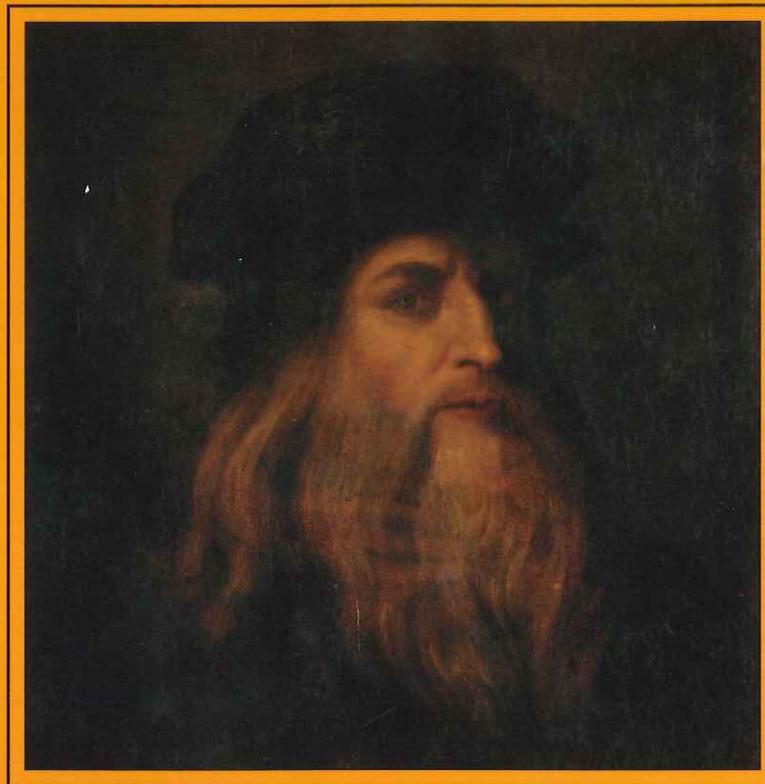


Fritjof Capra

La ciencia de Leonardo

La naturaleza profunda de la mente
del gran genio del Renacimiento



ANAGRAMA
Colección Compactos

La ciencia de Leonardo no puede entenderse en el marco del paradigma mecanicista de Galileo, Descartes y Newton. Aunque fue un genio de la mecánica que diseñó innumerables máquinas, su ciencia no era mecanicista. Reconoció plenamente y estudió en amplitud los aspectos mecánicos del cuerpo humano y animal, pero siempre los consideró instrumentos que el alma emplea para la autoorganización del organismo. El intento de comprender esos procesos de autoorganización —el crecimiento, los movimientos y las transformaciones de las formas vivas de la naturaleza— es el verdadero núcleo de la ciencia de Leonardo. Era una ciencia de las cualidades y las proporciones, de las formas orgánicas modeladas y transformadas por procesos subyacentes. Para Leonardo, la naturaleza como un todo era viva y animada, era un mundo que fluye y se desarrolla sin cesar, tanto en el macrocosmos de la Tierra como en el microcosmos del cuerpo humano.

Mientras que sus contemporáneos se adherían a las autoridades de Aristóteles y la Iglesia, Leonardo, a fin de adquirir un conocimiento independiente, desarrolló y practicó un enfoque empírico que muchos siglos después se conoció como método científico y que implicaba la observación sistemática y cuidadosa de los fenómenos naturales, experimentos ingeniosos, la for-

mulación de modelos teóricos y muchos intentos de generalizaciones matemáticas.

Leonardo utilizó su método empírico —junto con su excepcional capacidad de observación y su «sublime mano izquierda»— para analizar, dibujar y pintar «con filosófica y sutil especulación [...] todas las cualidades de las formas». ¹ Los registros que dejó de toda una vida de investigación son magníficos testimonios de su arte y de su ciencia a la vez.

