Informes de la Construcción Vol. 74, 567, e455 julio-septiembre 2022 ISSN-L: 0020-0883 https://doi.org/10.3989/ic.90020

¿Por qué no se considera la obra de ingeniería una obra de arte? Entrevista inédita a Julio Martínez Calzón

Why the work of engineering is not considered a work of art? Unpublished interview with Julio Martínez Calzón

María Jesús Rosado-García (**), María Jesús García-García (**)

RESUMEN

Existe un debate creciente en torno a la estética en la ingeniería y a que esta disciplina no se encuentre entre aquellas consideradas como arte (Literatura, Música, Danza, Arquitectura, etc.). Más allá de las categorías clásicas, el presente trabajo arroja otra perspectiva acerca del por qué la obra de ingeniería no se considera una obra de arte. Metodológicamente se sigue como eje la entrevista inédita realizada a Julio Martínez Calzón, englobada en el trabajo colaborativo desarrollado entre los meses de Enero y Junio de 2021, y que ha dado lugar a un escrito crítico según el hilo conductor de la Historia de la Estética en las seis ideas de Tatarkiewicz. Se identificarán las dificultades que tiene la obra de ingeniería en la apreciación de sus valores estéticos para la consideración como obra de arte por parte de la sociedad. Las conclusiones del trabajo apuntan a que el elemento ingenieril, posee recursos sobrados para sortear dichas dificultades e introducirse en el camino de la sensibilidad que conduce a lo artístico.

Palabras clave: Arte; ingeniería; estética; arquitectura; sociedad.

ABSTRACT

There is a growing debate regarding aesthetics in engineering. The point is that this discipline is not among those considered as art (Literature, Music, Dance, Architecture, etc.). Going beyond the classic categories, this study provides a renewed perspective on why the engineering work is not considered an oeuvre of art. The unpublished interview with Julio Martínez Calzón, included in the collaborative work developed between the months of January and June 2021, is followed as the methodological axis, giving rise to a critical according to the common thread of the History of Aesthetics in the 'six ideas' of Tatarkiewicz. The difficulties in the society's appreciation of aesthetic values of engineering work are identified. The conclusions of the research point out that the engineering element has a broad range of resources that can help overcoming these difficulties and allow for the development of the artistic sensitivity.

Keywords: Art; engineering; aesthetic; architecture; society.

(*) Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Profesor Universidad Politécnica de Madrid, España (España).

(**) Dr. Ingeniero Agrónomo. Profesor Universidad Politécnica de Madrid, España (España).

Persona de contacto: mariajesus.rosado@upm.es (Mª Jesús. Rosado)

 $\underline{ORCID}: http://orcid.org/0000-0003-3524-6011 \ (M^a \ Jesús. \ Rosado); http://orcid.org/0000-0002-1213-6963 \ (M^a \ Jesús. \ García)$

Cómo citar este artículo/Citation: María Jesús Rosado-García, María Jesús García-García (2022). ¿Por qué no se considera la obra de ingeniería una obra de arte? Entrevista inédita a Julio Martínez Calzón. Informes de la Construcción, 74(567): e455. https://doi.org/10.3989/ic.90020

Copyright: © 2022 CSIC. Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la licencia de uso y distribución Creative Commons Reconocimiento 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

Recibido/Received: 18/06/2021 Aceptado/Accepted: 27/01/2022 Publicado on-line/Published on-line: 06/09/2022

1. INTRODUCCIÓN

La obra de ingeniería tiene dificultades para defender los valores estéticos que, a la vez que no le son reconocidos en la gran parte de los casos, le son demandados por la sociedad.

Para eludir la dispersión que genéricamente engloba el término ingeniería, el ámbito de análisis del trabajo se acota a la ingeniería civil y en particular a las grandes construcciones y actuaciones sobre el territorio.

Este trabajo gira en torno al binomio arte-ingeniería y sus múltiples acepciones a lo largo de la historia. Hasta finales del siglo XVIII y principios del siglo XIX, con la separación de arquitectura e ingeniería, y el nacimiento de las escuelas de esta última disciplina, se puede decir que las categorías estéticas formaban parte de los valores intrínsecos de la ingeniería. Pero, a partir de entonces, la arquitectura se apropió en mayor medida de la espacialidad y los criterios estéticos y la ingeniería civil abogó por la resistencia y las posibilidades de una nueva funcionalidad.

Se define como obra de arte en este trabajo una construcción de formas, o una expresión de un tipo de experiencias, que pueden deleitar, emocionar o conmocionar (1). Y lo estético, como lo susceptible de percibirse por los sentidos (2), íntimamente ligado al concepto de belleza.

Los conceptos de estética no estuvieron interiorizados por parte de la ingeniería civil. Basta atender a los discursos de relevantes ingenieros recientes que llaman la atención a que no se adoptan como propios y que se debe reivindicar el tenerlos en cuenta (3, 4).

En los últimos años han ido surgiendo voces (5) a favor de reconsiderar lo tradicionalmente aceptado, que la ingeniería y el arte no tienen nada que ver entre sí. Pero también hay quienes piensan que en la actividad de los ingenieros no cabe la creatividad artística, y que además destruyen, en muchos casos, la belleza de la naturaleza (6).

Sin embargo, ha habido otras aproximaciones que sí consideran la obra de ingeniería como obra de arte; en la mayoría con un enfoque del análisis del artefacto aislado (7). Considerando que, si el artista es capaz de componer algo que provoque la emoción del espectador, ello no parece alejado de lo que un ingeniero consigue con sus obras (8). También ha habido algunos intentos de favorecer la relación entre arquitecto e ingeniero con una filosofía general de diseño y creatividad (9).

Se ha de servir a la sociedad sin olvidar que toda construcción funcional ha de tener una calidad estética aceptable (10). Pero no se ha llegado a plantear la afirmación de que arte e ingeniería son disciplinas de un mismo conjunto.

Ese es, por tanto, el objetivo de este trabajo: identificar las dificultades que tiene la ingeniería en la apreciación de sus valores estéticos para que sus obras puedan ser consideradas obras de arte por la sociedad.

