CONSIDERACIONES SOBRE ESTÉTICA, ARQUITECTURA E INGENIERÍA

Javier Manterola Armisén

COLEGIO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS
Colección ciencias, humanidades e ingeniería

© Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 2023
© De los textos: su autor

Imagen de cubierta:
Olafur Eliasson, Puente Brooklyn, Manhattan, New York. 2008

Composición, maquetación y fotomecánica: Ediciones Doce Calles S.L.
Impreso en España – *Printed in Spain*

ISBN: 978-84-380-0568-2
Depósito legal: M-34492-2023

Queda prohibida la reproducción total o parcial de este libro, su inclusión en un sistema informático, su transmisión en cualquier forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, por fotocopia, registro u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito de los titulares del Copyright.

caminos
Colegio de Ingenieros
de Caminos,
Canales y Puertos

ÍNDICE

Presentación 9

Prólogo 13

I. CONSIDERACIONES SOBRE ARTE, ESTÉTICA E INGENIERÍA

Entendimiento de lo artístico 16

Arte y estética 19

El diseño y la estética 31

La gran escala 39

La belleza industrial 49

II. LA ESTRUCTURA RESISTENTE: ARQUITECTURA E INGENIERÍA

Creatividad formal en la época de la piedra 69

El valor de la ingeniería antigua 83

Creatividad formal de la ingeniería civil durante el Romanticismo (2011) 95

Saber ver la ingeniería 121

La arquitectura y la técnica 147

Las formas de lo resistente 157

Apoyar 173

La estructura resistente en la arquitectura actual (1ª Parte) 183

La estructura resistente en la arquitectura actual (2ª Parte) 213

III. PUENTES

Estética del puente y su relación con el entorno 249

Puentes urbanos 259

Ortodoxia y heterodoxia en el diseño de puentes 271

Tres puentes arco y una idea 289

Cuatro puentes sobre el río Guadiana en Mérida y uno más 301

ÍNDICE

Presentación 9

Prólogo 13

I. CONSIDERACIONES SOBRE ARTE, ESTÉTICA E INGENIERÍA

Entendimiento de lo artístico 16

Arte y estética 19

El diseño y la estética 31

La gran escala 39

La belleza industrial 49

II. LA ESTRUCTURA RESISTENTE: ARQUITECTURA E INGENIERÍA

Creatividad formal en la época de la piedra 69

El valor de la ingeniería antigua 83

Creatividad formal de la ingeniería civil durante el Romanticismo (2011) 95

Saber ver la ingeniería 121

La arquitectura y la técnica 147

Las formas de lo resistente 157

Apoyar 173

La estructura resistente en la arquitectura actual (1ª Parte) 183

La estructura resistente en la arquitectura actual (2ª Parte) 213

III. PUENTES

Estética del puente y su relación con el entorno 249

Puentes urbanos 259

Ortodoxia y heterodoxia en el diseño de puentes 271

Tres puentes arco y una idea 289

Cuatro puentes sobre el río Guadiana en Mérida y uno más 301

Pasarela peatonal «Pedro Gómez Bosque» sobre el río Pisuerga en la ciudad de Valladolid 305

Tres propuestas de puente para la Bahía de Cádiz 311

IV. ALGUNOS INGENIEROS NOTABLES

Personalidad y obra de Carlos Fernández Casado 321

Torroja, Nervi y Schlaich 353

Santonja (1930-1992) 361

Ildefonso Sánchez del Río y Pisón, ingeniero 373

PRESENTACIÓN

La "Colección ciencia, humanidades e ingeniería" publicó en 2017 *Historia de los puentes*, una extensa monografía de Javier Manterola, donde estudia con sabiduría todos los géneros de puentes, analizando las distintas tipologías, así como su diseño y construcción.

Presentamos ahora un nuevo libro *Consideraciones sobre estética, arquitectura e ingeniería*. Para entender mejor estas "consideraciones" vamos a recordar, aunque parezca innecesario, quién es el autor, ingeniero de Caminos, Canales y Puertos y profesor de rica y sensible personalidad, y una de las figuras esenciales de la ingeniería española entre el siglo XX y XXI.

Javier Manterola Armisén, navarro afable y de noble carácter, ingresó en la Escuela de Caminos en 1957, año en el que se liquida el plan del 47. Su promoción fue la del 62, que tuvo como profesores a grandes personalidades como Juan Batanero, Florencio del Pozo, Carlos Benito, Alfredo Páez, Jiménez Salas, Clemente Sáenz, Eduardo Torroja, José Entrecanales, José María Aguirre y Carlos Fernández Casado. Y entre sus compañeros figuran Ignacio Morilla, Rafael Izquierdo, José Luis Juan Aracil y José Antonio Baztán, entre otros. Además de sus estudios técnicos, mostró un especial interés por la arquitectura, el arte, la música, el cine, la literatura y la filosofía. Esta dimensión humanística de su formación es una de las condiciones que definió a este ingeniero de Caminos desde sus orígenes y que forma parte del legado que, con toda seguridad, le trasmitieron sus profesores.

Inicia su actividad profesional en Huarte y Cía, donde interviene en el proyecto de Torres Blancas en 1963, resolviendo complejos problemas estructurales. Pronto pasa a trabajar, durante un periodo de dos años, en el Instituto Eduardo Torroja de la Construcción y el Cemento (IETCC), donde conoce a Julio Martínez Calzón, pionero en España de las estructuras mixtas. Durante este tiempo amplia sus conocimientos en el comportamiento de las estructuras de los puentes:

> Cuando empecé a trabajar sólo se hacían estructuras de edificios. (...) Una habitación tiene 10 m de luz como mucho; un puente tiene 50 m como poco. Es decir, el problema resistente –que a fin de cuentas es lo que de verdad define la estructura– se manifiesta con rotundidad en los puentes. Es ahí donde se alcanza un aprendizaje importantísimo; en definitiva, se trata de la magnitud del problema. Esta es la razón fundamental para elegir el puente: abordas los problemas serios de verdad.

En 1966 le llama quien fue su profesor de Puentes de la Escuela, Carlos Fernández Casado, un ingeniero que vivía intensamente su profesión y sabía trasladarla a sus alumnos: "la persona que enseña, su vocación, dedicación y entusiasmo es muchas veces lo más importante para transmitir conocimientos y excitar vocaciones".

