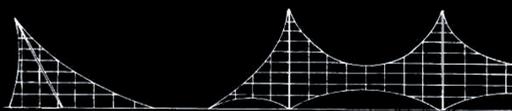


**DE GOETHE A FREI OTTO**  
**UN ITINERARIO ROMÁNTICO EN BUSCA DE LAS FORMAS DE LA VIDA**  
**Y SUS FUERZAS GENERADORAS EN LA NATURALEZA Y EN LA TÉCNICA**

**Juan María Songel**





**DE GOETHE A FREI OTTO:  
UN ITINERARIO ROMÁNTICO EN BUSCA DE LAS FORMAS DE LA VIDA  
Y SUS FUERZAS GENERADORAS EN LA NATURALEZA Y EN LA TÉCNICA**  
Juan María Songel

**El Romanticismo y lo romántico**

Al plantearnos revisar el Romanticismo para rastrear ingredientes que puedan tener vigencia y utilidad para la práctica de la arquitectura en el siglo XXI, nos encontramos con la necesidad de desprender el *ismo* de la etiqueta, con la que habitualmente se pretende identificar movimientos y obras para empaquetarlos y dejarlos listos para ser archivados en un estante de la historia. Por el contrario, si consideramos la historia como un proceso en construcción y revisión permanente, como un corpus de miradas creativas e indagadoras que, en cada generación y en función de sus intereses y motivaciones propios, ponen en valor y cambian la percepción del patrimonio material e intelectual, podremos ir detectando actitudes vitales o modos de hacer, que caracterizan diferentes aspectos o manifestaciones de la naturaleza humana, y que tienen por tanto una vitalidad y una validez permanente.

Más que rastrear vestigios del Romanticismo, indagaremos, pues, en lo romántico como actitud vital, como modo de ser, como modo de estar en el mundo y de relacionarse con el entorno físico y humano, como algo que, en definitiva, forma parte de la naturaleza humana, y que, por lo tanto, no puede perder nunca su interés y su actualidad. *“Lo romántico - afirma Rüdiger Safranski<sup>1</sup> - es una actitud del espíritu que no se circunscribe a una época. Ciertamente halló su perfecta expresión en el periodo del Romanticismo, pero no se limita a él. Lo romántico sigue existiendo hoy en día”*.

¿Qué caracterizaría esa actitud del espíritu que denominaríamos como lo romántico? La mejor definición de lo romántico - según el propio Safranski<sup>2</sup> - sigue siendo la de Novalis: *“En cuanto doy alto sentido a lo ordinario, a lo conocido dignidad de desconocido y apariencia infinita a lo finito, con todo ello romantizo (Ich romantisiere)”*.

Se trata, pues, de una actitud de búsqueda, que ama las sorpresas, dispuesta a descubrir lo insólito y lo desconocido en lo cotidiano, lo extraordinario en lo ordinario, dispuesta a formular nuevas preguntas y abrir nuevas vías con los fenómenos naturales más comunes. La necesidad de indagar en lo infinito, en el misterio de la vida, del mundo y de lo divino, forma parte de la naturaleza del hombre, y la actitud romántica le abre los ojos al espíritu para trascender lo ordinario, y descubrir esas realidades superiores a través de lo cotidiano y lo inmediato.

Una actitud romántica nos permite ver en un fenómeno tan común, como es la formación de burbujas o películas de jabón, otras realidades o conceptos que lo trascienden, como, por ejemplo, un proceso físico de autogeneración de la forma, o una superficie mínima, o una estructura ligera, sin apenas espesor, capaz de cubrir un espacio trabajando únicamente a tracción, sin problemas de pandeo.

Lo romántico es una actitud vitalista, que centra su atención en la vida y en las fuerzas que actúan en ella. La experiencia y el trabajo de Frei Otto son un fiel exponente de esta actitud vital. Pero esta actitud no puede quedar encerrada en la etiqueta de un *ismo*, no puede quedar limitada a la aportación de una sola persona, no es un fenómeno aislado que quede explicado con la trayectoria de un único personaje. Por el contrario, forma parte de una tradición que se remonta en el tiempo y cuya presencia se detecta en el pensamiento y la obra de otros muchos personajes.

En este trabajo planteamos un itinerario en el que nos proponemos rastrear, a lo largo de un amplio espectro temporal, disciplinar y humano, diferentes manifestaciones de esta actitud romántica. Se trata de un itinerario personal, con una selección propia de personas y momentos históricos, muy probablemente atípica e inusual en las categorías y en los catálogos habituales del Romanticismo. En este itinerario pretendemos presentar y explicar a Frei Otto a través de Goethe, Froebel, Albers o Klee, todos ellos partícipes de una misma actitud vital, que denominaremos romántica, al tiempo que aspiramos a mostrar la vigencia de sus aportaciones, con la experiencia del propio Frei Otto.

El hilo conductor de ese recorrido es esa actitud romántica de búsqueda de las formas de la vida. ¿Qué formas adopta la vida en sus diversos ámbitos y manifestaciones? ¿Cuáles son sus procesos de generación? ¿Por qué esas formas y no otras? La vida y sus formas, y las formas como expresión de vida. Las formas de la vida y la vida de las formas. Dos cuestiones que tocan de lleno el corazón de lo romántico, un corazón repleto de vitalidad y ansioso por desvelar esas formas en las que se manifiesta la vida y las fuerzas que actúan y las generan. La relación entre vida y forma entraña necesariamente plantearse la relación entre forma y fuerza. ¿Cuáles son las fuerzas y los procesos generadores de las formas de la vida?