En las últimas décadas, los especialistas nos han ofrecido análisis exhaustivos de algunas áreas de la ciencia de Leonardo (aunque a menudo desde perspectivas algo diferentes de la mía), mientras que otras siguen aún en gran medida sin explorar. El corpus íntegro de estudios anatómicos de Leonardo ha sido analizado con impresionante minuciosidad en un libro magnífico, *Leonardo da Vinci's Elements of the Science of Man*, de Kenneth Keele, historiador de la medicina y gran conocedor de Leonardo. ²

Las contribuciones originales de Leonardo al diseño paisajístico y de jardines, así como su sobresaliente obra botánica, han sido analizadas con gran detalle en un penetrante volumen del botánico William Emboden titulado *Leonardo da Vinci on Plants and Gardens*. ³ Por desgracia, no existe ningún volumen comparable en torno a los abundantes escritos de Leonardo dedicados al «movimiento de las aguas», que incluyen sus estudios pioneros de la hidrodinámica, así como sus muchos pensamientos originales sobre la dimensión ecológica del agua como medio y fluido nutriente de la vida. También permanecen en gran parte inexploradas sus observaciones geológicas, que se adelantan siglos a su época.

Las contribuciones de Leonardo a la mecánica y la ingeniería se estudian exhaustivamente en varios libros, incluido el bello volumen titulado *Renaissance Engineers from Brunelleschi to Leonardo da Vinci*, de Paolo Galluzzi, historiador de la ciencia. ⁴ Sus precisas observaciones y análisis del vuelo de los pájaros y

sus persistentes intentos de diseñar máquinas de volar operativas son objeto de evaluación en *Leonardo on Flight*, monografía cautivante y profusamente ilustrada del historiador de la ciencia Domenico Laurenza. ⁵ Sin embargo, hasta ahora no se ha realizado, desde la perspectiva moderna del diseño, una evaluación de conjunto del amplio espectro de obras de Leonardo sobre arquitectura e ingeniería. ⁶ Seguramente sería un tema fascinante.

Los estudios de Leonardo sobre las formas vivas de la naturaleza se iniciaron con su apariencia externa, pero luego se convirtieron en metódicas investigaciones de su naturaleza intrínseca. Los modelos de organización de la vida, sus estructuras orgánicas y sus procesos fundamentales de metabolismo y crecimiento son los hilos conceptuales unificadores que vinculan su conocimiento del macrocosmos y el microcosmos. A lo largo de su vida estudió, dibujó y pintó las rocas y los sedimentos de la Tierra, moldeados por el agua; el crecimiento de las plantas, moldeadas por su metabolismo; y la anatomía del cuerpo animal en movimiento. Utilizó la comprensión científica de las formas de la naturaleza como sostén de su arte, mientras que sus dibujos y pinturas cumplieron el papel de herramientas de sus análisis científicos. Por eso los estudios de Leonardo de las formas vivas de la naturaleza constituyen una unidad perfectamente coherente de arte y ciencia.

En el Renacimiento Italiano no era extraño encontrar pintores que fueran también consumados escultores, arquitectos o ingenieros. El *uomo universale* fue el gran ideal de la época. No obstante, la síntesis de arte y ciencia de Leonardo da Vinci, así como sus brillantes aplicaciones en múltiples campos del diseño y la ingeniería, eran absolutamente únicas. En los siglos posteriores se fueron redescubriendo poco a poco los conceptos y las observaciones de Leonardo en el campo de la ciencia y su visión de una ciencia de formas orgánicas resurgió varias veces en diferentes épocas. Sin embargo, nunca volvió a darse tanta genialidad intelectual y artística encarnada en un solo ser humano.