Esta propuesta para trabajar en el Estudio Fernández Casado S.A. le permitía, además de resolver problemas estructurales, diseñar y proyectar. Por otro lado, en esta oficina no solo se realizaban proyectos, también era un centro de formación e información. En 1968, con 32 años, diseña su primer puente, el Viaducto de Torre Baro.

Durante cincuenta y seis años, desde 1963 hasta 2019 –que firma su último proyecto, el puente sobre el río Tajo en el embalse de Alcántara–, trabaja con sabiduría, ilusión y vigor; su espíritu creador es desbordante: proyecta más de 130 puentes (puentes atirantados, puentes extradosados, puentes arco, puentes viga, puentes losa, puentes pórtico, puentes celosía), ocho edificaciones, tres estructuras especiales, dos rehabilitaciones, tres estaciones de transporte y seis pasos superiores e inferiores. En todos ellos tiende a experimentar, abordando cada proyecto con innovaciones: "buscando la tensión que se establece cuando se alumbran nuevas configuraciones resistentes y constructivas." Desde 1978, tanto su persona como su obra, han recibido más de treinta y cinco reconocimientos, premios y medallas de instituciones nacionales e internacionales. En 2006 fue nombrado miembro de la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando.

Pero no solo "hace puentes" en Europa y América, también ha impartido docencia. En 1975, Carlos Fernández Casado se jubila y deja la cátedra de Puentes de la Escuela de Caminos de la UPM que pasa a ocupar, por concurso oposición, Javier Manterola. Desde 1976 desarrolla un trabajo de divulgación extenso en el tiempo y en número de publicaciones: varios manuales técnicos sobre el diseño, cálculo y construcción de puentes; cuatro monografías en las que reflexiona sobre el oficio del ingeniero, la obra de ingeniería como obra de arte y las distintas tipologías de puentes; más de cien artículos en revistas especializadas; además de impartir conferencias en numerosas universidades e instituciones, tanto dentro como fuera de España.

Una de las temáticas novedosas que aborda en sus numerosos artículos de revistas y conferencias gira en torno a los aspectos artísticos y estéticos dentro de lo ingenieril, más allá de las cuatro artes tradicionales. En el volumen que ahora se presenta se reúnen artículos que, sobre esta temática, se encuentran dispersos en distintas publicaciones y que nos ayudarán a entender su dilatada y singular obra de ingeniería y magisterio.

Los artículos seleccionados se agrupan en cuatro bloques temáticos. En el primero, bajo el título de "Consideraciones sobre arte, estética e ingeniería", se

agrupan cinco artículos donde describe los conceptos de arte y estética aplicados, principalmente, a la escultura, arquitectura, ingeniería y el diseño industrial.

En el segundo bloque, con el título de "La estructura resistente: arquitectura e ingeniería", reúne nueve artículos donde se analizan y comparan la creatividad formal, la técnica constructiva y la estructura resistente en la arquitectura y en la ingeniería.

En el tercer bloque, titulado "Puentes", estudia el diseño y la estética del puente en relación con su entorno, describiendo algunos ejemplos de puentes construidos o de proyectos.

Finalmente, en un cuarto bloque, bajo la denominación de "Algunos ingenieros notables", reflexiona sobre la personalidad y la obra de seis destacados ingenieros.

Esta nueva obra del ingeniero-creador y profesor Manterola está impregnada de su dilatada y singular experiencia de ingeniería y magisterio, un legado que el Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos quiere preservar incluyendo este nuevo título en su catálogo editorial.

MIGUEL ÁNGEL CARRILLO SUÁREZ
Presidente
Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

PRÓLOGO

En este libro se recogen una serie de artículos escritos a lo largo de mi vida, donde aparecen mis opiniones de entonces y de ahora sobre diferentes aspectos de la estética, la arquitectura y la ingeniería.

Las ideas evolucionan y no siempre se han mantenido iguales y a lo largo de la actividad profesional, como queda reflejado en los artículos, aunque en el fondo muestran el cuerpo del pensamiento que mi manera de ver y entender se ha ido configurando y definiendo.

Y esto es lo único que construye un ingeniero a lo largo de su vida. Construye el mundo que ha configurado al ver el trabajo de otros y de sentir el propio, cómo se va enriqueciendo ese mundo conceptual donde reposa todo lo que uno ha llegado a ser.

No solo es la forma de proyectar el mundo personal, de construcción única, el que se manifiesta ahora y siempre. Y uno es responsable de cómo ir incorporando lo que ha visto y sentido.

Las palabras arte y estética son un valor dentro de lo ingenieril. Ya está bien de considerar que estas cualidades de la belleza se reserven para las cuatro artes tradicionales: pintura, escultura, arquitectura y música. Este precepto se formuló en el tiempo en el que las manifestaciones artísticas del hombre reposaban en estas artes tradicionales. Pero las cosas han cambiado definitivamente. Para un hombre contemporáneo el diseño de un avión de combate puede ser mucho más inspirador que la *Victoria de Samotracia*. En ese avión reside la esencia de un tiempo, la científica, la formal y la espiritual.

Muchos teóricos del arte así lo reflejan. Estoy pensando en Beuys y en Dewey. También, aunque despacio, las academias de arte, la de San Fernando por ejemplo en España, se han dado cuenta que lo artístico actual no solo reside en las artes tradicionales. Han incorporado artes nuevas como la fotografía y el cine, y yo tengo la pretensión de añadir a esta familia la enorme cantidad de obras de arte que ha producido la ingeniería, un aspecto que habitualmente no se considera artístico.

Es necesario ver, mirar y entender. Cuando en el Romanticismo se dio la máxima categoría de lo artístico a la música y después a la poesía, se dejó fuera las artes tradicionales como la arquitectura, no encontrando en ella ese espíritu romántico que imperaba. Y eso era injusto. Las artes responden en su apreciación a las modas, en su esencia son intemporales. Cuando un joven se para impresionado ante un puente y después ante unos versos, está queriendo trasmitirnos muchas cosas, que las artes tradicionales no son suficientes. Y el peligro no es que *La Piedad* de Miguel

Ángel del Vaticano sea ahora menospreciada, lo que no es demasiado grave, sí lo es que se elimine la pericia de Miguel Ángel para representar a un hombre muerto en las rodillas de su madre. Y eso puede llegar a pasar.