## Goethe y la ciencia de la morfología como ciencia multidisciplinar

Todas estas cuestiones están presentes en la experiencia de Goethe, gran humanista y hombre universal, atento observador de la naturaleza, con un sentido de la forma y una sensibilidad estética sólidamente educados. Él sintió la profunda necesidad de conocer la naturaleza y de indagar en ella las leyes de la forma (*Gestalt*), de las formaciones y transformaciones (*Bildungen und Umbildungen*) de los objetos animados e inanimados, con un enfoque globalizador y multidisciplinar, abarcando muy distintos campos como la botánica, la zoología, la anatomía, la mineralogía, la geología o la meteorología. En todos estos campos dejó constancia de sus observaciones, transmitidas en sus escritos sobre las ciencias naturales.

Los conceptos desarrollados en esas observaciones fueron aplicados también al ámbito de la creación humana, al arte y la arquitectura, intentando desentrañar en todos estos campos, como principio común, las leyes del crecimiento y de la génesis de la forma. La forma y sus procesos de generación se presentan, pues, como denominador común y como expresión de vitalidad en todos los ámbitos de la vida. Él expresó<sup>3</sup> la necesidad de dar impulso a una nueva ciencia, que él denominó *morfología*, a modo de una teoría de la forma comparada, que adoptara la forma como principio común unificador y objeto central de su atención tanto en los seres de la naturaleza como en el arte y la ciencia.

Este apremio por desentrañar las leyes de las formas adoptó una expresión poética en sendos poemas de Goethe, de los que transcribimos un fragmento de cada uno a continuación:

*“Semejantes las formas, no son jamás iguales,  
y así denuncian todas alguna ley secreta,  
algún sacro misterio. ¡Oh, amada!, yo quisiera,  
poderte descifrar al punto tal enigma.”*

Goethe, J. W.: *La metamorfosis de las plantas*<sup>4</sup>

*“Según eternas leyes son formados [los seres]  
y aun la forma más rara el arquetipo reproduce en secreto. [...]   
Del animal también la forma misma  
su género de vida determina,  
y éste a su vez sobre la forma influye.  
Manifiéstase así sólido el orden  
que la creación preside y que propende  
al cambio y variedad, poniendo en juego  
fuerzas que obran con acción extrínseca.  
Empero, en lo interior reside siempre  
de los seres más nobles la energía,  
moviéndose en el círculo sagrado  
de la viviente plasmación, hermético.”*

Goethe, J. W.: *La metamorfosis de los animales*<sup>5</sup>

Toda forma implica para Goethe una fuerza, y así, en todos los ámbitos de la vida, Goethe intenta indagar la presencia y la cualidad de las fuerzas que hay detrás de las formas. Hay dos conceptos que surgen y entroncan con este ideal romántico de explorar esta relación entre forma y fuerza: por un lado el concepto de *Empfindung* o empatía, que centra su atención en el modo como percibimos las tensiones y las fuerzas que recorren los objetos, y, por otro lado, la idea orgánica, según la cual, la forma externa de la obra de arte, al igual que la de las plantas y los animales, debería ser fruto de una fuerza o esencia interior, en lugar de venir impuesta mecánicamente desde el exterior. La idea de germen, crecimiento y desarrollo orgánico, se contrapone a la idea de composición como yuxtaposición de partes.

Goethe expresaba en sus conversaciones con Eckermann su aversión a la palabra *composición*, aplicada tanto a la naturaleza como a la creación artística: “*Yo puedo* - decía él<sup>6</sup> - *juntar las distintas partes de una máquina formada de piezas y hablar en tal caso de composición; pero no cuando se trata de cada una de las partes de un todo orgánico,*

*las cuales se forman por un proceso vital y están impregnadas por un alma común*". Para Goethe<sup>7</sup> el proceso de producción de la obra de arte no va de las partes al todo ni del exterior al interior, sino desde el interior al exterior y del todo a las partes; lo que implica la existencia del todo desde el comienzo, aunque en forma embrionaria, y el crecimiento de cada una de las partes conjuntamente con las otras, siendo lo externo la manifestación de su vitalidad interior.

Hay en esta concepción un paralelismo evidente entre la creación artística y los procesos naturales, considerando el arte profundamente enraizado en la naturaleza, de donde saca su propia fecundidad. Para Goethe<sup>8</sup> el arte actúa como la naturaleza, por eso justamente no la imita, sino que la prolonga, creando una nueva realidad que vive por sí misma y según sus propias leyes, una nueva realidad puramente artística. El objetivo principal del arte no sería pues la representación de la realidad natural, sino la instauración de una realidad nueva e independiente.

¿Qué vigencia tiene hoy la aportación de Goethe y en qué medida se anticipa y vincula con la aportación de Frei Otto?. Como decíamos, no se trata de identificar una pose o estilo común, al que podamos asignarle una etiqueta, como el organicismo, dejándolo así despachado y enterrado en la historia. Se trata más bien de reconocer una actitud vital, enraizada en la naturaleza humana y acorde con las leyes de la vida y del medio en el que ésta se desenvuelve, y, por lo tanto, con una vigencia permanente.

