



## La ingeniería como una de las Bellas Artes

### Descripción

El artista y su obra están como  
«Amado con amada  
amada en el Amado transformada».  
*San Juan de la Cruz*

Un sentimiento casi primitivo preside la aproximación de Robert Le Ricolais como científico ante la realidad. Según sus propias palabras, hemos de encontrarnos preparados para enfrentarnos a «la escalofriante noción de un universo con el que no estamos familiarizados». Para él, la experiencia ante lo desconocido conecta con aquella otra experiencia cuando, antes de descubrir el Nuevo Mundo, los cartógrafos dibujaban más allá del *finis terrae* los monstruos que habitaban aquellos lugares inexplorados.

### UN NUEVO MODO DE CONOCIMIENTO

Le Ricolais reivindica para el conocimiento esta experiencia casi turbadora, dolorosa, de quien se expone ante el territorio inmenso de lo desconocido. Es quizás el precio que debe pagar su actividad intelectual al querer empezar de cero. No es de extrañar, por tanto, que su sensibilidad poética le lleve a afirmar que «la verdadera religión es la del miedo». Estas palabras se aproximan al principio clásico de que «el temor de Dios es el comienzo de la sabiduría». Para Le Ricolais, pensar es ser confrontado con nuestra ansia de saber, siempre anhelante, como una obsesión que para la mente inquieta del científico nunca desaparece. Como los griegos solían decir que «aprender» es «sufrir»; y, de alguna manera, todo aprendizaje se acerca a alguna clase de sufrimiento.

---

Nosotros braceamos a través de los años por el borde de lo obvio, tratando de distinguir entre lo trivial y lo complejo. Debo decir que la ignorancia ha sido nuestro mayor aliado.»

Reivindica, también, el valor de la experiencia para su trabajo como ingeniero y desarrolla su obra - para verificar con la experiencia lo que su mente matemática es capaz de abstraer de la realidad- en un laboratorio experimental de estructuras, posiblemente el más ambicioso de la historia, en la universidad de Pennsylvania. Allí desarrollará una intensa y extensa tarea docente y experimental en el campo de las estructuras.

De la mano siempre de la experiencia, con una profunda desconfianza ante el valor de las apariencias, incluso de aquello que las Matemáticas le presentan como indiscutible, va a trabajar en su taller experimental de estructuras, incorporando, de modo sorprendente en su pensamiento, la idea de la *paradoja*. Se trata de un reconocimiento de la *no linealidad* de los fenómenos naturales, difícilmente trasladables a generalizaciones.

## EL COLAPSO ES BELLO

Dentro de estos presupuestos metodológicos, una de las más sorprendentes de sus afirmaciones paradójicas es la de «la belleza del fallo», del error; la consideración de que por debajo de los posibles desaciertos de una vida dedicada a la investigación se encuentra oculta la secreta energía de la verdad.

Expresión de estas ideas son las imágenes que presentamos en las figuras 1 y 2. Se trata de la misma estructura antes y después de ser sometida a un proceso de presión y colapso. La estructura utilizada la denomina Le Ricolais «tubo automórfico», llamada así porque la estructura tubular se repite dentro de sí misma. En la figura 1 vemos la maqueta -construida en acero a escala por Le Ricolais en su curso experimental de estructuras- situada en la prensa antes de ser sometida a ninguna presión. Los tubos verticales gruesos son los destinados de aguantar la tensión por compresión, mientras que los cables transversales atan estos «pilares» de modo que todos trabajen estructuralmente al unísono. En la figura 2 vemos la maqueta de la estructura después del colapso estructural. Este se produce por una deformación sinusoidal, con ligeras curvas y contracurvas, de los pilares que debían aguantar la compresión. Es ante esta imagen donde Le Ricolais descubre la secreta armonía producida por el colapso de la estructura, que nos recuerda a tantas formas naturales, como las conchas, que adquieren formas sinusoidales (figura 3) para resistir mejor a los esfuerzos de la Naturaleza.