Las inquietudes estéticas de un diseñador de sillas probablemente no resulten compatibles con *La Piedad*. Es posible que la silla Barcelona de Mies van der Rohe excitará mucho más la imaginación del diseñador, y sobre todo transmitirá la estética que se desprende de tal objeto utilitario. Sin embargo, quizá, Richard Serra no comparta este punto de vista. En el Renacimiento, el mueble era algo solo para ricos y entonces su manifestación correspondía a esa manera de sentir y sentirse de ese estrato social.

El concepto del diseño del mobiliario no estaba en la mente de la clase popular, lo cual ya no pasó cuando Thonet diseñó su silla y produjo 50 millones de ellas.

Los caminos por los que va a transitar la estética en el futuro, seguro que abandonarán parcial, no totalmente, la percepción actual de lo estético tradicional. El interés de los jóvenes puede despreciar la *Venus de Milo* o la *Gioconda* y admira profundamente un diseño electrónico cualquiera que sea.

Y aquí estamos otra vez, buscando el qué de las manifestaciones artísticas actuales y nos quedamos con la decepción de la figura diseñada por ordenador.

Los puentes tienen una ventaja. La gente no se fija en ellos salvo en algún caso bastante espectacular, y por eso están más libres de producirse heterodoxamente. Pero no se trata de eso, sino de encontrar lo bueno, lo que es y será.

Cuando veo una carroza del siglo XVIII, un avión de combate actual o un coche moderno de carreras me identifico profundamente con sus geniales diseñadores. Espero que los puentes que hagamos en lo sucesivo sepan dar con este «quid» indefinido e inmaterial que nos transporta a la belleza.

No hay manera de definir qué es aquello que hace a un puente bello o atractivo. Pero, así como es imposible deducir qué es lo que hace bello a un puente, resulta fácil discernir uno que lo es de otro menos bello o feo. Si se entiende de puentes se tiene la facultad de determinar cuál es hermoso, o una obra de arte o un horror. Se podrá poner calificativos a aquellas propiedades reconocibles y, aunque no seamos capaces de disntinguir qué hace que sea bueno o no, y se sabe qué puente es bello, y un puente a imitar.

La que menos valor tiene es la explicación del propio autor. Son, sin duda, útiles para él, pero absolutamente desprovistas de significado para los demás.

Pues la excitación interior es la que produce estas explicaciones que carecen de sentido siempre o casi siempre para el espectador ajeno a la obra.

Si se tiene una adecuada formación estética y se entiende de puentes, la determinación de si aquello es bueno y esto es malo resulta bastante fácil.

I. PARTE
CONSIDERACIONES SOBRE ARTE, ESTÉTICA E INGENIERÍA

ENTENDIMIENTO DE LO ARTÍSTICO

Hay planteamientos sobre el arte, vigentes en gran medida, que no dan respuesta a todos los problemas estéticos y artísticos actuales. La concepción clásica del arte y el artista viene desde finales del siglo XVIII y primera mitad del XIX, con el Romanticismo. La ausencia de referencias a la religión para justificar todo lo que no tiene explicación racional válida, plantea la idea romántica de que el arte es la manifestación exterior de los sobrenatural y el artista el medio que existe para plasmar la presencia de lo sobrenatural en el lienzo, por ejemplo. Sostenida filosóficamente por los hermanos Schlegel, por Friedrich Schiller, por Goethe y por todos los románticos, sustituye la religión por el arte como máxima referencia y expresión de la divinidad y lo sobrenatural. Dentro de esta interpretación del arte solo son considerados como manifestaciones artísticas las clásicas, pintura, escultura, y arquitectura y sobre ellas como máxima expresión de lo sobrenatural la poesía, y por encima de todo la música, la más sublime de las interpretaciones artísticas.

Este planteamiento del artista como ser único que nos trasmite lo sobrenatural a través de las cuatro artes citadas, deja en entredicho infinidad de manifestaciones artísticas reales, que se separan de las clásicas. Y en primer lugar me refiero a la fotografía y el cine y, después, podríamos argumentar todas las creaciones del hombre, desde el diseño de un coche de carreras al de un avión de pasajeros o de combate, a la belleza de una carretera inscribiéndose en el paisaje, al diseño de un puente o una presa, y si damos un paso más, a la artisticidad residente en un buen vino o unas viandas determinadas.

La consideración de que el arte reside en un continuo de manifestaciones que sobrepasan con mucho la clasificación de las cuatro artes clásicas esta sostenida por John Dewey en una manifestación mucho más universal y convincente que la del Romanticismo y que permite y va a permitir entender y acotar la calidad artística allí donde exista fuera de los objetos precisados.

He oído a un escultor formidable como Richard Serra afirmar que aquello que es utilitario no puede ser arte, sacando del conjunto de las artes, obras tan importantes como las de la arquitectura.

Queda finalmente la trascendencia del mensaje trasmitido por cada una de sus manifestaciones artísticas. Qué diríamos si comparamos el mensaje de Goya en *El 3 de mayo en Madrid* o *Los fusilamientos,* tan copiado por artistas de la talla de Manet o Picasso, con el mensaje de un buen vino. Nadie les equipararía si no se pensara que aquello que hace la excelencia de un buen vino es tan poco explicable como el mensaje transmitido por Goya, y eso siempre que esté atento a su excelencia un conocedor profundo de los vinos, de la pintura o de los dos.

Si antes del siglo XVIII el artista no era sino un buen artesano y además no se le revestía del boato que introduce el Romanticismo, podríamos conocer la excelencia encontrada en todas las obras artísticas.

El hecho de la utilidad, por qué tiene que interferir en la dimensión artística, o es que *Las meninas* de Velázquez o la Catedral de Chartres no son cosas útiles. Aquí también se manifiesta John Dewey acerca de la dimensión artística de las cosas de la vida, así vomo que la utilidad no influye en la artisticidad de la cosa.