Lo orgánico, como rasgo característico de lo romántico, no es un estilo, sino un principio creativo universal, un principio biológico, morfológico y estructural, que implica la actitud de observar, analizar y relacionar los procesos de generación de la forma en la naturaleza, en las artes y en las ciencias, en las distintas manifestaciones de la vida. Es un principio que centra su atención en los procesos, más que en las apariencias. No se pretende buscar analogías formales, sino establecer relaciones en los procesos que conducen a la forma, de considerar lo formado como lo devenido, la forma como resultado de un proceso.

La observación de la naturaleza, la capacidad de cuestionarse la forma y sorprenderse por los seres y objetos que nos rodean y configuran nuestro entorno cotidiano, intentando desentrañar la lógica interna de su forma y buscando principios comunes, desde una visión unitaria y globalizadora de los distintos ámbitos de la vida, es una aportación de Goethe que encontramos de nuevo en Frei Otto, como rasgo característico de su experiencia y de su trabajo, y que mantiene todavía hoy su vigencia para la nueva práctica de la arquitectura en el siglo XXI.

Los estudios y observaciones realizados en diferentes campos del saber, rompiendo los prejuicios de las fronteras disciplinares, constituyen otra aportación de Goethe, que reconocemos también en el planteamiento decididamente interdisciplinar de las investigaciones de Frei Otto, buscando siempre establecer relaciones en los procesos de generación de la forma de la naturaleza y de la técnica, y que sería enormemente enriquecedor en la arquitectura del siglo XXI.

Por otro lado, la relación entre forma y fuerza, otra de las cuestiones que han caracterizado la aportación de Goethe, ha sido también objeto permanente de atención en el trabajo de Frei Otto, dando lugar a innumerables estudios y mediciones, y es todavía hoy cuestión de indudable interés y actualidad.

### **Froebel y la pedagogía que centra el aprendizaje en la experimentación y la observación de las formas y los fenómenos naturales**

Nuestra próxima etapa en este itinerario romántico nos lleva al campo de la educación. Educar significa ayudar a extraer y desarrollar lo que uno lleva dentro, ese germen que todos hemos recibido, y que está constituido por un conjunto de aptitudes y cualidades que hay que hacer fructificar. Esta idea de crecimiento y desarrollo a partir de un germen interior - consustancial con el concepto de educar - no podía quedar desvinculada de lo romántico ni de lo orgánico.

Nos vamos a detener brevemente ahora en la figura de un pedagogo alemán, cuyo nombre es sobradamente conocido en el ámbito de la arquitectura, sobre todo por su famosa vinculación con Frank Lloyd Wright. Nos referimos - como ya se habrá intuido - a Friedrich Froebel. La significación de su aportación para nuestro itinerario radica en su visión de una nueva educación caracterizada por la importancia dada a la actividad práctica, centrando el aprendizaje en la experimentación y la observación de las formas y los fenómenos naturales, y también por el paralelismo planteado entre el desarrollo mental y el crecimiento de los organismos naturales. Para él la educación debía producirse como un crecimiento dirigido desde dentro hacia afuera. Cualquier forma de educación que implicara embutir conocimientos ya formados de fuera hacia dentro era para él aberrante, pues iba totalmente en contra de esa idea clave de un sistema que ayudase a cultivar el crecimiento interior.

La unidad en la diversidad y la interconexión entre ámbitos fueron dos principios fundamentales de su filosofía y su pedagogía.<sup>9</sup> Su experiencia en el campo de la cristalografía, como asistente del profesor Christian Samuel Weiss, uno de los pioneros de la cristalografía moderna, en el Museo de Mineralogía de Berlín, tuvo una influencia

decisiva en sus planteamientos educativos y en su visión de la forma y de los procesos evolutivos. Esta experiencia le permitió, por un lado, reconocer en los cristales su forma geométrica como manifestación externa de la estructura interna de partículas ordenadas en redes tridimensionales, y, como consecuencia, la posibilidad de “*ver el interior a través del exterior, y percibir que lo exterior procede de la esencia de lo interior*”.<sup>10</sup> Por otro lado, Froebel también percibió en el proceso evolutivo de los cristales una “*sorprendente concordancia con el desarrollo de la mente y el corazón humanos*”,<sup>11</sup> de modo que “*la naturaleza y el hombre, a través de sus diversas fases de desarrollo, parecían explicarse mutuamente*”.<sup>12</sup>

La observación de la forma de los cristales y la percepción de la coherencia entre su forma externa y su estructura interna, propició también la reflexión acerca de la relación entre forma y fuerza, uno de los hilos conductores de nuestro itinerario romántico. Para Froebel la fuerza era causa esencial de la forma, y ésta, reflejo de la dirección e intensidad de las tensiones internas actuantes.<sup>13</sup> La fuerza era la unidad aglutinadora de la apariencia exterior, de la que procedía toda diversidad e individualidad.<sup>14</sup>

Llevada esta idea al campo de la educación, la fuerza motriz del aprendizaje es, en el sistema de Froebel, la actividad autónoma, que surge de una motivación interior del hombre, de la curiosidad natural del niño, a través del juego, de la acción y de la observación directa. Aprender haciendo. Son algunos de los principios básicos que ya planteaba Rousseau en su obra *Émile ou de l'éducation*.