Para ello, se ha realizado una entrevista personal a Julio Martínez Calzón, que se publica íntegramente en este artículo y cuya versión definitiva él mismo ha revisado por escrito. A continuación, siguiendo como hilo conductor dicha entrevista, se realiza una reflexión crítica de lo que las dificultades identificadas representan en la obra civil bajo el punto de vista de la estética.

Julio Martínez Calzón es Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, Colegiado de Honor del Colegio de Arquitectos de Madrid e introductor y máximo exponente del desarrollo de las estructuras mixtas hormigón-acero en España. Ha recibido entre otros, el Premio Nacional de Ingeniería Civil y la Medalla al Mérito Profesional por su difusión tanto a nivel nacional como internacional de los aspectos tecnológicos, estéticos y sociales que afectan al ámbito de la Ingeniería Civil. Es autor de proyectos tan singulares como los Edificios Torre Espacio y Torre Sacyr-Vallehermoso en el Paseo de la Castellana de Madrid o el Auditorio Nacional de Música de Madrid; las torres Mare Nostrum y Collserola en Barcelona, así como innumerables puentes como el de Juan Bravo en Madrid o del Centenario en Sevilla. Excepcional ingeniero, profesor y exponente contemporáneo del ingeniero humanista como lo atestiguan múltiples publicaciones científicas (11) y en el arte (12), con el denominador común en todas ellas del dominio de la técnica, la armonía y la belleza.

2. NECESIDAD DE ABORDAR ESTA INVESTIGACIÓN

¿Considera de interés trabajos de investigación en esta dirección (la posición de la ingeniería entre otras disciplinas consideradas artísticas) que hagan replantear calificaciones y ve necesaria tal consideración para la Ingeniería?

Julio Martínez Calzón:

"Absolutamente; nadie ha llegado a plantear tales afirmaciones salvo contadas aproximaciones por ingenieros como Billington o Manterola pero siempre desde las categorías clásicas. Otra perspectiva más audaz y diferente, que permita llegar a tal demostración, es necesaria. La ingeniería tiene **formas significativas** de lo profundo, dando lugar en su producción a lo previamente inexistente, y ello a definir nuevos ámbitos.

Y esto ha de hacerse, primeramente, convenciendo al ingeniero de hoy, no al de ayer, en un intento de que la Ingeniería Civil pueda recuperar, junto al papel necesario de la funcionalidad, otro en paralelo de elevación de la dignidad, que llegue a ser apreciado por la sociedad. Y, si la obra lo merece, el que llegue a ser calificada como obra de arte, con las valoraciones más o menos elevadas o amplias que procedan".

La justificación de trabajos como el presente se encuentra en el acercamiento a las disciplinas que abarcan el arte: Literatura, Pintura, Música, Escultura, Danza, Arquitectura, a las que se añadieron más recientemente el Cine, la Fotografía, el Cómic y los Videojuegos con la consiguiente protección artística.

Cabe cuestionarse el lugar que ocupa entre ellos la Ingeniería; aunque existen trabajos que se han acercado a la idea de aceptación de la obra de ingeniería como manifestación artística, principalmente y con más difusión en el caso de la ingeniería estructural (13). Efectivamente tales llamadas de atención sobre otros valores no tan ortodoxos de la ingeniería vienen de los ingenieros de su generación: se toma prestada la idea de que no sólo la técnica, que es dominio; la construcción, que viene a englobar la economía y funcionalidad; si no la estética que es belleza y sensibilidad (11) se han de considerar en la ingeniería. "Un Ingeniero Imagina" de Peter Rice (1994) es un ejemplo acerca de la ingeniería creativa, trabajo colaborativo ingeniería-arquitectura e investigación.

Entre la ampliación de las categorías de la ingeniería se pueden apuntar otras, tales como las de Espectador-Experiencia-Emoción frente a las del llamado arte estructural (Eficiencia-Economía-Elegancia) (14) que circunscriben el trabajo al análisis del artefacto aislado, con categorías clásicas, de individualidad y autonomía que no definen la evolución del arte y la ingeniería actuales. Se han de definir nuevos ámbitos, que hagan significar a la obra (15).

En un intento de estructurar esta reflexión e identificar elementos de ayuda, cabe analizar los lenguajes de la gran ingeniería y del arte. Lo principal que vertebra este trabajo difiere de la percepción por algunos autores sobre los distintos lenguajes de las disciplinas (16, 14).

¿Ve acertado este planteamiento en cuanto al concepto del lenguaje?

Julio Martínez Calzón:

"En una primera aproximación es claro que el lenguaje visual es compartido; los sentidos, y la sensibilidad que los reúne, son el camino hacia la emoción en el sentido de la admiración, lo subyugante, lo sobrecogedor, etc. que provoca la experiencia estética de las obras de arte, de la ingeniería, de un avión actual de caza, de un teorema incluso. Pero cabe ir más allá y en este punto hablar de la intelectualidad de la experiencia y del concepto de dominio, que permite alcanzar y sobrepasar esa funcionalidad que fue origen de su existencia, para revelarse como posibilitadora de una realización artística, si se saben utilizar, siempre dentro de la economía que debe predominar en nuestros proyectos, los aspectos intrínsecos, en cierta manera misteriosos que impulsan el sentir artístico. Porque el elemento ingenieril, en su toma de forma, posee recursos sobrados para introducirse en el camino de la sensibilidad que conduce a lo artístico.

Correspondería esta transformación al empleo de otras componentes del lenguaje mucho más profundas. Es más, en muchas ocasiones cabría hablar de ``superobras´´ de arte, cuando sus dimensiones y dificultades las llevan a situarse en los confines de las posibilidades dimensionales y materiales que el campo gravitatorio terrestre y las propiedades intrínsecas de los materiales limitan".

Si existen distintos análisis acerca de considerar o no un lenguaje propio para las distintas manifestaciones, existe mayor consenso en no exigir que se sea un entendido para reconocer que distintos modos de conocimiento e imaginación, crean la cultura a la que pertenecemos (17). En el caso de la ingeniería subyace la idea de tener que aprender a ver la ingeniería (18). No obstante, al mismo tiempo que Manterola plantea tener que saber ver, se pregunta, por ejemplo, si la contemplación de puentes como el Golden Gate en San Francisco, impresiona con un `sentimiento que aplasta, in-

moviliza y maravilla´ solo a entendidos o se producen sentimientos tan sublimes en todas las personas. Tal respuesta tiene fácil respuesta en un simple análisis como valor cultural y turístico.

