

LEONARDO DA VINCI: UN MODELO MULTIDISCIPLINAR ABIERTO AL MUNDO DE HOY

Fernando Torres Leza

Catedrático de Ingeniería de Fabricación. Universidad de Zaragoza

1. INTRODUCCIÓN

La humanidad dispone hoy de un elevado nivel de conocimientos, de un ingente acervo social y de una actividad creativa sin precedentes históricos. Son más altos que nunca el saber medio individual y el número de personas que lo ejercitan. El tiempo de vida y la proporción dedicada al estudio y a la comunicación se alarga continuamente. Las tecnologías y los equipos que facilitan la información y la extensión de las redes de comunicación muestran un desarrollo espectacular.

Sin embargo, a pesar de estas ingentes posibilidades, el mundo se muestra inexplicablemente incapaz de dar respuesta a endémicos problemas humanos que aún agobian a la mayor parte del planeta, y en muchos entornos se detecta un deterioro evidente. Aunque la utopía de la paz mundial es difícilmente alcanzable, no es posible olvidar que la capacidad destructiva no guarda relación con una admisible estrategia defensiva ante posibles situaciones bélicas. Para mayor desazón, surgen riesgos no menos importantes como resultado descarrado de los nuevos conocimientos.

¿Cómo responder ante esta compleja situación? ¿Es tolerable la persistencia de estos problemas? ¿Por qué no existen planes a corto y medio plazo para conseguir entre todos un mundo más sano, más feliz, con más calidad de vida para todos sus pobladores? ¿La inteligencia y los recursos no son suficientes para sobreponernos a las calamidades y cataclismos, sean naturales o provocados? El egoísmo individual o asociado, y también la escasez de corrientes filosóficas atentas a los problemas reales, la excesiva especialización y la falta de cohesión interdisciplinaria entre los intelectuales y gobernantes son algunas de las causas que impiden aplicar los poderosos medios de la ciencia actual.

Algunos indicadores llevan a pensar que esta es la época de mayor logro integral de la humanidad. La imagen no es tan optimista si se establece relación con los recursos disponibles y con los riesgos acumulados. La ciencia y la globalización tienen ventajas, pero generan también peligros de máximo alcance. Por poner unos pocos ejemplos, basta citar la catástrofe de Chernobyl, las nuevas enfermedades como las “vacas locas”, los atentados masivos o la proliferación de virus informáticos en una sociedad informática monopolística.

Comparativamente, la época del Renacimiento italiano es un buen ejemplo de momento cumbre de la creatividad humana, y su decadencia también puede servirnos como advertencia en este momento. En tal época, destacados “genios” individuales, difícilmente explicables sin un adecuado caldo de cultivo, han dejado muestras de impresionantes logros. También debe preocuparnos su desaparición histórica, amenaza fácilmente transportable al aparentemente sólido escenario actual. El ejemplo de Leonardo da Vinci, a menudo explicado de modo simplista por su faceta de genio extraordinario, alcanza hoy de modo creciente un atractivo inusitado para todos los públicos.

Para facilitar esta ambiciosa tarea, presentamos y aplicamos nuestro Sistema Integrado de Categorías Universales, SICU, que permite representar la aportación global de Leonardo en 26 disciplinas clave, nemotécnicamente designadas con las iniciales del alfabeto, analizar una de sus obras técnicas de mayor profundidad, -el Códice Madrid I-, o servir de base unificada para el análisis y el desarrollo de métodos creativos en diversos ejemplos actuales.

Aquí se ofrece una visión integrada y un ensayo de explicación fundamentada del éxito de sus métodos. Para que el estudio no se quede en un simple análisis retrospectivo, se comenta la situación de los sistemas empleados para clasificar el saber, algunas corrientes educativas y las posibilidades de una educación interdisciplinar compatible con la formación especializada en el mundo actual.

2. EL SISTEMA INTEGRADO DE CATEGORÍAS UNIVERSALES (SICU)

El avance continuo de las ciencias, en sentido amplio, a lo largo de la historia ha desvelado uno a uno numerosos principios y ha hecho necesario el establecimiento de métodos paralelos para análisis, clasificación, creación y difusión del saber.

