

Shape and Structure, from Engineering to Nature

Jaime Cervantes de Gortari

Escrito en un estilo refinado y con lucidez en cada tema tratado, este libro de lectura amena conduce al lector por el mundo sorprendente de los sistemas optimizados. La obra describe cómo los conceptos más sencillos de optimización utilizados en la ingeniería se pueden también emplear para explicar muchos fenómenos y procesos en la naturaleza.

Para ello el autor, que utiliza matemáticas básicas (análisis de escalas y órdenes de magnitud, con álgebra y muy poco cálculo diferencial e integral), aprovecha los resultados de sistemas de ingeniería optimizados para descubrir un primer principio acerca de la formación geométrica y la fenomenología de los sistemas naturales. Establece así su "teoría constructal" (del latín *construere*, que significa construir), que explica cómo ciertos fenómenos básicos, optimizados individual y colectivamente, se pueden emplear para construir sistemas naturales más complejos, dentro de las restricciones impuestas por la física del problema en cada caso.

De acuerdo con la teoría constructal, el principio bajo el cual puede deducirse la geometría de los sistemas naturales está constituido por la forma y la estructura optimizadas que se obtienen del análisis de ingeniería. Se trata de una teoría predictiva para la geometría y el ritmo en la naturaleza, en contraposición con las técnicas más bien descriptivas de la geometría fractal, que se ha puesto de moda en los últimos años, donde se supone una secuencia repetitiva de operaciones que genera una imagen parecida a la de un árbol con sus ramas.

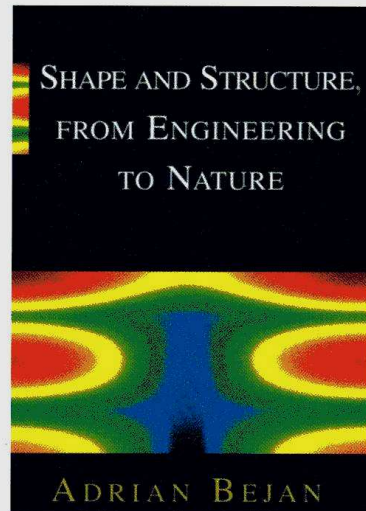
El autor dilucida muchos fenómenos naturales pertenecientes tanto al mundo inanimado como al viviente. Emplea conceptos y métodos utilizados en ingeniería para los elementos constructivos óptimos, como por ejemplo la forma y las dimensiones de las vigas en voladizo, la distribución de elementos disipadores de calor en tableros electrónicos, la ramificación de tuberías para un flujo, la distribución económica de intercambiadores de calor en centrales termoeléctricas, los tiempos de descongelamiento en los refrigeradores modernos, los costos de los tiempos de viaje en el transporte, etcétera. Con estas herramientas, el autor interpreta la morfología observada de los ríos, la formación dendrítica de los sistemas de congelamiento, el secado de los terrenos mojados, las características de vuelo de las aves y parvadas, los ritmos cardíacos y respiratorios de grandes y pequeñas especies, y muchos otros ejemplos.

Uno de los aspectos más valiosos de este libro es, sin duda, que los métodos de análisis y síntesis que forman la parte medular de la teoría constructal están basados enteramente en la amplia experiencia del autor adquirida a lo largo de muchos años a través de sus propias investigaciones y publicada en numerosos artículos de revistas especializadas y en libros, sustentada en muchos hechos y resultados observados y ampliamente documentada en la literatura especializada.

El capítulo 1 presenta las ideas básicas que sustentan la teoría, que es desarrollada en los capítulos restantes del libro. El capítulo 2 revisa los conceptos de forma y estructura que están presentes en los sistemas mecánicos optimizados. El capítulo 3 trata acerca de

las estructuras térmicas que, partiendo del enfriamiento de componentes electrónicos, establecen los arreglos de circuitos y tarjetas para lograr una ventilación óptima. Estos resultados se extienden para explicar cómo surgen las formas ramificadas naturales: los conceptos de ramificación de un flujo y ramificación del calor, que permiten configurar las trayectorias desde un volumen a un punto con mínima resistencia. En el capítulo 6 se ofrece una explicación acerca de las secciones transversales en el lecho de un río, junto con una elegante presentación de la morfología de las cuencas hidrológicas. El capítulo 7 revisa algunos conceptos relacionados con la estructura del flujo turbulento y la formación análoga de otros flujos inestables. En el capítulo 8 se resume el concepto de ramificación óptima, pero esta vez aplicado a sistemas de calentamiento convectivo. En el capítulo 9 se presenta un estudio de las estructuras óptimas en sistemas de potencia, incluyendo los animales y las máquinas voladoras. En el capítulo 10 se presentan los sorprendentes resultados relativos a los ritmos de respiración y cardiacos de los animales. El capítulo 11 presenta un panorama inesperado, pero muy bienvenido, acerca del análisis económico y del transporte público. Finalmente, el capítulo 12 ofrece una recapitulación del libro con señalamientos concluyentes y sugestivos.

En suma, se trata de una obra notable, altamente recomendable no sólo para físicos e ingenieros, sino



también para biólogos, médicos, arquitectos, economistas y en general para toda aquella persona interesada en cómo están compuestos y cómo funcionan los sistemas naturales y los construidos por el hombre. La lectura de este libro constituye una experiencia placentera que estimula la mente del lector y contribuye a la observación creativa de nuestro entorno natural y de nuestro mundo ingenioso.

Para toda aquella persona
interesada en cómo están
compuestos y cómo funcionan los
sistemas naturales y los
construidos por el hombre

Jaime Cervantes de Gortari es ingeniero mecánico y maestro en ingeniería mecánica por la UNAM, y doctor en ingeniería mecánica por la universidad de Purdue. Es profesor titular y catedrático de la Facultad de Ingeniería de la UNAM, y miembro del Sistema Nacional de Investigadores. Ha sido asesor en estudios sobre investigación y educación en ingeniería y en proyectos relacionados con el aprovechamiento energético en plantas industriales y en el transporte. Es autor y coautor de poco más de 100 publicaciones (libros de texto, monografías de divulgación y artículos de investigación original). Es miembro emérito de la Academia Nacional de Ingeniería y miembro de la Academia Mexicana de Ciencias.