Parece acertado sensibilizar a la opinión pública de que lo profundo o significativo del hecho ingenieril se puede reconocer, que se ha de aprender por parte de la sociedad a valorar la ingeniería desde un punto de vista estético, e identificar lo que desde ese prisma es bueno o malo, al igual que la música o la pintura.

En todo caso, resulta apropiado recalcar que la intelectualidad, como contribución de la mente al objeto percibido de la ingeniería, en cuanto a su experiencia, no implica su conocimiento por parte del espectador. Ni se ha de lateralizar la intuición, que puede ser una forma más de búsqueda a una respuesta (19). La intelectualidad no es exclusivamente racionalidad, que en casos dificulta la explicación del trabajo creativo, lo explica bien Beuys (2007) en "como explicar arte a una liebre muerta: los muertos tienen una mayor capacidad de intuición que la mayoría de los humanos por su estúpida racionalidad" (Figura 1).

Se puede decir que el arte es el modo más universal del lenguaje. Cada cultura con su modo específico de relación liga sus partes entre sí y el arte, es una cuestión de comunicación y participación en los valores de la vida por medio de la imaginación (20).



Figura 1. Como explicar arte a una liebre muerta. Fuente: https://historia-arte.com/

La experiencia nace de la percepción y el lenguaje visual, que es universal, articula la comunión de los individualismos, trascendiendo el artefacto aislado, ya que el pensamiento no solo tiene una matriz biológica sino también una matriz cultural. Es esta democratización de la ingeniería, lo que la lleva a ser el perfecto ejemplo de lo que el pragmatismo entendía como objeto estético (21) y el por qué se cuestione entre los que defienden lo individual y la autonomía del arte con una visión reduccionista.

3. DIVISIÓN ENTRE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

Se ha de apuntar la actual polémica acerca de la estética entre ingenieros y arquitectos, que es heredera de lo acontecido a lo largo de la historia (22). Antes de la Revolución Industrial los arquitectos e ingenieros afrontaban a la par los aspectos técnicos y los estéticos de una obra pues no existía división drástica entre las competencias de ambos. La actividad intelectual era unitaria. ¿Cuál es su opinión al respecto?

Julio Martínez Calzón:

"Ciertamente, hay primero que señalar que no se hablaría propiamente de ingeniería hasta bien entrado el s. XVI-II, ya que previamente su función estaba absolutamente integrada en un conjunto, único e inseparable, denominado arquitectura. Una vez abierto y separado ese nuevo ámbito de la ingeniería, como sustentadora o esqueleto de la forma, la clave de su verdad, de su esencia podrían ser esos valores y formas significativos antes apuntados, propios y cabales de ese territorio resistente y funcional, los cuales se considera que debidamente manejados pueden, sin duda, en ocasiones devenir como elementos estéticos y artísticos, en el profundo sentido que se da a estos términos. Incluso algunas de las más preciadas formas significativas del hecho resistente, como son el arco o la cúpula, por ejemplo, fueron operadores radicalmente activos en la belleza y el arte arquitectónico; y cuando tales formas significativas se integraron ya en el ámbito ingenieril actual dieron lugar a sistemas, resistentes y formales inusitados, plenamente valorables como objetos artísticos, por sus cualidades formales, de dominio del medio, de esencialidad y rigor y tantas otras: las cúpulas geodésicas de Buckminster Fuller o los grandes arcos y celosías metálicas de muchos puentes, como el Firth of Forth, por ejemplo, lo certifican sobradamente.

Sin embargo, el propio devenir histórico cegó en gran medida a la sociedad frente a la ingeniería. Las que fueron obras propiamente ingenieriles como las láminas de hormigón armado, las gigantescas y singulares cubiertas de hormigón pretensado y de acero, fueron apropiadas y reivindicadas por los arquitectos, ocultando en un triste anonimato a los artífices de esas posibilidades, los ingenieros consultores de estructuras que les abrieron a esas potencialidades. Y aún considero que esa situación se mantiene en gran medida, de manera que la sociedad ignora a esos técnicos que, con dichas formas significativas, llenaron de posibilidades artísticas a los grandes edificios arquitectónicos".

Indudablemente la ingeniería es sustentadora o esqueleto de la forma, no solo material, sino ampliada en lo que se ha llamado forma significativa (23). De percepción intelectual además de sensible, es expresión externa de sus más auténticos valores que, si se dominan, desembocan innatamente en una obra hermosa, en una obra de arte.

A la materialidad de la obra se le suma la luz, el espacio. La clave de su verdad no necesita ornamentos de color o textura, sino que el propio dominio de las fuerzas gravitatorias hace trascender el concepto de forma puramente volumétrico. Es ejemplo de dominio de los territorios resistentes (Figura 2) el concepto de tensegrity (24), estado de autoequilibrio estable, formado por elementos que soportan compresión y elementos que soportan tracción (25).

El puente en la ingeniería fue uno de los primeros en ser reconocidos como obras de arte por la cultura general (26). Los parámetros de belleza eran fácilmente asociables a los construidos con piedra y madera, pero con la aparición del acero y el hormigón y el cambio las formas resistentes, junto con la separación de la arquitectura, también llegó el cambio de la percepción como obra de arte. Se veía al hierro como elemento a desempeñar funciones secundarias en la construcción y se consideraba la madera y la piedra como únicos materiales de las construcciones monumentales (27). En todo caso los ingenieros del siglo XIX, punteros de la praxis técnica, lo fueron a la vez del orden geométrico y visual. Si hay forma hay una percepción y una consecuencia estética independientemente de la escala (28).



Figura 2. "Her Secret is Patience" en Phoenix, Arizona. Fuente: Elaboración propia.

El siglo XX ha fomentado más y más la independencia o incluso el antagonismo de la ingeniería y la arquitectura, incluso defendiendo que ambas disciplinas no comportan los mismos ideales de diseño (29) aun con ejemplos de sinergia en los trabajos de ingenieros (15, 30), cuyas carreras han estado íntimamente ligadas a la de arquitectos.