Un importante recurso del hombre es el lenguaje, que es a la vez medio para el pensamiento, para la creación y para la comunicación. En paralelo, su diversidad produce una importante barrera para el trabajo personal y el entendimiento social. El deseo de una lengua universal es un anhelo antiguo, sostenido y difícilmente alcanzable para la humanidad. Las letras del alfabeto son los módulos básicos para formar sílabas, palabras, frases y obras complejas en la mayor parte de los idiomas, y, junto a las ideas, uno de los pocos elementos comunes entre ellos. Entre todos los alfabetos, el latino presenta la mayor aplicación y posibilidades actuales.

El número de ideas susceptibles de analizar y clasificar en cualquier autor u obra humana, sea individual o colectiva, es enorme. Numerosos investigadores han establecido diversos métodos para aprender y enseñar los conocimientos. Entre ellos adquieren utilidad las enumeraciones secuenciales, las clasificaciones jerárquicas y las definiciones. Desde la Grecia clásica a las páginas de Internet, se trata de definir esquemas para abordar los campos del conocimiento. Con objeto de analizar el universo complejo, en el s. VI a.C. Aristóteles emplea un sistema de 10 categorías, basado en la sustancia y 9 accidentes. En 1735 Linneo establece una metódica clasificación de los seres naturales. Más preocupado por los juicios filosóficos, Kant (1724-1804) introduce una docena de categorías abstractas (totalidad, pluralidad, unidad, afirmación, negación, limitación, sustancialidad, causalidad, reciprocidad, realidad, necesidad, posibilidad). John Dewey (1859-1952) desarrolla su Clasificación Decimal Universal (CDU), cuyo primer nivel jerárquico emplea cifras para representar 10 campos de entrada: generalidades (0); filosofía y psicología (1); religión (2); ciencias sociales(3); lenguaje (4); ciencias naturales y matemáticas (5); tecnología (6); artes (7); literatura (8); geografía e historia (9). Este método, desarrollado, aunque complejo y poco nemotécnico, se emplea en muchas bibliotecas.

Para examinar y tratar de modo coherente el saber y las obras de Leonardo, aquí empleamos 26 categorías SICU con una representación alfabética y una definición que resumimos a continuación:

<i>Categorías SICU</i>	<i>Definiciones y conceptos representados dentro de cada categoría</i>
A Actividad	Cualquier cambio de estado, acción o comportamiento de un ser o sistema, sea espacial o temporal
B Bases	Fundamentos, causas, objetivos, ciencia, cultura o ideas que soportan a los sistemas o seres naturales
C Control	Equipos o técnicas para detectar, comparar o marcar el valor o evolución de las propiedades de un sistema
D Dinero	Recursos económicos aceptadas como valor y para intercambios de propiedad de categorías
E Estado	Descripción instantánea o de la evolución de cualidades, propiedades de un sistema o categoría
F Física	Propiedades, fenómenos, reglas o principios para explicar o modificar los estados externos de un sistema
G Geometría	Generación, proyecto, prototipo, diseño, arte, creación o modelo previo a cualquier reproducción

H Hombre	Personal inteligente participante en una actividad, así como las cualidades y valores humanos
I Información	Conocimiento, dato o documento capaz de ser almacenado, procesado o intercambiado
J Juegos	Elementos para diversión, distracción, entretenimiento o motivación del hombre
K Química	Elementos y reglas para composición, enlace y transformación interna de la materia
L Lenguaje	Elementos y reglas para enlazar, soportar, expresar y transmitir conceptos, sucesos, argumentos, etc.
M Material	Sustancia tangible, dotada de composición, masa y volumen
N Números	Elementos y reglas matemáticas, lógicas o estadísticas etc. para expresar, calcular o predecir la realidad
O Organización	Entidad, persona jurídica o métodos de gestión de las mismas
P Productos	Preserie, reproducción, gama de productos, o copias resultantes de la repetición económica de un diseño
Q Calidad	Cualidades o propiedades. Indicador de la aptitud de un sistema para satisfacer los objetivos
R Relaciones	Vías para conectar e intercambiar flujos con otros sistemas o entre diversas partes de un sistema
S Sistemas	Ser artificial, equipo o sujeto técnico definido en el interior de una frontera o límite
T Tiempo	Coordenada o escala para la evolución, indicador de fechas de cumplimiento o plazos
U Ubicación	Coordenadas o espacios de una, dos o tres dimensiones, para situar y orientar un ser
V Vida	Seres naturales animados, organismos y elementos biológicos
W Energía	Capacidad acumulable, procesable y convertible para forzar efectos considerables o daños materiales
X Exterior	Medio exterior, natural, jurídico o político, como la atmósfera, el mercado, una comarca, etc.
Y Ley	Acuerdos y disposiciones aceptadas que regulan, ordenan y evalúan derechos, deberes y conductas
Z Zona	Límites, separadores y enlaces entre las partes de un sistema o del sistema completo con el entorno

3. LEONARDO DA VINCI (1452-1519): ERUDITO Y MULTIDISCIPLINAR.¹

Leonardo, hijo ilegítimo del notario Piero da Vinci, nace en pleno Renacimiento italiano en la población da Vinci, situada a unos treinta kilómetros al oeste de Florencia. A lo largo de 67 años de vida se convierte en una de las personalidades más curiosas y polifacéticas de la historia.

