo de la Sagrada Familia en Barcelona. Alzado interior.