Yo también soy de la opinión de Dewey, de que el mensaje artístico de la cosa, sea un jarrón, un automóvil o una carroza de caballos es tan importante como la de la *Pasión según San Mateo* de Bach, eso sí, dentro del hecho que el observador sea experto en jarrones, automóviles o música. Si no se es un experto, no se ve nada ni se entiende nada. Además actualmente nadie pone objeciones a que cualquier cosa pueda ser considerada como arte.

Antiguamente no había dudas al respecto. Tanto San Agustín en el siglo V como Santo Tomás en el siglo XIII ponían en el mismo saco, pintura, escultura y arquitectura junto con las artes culinarias, la navegación, la hípica, la manufactura del calzado y la juglaría.

10 Mayo 2016

Fig. 1 Goya, *El 3 de mayo en Madrid o Los fusilamientos*, 1814, Museo Nacional de El Pardo, Madrid

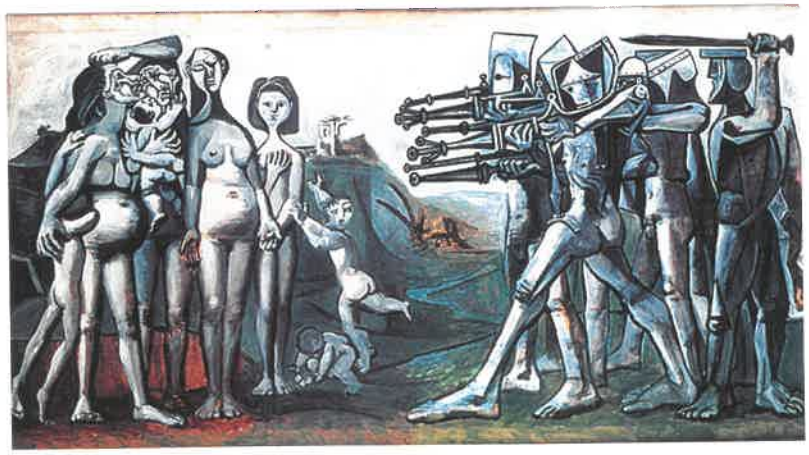


Fig. 2 Manet, *La ejecución del Emperador Maximiliano*, c. 1867-1869, Museo de Arte Moderno de Nueva York; Picasso, *Masacre en Corea*, 1951, Museo Picasso, París, © Sucesión Pablo Picasso, VEGAP, Madrid, 2023

ARTE Y ESTÉTICA

¿Qué es el arte? ¿Por qué consideramos, sin discusión, que *Los fusilamientos* de Goya es una obra de arte? A esto contestaríamos que está unánimemente convenido por los expertos y aceptado por todos que *El 3 de mayo en Madrid* o *Los fusilamientos* es una obra de arte (Fig. 1). Y esta es la única consideración de peso para el reconocimiento de una obra como obra de arte, que los expertos, los que saben, lo dicen y deciden. Este criterio ha producido muchas veces errores significativos. Y podríamos poner como ejemplos la de todos los artistas no reconocidos en vida, Van Gogh murió en la miseria, Juan Sebastián Bach fue redescubierto por Félix Mendehlson, y los impresionistas, vilipendiados. De la misma manera muchos artistas, famosísimos en su época fueron olvidados después. No, no es un criterio objetivo, reconocer como artístico lo que afirman los expertos, pero a la larga es lo que más se puede acercar a la realidad.

Si queremos ser objetivos empezaríamos diciendo que la disposición que adoptan los fusileros en el cuadro es perfecta, tan perfecta que Manet la copia en *La ejecución del Emperador Maximiliano* y Picasso en la *Masacre de Corea*. (Fig. 2). Que el hecho de iluminar el cuadro con un solo farol, apoyado en el suelo, en el cuadro de Goya le introduce un dramatismo que acentúa la expresión de los que van a ser fusilados. Cierto, pero no, eso no es suficiente. La realidad es que resulta imposible definir donde radica aquello que confiere a la obra la dimensión de obra de arte y además que, si existiese, el arte no existiría. Los románticos dirían que hay una relación directa de Dios con el artista y esa relación se manifiesta en la obra de arte. No olvidemos que este cuadro se pintó en 1814, en pleno Romanticismo, aunque no pueda considerarse a Goya como un pintor romántico.

Curiosamente, y es bueno reseñarlo, este cuadro se pinta cuando Beethoven está estrenando su 7ª y 8ª sinfonía y el puente de Coalbrookdale se había cons-

truido hacía 35 años. El principio de la modernidad, de lo que va a ser la construcción en lo sucesivo coincide con Goya y con Beethoven en plena explosión creativa. Y sin embargo la construcción de este puente, a la vista de la trascendencia que ha tenido, parece construido 100 años después de las obras maestras citadas.

Pero qué le gusta a un aficionado cuando ve ese cuadro. Sin duda, sabe que va a ver una obra maestra, una gran obra de arte, lo que condicionará su apreciación. Pero, además, lo que sí es cierto, es que después de haberlo visto un montón de veces sigue pareciéndole especial. El cuadro tiene algo objetivo que hace que la gran mayoría de los aficionados se detengan y lo contemplen con auténtica satisfacción.

Pero ¿esto les pasa también a los no aficionados a la pintura? No, yo creo que no. Hay que pertenecer al mundo de la pintura para que este cuadro te impresione.

Tienes que tener una educación pictórica significativa obtenida de ver mucha pintura, de comparar, de distinguir lo bueno de lo malo, para que *Los fusilamientos* te hagan entender más de arte. Porque entender de arte solo se consigue viendo arte. Y qué pasa si observamos un cuadro de Tapies o de Jackson Pollock (Fig. 3) o uno de las banderas de Jasper Johns. Pues lo mismo, si tu educación pictórica no ha sobrepasado la abstracción, lo único que harías sería suponer que el «Action painting» es una tontería.

Fig. 3 Jackson Pollock, *Ritmo de otoño* (número 30), 1950. Metropolitan Museum de Nueva York

Lo mismo podríamos decir de la escultura. Cuando vemos el *Laocoonte* del Vaticano o *Teseo y el Centauro* de Canova (Fig. 4), podríamos afirmar que a todos les gustará y los considerará auténtica escultura, obras de arte. A fin de cuentas, como en la pintura, cuando se trata de una obra figurativa, de imitación, la gente se siente cómoda y aprecia, probablemente la dificultad de hacerla. Pondríamos a la gente en un problema si le preguntásemos qué es mejor si el *Hermes y Licas* de Canova o la *Victoria de Samotracia* (Fig. 5), y en qué estriba lo positivo de una sobre otra. Probablemente dirá que la una le gusta más que la otra y ahí acabará el discurso.