Los ingenieros no pueden trasladar el problema estético a los arquitectos. El alejarnos del dominio, del significado profundo de las construcciones, no sólo destruye el medio ambiente si no que pueden enfermar a la gente y contribuir al odio a la tecnología (31). Esto se debe a que no nos gusta la estandarización, edificios a modo cajas una al lado de otra (Figura 3), pasos superiores en autopistas unos detrás de otros. Nuestro cerebro reacciona mediblemente a lo que nos rodea haciéndonos más o menos felices (32).



Figura 3. Repetición de edificios en Shanghái. Fuente: Elaboración propia.

La ingeniería ha de recorrer el camino de la arquitectura que, en los últimos tiempos, ha ido por delante en la protección, tanto del patrimonio, como de la profesión en cuanto al concepto de autoría. La ingeniería también es una disciplina que merece que se reconozca su autoría en la propia obra (33) y por elevación en la sociedad.

Cabría plantearse que si los valores culturales y de calidad técnica son comunes al artista, arquitecto e ingeniero, se deberían superar intereses gremialistas e integrar la formación académica para contribuir a la construcción de un entorno humano más completo (34).

4. DIFICULTADES DE LA OBRA DE INGENIERÍA COMO OBRA DE ARTE

¿Qué dificultades cree tiene la ingeniería para la apreciación de sus valores estéticos por parte de la sociedad y su consideración como obra de arte?

Julio Martínez Calzón:

"La gente, la sociedad, no ha percibido con precisión la ingeniería, el valor de la creación ingenieril. ¿Pero cómo no puede una persona sensible otorgar valor artístico al puente de Alcántara, por ejemplo? ¿Por qué al Panteón de Roma sí, y al puente de Alcántara no?

La ingeniería es el icono de algo importante que está debajo, que es no solo la piedra o el material, sino toda la proyección que supone su construcción y la función a cumplir, además de tener que superar un largo tiempo de uso; y ofreciendo una imagen formal potente, a veces inusitada y llena de matices, más o menos ocultos.

El hecho sociológico ha influido decisivamente en lo considerado artístico; pero estimo que la forma significativa puede ser el pivote que permita llevar a cabo la escalada hacia lo artístico por parte de la ingeniería.

Comparto tu reivindicación del concepto de arte en Grecia que es una de las cunas esenciales donde nació; aunque estamos llamando arte a algo que sus creadores entendieron como techné: técnica y artesanía de enorme dignidad, arte sí en nuestro lenguaje actual. Ese arte-técnica y la ciencia han sido herramientas de acción en el devenir de la ingeniería; de otra manera se hubiera quedado en la liana o en un tronco de un árbol tendido sobre una corriente.

El Arte como concepto emotivo, se basa en lo misterioso. ¿Cómo no va a ser, por tanto, un teorema un hecho artístico? Y la ingeniería, en lo que toma de la ciencia y lo transmuta en formas específicas a través del intelecto, se acerca a ese hecho artístico. Esa intelectualidad no significa que reniegue del arte. El arte posee un espectro muy amplio, y cabe analizar por ejemplo en ese proceso, la figura de Masaccio que, con la "intelectualidad" de su trabajo, lograría a través de su obra ``La Trinidad´´, trascender su artesanía y superar su techné de base para, sin duda, abrir la pintura al gran arte".

La primera dificultad que se identifica es el propio concepto de arte y se reivindica el concepto con el que nació en Grecia, aunque no existiera la palabra tal como hoy la usamos (35). Actualmente estamos llamando arte a algo que sus creadores entendieron como techné. El significado más amplio que Aristóteles conjugaba es en cierto modo el carácter racionalista o técnico con una dimensión del acto espontáneo que se puede decir abarcaba la astucia de la inteligencia (36). La ingeniería es techné en la anterior apreciación. De tales rasgos se ha ido alejando el arte y aproximándole a características que hoy no son identificadores de la obra de ingeniería.

Para un mayor acercamiento al problema, se identifican las dificultades de la ingeniería según la estética entorno a las seis ideas que Tatarkiewicz enumeró en 1976 (1):Arte, Belleza, Forma, Creatividad, Mimesis, Experiencia estética (Figura 4).

Historia de Seis Ideas Tatarkiewicz

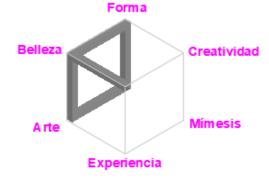


Figura 4. Esquema de la Historia de Seis Ideas de Tatarkiewicz. Fuente: Elaboración propia.

4.1. Arte: El propio concepto.

Se ordenan actualmente las artes de una forma poco exacta (37) y se entienden limitadas a las Bellas Artes. Lo artístico se adueña de lo estético con un discurso profundamente autónomo y especializado en torno a una comunidad reducida de críticos que fijan lo que se ha de considerar arte. Dicha comunidad no está conformada por ingenieros que son creadores de obras, no se cuenta con que sean parte de las competencias que se han de tener, desarrollar e implantar. Sin ser conside-

rada la ingeniería en la comunidad artística por los críticos, la sociedad comienza a valorar su potencial estético.

Tras la especialización profesional que vino con el desarrollo industrial, los valores estéticos se han asociado a la arquitectura (38). Ya entonces la ingeniería no estuvo representada en grupos como fue la Bauhaus (39), no se considera a la ingeniería dentro de los círculos que determinan lo que es merecedor de una categoría artística. Parece acertado acuñar como la definición más precisa de obra de arte la siguiente: una obra de arte es lo que los entendidos dicen que es una obra de arte (16).

El objeto de la ingeniería también está alejado del coleccionismo y el mercado del arte a lo largo de la historia (40), que es un indicio junto a la práctica de la copia de la moderna idea del arte (41) y de la defensa de su autonomía que encumbra la intervención artística de una grieta irregular en el suelo de un museo (Figura 5), a la categoría de expresión sublime de arte reivindicativo social (42).