Crecido en estrecho contacto con la naturaleza, pero carente de formación académica en el sentido actual, las enciclopedias le atribuyen la más larga lista de profesiones: pintor, escultor, arquitecto, ingeniero, físico, geómetra, biólogo, geólogo, astrónomo, botánico, anatomista, músico, lingüista, filósofo...

Destacan su inquietud, su capacidad observadora, su profundo análisis, su continua experimentación, su perfeccionismo, su espíritu juvenil hasta el final... Todo ello le hace ser altamente valorado por sus contemporáneos. Los estudiosos actuales lo califican como el genio más completo de todas las épocas.

Su producción pictográfica conservada y certificada es de una decena de cuadros, además de otros tantos que se le atribuyen con gran probabilidad. Su originalidad técnica y su fuerza expresiva le

¹ Nota: El contenido de este artículo está basado en los textos elaborados por el autor para la presentación de la Exposición: "Leonardo y las Ciencias", celebrada en Madrid (Museo de la Ciudad) del 12 de septiembre al 15 de octubre de 2003.

elevan al rango de maestro y de innovador indiscutible. Aplica la perspectiva espacial, gradúa progresivamente la oscuridad en el fondo de sus cuadros y suaviza los perfiles de sus personajes, frente a los nítidos contornos pintados en su época, lo que les confiere una profundidad antes inalcanzada.

Los escritos de Leonardo se estiman en 15.000 páginas, de las que se conservan unas 7.000. Hace años causó sensación Bill Gates al comprar el Códice Hammer, invirtiendo unos 25 millones de dólares en un manuscrito de apenas 72 páginas, y ha generado un notable CD-ROM. En 2001 se superó en una subasta de Christie's la cifra de trece millones de euros por el dibujo «Caballo y Jinete». Cada centímetro cuadrado costó ciento cuarenta mil euros: un verdadero récord.

Tan relevante como lo anterior es que la mayor parte de sus folios están llenos de dibujos e interesantes comentarios escritos especularmente, lo que se interpreta como una consecuencia de su mayor habilidad con la mano izquierda y de su deseo de protegerse frente a sus coetáneos.

Reflejan sus ideas, observaciones y desarrollos sobre los más variados temas, y son un testimonio cotidiano de los conocimientos disponibles por los artesanos de aquella época.

Su inquietud le lleva a saltar rápidamente de un tema a otro, dejando muchos proyectos sin terminar, aunque casi siempre demuestra su factibilidad y originalidad. Hoy se precisan meses para diseñar una máquina algo novedosa, mientras que sus cuadernos incluyen centenares de bocetos sobre los más variados sistemas: máquinas-herramienta, máquinas de guerra, relojes, instrumentos musicales, automatismos, medidores, barcos, máquinas voladoras y muchos otros. La perfección conceptual y didáctica del Códice Madrid I es la mejor prueba.

En una época en la que el estudio del cuerpo humano estaba estrictamente prohibido, consigue permisos, disecciona unos treinta cadáveres y dibuja con detalle gran parte de los órganos del cuerpo, con una claridad nunca antes alcanzada.

Sus escritos filosóficos siguen teniendo actualidad. Sus análisis lingüísticos son pioneros en la naciente lengua italiana. Sus incursiones en la matemática, que considera fundamental para explicar el universo, son de gran acierto.

Todo es resultado de una actitud y profundidad observadora poco común, relacionando todo con una sencillez basada en el análisis y extrapolación consecuente de la naturaleza. Muy metódico y siempre equipado con un cuaderno de notas, se convierte en el mejor notario de su tiempo y de su concepción razonada de todo el universo.

Por otra parte, Leonardo diseña diversos mecanismos predecesores de la electrónica. Interesado inicialmente por las máquinas como solución final para resolver las más variadas aplicaciones, pronto descubre que unos pocos mecanismos elementales son los constituyentes básicos de cualquier máquina compleja.