Froebel ideó un sistema de estímulos, que él denominó regalos (*Spielgaben*) y ocupaciones (*Beschäftigungen*), y que constituían su material pedagógico para propiciar el autoaprendizaje dirigido a través del juego. Este material estaba organizado en diferentes categorías que se iban introduciendo gradualmente a medida que el niño estaba preparado para apreciarlas. Detrás de los regalos y ocupaciones hay una pedagogía de la forma, basada en el contacto físico de las manos con el material, y en los elementos básicos de la geometría: el punto, la línea, el plano y el sólido. Los regalos progresaban del sólido al punto, y las ocupaciones del punto al sólido. En la primera parte, se producía una transición de lo concreto a lo abstracto, de las percepciones externas a los conceptos interiores, y la atención se centraba en el análisis, mientras que, en la segunda parte, la transición se producía en el sentido inverso, y la atención se centraba en la síntesis.

La metodología planteaba con este material ejercicios en tres ámbitos: las formas de la naturaleza (o de la vida), las formas del conocimiento (o de la ciencia) y las formas de la belleza (o del arte). Al transformar cada día los mismos materiales en algo nuevo, a medida que la clase cambiaba de regalo a regalo y de ámbito a ámbito, el mensaje estaba

claro: el mundo (la naturaleza), las matemáticas (el conocimiento) y el arte (la belleza) eran intercambiables, y sus pretendidas fronteras eran artificios engañosos. Una silla se podía convertir en números, los números en arte y el arte en cualquiera de ellos o en ambos.<sup>15</sup>

La pedagogía de la forma que conlleva este material ideado por Froebel presupone considerar la percepción como fuente fundamental de todo aprendizaje, un principio que éste heredó de su maestro Pestalozzi, otro destacado pionero de la pedagogía moderna. El propio Rousseau también incidía en la misma idea al afirmar que “*nuestros primeros maestros de filosofía son nuestros pies, nuestras manos, nuestros ojos*”.<sup>16</sup> La experiencia sensorial del contacto físico con unos materiales de partida y el trabajo con las manos, que piensan, adquirirían así un valor decisivo para abrir los ojos y la mente a la percepción de la forma.

Las ideas y el método de Froebel tuvieron una gran difusión a lo largo de la segunda mitad del siglo XIX en países como Alemania, Austria, Suiza o Estados Unidos, por lo que debieron contribuir en gran medida al adiestramiento de la percepción visual de un significativo grupo de pioneros del arte abstracto y la arquitectura moderna, tales como Johannes Itten, Wassily Kandinsky, Paul Klee, Josef Albers, Piet Mondrian, Theo van Doesburg, Walter Gropius, Frank Lloyd Wright o Le Corbusier.<sup>17</sup> El sistema de Froebel, al fijarse como objetivo abrir los ojos para ver más allá de las apariencias, y al incidir en una pedagogía de la forma basada en los elementos básicos de la geometría, establecía así una de las bases para el desarrollo de la abstracción geométrica en la obra de muchos de estos artistas.

### **Josef Albers y la pedagogía de la búsqueda de la forma no conocida**

Josef Albers fue, como indicábamos, uno de esos artistas, que, además, previamente se había formado y había ejercido como maestro de enseñanza primaria, y, por lo tanto, conocía bien esa pedagogía reformadora, en la que la experimentación, el juego y el aprendizaje mediante el descubrimiento y la acción, eran principios fundamentales.

Aprender, mejor que enseñar, aprender descubriendo, a través de la experiencia personal, eran para él los elementos más eficaces para la educación de la creatividad. Un objetivo fundamental de la pedagogía de la forma en el curso preliminar de la Bauhaus que impartía Josef Albers, era la investigación de la relación entre forma y material, planteado desde la experimentación y el contacto con materiales de taller, intentando entender sus características propias y sus posibilidades formales. A Albers le fascinaba la exploración de las propiedades de los materiales y sus formas potenciales. Con el fin

de evitar utilizar materiales con aplicaciones ya conocidas y estimular así la inventiva, prefería trabajar con materiales de construcción totalmente inusuales, tales como paja, cartón ondulado, malla metálica, celofán, periódicos, papel pintado, cajas de cerillas, confeti, agujas de fonógrafos y hojas de afeitar. Las herramientas inicialmente se apartaban también de los estudiantes, con el fin de limitar todavía más la aplicabilidad conocida de los materiales.<sup>18</sup>

Los estudiantes eran expuestos a alguno de estos inusuales materiales de construcción y se les requería que investigaran lo que se podía hacer con ellos, mediante el contacto físico con las manos, intentando sacar el máximo partido de sus características intrínsecas. En uno de estos ejercicios exploratorios iniciales, Albers pedía a sus estudiantes que exploraran el potencial tridimensional del papel, utilizando periódicos o cartón ondulado. Él señalaba cómo el papel se utiliza normalmente acostado, en posición plana y horizontal, por lo que una cara pierde su capacidad expresiva. Los bordes, en esa posición tumbada, no se aprovechan, mientras que si, mediante el pliegue o el curvado, el papel se pone de pie, los bordes quedan enfatizados y las dos caras se hacen visualmente activas. El objetivo no es tanto alcanzar resultados acabados o bien perfilados, cuanto subrayar el proceso de búsqueda, que nos permite experimentar y descubrir lo insólito y lo desconocido en los objetos más cotidianos, lo extraordinario en lo ordinario. Es, en definitiva, según decía Novalis, una de las señas de identidad de lo romántico, que encontraremos de nuevo en la experiencia de Frei Otto.