Figura 5. "Shibboleth" de Doris Salcedo en el Tate Modern de Londres. Fuente: Jason Cobb www.revistatransas.com/

4.2. Belleza: la contradicción actual con la funcionalidad

Existen diferentes interpretaciones y disputas históricas entre objetivismo y subjetivismo. La gran teoría general, en tiempos antiguos, afirmaba que la belleza se basa en las proporciones de las partes, su ordenamiento y sus interrelaciones. Hacía referencia a la naturaleza funcional y cuantitativa, a su base metafísica, a su objetividad y a su alto valor (43). Se creía en la existencia de unas leyes universales, en unos cánones obligatorios y en unas perfectas proporciones que permitían definir como bello, objetivamente, lo arquitectónico o escultórico. No estaba restringida a las artes, sino que se vinculaba a la noción de medida y de orden en el cosmos y en la sociedad (44). Tal definición se asume cercana a la ingeniería de entonces más que hoy, cuando otros conceptos de belleza como la atracción, la sutileza, la sublimidad, etc. (45) parecen no ser, en primera instancia, tan identificables. Se encuentra una dificultad desde el triunfo de la belleza subjetiva en la que la ingeniería se aleja de lo bello en cuanto que aparentemente ya no es medible.

Cabe apuntar que lo que es objetivo y subjetivo está así mismo en continuo proceso. Se tiende a objetivar en un intento de dominar lo desconocido, o se arrastra al campo de lo subjetivo lo que en principio es difícilmente cuantificable, como lo bello o la felicidad del espectador que lo contempla; lo anterior es en último término completamente medible.

La belleza es un concepto general de difícil definición o medición. En el caso de la ingeniería, la exigida funcionalidad la alejó del concepto antiguo de bello asociado a aquello que era agraciado, sutil o funcional, prevaleciendo actualmente lo opuesto. Es decir, la inherente funcionalidad de la ingeniería impide la aproximación a las nociones kantianas de desinterés (46) reduciéndola a artesanía como en la Antigüedad sin tener en cuenta la dignidad de tal consideración.

La ingeniería encuentra dificultad en la reivindicación de la técnica en el sentido de la belleza y la necesidad de no tener que elegir entre la funcionalidad y la estética (47). Las categorías estéticas de la ingeniería encontraban, y siguen encontrando, oponentes: `En la fase actual de la cultura, el arte del ingeniero es denigrado como el gran enemigo y destructor de la belleza´ (27).

Se reconoce la belleza del land-art (Figura 6), manifestación artística que actúa directamente sobre el territorio y que se define como capacidad de acercarnos a la experiencia de recorrerlo y convertirnos en espectadores activos (48). Es obligado realizar un ejercicio de acercamiento complejo de inmersión para abordar una obra de land-art por lo que no parece alejarse de lo que requeriría una obra de ingeniería.



Figura 6. "Spiral Jetty" de Robert Smithson. Fuente: Foundation Dia Art www.diaart.org.

Objetivamente no se encuentra más diferencia entre dicha manifestación artística y una obra como la gran muralla China (Figura 7), que el carácter utilitario de la obra de ingeniería. Parece fácil reconocer la belleza efímera en la manifestación artística al quitarle utilidad, pero, la experiencia de su contemplación no dista de muchas obras lineales, en las que su única diferencia es cumplir además con el uso para el que fueron proyectadas.

Se ha de recurrir al concepto de dominio, repetidamente apuntado en este trabajo, para sobrepasar la tiranía de la funcionalidad y al que recurren distintos autores con distintas aproximaciones como `verdad estructural´ (49). Se asocia la belleza a las obras en las que sus formas son producto de una búsqueda rigurosa de valores auténticos de resistencia, eficiencia y economía (50), incluso de durabilidad.

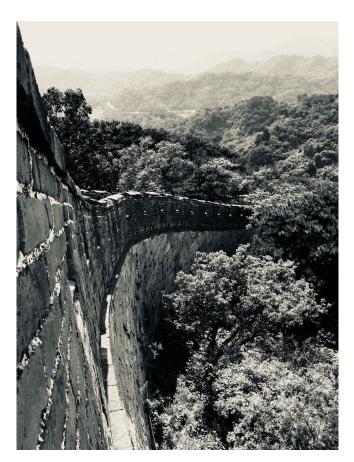


Figura 7. Muralla China. Fuente: Elaboración propia.

Lo anterior supone rechazar cualquier envoltorio, cualquier elemento de belleza superflua, no acompasada a la realidad ingenieril.

4.3. Forma: ¿el corsé de la técnica?

Pudiera parecer que en la ingeniería su marcada tecnicidad, así como su dependencia de materiales, la aleja de la libertad de la creación de nuevas formas y la lleva a la tiranía de las formas estructurales, que en su parte negativa han llevado a la repetición y monotonía.

Históricamente la ingeniería se ha ceñido a lo canónicamente avalado por la técnica del momento, que a su vez se correlaciona con la ciencia, sustentada en la objetividad. En las leyes propias de funcionamiento, que incorporan cierto carácter subjetivo han encontrado innovadores la trascendencia de los conceptos estructurales (51), apostando por geometrías más libres sin abandonar la rigurosidad del conocimiento y el dominio de la técnica.

El concepto de forma también resulta ambiguo y la historia de la estética revela al menos cinco atributos diferentes: La disposición de las partes, lo que va directamente a los sentidos, el límite o contorno de un objeto, la esencia conceptual de un objeto y la contribución de la mente al objeto percibido (52).

La tecnología es, al mismo tiempo, complemento indispensable para el avance y dificultad en la dignificación de la profesión de ingeniero respecto a lo que fue en épocas no tan lejanas. Su cada vez más dependiente relación deja en manos de un programa el esqueleto que dará la forma.

No obstante, dicha tecnología ha posibilitado el avance en nuevas geometrías al tener mayor control de los mecanismos resistentes. No se ha de confundir la libertad en las formas con la búsqueda del envoltorio, vendible por razones de marketing que sobredimensionan y se alejan del dominio, de la techné, de la ética de la ingeniería.

Lo anterior resolverá la dificultad que encuentran muchas obras de ingeniería que o bien fuerzan su respuesta a la solución estrictamente canónica desde lo funcional, pero olvidado su necesidad de significación, o se alejan del rigor de la técnica en la búsqueda de la originalidad (53).