Resulta interesante destacar que Leonardo elaboró cuadernos de notas de dos niveles y etapas científicas. Un primer tipo de cuadernos son los que reflejan a modo de diario sus observaciones en orden temporal; un segundo tipo de escritos constituyen verdaderos «libros» o síntesis monográficas sobre una materia. En este segundo grupo describe de modo sistemático los conceptos que explican claramente el porqué (los principios físicos implicados) y proponen cómo (los procesos, los métodos) o con qué (los componentes tecnológicos) resolver de diversos modos el problema analizado.

Aun cuando el orden original de sus códices ha sido alterado y se estima que se han perdido la mitad de sus escritos, el Códice Madrid II es un buen ejemplo del primer tipo de cuadernos, elaborado como un diario de elaboración inmediata. Los temas abordados son de lo más diverso, tanto como sus ocupaciones diarias, que lo mismo le llevaban a inventariar meticulosamente los libros de su

biblioteca, los vestidos disponibles, los trabajos emprendidos o los gastos efectuados. El Códice Madrid I, reconfigurado con detalle, constituye un ejemplo del segundo nivel. Como aparece en su catalogación en la Biblioteca Nacional, es un verdadero Tratado de Fortificación, Estática y Geometría, y bien podría ser usado hoy para describir las máquinas más variadas y explicar sus principios y elementos constituyentes.

Su capacidad creativa es tal que, como en otros campos, se anticipa a las soluciones de destacados científicos o tecnólogos de los siglos posteriores. Precisamente el ingeniero actual podrá reconocer muchas soluciones mecánicas a problemas semejantes que hoy aparecen por analogía en el campo de la electrónica. Tal es el caso del uso del empleo de un elemento básico de la mecánica, el trinquete, con la misma labor que un diodo electrónico. Leonardo da un salto más: por combinación de varios elementos produce mecanismos capaces de realizar funciones complejas, como las del mecanismo generador de rotación constante a traslación alterna, parecido al actual inversor electrónico, capaz de obtener corriente alterna a partir de una fuente de corriente continua.

Trabajador y viajero infatigable, recorrió miles de kilómetros a lo largo de su vida, siempre al servicio de los más destacados señores y rodeado de los artistas más brillantes del irrepentible Renacimiento italiano. Reconocido como creador en todo tipo de materias, siempre estuvo rodeado de discípulos y servidores de las más variadas procedencias y profesiones, a los que tutelaba, encargaba tareas y transmitía sus habilidades.

Sus ideas son más revolucionarias que las de otros que por menos terminaron en la hoguera inquisitorial, aunque quizá su escritura «a izquierdas», su simpatía y trato personal, la protección mecénistica y su habilidad para hacer fácil lo difícil le ahorraron tales calores.

4. EL UNIVERSO DE DISCIPLINAS DE LEONARDO DA VINCI: DE LA “A” A LA “Z”

El carácter universal de Leonardo da Vinci se puede evidenciar a través del método SICU en las 26 categorías citadas, que son universales, intemporales, intuitivas, nemotécnicas y ordenables de la A a la Z. En una primera fase se hace un resumen, que se amplía en una segunda etapa con más detalle. El perfil resultante de Leonardo no deja lagunas en ninguna de estas facetas:

- A. *Actividades*. Su ritmo de trabajo es rápido e incansable. Domina 33 profesiones, de la A a la Z.
- B. *Bases*. Las frases e ideas del maestro, muy avanzadas para su época, dan idea de la profundidad de su pensamiento. Otras se adelantan varios siglos a pensadores y científicos. Su éxito se basa en su método de trabajo.
- C. *Control*. A veces se piensa que la Automática es un invento del siglo XX. Leonardo dibuja ingeniosos autómatas para producir música, girar un asado, fabricar piezas, elevar agua, mover objetos, etc.
- D. *Dinero*. Son muchas las frases o comentarios escritos sobre gastos o economía de sus proyectos que, como buen ingeniero, domina Leonardo.
- E. *Estados y evolución*. Resuelve con dibujos la descripción hoy facilitada por la fotografía y el cine. Describe su entorno con una gran precisión. Lo mismo congela a cámara lenta el vuelo de las aves que integra largos procesos con la mayor paciencia.
- F. *Física*. Las frases de Leonardo son ejemplo de concreción científica. Se adelantan a muchos físicos posteriores, que ignoran estas experiencias, recogidas en sus cotizados manuscritos, conservados en bibliotecas públicas desde entonces.
- G. *Geometría, arte*. Es su eje central. Se conservan una docena de sus cuadros, con expresividad inigualada. Numerosos dibujos y bocetos prueban que nada dejaba a la improvisación, pero también que su enorme inquietud por descubrir y reflejar el mundo real le hacían demorar mucho sus obras, para enfado de sus patrocinadores.
- H. *Hombre*. Diversas fechas muestran algunos hitos de sus realizaciones perdurables. Sus aptitudes y virtudes son destacadas.