Leonardo nunca se jactó de sus talentos y habilidades sin par, ni se vanaglorió jamás, en sus millares de páginas de manuscritos, de la originalidad de tantas de sus ideas y descubrimientos. Pero era plenamente consciente de su excepcionalidad. En el Códice Madrid, en medio de extensos análisis de las leyes de la mecánica, encontramos dos líneas que podrían pasar por su propio y definitivo epitafio:

Léeme, lector, si eso te da placer, pues muy raras veces renaceré en el mundo.⁷

Durante más de cuarenta años, Leonardo persiguió incansablemente sus exploraciones científicas, impulsado por su inagotable e intensa curiosidad intelectual, su amor a la naturaleza y su pasión por todas las cosas vivas. A menudo sus magníficos dibujos reflejan con gran delicadeza y sensibilidad esa pasión. Por ejemplo, su famosa imagen de un feto en el útero (fig. E-1) va acompañada de varios esbozos más pequeños que comparan la matriz con el saco embrionario de una flor al representar las capas extraídas de las membranas uterinas como si se tratara de los pétalos en la corola. El conjunto entero de dibujos muestra con gran elocuencia el extremado cuidado y respeto de Leonardo por todas las formas de vida. Rebosa una ternura profundamente conmovedora.

La ciencia de Leonardo era una ciencia delicada. Aborrecía la violencia y tenía especial compasión por los animales. Era vegetariano porque no quería hacer sufrir a los animales al sacrificarlos para su consumo. Compraba en el mercado pájaros enjaulados y los dejaba en libertad y contemplaba su vuelo no sólo con la aguda mirada del observador, sino también con gran empatía. Hojeando los cuadernos de notas se puede tener de golpe la impresión de que un pájaro solitario ha volado hasta allí mientras Leonardo presta atención a otra cosa, y que en los folios siguientes llega tras él toda una bandada de criaturas aleteantes.⁸