4.4. Creatividad: se ahoga en la tiranía de la economía

En el siglo XX el concepto de creatividad se amplía desde sus primeros destellos en la antigüedad (54) y empieza a no vincularse exclusivamente con los artistas, sino con el sentido de que el creador no se limite a imitar o repetir (1).

Sin duda otras consideraciones, como las económicas o políticas, que envuelven toda obra de ingeniería desde el proyecto a la construcción, condicionan la libertad de creación. La premisa del tiempo, la tiranía de los presupuestos y su dependencia de terceros, bien gubernamental o sectores privados, dificultan la creatividad.

El concepto de tiempo también se ha de llevar a los periodos de formación que permitan una educación profunda y supere la involución de los nuevos planes educativos. La esperanza de vida no hace comparable el tiempo académico con la vida profesional. No obstante, la etapa actual del desarrollo humano en términos de tiempo debido a la virtualidad, a la simultaneidad, el acceso a los datos y el estudio de la complejidad (55) puede también favorecer la creatividad desde otra perspectiva.

Se encuentra dificultad en conjugar la creatividad con la tecnicidad y la parte ética, que a su vez son motores si se engarzan convenientemente. Los parámetros de originalidad, en la búsqueda de lo creativo, se oponen a los sobrecostes que en muchos casos se derivan del pretendido culto a lo bello, apuntado anteriormente y no justificado desde un prisma ético. Colaborar, con la máxima creatividad, en la integración física y social de una obra es obligado por lo imperativo del hecho termodinámico (56) de consumo mínimo de energía y la necesidad de la durabilidad de lo construido.

El desarrollo tecnológico puede alimentar la creatividad, que se aviva en entornos de trabajo colaborativo como la metodología BIM. Así mismo ha ayudado a la apreciación estética de las grandes obras de ingeniería ya que podemos observarlas en su total dimensión estética, al igual que una obra de landart, desde la perspectiva alejada de un avión, por ejemplo. Por tanto la obra de ingeniería genera otras alternativas de su uso y oportunidades de interacción con el medio, con la sociedad, que en sí mismos son impulsores de creatividad.

4.5. Mímesis: relación entre arte, naturaleza y realidad

La mímesis o imitación ha evolucionado históricamente, al igual que el resto de los conceptos estéticos. Se asoció al arte como copia de la realidad (35) durante veinte siglos hasta el surgimiento de las llamadas Vanguardias Históricas a prin-

cipios del siglo XX. Entonces se rompió con lo considerado arte como destreza, techné o dominio del conocimiento de las normas y la capacidad para aplicarlas, aunque también se asociaba a la idea de descubrir (57).

Entre lo extenso del concepto de mímesis, en este trabajo se define como relación de la naturaleza con las obras humanas y la aproximación e interpretación de la realidad que crea el conjunto (Figura 8). En este sentido, la ingeniería, como la mímesis en arte, tuvo un papel importante en la relación entre arte, naturaleza y realidad. La obra civil fue signo de identidad y resultaba singular en un entorno dominado por la naturaleza, sin embargo, hoy en día la multiplicación de infraestructuras, soluciones tipo y pérdida de singularidad dificulta el intento de asociar la ingeniería a una experiencia estética.

Así mismo, sobrevuela sobre la profesión el compromiso existencial con la sostenibilidad en la relación ingeniería-arte-naturaleza. La mímesis en ingeniería es imperativa por la cuestión de sostenibilidad medioambiental y social que vertebra la quinta revolución industrial que se avecina (58).



Figura 8. Terrazas en Indonesia mimetizadas con la montaña. Fuente: Elaboración propia.

4.6. Experiencia estética: el concepto de lugar.

Todas estas dificultades asociadas a la ingeniería, complican la aproximación a la llamada experiencia estética, de la que se pueden distinguir tres clases: la experiencia elemental derivada de la contemplación de objetos concretos, la literaria en la que interviene el intelecto y la poética que es emocional e imaginativa (43).

Los procesos de la ingeniería tradicional dificultan que la obra de ingeniería pueda ser disfrutada como experiencia estética, en tanto y cuanto da por finalizada la creación en la consideración de integración en el entorno, en el sentido de integración en la naturaleza, en el espacio físico. En contadas ocasiones se atiende a una demanda social, cultural, o se tiene en cuenta su trascendencia en la comunidad como generadora de una experiencia que permita hablar de un lugar.

5. LA EXPERIENCIA DEL LUGAR

¿Considera que la ductilidad del concepto de lugar para trascender a la rigidez de los criterios ortodoxos de integración en el entorno de la obra pública es lo que la eleva a la consideración de obra de arte?

Julio Martínez Calzón:

"La ingeniería con la naturaleza genera una nueva entidad; no sé cuál es el significado de integrar un hecho artificial, en este caso ingenieril, en un ámbito natural, más allá del mero situarse espacialmente en ese lugar de la naturaleza. A mi entender la idea, en cambio, es generar que entre ambos entes: objeto y naturaleza, se pueda generar un nuevo lugar, con una nueva y propia expresividad, fruto de una especial correspondencia. Una vez situada la obra -- que no integrada -- en el ámbito fisico natural, entonces se podría hablar de una "colaboración"; y es en la percepción de esa colaboración o correlación por la sociedad, donde surgen significados profundos. Todos los factores positivos de belleza si se consigue trascender el proceso, posibilitan la consideración de obra de arte. Hacer que lo que aquello signifique tenga un peso nuevo y superior".

Las dificultades identificadas antes, dan respuesta al por qué de no considerar la obra de ingeniería como una obra de arte. En el concepto de Lugar puede encontrarse la oportunidad para tal aceptación por parte de la sociedad. En la dinámica de la comunicación con la naturaleza, en el sentido de experiencias en plural, de distintas posibilidades de colaboración más que de integración, se encontraría la clave para la trascendencia buscada. La solución a crear es el lugar, materia de la experiencia estética, generador de los discursos entre las creaciones del hombre y la naturaleza, la cultura.

Se ha de apuntalar el enfoque de la dimensión territorial de la obra civil que trascienda al elemento aislado (59). La obra de ingeniería no se ha de tomar aisladamente, sino dentro de un conjunto de relaciones naturales y sociales que trascienden su unidad concreta (60).