licudlba1.jpg

Image not found or type unknown

licudlba2.jpg

Le Ricolais descubre con esta experiencia que, a la luz del modo de colapsar la estructura, se manifiesta, de modo secreto, el orden oculto que ésta debería haber tenido para una mayor eficacia. Es decir, si los pilares verticales de la figura 1 hubieran tenido una forma sinusoidal, contraria en cada punto a la deformación que se va a producir en ellos, la estructura hubiera resistido una mayor tensión. El modo de colapsar nos indica -dice Le Ricolais- el modo en el que esa estructura debería haberse conformado. Con esta idea llega Le Ricolais a una de sus más inquietantes paradojas: «el orden de la destrucción sigue al orden de la construcción». Es decir, la destrucción, el colapso, la rotura, el fracaso de un experimento, tiene un orden y ese orden está íntimamente ligado con el orden de la construcción, con el orden de su origen.

## DISPOSICIÓN MÁS QUE COMPOSICIÓN

«Debemos la invención de las artes a imaginaciones desquiciadas», dijo Saint-Evremond. La imaginación de Le Ricolais, si no desquiciada, estaba sensiblemente obsesionada con las estructuras, con el problema físico -y podríamos decir mental- de la estabilidad y del equilibrio al borde del colapso. Para Le Ricolais, el mundo de las estructuras y el de la poética gravitaba en torno a una misma cualidad: *la disposición*, propiedad que estudia la topología. Es en la acción de «dis-poner» (*arrangement*), en la organización topológica, en lugar de en «com-poner» (*composition*) -que se basa en lo puramente visual- donde se libera la energía creadora en la que se funda el arte y la técnica. «Todo no es más que cuestión de *disposición* -aseguraba-; en la física, de electrones; en la poesía, de palabras; en todas partes están a mano salvajes energías, a punto casi de desaparecer si se rompen las oportunas conexiones... sin duda en la mayor parte de los casos nuestras percepciones son torpes, y para descubrir estas disposiciones algo o alguien ha de descorder un velo».

El punto decisivo era, para Le Ricolais, descubrir la relación entre la estructura de la Naturaleza y la estructura de la forma construida por el hombre. La respuesta parece estar en la sorprendente expresión: *la estructura de la estructura*. «La noción *estructura* invade el campo de nuestros conocimientos. En efecto, más que la estructura misma, importa, si se me permite el pleonasma, *la estructura de las estructuras*. Se ve dibujarse la evolución intelectual en curso, donde lo cualitativo importa sobre lo cuantitativo, con la emergencia de la noción matemática de variación. El lado seductor de la topología es su generalidad, y su erosión grandiosa del detalle; el arte de las conexiones se extiende no solamente a las fuerzas que actúan sobre las estructuras, sino también a las estructuras de las circulaciones, problema esencial de la vida urbana».

## CONSTRUIR CON AGUJEROS

La estructura interna de los huesos es uno de los elementos de la Naturaleza que más fascinaba a Le Ricolais, pues consistía en una malla tridimensional de gran complejidad formal, cuya geometría se rebelaba ante cualquier cálculo, debido al gran número de barras por junta y a su gran variabilidad (figura 4). La estructura ósea, compuesta de agujeros, todos de diferente forma y distribución, pero con un inconfundible propósito en su materialización, conduce a Le Ricolais a la posiblemente más rotunda y arquitectónica de sus paradojas: *el arte de la estructura consiste en cómo y dónde colocar los agujeros*. Una idea profundamente ligada con toda forma construida: *construir con agujeros*, construir con materia hueca, con estructuras huecas, resistentes, pero sin peso. Ante este descubrimiento Le Ricolais generaliza un principio de permanente validez en toda forma construida: «si se piensa en los vacíos, en lugar de trabajar con los elementos sólidos, la verdad aparece».

licudlba3.jpg

Image not found or type unknown

## LE RICOLAIS Y KAHN

Muy cerca de este «construir con agujeros» se encuentra la idea de Louis I. Kahn (1901-1974) sobre *las piedras huecas*, a la que el arquitecto se refiere por primera vez en 1953, y que parece reflejar una profunda sintonía con las ideas de Le Ricolais: «En los tiempos del gótico los arquitectos construían con piedras machas. Ahora nosotros podemos construir con piedras huecas. Los espacios definidos entre los miembros de una estructura son tan importantes como la estructura misma. Estos espacios varían en rango desde los vacíos de un panel de aislamiento, los vacíos para la circulación del aire, la iluminación y la calefacción, hasta los espacios suficientemente amplios para andar por ellos y vivir en ellos. El deseo de expresar los vacíos positivamente en el diseño de una estructura se hace evidente por el creciente interés que se tiene en el trabajo de las estructuras espaciales».