Los trabajos de los estudiantes eran evaluados en función de la proporción entre esfuerzo y efecto. La economía era, pues, un principio básico, entendida en el sentido de ahorro en relación con el empleo de materiales y de trabajo, y de aprovechamiento óptimo de ambos para alcanzar el efecto deseado. Albers enfatizaba el uso óptimo con el mínimo desperdicio. La economía en el uso de los materiales conduce a subrayar la ligereza, y a poner a prueba la resistencia de los materiales a tracción, a compresión o a flexión, explorando así la conexión entre forma y fuerza. Se trata, en definitiva de la forma no impuesta, sino hallada como resultado de un proceso de búsqueda. Otro de los hilos conductores de nuestro recorrido romántico, que nos conducirá también hacia Frei Otto.

Conviene destacar, por último, en esta aportación de Josef Albers, la importancia del contacto físico con el material y de la experimentación con las manos, para la formación del pensamiento constructivo y del sentido de la forma. Las manos que piensan, como dice Juhani Pallasmaa. Esta componente física y táctil la encontraremos también presente en la metodología experimental, basada en el uso de experimentos físicos y maquetas, tan característica en el trabajo de Frei Otto.

## **Paul Klee y la exploración de las tensiones geométricas de las formas**

Llegados a este punto en nuestro itinerario romántico, no podemos dejar de mencionar, aunque sea brevemente, a otro profesor y compañero de Josef Albers en la Bauhaus, Paul Klee, que, desde un discurso abstracto de la forma, intenta desvelar el orden de la estructura interna de la forma, a partir de categorías de la percepción y de la psicología gestáltica.

Las sistematizaciones que podemos encontrar en los escritos pedagógicos y textos de las lecciones en la Bauhaus preparados por Paul Klee responden también a una concepción de la forma como proceso, a una concepción dinámica de la generación de la forma a partir de los elementos básicos de la geometría: el punto, la línea, el plano, el espacio. “*La creación de la forma va asociada al movimiento*”,<sup>19</sup> reza uno de los primeros epígrafes de estos escritos, donde vemos cómo se intentan identificar vectores, focos, ejes y direcciones principales que nos darían las claves de la dinámica visual y los parámetros esenciales de las tensiones geométricas presentes en la génesis de la forma. No estamos muy lejos de una concepción de la forma como *organismo*, que crece y se desarrolla a partir de una fuerza o esencia geométrica interior.

## **Frei Otto y las formas de la vida, en la naturaleza y en la técnica**

Y llegamos al personaje en el que habíamos fijado el destino de nuestro itinerario romántico: Frei Otto. Los personajes que hemos recorrido hasta ahora ya nos han adelantado rasgos y características suyas; en cierta forma, nos lo han ido presentando ya. No lo podemos entender como un fenómeno aislado. Forma parte de esa actitud vital, que denominamos romántica, y que constituye un patrimonio común, que estamos intentando identificar y caracterizar.

Ahora, al centrarnos en la aportación y el trabajo de Frei Otto, resonarán, y estarán de nuevo presentes, las aportaciones de los personajes anteriores y las ideas fundamentales de esa actitud romántica.

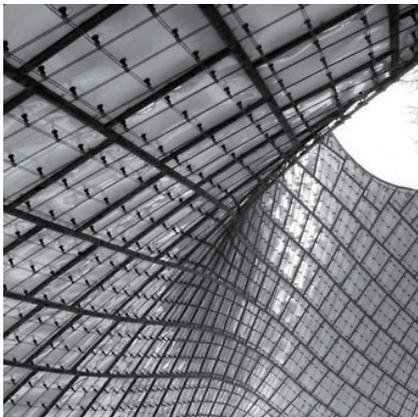
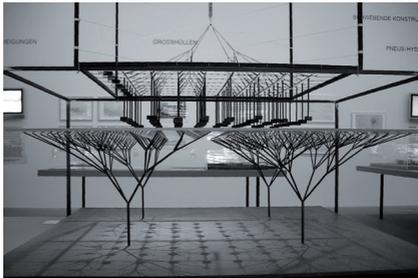
Frei Otto es uno de los arquitectos alemanes de mayor prestigio a nivel internacional, que con su aportación ha inspirado un buen número de las más notables innovaciones que desde finales de los años 50 del siglo XX se han ido produciendo en el campo de la arquitectura y las estructuras. Su nombre figura en prácticamente todas las historias de la arquitectura que abarcan la segunda mitad del siglo XX. Vinculado por esa historiografía a los inicios del *high tech*, la aportación de Frei Otto aparece generalmente relegada tan sólo a un par de obras emblemáticas - el pabellón alemán para la Exposición Universal

de Montreal de 1967 y el Estadio Olímpico de Munich de 1972 - mientras el resto de su obra, al igual que su pensamiento, su metodología, sus investigaciones y su visión de la arquitectura, apenas han encontrado difusión.