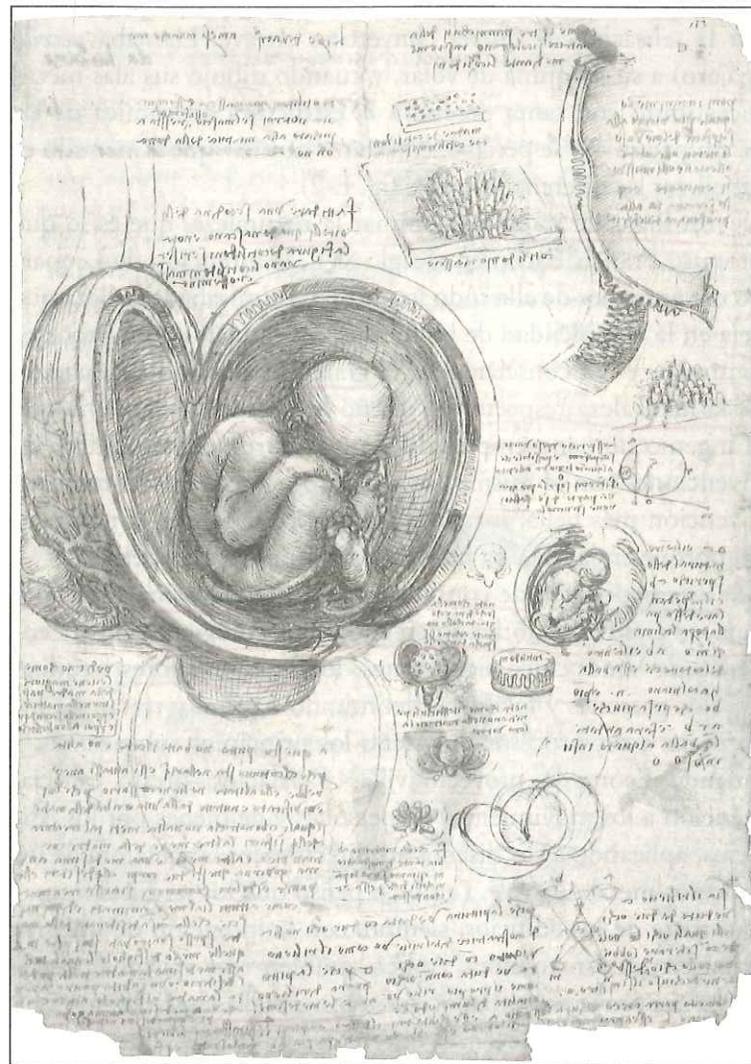


Figura E-1. El feto en el útero, c. 1510-1512, Estudios anatómicos, folio 198r

En los dibujos de sus máquinas de volar, Leonardo trató de imitar el vuelo de las aves con tanta exactitud, que llega casi a dar la sensación de querer convertirse en ave. Llamaba *uccello* (pájaro) a su máquina de volar, y cuando dibujó sus alas mecánicas imitó con tanta precisión la estructura anatómica de las de un pájaro —y, se percibe, con tanto cariño— que a menudo es difícil ver las diferencias (véase fig. E-2).

En lugar de tratar de dominar la naturaleza, que es lo que propuso Francis Bacon en el siglo XVII, la intención de Leonardo era aprender de ella todo lo posible. Admiraba la belleza que veía en la complejidad de las formas, los modelos y los procesos naturales, y era consciente de la gran superioridad del ingenio de la naturaleza respecto del diseño humano. «Por mucho que el ingenio humano emplee diferentes instrumentos en diversas invenciones con el mismo fin —declaró—, jamás encontrará una invención más bella, más fácil, ni más concisa que la naturaleza, porque en las de ésta no falta nada ni nada es superfluo.»⁹

Esta actitud, la de considerar la naturaleza como modelo y guía, se está redescubriendo en el diseño ecológico. Como Leonardo da Vinci cinco siglos antes, los ecodiseñadores estudian hoy los patrones y los flujos del mundo natural y tratan de incorporar a sus procesos de diseño los principios subyacentes.¹⁰ Cuando Leonardo proyectó villas y palacios, prestó especial atención a los movimientos de personas y de bienes por los edificios, aplicando a sus diseños arquitectónicos la metáfora de los procesos metabólicos.¹¹ También pensó que los jardines formaban parte de los edificios, siempre con la intención de integrar arquitectura y naturaleza. Aplicó también esos mismos principios a sus proyectos urbanos, pues concebía la ciudad como una especie de organismo en el que, para que fuese saludable, era imprescindible que las personas, los bienes materiales, los alimentos, el agua y los residuos circularan por él con facilidad.¹²

En sus extensos proyectos de ingeniería hidráulica, Leonardo estudió atentamente la corriente de los ríos con el fin de