Esta idea de la estructura de la forma, tan cercana a la topología, nos plantea una sugerente relación con la idea kahniana de *forma*. La relación es explícita cuando Le Ricolais interpreta este concepto de Kahn como una «entidad no polarizada hacia una configuración precisa, tendiendo solamente hacia una configuración posible». Es Le Ricolais quien más rigurosamente traduce el etéreo concepto usado por Louis I. Kahn de «inconmensurable» como «inmetrificable», interpretando así la idea kahniana de *forma* en conexión con su pensamiento topológico de que lo esencial del problema de la forma «escapa a la noción de medida».

---

El contacto de Le Ricolais con Kahn nos abre una nueva vía para el análisis de la obra kahniana, tanto sobre el común interés de ambos por generar vacíos habitables dentro de la estructura, como en el modo de acercarse a la Naturaleza, que nos llevaría a un todavía no estudiado organicismo en Kahn, tan cercano a la idea de Le Ricolais de que la forma construida tiene que obedecer -pero no imitar- a la Naturaleza. La arquitectura seguirá a la Naturaleza, según Kahn, si manifiesta cómo han sido hechas las cosas, pero se diferenciará esencialmente de ella en que la Naturaleza no puede crear una estancia, un espacio habitable, arquitectónico.

## LA ESTRUCTURA CUERDA

Entre las ideas estructurales sobre las que reflexiona Le Ricolais se encuentra el concepto de *cuerda*, que entiende como un sólido formado al enroscar juntas tiras de hilo o de cable; cuerda que, a su vez, está formada por *fibras*, sucesiones lineales de granos de materia fuertemente conectados entre sí. La cuerda es una estructura de gran eficacia estructural cuya clave se encuentra en su proceso de fabricación: al enroscar unas fibras junto a otras, se refuerzan mutuamente en su capacidad de resistir tensión. Una idea casi obsesiva en el pensamiento de Le Ricolais era la de «meterse dentro de una cuerda», encontrar el modo de construir una cuerda hueca, dándole así rigidez. «¿Quién conoce una estructura mejor que una cuerda? Si tu puedes hacer una cuerda a mayor escala sin nada dentro, trabajaría como si fuera una lámina extremadamente delgada, y no pandearía, pues está tensionada».

Los tejidos se convierten para Le Ricolais en un modelo muy relacionado con la idea topológica de disposición, de organización espacial de elementos. La propia organización del tejido como estructura resistente, como conjunto de agujeros separados y rígidamente atados, según un proceso de fabricación industrial, se toman como un modelo para la arquitectura. Le Ricolais, que pensaba que cuantas más cadenas se introducen en una estructura, mayor es su capacidad resistente y rigidez, llegaba a entender el proceso de hacer una estructura eficaz con un símil muy próximo a lo textil, a la trabazón de fibras: todo se reduce a «hacer una adecuada distribución del máximo número de agujeros, y conectarlos entonces lo más rígidamente posible con cadenas que los rodeen».

Y siguiendo con el símil textil, nos propone Le Ricolais el ejemplo del traje con agujeros, en el que el sastre ajusta la tela a la talla y al oficio del vestido. Las mallas repetitivas, tan frecuentes en los elementos constructivos, pueden ser consideradas así como una clase de tejido, que explota su estructura resistente y su constitución de fibras y agujeros, para aplicar otro orden constructivo, en este caso el del arquitecto, que lo adapta a sus necesidades de uso, y a unas condiciones de sus límites. Son, en último extremo, los agujeros lo que se conserva, lo que ha de persistir, donde está el problema esencial para Le Ricolais. En un resumen de su actividad investigadora desde 1935 hasta 1969, él mismo reconoce: «Por extraño que parezca, a pesar de la diversidad de nuestra búsqueda y de la variedad de sus objetos, nuestra preocupación esencial ha sido siempre de algún modo la de hacer agujeros».