La obra y el trabajo de Frei Otto surgen de experiencias vitales fuertes, como las vividas como piloto de caza durante los dos últimos años de la segunda guerra mundial, o como prisionero de guerra entre 1945 y 1947, o durante la postguerra en una ciudad hundida y devastada como Berlín. Desde la precariedad de medios materiales, con un número muy limitado de recursos, surge la necesidad de imaginar nuevas soluciones, de optimizar rendimientos, de conseguir el máximo con lo mínimo. Un principio de economía que está presente y se hace también perceptible en la naturaleza y en el universo.

Este lograr mucho a partir de poco, percibido como principio básico que impregna múltiples ámbitos de la vida, y que nos conecta con la sostenibilidad actual, va a ser uno de los objetivos permanentes de la trayectoria de Frei Otto desde sus inicios. Así aparece enunciado desde sus primeros trabajos el principio de la construcción ligera como el modo de construir con un consumo mínimo de medios materiales, energéticos y económicos.<sup>20</sup> Un principio que le lleva a investigar y realizar innumerables mediciones en todo tipo de objetos de la naturaleza y la técnica para comparar su eficacia resistente, con el convencimiento de que la forma óptima de muchos tipos de estructuras todavía es desconocida y está muy lejos de las habitualmente utilizadas. Desde este punto de vista las carpas, las redes de cables, las estructuras neumáticas y los distintos tipos de estructuras por él planteados no tienen para él una importancia o un interés por sí mismos, sino en tanto en cuanto son medio para alcanzar el objetivo anterior.

Su experiencia va a estar caracterizada por una permanente exploración de las relaciones entre forma, fuerza y masa,<sup>21</sup> tanto en la arquitectura como en la naturaleza y en la técnica. Durante toda su trayectoria no ha cesado de investigar los procesos de generación de la forma en todos estos ámbitos, estableciendo conexiones mutuas, buscando principios comunes y explorando todo tipo de materiales y procesos físicos. Sus experimentos con películas y burbujas de jabón, espumas, amontonamientos de gránulos, membranas de fluidos viscosos, estructuras ramificadas, pliegues o redes colgadas son algunos de los procesos naturales de autogeneración de la forma que han centrado su atención con el objetivo de observar las formas que se iban generando y desentrañar su lógica propia. Podemos percibir aquí la misma actitud romántica que impulsaba a Goethe a observar la naturaleza, a cuestionarse la forma y a sorprenderse por los seres y objetos que conforman nuestro entorno cotidiano, dando alto sentido a lo ordinario, e intentando desvelar las fuerzas que hay detrás de las formas.



**Fig. 1:** Frei Otto. Multihalle, Mannheim, 1973-1975.

**Fig. 2:** Frei Otto. Estructuras ramificadas.

**Fig. 3:** Günther Behnisch y Frei Otto: Estadio Olímpico de Munich. 1968 - 1972.

En la metodología de trabajo e investigación de Frei Otto, basada en el uso de experimentos físicos y maquetas,<sup>22</sup> hay una fuerte componente experimental, que evidencia la importancia del trabajo con las manos, y de la experiencia sensorial del contacto físico con los materiales. Es importante resaltar la vigencia de esa metodología experimental hoy día con respecto a las posibilidades de los ordenadores. Frei Otto vincula los experimentos físicos con maquetas a la posibilidad de inventar, de encontrar lo no buscado, algo que el ordenador no puede nunca conseguir, aunque sea hoy en día una importante herramienta para la optimización y para la búsqueda de formas. “El ordenador – afirma Frei Otto – sólo puede calcular lo que ya está conceptualmente dentro de él; en los ordenadores sólo encuentras lo que buscas. Sin embargo, con la experimentación libre se puede encontrar lo que no se ha buscado”.<sup>23</sup>

La generación de formas a través de procesos físicos y la observación de la lógica de estos fenómenos naturales tiene, según él, un valor diferenciado con respecto a los ordenadores, ya que éstos se rigen según una lógica creada por el hombre, mientras que los fenómenos físicos se rigen según una lógica de la que todavía queda mucho por descubrir y conocer. Así, para Frei Otto la metodología experimental tiene ilimitadas posibilidades. Según el problema planteado hay que inventar también los métodos del experimento.

Esta metodología experimental y la exploración de los fenómenos físicos tan característica en la obra y en los trabajos de Frei Otto y sus colaboradores supone una concepción de la forma no como un *a priori*, sino como resultado de un proceso de búsqueda en el que lo resistente tiene la exigencia de ser desvelado formalmente. El concepto de *Formfindung* (búsqueda de la forma), se contrapone así al de *Formgebung* (modelado de la forma). Aparece con ello un nexo de continuidad con los planteamientos de la arquitectura racionalista de los años veinte, uno de cuyos exponentes más destacados sería la Bauhaus. El mismo Josef Albers nos ofrecía antes una muestra de esa filosofía de búsqueda, que implica una concepción de la forma como algo no impuesto desde fuera, sino hallado como resultado de un proceso de experimentación y observación con materiales y fenómenos físicos.