Pero si ahora le ponemos delante de una escultura de Henry Moore o de Chillida o de Richard Serra, escultores totalmente reconocidos como artistas por la crítica, sin ninguna duda los pondríamos en un aprieto.

Pero esta limitación en la apreciación de la obra de arte no tiene fin. Personas perfectamente informadas y entendidas de la pintura o escultura más contemporánea, tienen problemas cuando se recorren las bienales de Kassel o Venecia y se observa determinadas manifestaciones de artistas seleccionados por la bienal. Se encuentran con grandes dificultades para distinguir entre uno y otro artista y elegir. Saber qué es mejor y peor. Lo superficial se confunde con lo profundo en un maremágnum donde nadie sabe, o casi nadie, qué es mejor y peor.

Cómo se puede explicar que un artista como Henry Moore, una de las expresiones más cabales de la escultura contemporánea, sea comparable a Miguel Ángel y sus piedades. Más aún, para un buen conocedor del arte contemporáneo tiene mucho más interés, hoy en día, Henry Moore que Miguel Ángel.

Y, cuando se cambia de escala, los problemas solo se resuelven de una manera parcial y no unánime. No tenemos sino que comparar la escultura en Nueva York de Olafur Eliasson que vierte en el puente de Brooklyn un caudal desde 35 m de 132.000 l, o el desagüe de la presa de Susqueda, 1.000 veces mayor, y en un salto de

Fig. 4 (izquierda) Laoconte y (centro) Hércules y Licas - Cánovas

Fig. 5 Victoria de Samotracia

135 m de altura (Fig. 6). Que Eliasson se haya inspirado o no en el aliviadero de una presa bóveda o que los príncipes alemanes copiasen en sus castillos ruinas de obras célebres si los comparamos a la potencia y escala de una presa nuestra, vemos que no hay ni color, a favor de la presa, manteniendo una semejanza evidente (Fig. 7).

Cuando la escultura cambia de escala, la comparación con la escultura clásica desaparece y los criterios miméticos también. Su fundamentación solo se encuentra en un criterio bien formado. El *Arco* de Henry Moore y el *Elogio del horizonte* de Chillida (Fig. 8) son grandes, construcciones inútiles pero significativas y hermosas. No se pueden explicar.

No hay criterios objetivos para calificar obras de arte, la formidable Piedra de Oteiza en el MACBA de Barcelona, la *Araña* de Louise Bourgeois, el *Perro de flores* de Jeff Koone, del Guggenheim de Bilbao, los formidables *Arcos* de Alfaro en la M-30 madrileña y las tonalidades y texturas de la roca situada junto al *Peine del viento* de Chillida en San Sebastián se distinguen, se reconocen, se aceptan con agrado como obras de arte, pero no hacen sino extender cuál es el concepto del arte del siglo xx (Fig. 9).

Si sacamos un poco de quicio las comparaciones y establecemos la que existe entre la escultura de la Fundación NMAC (Fig. 8), la impresión del cielo, de una decena de metros de longitud y su profundidad que no pasa de 2 m

Fig. 6
(arriba) Olafur Eliasson y
(abajo)Presa de Susqueda

Fig. 7
(derecha) Kassel, Escultura

Fig. 8 (arriba) Henry moore y (abajo) Chillida

piedra de Otieza Macba

Jeff Koone

louise Bourgeois

Arcos de Alfaro

Chillida

Figs. 9

o 3 m (Fig. 10), con los restos de la excavación de una mina de tres kilómetros de diámetro y una profundidad próxima al kilómetro, la escultura resulta simple, la mina compleja, una es ridícula, la otra magnifica y gigantesca.

Si ahora ambas las comparamos con la geometría perfecta de un desagüe interno en una presa, nos quedaremos estupefactos ante la belleza, la escala, la perfección de lo ingenieril (Fig. 11).

Y podemos mirar por donde se quiera. La configuración de la salida del túnel del Canal de la Mancha, perfecta ingeniería estricta, la muy buena escultura del artista conceptual Bernard Venet para una autopista, a la escala que debe tener, o el arco-puerta de Zizur en Navarra. La ingeniería tiene un tamaño y sus respuestas en formas, aunque sean tan clásicas como el adorno de una autopista, deben ser grandes y las esculturas grandes no son las pequeñas sacadas de escala (Fig. 12).

Por lo que he querido expresar acerca del arte, vemos que entender el arte es relativo. Primero resulta evidente que solo se puede entender de lo que se conoce y conoces bien y te importa. Es muy frecuente encontrar que un pintor de talento no entiende gran cosa de arquitectura, por ejemplo, o de música contemporánea y viceversa. Por otro lado, con lo nuevo siempre pasa lo mismo, o estás muy me-

Fig. 10. (izquierda) Escultura fundación NMac y (derecha) Excavación de una mina

Fig. 11. Desagüe de una presa

tido o no te enteras y, así y todo, ocurre muchas veces que te puedas equivocar a fondo. Menos mal que esto es así y eso es así porque hablamos de arte. La obtención de significado, en el caso de que cualquier manifestación artística a de tener significado, es mucho más difícil que distinguir con precisión lo bueno de lo malo.

Si hablamos ahora de arquitectura, el problema es el mismo, aunque he oído decir, con seriedad, a Richard Serra, que la arquitectura no tiene nada que ver con el arte, lo cual es, a mi entender, una visión incorrecta. Si presentamos el Partenón, el techo de una catedral gótica, o el Panteón de París, nadie, absolutamente nadie, diría que estas obras no son artísticas (Fig. 13).

Ahora bien, si comparamos los capiteles del Partenón con los del templo egipcio de Edfu (Fig. 14) tendremos que concluir que uno u otro no sabía muy bien como debía ser la relación de la columna con el dintel.