## LA ARMONÍA INTERNA DE LA ESTRUCTURA

La extendida noción de forma, como algo estático y cristalizado, es para Le Ricolais una ilusión de nuestros sentidos. Su idea de forma como algo abierto, dinámico y flexible está ligada a las ideas de las matemáticas, la física y la biología. Poincaré, Euler, lord Kelvin, Ernst Haeckel y D'Arcy Thompson son referencias constantes de su pensamiento. Por este motivo, su aproximación a la forma construida no se produce desde el punto de vista estético, sino desde el matemático, tratando de eliminar las particulares visiones individuales, y cualquier «idea prefabricada» de belleza. «Una tendencia nueva, probablemente de origen abstracto o matemático, quiere hacernos considerar la forma como una pura geometría de ocupación del espacio, sustituyendo así las impresiones sensoriales imprecisas, por una noción más valedera de organización o de disposición, y en ciertos casos particulares de medida».

La mecánica ondulatoria, que al introducir el tiempo en la mecánica abre una nueva puerta al estudio de las estructuras, le sirve a Le Ricolais como punto de apoyo para abrirse a la consideración de problemas contemporáneos, entendiendo la noción de forma como un «concepto más fluido, a menudo unido con el parámetro de tiempo, que implica movimiento». Se separa así de la preocupación por una estructura estática de la forma, tratando de ampliar esa noción a la idea que la ciencia contemporánea nos ofrece.

## MATERIALES CORRUGADOS

En un escrito titulado *Láminas compuestas y su aplicación a las estructuras metálicas ligeras*, de 1935, y publicado en el Boletín de Ingenieros Civiles de Francia, Le Ricolais introduce el concepto de revestimientos resistentes corrugados en la industria de la construcción. En varias ocasiones, antes de 1937, tuvo ocasión de aplicar este sistema, que denominó Isoflex. Consistía en la superposición de planchas metálicas corrugadas en direcciones opuestas. Se probaron, incluso, planchas corrugadas

---

de madera contrachapada, con sorprendentes resultados. Además de las propiedades físicas que presenta esta configuración corrugada del material, como su buen comportamiento ante la lluvia, su utilidad como material de cubrición y sus propiedades resistentes, dicho material ejercía sobre Le Ricolais una fascinación especial, algo que le traía a la memoria el estriado de las columnas antiguas y que tenía que ver con la interminable repetición formal que se da en estas estructuras, «la curva sinusoidal que continúa de modo interminable repitiéndose a sí misma».

Una cierta recurrencia de la forma que también le fascinaba en los radiolarios -protozoos marinos con membranas con formas concéntricas- en los que a veces encontramos «una esfera dentro de otra esfera y, a su vez, dentro de otra esfera». Para Le Ricolais, que entendía los problemas formales ligados también a un parámetro de tiempo, el estudio de las vibraciones podía conducir, como hemos visto con su tubo automórfico de las figuras 1 y 2, a la creación de nuevas formas.

Los experimentos que Le Ricolais realiza con láminas de jabón le llevan a desarrollar bastantes de sus ideas. El asombroso rigor que estas estructuras tienen en su configuración es una provocación tanto para los ojos como para la mente. Cualquier contorno cerrado sumergido en una solución de glicerina con jabón origina una película de mínima superficie. Esta estructura de mínima masa representaba para Le Ricolais una imagen visual de las atracciones moleculares. Cuando se contempla un fenómeno de cerca, a veces lo que parecía complejo no lo es tanto; y en otras ocasiones, no es tan simple como parece. Una vez más el ojo encuentra ante sí una realidad que miente cuando se contempla a simple vista: lo que tendemos a reconocer como un fragmento de burbuja de jabón, no lo es en realidad, sino que lo que realmente existe son las fuerzas de atracción entre moléculas, y éstas se encuentran en constante movimiento.

Encontramos aquí una idea de forma como estructura que permanece en medio de un constante cambio y que, como muchas de las propuestas estructurales de Robert Le Ricolais, es comprensible a la luz de la mecánica ondulatoria y el movimiento vibratorio y se encuentra en una directa relación con los problemas armónicos. El origen de algunas de sus estructuras automórficas está ligado a esta «física de la armonía», pues Le Ricolais analiza las distintas configuraciones que el polvo adopta en una membrana que vibra dependiendo de la frecuencia de vibración.