Es por tanto el lugar un concepto elevado, igual que habitar trasciende el concepto de alojar. Al lugar, igual que al habitar, llegamos por medio del construir, éste tiene al primero como meta (61). El construir nos permite instalar lugares y devolver a la sociedad en forma de cultura lo que hemos tomado del entorno físico (10). Se considera un deber público de la ingeniería crear un ambiente estético y misión del ingeniero construir bellamente.

Siguiendo el hilo de conceptos estructurales, algunos autores abogan por definir el arte como resistencia a cualquier fenómeno de homogeneización, o globalización (62).

¿Comparte esta misma definición que nos lleva a pensar la Ingeniería como resistencia en un sentido de experiencia, de democratización más allá de las fuerzas y leyes físicas que la gobiernan y que la equipararían al arte en su función de trascendencia social?

Julio Martínez Calzón:

"Cuando la ingeniería cumple plenamente la acción para la que fue concebida es cuando crea un significado, y en base a su dimensión e intensidad puede llegar a lograr la admiración. La ingeniería grande tiene la posibilidad de capturar la atención radical de los que la contemplan, y esa posición contemplativa tiene mucho de sentido o sensibilidad de carácter artístico.

Comparto la democratización de la obra de arte de la ingeniería más casi que la de la arquitectura. Todo lo que tiene techné, técnica y dignidad formal puede elevarse a la categoría de obra de arte, si se saben concitar los registros necesarios.

Por el contrario, la arquitectura en sus grandes obras ha de emplear ancilarmente a la ingeniería. Actitud que ciertamente realizó durante todo el periodo ya señalado en el que ambas actividades eran una sola en todas sus realizaciones".

La experiencia en la obra de ingeniería se vincula con el paisaje no sólo de manera estática en cuanto a contemplación, si no a la parte dinámica de la experiencia en cuanto a la emoción del recorrido de un trazado escarpado, por ejemplo (Figura 9); y también con las relaciones sociales que genera, los procesos colectivos y compartidos del espacio público, que son, en sí mismo, experiencia.



Figura 9. Carretera en EEUU. Fuente: Elaboración propia.

Si el arte se relega al museo, la ingeniería es verdadero exponente de la esperada democratización del arte, por estar en sí misma alejada del envoltorio de la exposición, sino cerca de todos. Cabe entonces aproximarse activamente y entender la ingeniería y la obra como verbos, en el sentido de arrojar al espectador a obrar y vivir la interacción con el entorno. Analizado el arte como experiencia (20) permite hacer de la ingeniería obra de arte en tanto en cuanto los componentes socio-culturales la hacen trascender y la convierten en lugar.

6. CONCLUSIONES

Se han determinado y analizado las dificultades que encuentra la ingeniería para su aceptación como manifestación artística. Desde la falta de identificación de la profesión con el concepto de arte, hasta la artificiosa dualidad belleza vs. funcionalidad, pasando por asumir esa dualidad en la formación y ejecución profesionales, sintiendo más ingenieril tomar partido por la funcionalidad o la economía que despoja a la profesión de la creatividad y de los valores estéticos.

Una gran dificultad ha sido olvidar que es el dominio: de la técnica, de la forma ..., de las fuerzas gravitatorias, lo que permite al ingeniero no solo alcanzar, sino superar, la funcionalidad exigida, la economía, ofreciendo la creación de una obra que bien puede ser llamada obra de arte. Del hecho de proyectar sobre lo exterior el dominio de la técnica que conlleva intrínsecamente ética y estética, se generará el lugar.

La experiencia del lugar, lejos de ser una dificultad, es una gran oportunidad para que la ingeniería se reencuentre con la sociedad, de volver a reunirse con ella, generando juntos una creación singular. Creación que necesita un nuevo dominio, más conocimiento, más amplitud, y que trasciende con mucho a la obra de ingeniería tal y como es entendida actualmente, que la acerca a lo que la sociedad de hoy puede sentir como obra de arte. Recorrer este camino dará lugar a una nueva investigación sobre la ingeniería.

7. REFERENCIAS

- (1) Tatarkiewicz, W. (2001). Historia de seis ideas Arte, belleza, forma, creatividad, mímesis, experiencia estética. Tecnos.
- (2) Corminas, J. (1987). Breve diccionario etimológico de la lengua castellana. Editorial Gredos.
- (3) Fernández-Casado, C. (1976). Estética de las artes del ingeniero. Real Academia de Bellas Artes de San Fernando.
- (4) Fernández-Ordóñez, J. A. (1990). El pensamiento estético de los ingenieros . Funcionalidad y belleza. Real Academia de Bellas Artes de San Fernando.
- (5) Nicolás-Gómez, D. (1994). Ingeniería y Arte: Vivir los tipos estructurales. Revista de Obras Públicas, 3337, 55-65.
- (6) Bertomeu-Blay, X. (1984). El factor del diseño ingenieril en la evolución cultural del proceso actual. *Revista de Obras Públicas*, 3223, 185–189.
- (7) Cardellach, F., & Ruiz, J. C. (1970). Filosofía de las estructuras. Editores Técnicos Asociados.
- (8) Lynch, K. (1960). The Image of the City. The M.I.T Press.
- (9) Holgate, A. (1986). The art in structural design: an introduction and sourcebook. Oxford University Press, USA.
- (10) Holgate, A. (1995). The Art of Structural Engineering The Work of Jorg Schlaich and His Team. Edition Axel Menge.
- (11) Martínez-Calzón, J. (2006). Puentes, estructuras, actitudes. Turner.
- (12) Martínez-Calzón, J. (2017). La pintura del s.XIX. Ediciones Fernando Villaverde.
- (13) Addis, B. (1994). The Art of the Structural Engineer. Artemis.
- (14) Billington, David P. (1983). The Tower and The Bridge. Basic Books, Inc., Publishers.
- (15) Martínez-Calzón, J. (2007). Arquitectura e Ingeniería: una reflexión comprometida. Ingeniería y Territorio, 78, 6–13.
- (16) Manterola, J. (2010). La obra de ingeniería como obra de arte. Fundación Arquitectura y Sociedad Laetoli.
- (17) Manterola, J. (2007). Relación entre la estructura resistente y la forma. Notas en torno a la valoración estética de los puentes. Discurso de recepción en la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando. *Revista de Obras Publicas*, 3476, 23–40.
- (18) Manterola, J., & Aguiló, M. (2009). Saber ver la ingeniería. Revista de Obras Públicas, 3497, 7–28.