Y es precisamente el propio Walter Gropius quien reconoce esta continuidad con los ideales de la modernidad, cuando en una visita a Frei Otto en Berlín le dijo a este último<sup>24</sup> que él era entonces el único que continuaba trabajando en la línea por él marcada, precisamente porque no partía de unos planteamientos formales, sino porque buscaba con experimentos la forma de la arquitectura del futuro. Gropius consideraba a Frei Otto como un continuador de sus principios fundamentales, un auténtico sucesor de la filosofía y la metodología que inspiró la fundación de la Bauhaus, al no considerar la forma como un *a priori* sino como la consecuencia de un proceso de búsqueda. La

experiencia de la práctica de la escultura que Otto recibió de su padre debió contribuir decisivamente a configurar esta visión de la forma: *“no se modela la figura según una forma deseada o predeterminada, la figura se va extrayendo de lo desconocido”*.

La fascinación producida en el arquitecto alemán por los objetos de la naturaleza y su diversidad, y por los fenómenos físicos, fundamenta este interés en los experimentos y ensayos cuyo resultado es la forma de objetos que surge a partir de procesos que se desarrollan por sí mismos, o procesos de autogeneración, controlados por las leyes de la naturaleza. La búsqueda de la forma mediante procesos naturales de autogeneración y autoorganización recobra hoy un renovado interés por cuanto se aleja de la máquina como modelo de la arquitectura, yendo más allá de cualquier noción mecanicista o estática de la forma arquitectónica, y permite aproximarnos a sistemas complejos adaptables comparables a los del mundo natural, como las colonias de hormigas o las redes de neuronas, en los que las propiedades del sistema no se pueden deducir de sus componentes, y el comportamiento del conjunto es mucho más complejo que el de sus partes.

De hecho, los procesos de autogeneración de formas, que han sido objeto preferente de las investigaciones de Frei Otto, no se han limitado exclusivamente a los procesos complejos de las estructuras autogeneradas en la naturaleza, sino también a otros procesos humanos de autoorganización complejos, como los que afectan al desarrollo de estructuras de asentamientos, sistemas de caminos, particiones de superficies o sistemas de ocupación y de conexión.

Estas investigaciones van perfilando una nueva forma de construcción ligera y natural, adaptable y flexible, en la que las llamadas estructuras de forma activa - estructuras ligeras en las que se puede percibir con mayor claridad la relación entre formas y fuerzas - van tomando protagonismo. Así tenemos, por un lado, estructuras traccionadas, como las estructuras neumáticas, las membranas textiles o las redes de cables, muy estrechamente ligadas a las superficies mínimas que generan los experimentos con películas de jabón. Mientras que, por otro lado, nos encontramos estructuras con formas antifuniculares, como las cáscaras de celosía, surgidas a partir de experimentos con maquetas de redes catenarias colgadas, que implicaron el desarrollo de muchas posibilidades implícitas e insinuadas en las exploraciones de Gaudí. Tanto en un caso como en otro, se trata de estructuras en las que la forma revela las tensiones que la recorren, y es canal y expresión del flujo de fuerzas. Son estructuras *orgánicas*, en las que la forma surge desde dentro, desde una esencia o pulsión interior: un ideal compartido con los personajes de nuestro itinerario que nos han precedido.

Las investigaciones de Frei Otto sobre las estructuras naturales y la relación entre arquitectura y naturaleza han tenido desde el comienzo un planteamiento decididamente interdisciplinar. Desde la fundación en 1961 del grupo de investigación *Biologie und Bauen*, con el biólogo Johann Gerhard Helmcke, y a través de programas multidisciplinares de investigación como el *SFB 230*, centrado específicamente en las estructuras naturales, Frei Otto ha sabido aglutinar y entusiasmar a un nutrido grupo de especialistas altamente cualificados procedentes de campos tan dispares como la biología, la ingeniería, la paleontología, la filosofía, la física, la geodesia o la historia, llegando a formar en un determinado momento uno de los grupos interdisciplinares de investigación más importantes de su tiempo por el amplio espectro de disciplinas que englobaba.

Encontramos aquí una actitud vital libre, romántica, capaz de soslayar el prejuicio de la autonomía de la disciplina arquitectónica, con un ansia de conocer y de desarrollar una creatividad estableciendo relaciones entre distintos ámbitos del saber, entre las artes y las ciencias, y con una innegable capacidad de liderazgo, de organizar y abrir nuevas vías de investigación, estimulando y motivando en torno a una visión global e integradora de la naturaleza y la técnica, que no puede dejar de recordarnos la actitud universal y multidisciplinar de Goethe o de Froebel.

La trayectoria de Frei Otto entronca con este breve itinerario romántico personal que hemos recorrido, en el que hemos visto converger objetivos y actitudes vitales con las aportaciones de personajes de tiempos y ámbitos muy dispares, pero no lo concluye. Vemos que tanto una como otro enlazan también con los planteamientos iniciales de racionalidad y búsqueda de lo esencial de la arquitectura moderna de los años veinte – antes de que ésta derivase hacia un nuevo estilo internacional – dándole un nuevo vigor al incorporar nuevos elementos sin tradición en la arquitectura moderna, como el manejo de formas autogeneradas o la visión globalizadora e interdisciplinar de la arquitectura, totalmente interdependiente y entrelazada con las ciencias y los procesos de la naturaleza. A fin de cuentas, para investigar, innovar e inventar es preciso trascender lo ordinario y abrir los ojos para poder mantener la capacidad de sorpresa, y darle - como decía Novalis - a lo conocido dignidad de desconocido. Una actitud romántica que mantiene hoy su plena vigencia.