No es extraña tampoco su fascinación por el movimiento de una cuerda en vibración al pensar en sus investigaciones con láminas onduladas. Con sus métodos de trabajo, sostiene que el lenguaje matemático y sus símbolos constituyen un arsenal de formas inexploradas que, aunque hoy vislumbradas a la sola luz del pensamiento, encontrarán algún día su lugar en la ciencia aplicada y en la vida diaria. En contra de la idea clásica de belleza, entendida como consonancia inalterable y cerrada de las partes entre sí y con el todo, en la que nada puede ser alterado, Le Ricolais introduce una visión más dinámica de la idea de forma, ligada con la armonía, que se refleja en la vibración sobre sí misma de sus estructuras automórficas. Si el estudio de las estructuras va encaminado a la consecución de un sistema en reposo, Le Ricolais parece buscar este sistema de reposo a través de configuraciones armónicas que le permitan comprender el permanente flujo de la realidad, el cambio

como única constante de nuestro universo. De este modo, ya que para Le Ricolais sus búsquedas estructurales son también un modo de conocimiento, un cuestionamiento sobre la realidad, sus propuestas pueden ser entendidas como una búsqueda de lo invariable en el curso de un constante cambio, como configuraciones armónicas en un mundo en permanente vibración en el que la quietud no es más que una ilusión.

## BIOGRAFÍA

George Robert Le Ricolais nace en 1894 en La Roche sur Yon, Francia. De 1918 a 1943 trabaja como ingeniero hidráulico; a partir de 1928 realiza estudios de Bellas Artes en la Academia de La Grande Chaumiere, en París, y trabaja como pintor. A lo largo de toda su vida escribe poesía. Su ensayo de 1935, *Láminas Completas y su Aplicación en Estructuras Metálicas Ligeras*, le valió la Medalla de la Sociedad Francesa de Ingenieros Civiles. Su artículo de 1940, investigación sobre los *Sistemas de Mallas Tridimensionales*, introdujo a muchos arquitectos en las estructuras tridimensionales. En 1962 recibe en Francia el Gran Premio del *Cercle d'Études Architecturales*. Desde 1951, desarrolla una intensa tarea docente en los Estados Unidos. De mayor influencia son sus publicaciones sobre estructuras experimentales, y en su particular modo de pensar en la forma construida, que se hace patente en los veinte años de trabajo en la Universidad de Pennsylvania. Su observación de la Naturaleza, de los radiolarios, de las láminas de jabón, su particular utilización de la topología y de la paradoja como reflejo de una realidad no lineal, le llevó a una profunda reflexión sobre el espacio. Compartió con Louis I. Kahn la clase de proyectos del Máster de Arquitectura en la Universidad de Pennsylvania. Fue *fellow* del American Institute of Architects desde 1973, de quien recibió la medalla a la investigación, y nombrado Paul Philippe Cret Professor of Architecture en la Universidad de Pennsylvania en 1974. Muere en París en 1977.

La exposición titulada *Visions and Paradox; An Exhibition of the Work of Robert Le Ricolais* en la Universidad de Pennsylvania, organizada por Peter McCleary, y su reciente llegada a España y al resto de Europa pone de relieve en el panorama crítico y cultural la figura del ingeniero francés, así como su particular aproximación al arte, a la ingeniería y a la arquitectura.



**Bibliografía**

THOMPSON,

D'Arcy  
**Fecha de creación**Wenworth,  
30/01/2002,**Autor**

Antonio Juárez

*and  
Form*Cambridge  
UniversityPress,  
Londres,  
1917.HILL,  
Anthony,  
editor,*Data:  
Directions  
in  
Art,  
Theory  
and  
Aesthetics*New  
York  
Graphic  
Society  
Ltd.,  
Greenwich,  
Connecticut,  
1968.LE  
RICOLAIS.  
Robert,  
*Le  
Toles  
Composées  
et  
leurs  
Aplications  
aux  
Constructions  
Légères*

-

*Boletín*  
de  
*los**Ingenieros*

Nuevarevista.net