Es claro que los griegos, según nos cuentan, hacen capiteles de piedra recordando el de madera de sus antiguas construcciones, y se equivocan totalmente, pues el capitel de madera es flexible y reparte la carga de borde de la viga superior, en cambio el de piedra es incapaz de hacer eso, que le hace ponerse en peligro de romperse las esquinas. En cambio, los egipcios, entre su capitel y su viga, introducen un elemento remetido que evidencia el papel que hacía lo que siempre se ha hecho, no apoyar las vigas en los extremos del capitel sino hacer un apoyo oculto en el interior.

Gaudí que sabía mucho de adecuar la forma a la respuesta resistente, en la Sagrada Familia lo que hace es

Fig. 12 (izquierda) Canal de la Mancha, (arriba) Escultura Bernard Venet y (abajo) Zizur – Arco de iluminación

Fig. 13 (izquierda) Partenón, (derecha) Panteón de París y (abajo) Techo de una catedral gótica

Fig. 14 Templo de Edfu

subdividir la función de apoyo para evitar flexiones en el techo y giros indeseables. En el contacto con los pilares o en el parque Güell hace unos prodigiosos encuentros para evitar problemas resistentes de contacto entre los arcos y las columnas (Fig. 15).

Ahora bien, es muy posible que los aficionados que no sepan de resistencia y de estructuras no aprecien la calidad de estos detalles. Pero no importa demasiado, en el templo griego se aprecian sus proporciones, la relación entre las partes, la proporción del lleno al vacío, si está sobre una plataforma y si la columna tiene basa o no, un capitel simple o un corintio, qué pasa en las esquinas, cuál es la forma de la columna, por qué la estría o no; el frontón con sus partes, decoración y proporciones.

Y todo el rato estamos hablando de fachadas cuando nos referimos al templo griego. Las limitaciones de flexión de la piedra hacen que la arquitectura interior desaparezca. En Egipto los sillares empleados eran mucho mayores y se podían crear espacios de una determinada consistencia y sustancia. El griego concibe el templo como algo para sacerdotes, que no necesitan grandes espacios, y al creyente, la particular y espléndida manera de ser creyentes de los griegos, le basta con dar vueltas a semejantes fachadas.

Sin embargo, la potencia de proporciones que crea el templo griego va a configurar qué es lo estético en lo sucesivo y ese sucesivo llega hasta el siglo XX.

En la Edad Media se desarrolla la arquitectura del arco de piedra, a través del románico y el gótico, pero se abandona en adelante, al saber, en el renacimiento, conjugar la tecnología de los arcos, bóvedas y cúpulas con el orden de lo griego.

Fue tan perfecta y poderosa esta arquitectura de la piedra, se vertió tanto talento en configurarla a lo largo de centurias, que a la ingeniería le costó solo cien años, todo el siglo XIX, en sustituir el mundo formal de la arquitectura por el mundo generado por la configuración de materiales tan diferentes a la piedra como el hierro y el acero, y el conocimiento científico del comportamiento estructural.

Pero nos hemos desviado del asunto, adentrándonos ligeramente en el mundo de lo construido y su lógica interna. Este buen aficionado a la arquitectura, arquitecto o no, no admite el universo formal generado por los ingenieros. Yo he oído preguntar a personas cultas cosas como «oye, de verdad ¿la Torre Eiffel es bella?». Y muchos arquitectos actuales suscribirían la misma idea. Como se puede decir ¿de verdad el acueducto de Segovia es bello? O es solo antiguo. No, no es fácil penetrar en el qué

Fig. 15 (izquierda) Sagrada Familia y (derecha) Parque Güell - Gaudí

Fig. 16 (de izquierda a derecha), Panteón de Roma, Cúpula del Vaticano, S. Ivo de la Sapiencia y Guarino Guarini

de la arquitectura. Se quedan desconcertados y molestos cuando se enfrentan con F. Ghery o con Zaha Hadid o con Coop Himenblau. Y en este desconcierto coinciden muchos arquitectos, algunos muy buenos para los cuales esa manera de entender los edificios no tiene sentido.

Y sí, sí lo tiene. La arquitectura de la piedra ha configurado como exclusivo lo vertical, lo horizontal, la bóveda, la cúpula o el techo plano de madera. No ha aceptado que con el acero o el hormigón armado o pretensado, resistentes a la flexión, no es imprescindible que los soportes y las paredes sean verticales, que los techos sean planos o simplemente abovedados. El suelo puede convertirse en pared, puede alabearse si interesa y la cubrición puede ser de la forma que interese. Muchos arquitectos y aficionados no aceptan que sea, ni siquiera que pueda ser.

Y en este momento me interesa hacer una disgresión que se sale del contexto que estoy desarrollando.

Parafraseando a C. P. Snow podemos decir que en las construcciones se han desarrollado «dos culturas»: la del arquitecto y la del ingeniero. La primera relacionada con la función de habitar, con las proporciones, la belleza y el buen gusto, mientras que el ingeniero ha desarrollado la habilidad técnica, la manera de resolver problemas técnicos y lo que es más importante, configurar la forma de lo resistente, con los nuevos materiales, que el arquitecto se verá obligado a utilizar.

Siempre he pensado en la evolución de la cúpula. El Panteón de Agripa en Roma, no fue ni con mucho la primera cúpula, pero si fue la primera cúpula grande, 42 m de diámetro y altura. Y para resolverla produjo un montón de problemas formales: La necesidad de su aligeramiento interno, la contundencia obligatoria de los muros que lo soportan. Un trabajo y una concepción ingenieril. Sobre ella actúa la arquitectura. Sta. Sofía es tanto un problema de arquitectura como de ingeniería. El gótico es el producto de una cabeza ingenieril, nervar en esencia es una manera de resolver un problema técnico. Pero a partir del renacimiento, el problema de la cúpula se convierte principalmente en un problema formal que requiere la mayoría de las veces de un ingeniero o la dimensión ingenieril de un arquitecto. Será suficiente recordar Sta. Maria del Fiori de Florencia, San Ivo a la Sapiencia de Borromini, o las dos iglesias de Turín de Guarino Guarini. En otras ocasiones la actuación es simplemente arquitectónica, entendiendo erróneamente lo arquitectónico, como añadir belleza formal a lo hecho desde el Panteón de Agripa. Miguel Ángel, en San Pedro de Roma, cambia la definición de la cúpula, ignorando los problemas resistentes que producía. Y lo mismo podríamos decir de la mayoría de las cúpulas de piedra realizadas desde entonces (Fig. 16).