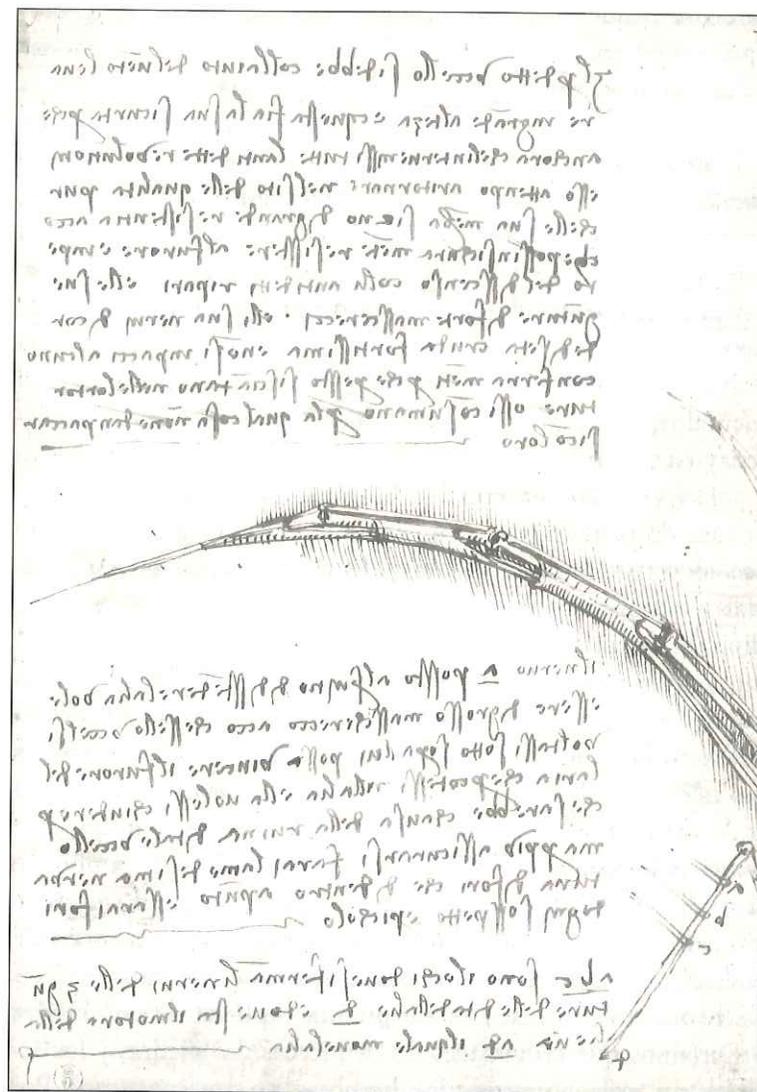


Figura E-2. Estudio de un ala mecánica a imitación del ala de un pájaro, Códice *sul volo*, folio 7r

modificar suavemente su curso insertando en ellos presas relativamente pequeñas en los lugares adecuados y con los ángulos óptimos. «Para desviar un río de un sitio a otro, es menester halagarlo, no forzarlo con violencia», explicaba.¹³

Estos ejemplos de utilización de los procesos naturales como modelos de diseño humano y de cooperación con la naturaleza antes que del intento de dominarla, muestran claramente que, en calidad de diseñador, Leonardo trabajaba con el mismo espíritu que defiende hoy el movimiento de ecodiseño. En esta actitud de aprecio y respeto por la naturaleza subyace una posición filosófica que no concibe los seres humanos separados del resto del mundo vivo, sino más bien como fundamentalmente insertos en la comunidad total de vida de la biosfera y en dependencia de ella.

Hoy en día, esta posición filosófica es promovida por una escuela de pensamiento y movimiento cultural conocido como «ecología profunda».¹⁴ La distinción entre ecología «superficial» y «profunda» como terminología útil para referirse a una división importante en el seno del pensamiento medioambiental contemporáneo es ampliamente aceptada en la actualidad. La ecología superficial considera los seres humanos por encima del mundo natural o fuera de él, los ve como fuente de todos los valores y sólo concede a la naturaleza un valor instrumental o de «uso». Por el contrario, la ecología profunda no separa a los seres humanos —ni ninguna otra cosa— del medio ambiente natural. Considera el mundo vivo fundamentalmente interrelacionado e interdependiente y reconoce el valor intrínseco de todos los seres vivos. Asombrosamente, los cuadernos de notas de Leonardo contienen una expresión explícita de esta visión: «¿Diríamos que las virtudes de las hierbas, las piedras y los árboles no existen porque los hombres no las conozcan? Por supuesto que no. Lo que decimos es que las hierbas son nobles en sí mismas, sin ayuda de las lenguas ni de las letras humanas.»¹⁵

En última instancia, la conciencia de la ecología profunda es conciencia espiritual o religiosa. Cuando la espiritualidad se entiende como manera de ser que emana de un profundo sentido de unidad con todo, como sensación de pertenencia al universo concebido como una totalidad, no hay duda de que, en su esencia más profunda, la conciencia ecológica es espiritual.¹⁶ Parece que la visión del mundo que profesaba Leonardo da Vinci tenía esta suerte de dimensión espiritual. A diferencia de la mayoría de sus contemporáneos, casi nunca se refirió a la creación divina, sino que prefería hablar de las obras infinitas y las invenciones maravillosas de la naturaleza. Los cuadernos de notas están llenos de pasajes en los que describe cómo la naturaleza «ha ordenado» que los animales tengan experiencia del dolor, cómo ha creado las piedras, ha hecho convexa la superficie de la córnea, ha dado movimiento a los animales y forma a sus cuerpos.