- (19) Laiglesia, J. F. de, Loeck, J., & Martín, R. C. (Eds.). (2010). La Cultura Transversal. Colaboraciones entre arte, ciencia y tecnología. Universidad de Vigo.
- (20) Dewey, J. (1980). Art as experience. Perigee.
- (21) Hickman, L. A. (2007). Pragmatism as postmodernism: Lessons from John Dewey. Fordham University Press.
- (22) Bonet, A., Lorenzo, S., & Miranda, F. (1985). *La polémica ingenieros-arquitectos en España. S. XIX*. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.
- (23) Martínez-Calzón, J. (2008). Las formas de la cultura. Ingeniería-(es) cultura. Ingeniería y Territorio, 81, 20-29.
- (24) Buckminster Fuller, R. (1969). Operating Manual for Spaceship Earth. Southern Illinois University Press.
- (25) Snelson, K. (2012). The art of tensegrity. *International Journal of Space Structures*, 27, 71–80.
- (26) Leonhardt, F. (1982). Bridges, Brücken.
- (27) Joseph August Lux. (1910). Ingenieur-Aesthetik. Verlag von Gustav Lammers.
- (28) Arnau Amo, J.& Songel González, J.M (2010). La Estética en la Ingeniería: ¿materia pertinente o impertinente? *Revista de Obras Públicas*, 3.510, 31-44.
- (29) Teaching ethics in engineering education through historical analysis. Science and Engineering Ethics, 12, 205-222.
- (30) Rice, P. (2009). Un ingeniero imagina. Cinter Divulgación Científica.
- (31) Schlaich, J. (1991). The computer between science and practice in structural engineering. Structural Engineering International, 35–37.
- (32) Sagmeister, S., & Walsh, J. (2018). Beauty. Phaidon Press Limited.
- (33) Bühler, D. (2016). Monuments of civil engineering and the world heritage list. *Proceedings of the ICE Engineering History and Heritage*, 169, 181–194.
- (34) Arenas, J. J. (1999). Ingeniería civil y cultura. Un compromiso obligado. Ingeniería Civil, 116, 59-62.
- (35) Havelock, E. A. (1963). Preface to plato. Harvard University Press.
- (36) Detienne, M., & Vernant, J. P. (2009). Les ruses de l'intelligence. La mètis des Grecs. Flammarion.
- (37) Shiner, L. (2004). La invención del arte. Una historia cultural. Paidós.
- (38) Crespo, D. (2019). Literatura e ingeniería civil en la España del renacimiento a la ilustración. Sueño e ingenio. Libros de ingeniería civil en España: del Renacimiento a las Luces (pp. 21–113). Biblioteca Nacional de España-Fundación Juanelo Turriano.
- (39) Carra, A. (2009). Algunas objeciones a Bauhaus. *Paperback*, 6, 1–11.
- (40) Alsop, J. (1982). The rare art traditions: the history of art collecting and its linked phenomena wherever the hope appeared. Princeton University Press-Harper & Row.
- (41) Grombrich, E. H. (1987). Reflections on the history of art: views and reviews. Univ of California Press.
- (42) Speranza, G. (2012). Atlas portátil de América Latina. Arte y ficciones errantes. Anagrama.
- (43) Tatarkiewicz, W. (1974). History of aesthetics. Modern Aesthetics (Vol. 3). Polish Scientific Publishers.
- (44) Pollitt, J. J. (1974). The ancient view of Greek art: criticism, history, and terminology. Yale University Press.
- (45) Bozal, V. (1996). Historia de las ideas estéticas y de las teorías estéticas contemporáneas. Visor.
- (46) Kant, I. (2014). Crítica del juicio. Editorial Minimal.
- (47) Arenas, J. J. (1995). El Arte y la estética en el diseño de puentes. Revista de Obras Públicas, 3344, 27–34.
- (48) Raquejo, T. (1998). Land Art. Editorial Nerea.
- (49) Arenas, J. J. (1990). El sentido del diseño en ingeniería. Revista de Obras Públicas, 3294, 11-17.
- (50) Billington, D. P. (2003). The art of structural design. A Swiss legacy (pp. 431-433). Yale University Press.
- (51) Torroja, E. (2010). Razón y Ser de los tipos estructurales. Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- (52) Tatarkiewicz, W. (1970b). History of aesthetics. Medieval Aesthetics (Vol. 2). Polish Scientific Publishers.
- (53) Pérez, J., & Delgado, E. (2018). Vivir tantas vidas como realidades. Entrevista con Julio Martínez Calzón. 11, 54-77.
- (54) Barasch, M., & Salcedo, F. (1991). Teorías del arte de Platón a Winckelmann. Alianza Editorial.
- (55) Smith, T. E., Roland, C. C., Havens, M. D., & Hoyt, J. A. (1992). The theory and practice of challenge education. Kendall/Hunt Publishing Co.
- (56) European Commission. (2020). COM(2020) 662 final. A Renovation Wave for Europe greening our buildings, creative jobs, improving lives (p. 27).
- (57) Tatarkiewicz, W. (1970a). History of aesthetics. Ancient Aesthetics (Vol. 1). Polish Scientific Publishers.
- (58) European Commission, Industry 5.o. Towards a sustainable, human-centric and resilient European industry, 2021. https://doi.org/10.2777/308407.
- (59) Soria y Puig, A. (1997). Una visión territorial del patrimonio de las obras públicas. La red peninsular de parques lineales históricos. *OP Obra Pública*, *40*, 28–37.
- (60) Fernández-Ordóñez, J. A. (1995). Obras Públicas y monumentos. Revista de Obras Públicas, 3347, 7-13.
- (61) Heidegger, M. (1971). Building, Dwelling, Thinking. Poetry, Language, Thought, 154, 1-26.
- (62) Bishop, C. (2012). Artificial Hells. Verso.