Hay que exceptuar, en esta relación, la mayoría de las cúpulas del barroco alemán, que no les presentaban demasiados problemas, ya que podían ser de piedra o de madera, confiando en su decoración exterior su resultado estético.

La estructura adintelada es uno de los logros más importantes de la época. Se resuelve con el acero o con

el hormigón armado o pretensado. El ingeniero crea las posibilidades y el arquitecto las utiliza para hacer arquitectura. Solo cuando la intención arquitectónica cambia, con la High Tech o la deconstrucción, el ingeniero tiene que proporcionar las nuevas herramientas que le posibilitan y en este momento se concretan en la celosía plana o espacial.

Adorno empieza su teoría estética con «Ha llegado a ser obvio que ya no es obvio nada que tenga que ver con el arte». Y qué hay de la estética de la obra de los ingenieros. Si nos atenemos a nuestra definición inicial, que el arte es lo que dicen los críticos de arte que es, deberíamos concluir que la ingeniería no pertenece al mundo del arte, pero también hay que decir que esta definición contaba con una premisa de que era fundamental, para poder expresarse con rigor, el ser un buen conocedor del trabajo de los ingenieros y que de este conocimiento se inferiría que el trabajo de los ingenieros no pertenecía al mundo del arte. Pero esto no ha ocurrido. Los críticos no se expresan sobre si las obras de ingeniería son obras artísticas, o no, porque simplemente no las conocen, nunca se han parado ni siquiera a considerar si lo ingenieril y lo artístico se pertenecen. Tampoco lo ingenieril ha saltado a la vista como no sea para producir asombro, para significar la calidad y categoría de sus obras. Pues bien, lo que pedimos es que miren, no dejen de mirar y considerar que muchas obras de los ingenieros se pueden considerar artísticas como se considera el Escorial, o las Meninas o a la Piedad de Miguel Ángel del Vaticano.

Pedimos que se empiece a entender de ingeniería, a distinguir y a apreciar lo que esta ha dado al mundo de las formas construidas.

A finales del siglo XVIII empezaron a cristalizar varios itinerarios en cuanto a la obtención de nuevos materiales de construcción, materiales diseñados, no encontrados, el hierro y el acero. Empieza a ser operativa el entendimiento científico de lo resistente abandonando el concepto de prueba y error que conduce a muy poco. El tercer gran suceso de la época es la primera revolución industrial, el darse cuenta el hombre de un doble suceso, la fábrica, la gran organización del trabajo con enormes consecuencias para la humanidad y la invención de determinados hombres que se enfrentan con lo nuevo desde cero.

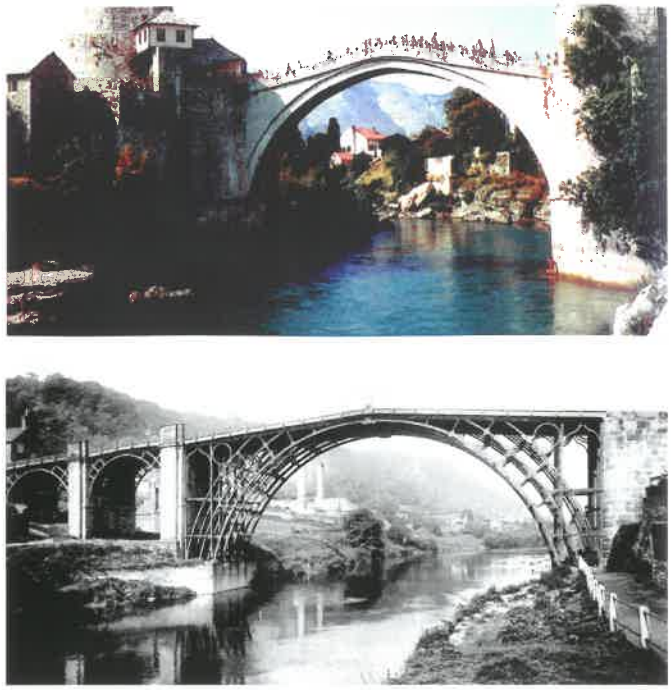
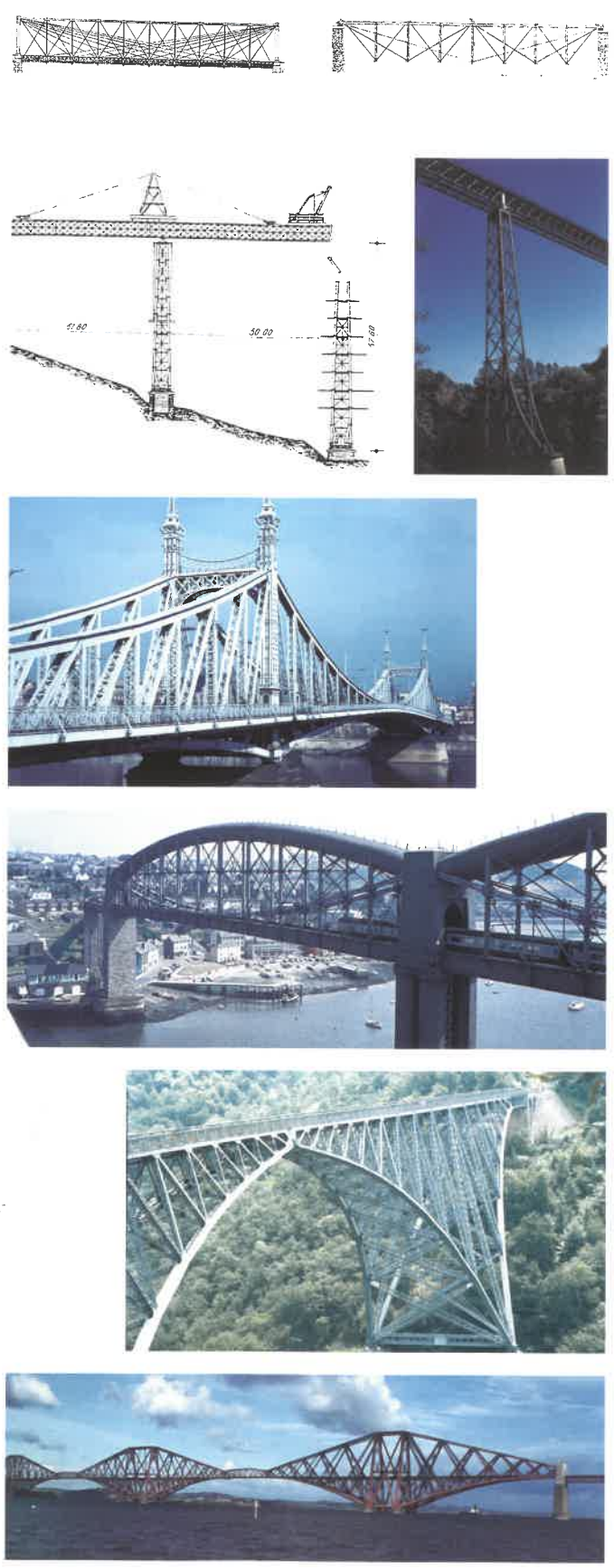