## Notas

<sup>1</sup> SAFRANSKI, Rüdiger. *Romanticismo. Una odisea del espíritu alemán*. Tusquets, Barcelona, 2009. p. 14.

<sup>2</sup> SAFRANSKI, R. op. cit. p. 15.

<sup>3</sup> Véase GOETHE, J.W. *Die Absicht eingeleitet* (1807) en *Zur Morphologie*, Band I Heft I, 1817: "Man findet daher in dem Gange der Kunst, des Wissens und der Wissenschaft mehrere Versuche, eine Lehre zu gründen und auszubilden, welche wir die Morphologie nennen möchten" (Por ello encontramos en el transcurso del arte, del conocimiento y de la ciencia diversos intentos de fundar y formar una disciplina que llamaremos morfología), publicado en edición más reciente en GOETHE, J.W. *Schriften zur Morphologie II*. Cotta, Stuttgart, [1969].

<sup>4</sup> GOETHE, J.W. *Obras completas*. Tomo I. Aguilar, Madrid, 1957. p. 1051.

<sup>5</sup> GOETHE, J.W. op. cit. p. 1054.

<sup>6</sup> ECKERMANN, J. P. *Gespräche mit Goethe in den letzten Jahren seines Lebens. Dritter Teil*. F.A. Brockhaus, Leipzig, 1885 [Sonntag den 20. Juni 1831]. pp. 243-244. "Ich kann aber wohl die einzelnen Teile einer stückweise gemachten Maschine zusammensetzen und bei einem solchen Gegenstande von Komposition reden, aber nicht, wenn ich die einzelnen lebendig sich bildenden und von einer gemeinsamen Seele durchdrungenen Teile eines organischen Ganzen im Sinne habe". Versión castellana en GOETHE, J.W. *Obras completas*. Tomo II. Aguilar, Madrid, 1990, pp. 1402-1403.

<sup>7</sup> PAREYSON, L. *Conversaciones de estética*. Visor, Madrid, 1988 (1966), p. 140.

<sup>8</sup> PAREYSON, L. op. cit. p. 145.

<sup>9</sup> BROSTERMAN, N. *Inventing Kindergarten*. Harry Abrams, New York, 1997, p. 32.

<sup>10</sup> Véase FROEBEL, F. *Die Menschenerziehung*. Verlag der allgemeinen deutschen Erziehungsanstalt, Keilhau, 1826, p. 1: "In Allem ruht, wirkt und herrscht ein ewiges Gesetz; es sprach und spricht sich im Äußern, in der Natur, wie im Innern, in dem Geiste, [...] dem aus, [...] dessen klares ruhiges Geistesauge in dem Äußern und durch das Äußere das Innere schaut, und aus dem Wesen des Innern das Äußere mit Nothwendigkeit und Sicherheit hervorgehen sieht."

<sup>11</sup> FROEBEL, F. op. cit. p. 203.

<sup>12</sup> FROEBEL, F. *Autobiographie und kleinere Schriften*. Enslin, Berlin, 1862. p. 112.

<sup>13</sup> FROEBEL, F. *Die Menschenerziehung*. Verlag der allgemeinen deutschen Erziehungsanstalt, Keilhau, 1826. p. 199.

<sup>14</sup> FROEBEL, F. op. cit. p. 195.

<sup>15</sup> BROSTERMAN, N. op. cit. p. 39.

<sup>16</sup> ROUSSEAU, J.J. *Émile ou de l'éducation*. Garnier frères, Paris, 1866. Livre II, p. 121.

<sup>17</sup> BROSTERMAN, N. op. cit. p. 13.

<sup>18</sup> ALBERS, J. *La enseñanza creativa* en WINGLER, H. M. *La Bauhaus. Weimar Dessau Berlin 1919-1933*. Gustavo Gili, Barcelona, 1980, p. 173 (Publicado originariamente en 1928 con el título *Werklicher Formunterricht*).

<sup>19</sup> KLEE, P. *Das bildnerische Denken*. Schwabe, Basilea, 1990 (1956). Edición a cargo de Jürg Spiller, p. 24: "Gestaltung ist mit Bewegung verbunden".

<sup>20</sup> OTTO, F. *Prinzip Leichtbau / Lightweight Principle*. Krämer, Stuttgart, 1998. (IL 24).

<sup>21</sup> Véase la serie de cinco volúmenes IL 21 al 25, de la colección *Mitteilungen*, publicados por el Instituto de Estructuras Ligeras de Stuttgart, dedicados a explorar la relación entre Forma, Fuerza y Masa.

<sup>22</sup> Véase SCHANZ, Sabine (ed.) *Frei Otto, Bodo Rasch: Finding Form. Towards an Architecture of the Minimal*. Axel Menges, Stuttgart, 1995.

<sup>23</sup> Véase OTTO, F.; SONGEL, J.M. *Frei Otto. Conversación con Juan María Songel*. Gustavo Gili, Barcelona, 2008, pp. 39-40.

<sup>24</sup> OTTO, F.; SONGEL, J.M. op. cit. p. 28.