En todos estos pasajes se percibe la gran reverencia de Leonardo por la ilimitada creatividad y sabiduría de la naturaleza. No están redactados en lenguaje religioso, pero son profundamente espirituales.

En los siglos posteriores a la muerte de Leonardo, mientras sus cuadernos de notas permanecían ocultos, la Revolución Científica y la Revolución Industrial sustituyeron la visión orgánica del mundo de la Edad Media y el Renacimiento por otra completamente distinta, que concebía el mundo como una máquina. El paradigma mecanicista que de ello derivó —formulado en lenguaje científico por Galileo, Descartes, Newton y Locke— dominó nuestra cultura durante más de trescientos años, lapso en que modeló la moderna sociedad occidental e influyó significativamente en el resto del mundo.¹⁷

Este paradigma consta de un conjunto de ideas y valores profundamente arraigados, entre los que cabe mencionar la visión del universo como sistema mecánico compuesto por elementos básicos, el cuerpo humano como máquina, la vida en so-

ciudad como una lucha competitiva por la existencia y la creencia en el progreso material sin límites, a lograr mediante el crecimiento económico y tecnológico. Ciertos acontecimientos de fecha reciente han constituido un fatídico cuestionamiento de todos estos supuestos, sometidos en nuestros días a radical revisión.

A medida que avanza este nuevo siglo, más claro se ve que los principales problemas de nuestro tiempo —económicos, medioambientales, tecnológicos, sociales o políticos— son sistémicos y no pueden resolverse en el actual marco fragmentario y reduccionista de las disciplinas académicas y las instituciones sociales. Necesitamos un cambio radical en nuestras percepciones, nuestro pensamiento y nuestros valores, y precisamente en el comienzo de ese cambio fundamental de visión del mundo nos hallamos hoy, tanto en la ciencia como en la sociedad.

Durante las últimas décadas, la visión cartesiana mecanicista del mundo ha empezado a dar paso a una visión holística y ecológica semejante a la que expresan la ciencia y el arte de Leonardo da Vinci. En lugar de ver el universo como una máquina compuesta por elementos básicos, los científicos han descubierto que, en última instancia, el mundo material es una red de modelos de relaciones inseparables, que el planeta como totalidad es un sistema vivo y autorregulado. La concepción del cuerpo humano como máquina y de la mente como entidad separada está siendo sustituida por otra, para la cual no sólo el cerebro, sino también el sistema inmune, los tejidos corporales e incluso cada célula son sistemas vivos, sistemas cognitivos. La evolución ya no es considerada una lucha competitiva por la existencia, sino más bien una danza de cooperación en la que la creatividad y el constante surgimiento de novedades son las fuerzas impulsoras. Y con el nuevo énfasis en la complejidad, las redes y los modelos de organización, poco a poco está surgiendo una nueva ciencia de la cualidad.¹⁸

Naturalmente, esta nueva ciencia se formula en un lenguaje completamente distinto del de Leonardo, pues incorpora los

últimos logros de la bioquímica, la genética, la neurociencia y otras disciplinas científicas avanzadas. Sin embargo, la concepción de un mundo vivo como fundamentalmente interconectado, enormemente complejo, creativo e imbuido de inteligencia cognitiva, es muy similar a la visión de Leonardo. Por eso la ciencia y el arte de este gran sabio del Renacimiento, con su aliento integrador, su sublime belleza y su ética de afirmación de la vida, son una extraordinaria fuente de inspiración para nuestro tiempo.