FIG. 17 (ARRIBA) PUENTE DE MOSTAR Y (ABAJO) PUENTE DE COALBROOKDALE

Ajustándonos a la construcción civil y su manifestación en las comunicaciones, carreteras y sobre todo ferrocarril, el ingeniero (entonces es cuando aparece el ingeniero, separándose del arquitecto por la manera de enfrentarse a la construcción) quiere utilizar la fundición como sustitución de la piedra y empieza realizando el ya citado puente de Coalbrookdale, en 1779, cuya intención es reproducir un puente de fábrica con fundición. Se sabe que la manifestación formal de lo nuevo es siempre la de lo antiguo pero con las nuevas ideas y este caso no puede ser más ejemplar (Fig. 17).

Cuando se empiezan a realizar estructuras resistentes con un nuevo material, la fundición, el hierro y el acero, el proceso de obtención de la forma tiene un doble recorrido. En primer lugar, la obtención y depuración de la forma con el fin de alcanzar su máximo rendimiento resistente con la mínima cantidad de material. En segundo lugar, ir configurando una nueva concepción estética de la obra obtenida únicamente desde su proceder interno. Cuál es el grado de conformidad interior que debe existir para

Fig. 18 (de izquierda a derecha y de arriba a abajo) Primitivas cerchas de Albert Fink, Eiffel, Viaducto de Budapest, Puente de Sadstad - Brunel, Viaducto de Viaur - Bodin y Firth of Forth



considerar hermoso lo que se va obteniendo, saber compararlo, distinguir e ir configurando una estética de lo nuevo. Y este es el único proceso real. Cuántas veces, cuántas voces de ingenieros y arquitectos ilustres se alzaron contra las formas, tan poco conocidas, tan poco usuales que se iban obteniendo con el pretexto de que en su concepción no se hubieran utilizado conceptos estéticos que habrían facilitado la comprensión de lo nuevo. Error, craso error, cuando se está configurando un mundo nuevo, no hay estética a dónde mirar, no hay ejemplos que demuestren que tu camino es equivocado. No puede haber una estética modelo cuando hablamos de lo nuevo. Lo que sí hay es que el nuevo universo formal que se va configurando, crea su propia estética. La asociación de que la belleza formal residía en la construcción antigua, con la construcción en piedra y la construcción utilitaria y fea está asociada con la construcción en hierro y acero perduró mucho tiempo.

La obtención de la viga fue un paso significativo para la materialización de lo plano. Y no fue muy fácil. Ya se sabía cuál era la fibra neutra, se habían desarrollado perfiles «T» y doble «T» capaces de optimizar la cuantía del material en su distribución en la sección transversal.

Pero la viga grande, la de gran luz se desarrolló a partir de la celosía. Existía una buena tradición de la construcción de vigas de madera en celosía a partir de los trabajos realizados por Palladio en el siglo XVI, y por Hans Ulrich Grubenman en el siglo XVIII, pero fue a principios del XIX, en estructuras sometidas a patente, cuando fueron apareciendo los acercamientos de Bollman, Fink, Howe, Pratt, Whipple, Warren, etc. que finalmente se remataron teóricamente por los trabajos de Karl Culman (Fig. 18).

Es evidente que empezar a apreciar estéticamente una viga en celosía es difícil, nada nos une a ella, ningún antecedente, hay que acostumbrarse a ella, convivir con ella, compararla, ir entrando poco a poco en su esencia formal. Esto te puede conducir a decir que la hermosura del puente del Forth es mayor que la de cualquier templo griego. Decir esto puede ser una estupidez pero, sin

Fig. 19 Golden Gate

Fig. 20 Puente de Weittingen

Fig. 21 Salgina Tobel

embargo, interesar, lo que se dice interesar, puede ser mucho mayor, el que suscita el puente del Forth que el de formidables copias románticas del Partenón como es la Madeleine de París.

En cuanto al hecho de interesar, habría que hacer alguna precisión. Puedo estar interesado en el Firth of Forth como antecedente glorioso en el desarrollo de la forma a partir de la celosía, como puedo estar muy interesado en el orden y claridad de ejecución del techo de una catedral gótica. Pero llega un momento que mirar el techo de una catedral se hace para contemplar la belleza de la configuración de un espacio y el Forth para empaparse del orden artificial de una construcción monumental.

Esta segunda manera de mirar puede descubrir lo que hay además de una construcción ingenieril.

No sé cuál es el resultado de la contemplación de tres obras puentes como es el Golden Gate (Fig. 19), el viaducto alemán de Weittingen (Fig. 20), o el Salgina Tobel (Fig. 21) , pero la vibración estética que se experimenta el hacerlo es alta.

CONCLUSIÓN

La consideración de una obra como obra de arte depende del juicio de los críticos y conocedores. Los puentes quedan así apartados del mundo del arte porque la ingeniería no está en su mundo y no saben juzgarla. Sin embargo, esta poco a poco va ganando terreno, las críticas empiezan a sentir el tamaño y la hermosura de la misma. Se puede entender de ingeniería, se puede entender de puentes y cuando se empieza a entender aparece lo que es bueno, regular y malo y también obras excepcionales, verdaderas obras de arte.

Madrid 2011