- I. *Información*. Posee y consulta 215 libros, pocos años tras nacer la imprenta. Fiable notario del saber de su tiempo, escribe unas 15.000 páginas, de las que se conservan más de 6.000, agrupadas en 25 códices. Son notables los códices Madrid I y II, hallados en 1967 en la Biblioteca Nacional de España.
- J. *Juegos*. Da Vinci es jovial y músico superdotado. Usa las notas musicales unos pocos años después de ser inventadas. Diseña instrumentos ingeniosos y automáticos.
- K. *Química*. Leonardo conoce muchas sustancias y sus reacciones. Las emplea como materiales para pintar o para sus artefactos bélicos.
- L. *Lenguaje*. En italiano, variante popular del latín, escribe jeroglíficos, sustituye palabras por dibujos, cataloga palabras, etc. Estudia latín para leer a los clásicos. Sus fábulas y profecías delatan la mente técnica del maestro.
- M. *Materiales*. Formidable constructor, domina todo tipo de materiales y sus propiedades.
- N. *Números*. Aunque no había estudiado muchas matemáticas en su infancia, se interesa muy pronto por los números, las reglas, las proporciones, las operaciones. Ilustra un tratado de Pacioli.
- O. *Organización*. Sirve a importantes mecenas y posee dotes organizativas notables.
- P. *Producción*. Buen ingeniero, diseña las más variadas máquinas-herramientas y fábricas completas para los materiales y productos conocidos en su época.
- Q. *Calidad*. Gran novedad para su tiempo. Diseña originales ensayos para objetivar la naturaleza y enunciar leyes físicas. Se anticipa en varios siglos a otros científicos.
- R. *Relaciones*. Retórico brillante, mantiene excelentes contactos con mecenas, abades e intelectuales de su entorno próximo o lejano. Forzado por los sucesos, cambia de sede y patrón con frecuencia.
- S. *Sistema*. Impresiona su dominio de equipos o instalaciones de todo tipo. Es un inventor muy fecundo y un observador inteligente.
- T. *Tiempo*. Durante su vida hay gran dinamismo social en todo el mundo. Aquí se citan algunos personajes coetáneos o sucesos relevantes.
- U. *Ubicación*. Viajero infatigable, una de sus preocupaciones es cómo desplazarse deprisa. Por tierra, mar o aire... Pasa del automóvil al helicóptero y al planeador, pasando por barcos, submarinos, etc.
- V. *Vida*. Plantas, animales, personas..., todo es analizado, dibujado y comentado con fidelidad.
- W. *Energía y potencia*. Domina muchos de los recursos energéticos hoy conocidos, especialmente los renovables (hidráulica, calor, luz, ...). Trata de ahorrar el trabajo humano y lo consigue.
- X. *Exterior, ecología*. Conoce la naturaleza al detalle, sean animales, plantas o rocas. Su memoria «recuerda» todo objeto o secuencia.
- Y. *Leyes, política*. Exculpado en un juicio tras ser acusado de sodomía. Sus pensamientos demuestran su buen conocimiento de la política, pero no parece preocuparle tanto como a su coetáneo Maquiavelo. Extrañamente no se conoce ninguna referencia a los monarcas españoles.
- Z. *Zonas, construcción*. Arquitecto, urbanista, constructor de palacios, fortalezas, viviendas, catedrales, ciudades...

A continuación se amplía el análisis de cada categoría siguiendo el método SICU con más detalle:

A. Actividades

Leonardo es una persona inteligente, inquieta, incansable, receptiva, muy motivada por aprender todo tipo de materias, en comunicación con todo tipo de profesionales. No se ha formado en una escuela como especialista.

Estas cualidades y circunstancias, vinculadas a su intuitiva e innovadora concepción del mundo como un todo, basado en leyes análogas en los diferentes campos del saber, le permiten responder con sentido común y habilidad a todo tipo de situaciones. Contempla las obras como algo completo, lo que le obliga a resolver todos los detalles. Otros hechos favorables son la larga duración de su vida, y el sistemático hábito de dedicar cada día un tiempo para la reflexión y anotación en sus cuadernos de

todos los aspectos considerados. Sus biógrafos y quienes más tarde han analizado con detalle sus cuadernos de notas han podido constatar la perfección en las siguientes profesiones:

A.	Experto en el trabajo y en métodos	M.	Geólogo
B1.	Filósofo	N.	Matemático
B2.	Científico	O.	Organizador y clasificador
C.	Ingeniero de automatismos	P.	Ingeniero de producción
D.	Contable y calculista de proyectos	Q.	Ingeniero de ensayo y medida
E.	Dibujante, caricaturista	R.	Profesor, comunicador
F.	Físico	S1.	Ingeniero mecánico
G1.	Pintor	S2.	Relojero
G2.	Escultor	S3.	Ingeniero militar
G3.	Diseñador	U.	Ingeniero aeronáutico
H1.	Psicólogo	VI.	Anatomista
H2.	Moralista	V2.	Zoólogo
I1.	Escritor técnico	V3.	Botánico
I2.	Fabulista	W.	Ingeniero energético, mecánico
J1.	Músico	X1.	Geógrafo
J2.	Escenógrafo	X2.	Cartógrafo
J3.	Coreógrafo	Z1.	Ingeniero de caminos, canales y puertos
J4.	Cantante	Z2.	Ingeniero de construcción
K1.	Químico	Z3.	Arquitecto
L1.	Lingüista, literato	Z4.	Urbanista

B. Bases.

Las bases de su inteligencia son en buena parte innatas, con una leve formación reglada, atento dialogante con sus familiares, maestros y contemporáneos, su principal raíz formativa le define como autodidacta e investigador de la naturaleza, Da Vinci también es un apasionado lector de los clásicos, entre ellos Esopo. Gran observador de las personas posee una mente reflexiva deseosa y capaz de extraer leyes generales a partir de un reducido número de observaciones. Con este planteamiento, con su temprano hábito de escribir todas sus experiencias y pensamientos en un cuaderno de notas, con sus excelentes dotes como psicólogo, se explica su producción filosófica y su agudeza en un gran número de máximas dispersas por sus cuadernos.

Asume también lo que considera aceptable en las ideas de otros, al no preocuparle la mención de otros autores, ni desear destacar su propia originalidad. A partir de las ideas reflejadas en sus manuscritos, hemos extraído algunos pensamientos de interés; que repite con ligeras variaciones en diversas partes de sus cuadernos. Sorprende hoy la calidad literaria y argumental de sus frases.

Esta selección se complementa con otra destacada lista específica de ideas científicas agrupadas como teorías en Física (F).

«Hay que observar y pensar: quien piensa poco se equivoca mucho.»

«Quien no sobrepasa a su maestro es un pobre discípulo.»

«En la investigación científica se debe proceder metódicamente, es decir, se debe distinguir entre las diversas partes del tema propuesto, de tal forma que no haya confusión alguna y pueda ser bien comprendido.»

«Todo obstáculo produce una resuelta resolución.»

«Yo te obedezco, Señor primero por el amor que te debo y además porque tú puedes acortar o prolongar la vida de los hombres.»

«Vosotros, teóricos especulativos de las cosas, no alardeéis de conocer las cosas que la naturaleza nos ofrece; podéis daros por satisfechos si sois capaces de conocer la finalidad de aquellas cosas que vosotros mismos inventáis.»

«El ingenio humano puede hacer diferentes inventos abarcando con varios instrumentos el mismo fin. Sin embargo, nunca describirá ninguno más económico y más a propósito que los de la naturaleza, pues en sus inventos no hay nada caprichoso ni superfluo.»

«Evita las enseñanzas de los especuladores, ya que sus juicios no están confirmados por la experiencia.»

«Si desacreditas la pintura, que tan sólo imita todos los trabajos visibles de la naturaleza, desacreditas la mayoría de las ciencias que con filosóficas razones examinan todo tipo de formas: en la tierra y en el aire, plantas, animales, hierba y flores, todas bañadas en luces y sombras. No dudes de esta ciencia, es la verdadera hija de la naturaleza...»

«La perspectiva, que enseña cómo los rayos lineales divergen con leyes demostrables, debería ser colocada primera entre las ciencias y las disciplinas del hombre.»

«Si el cuerpo humano te parece una obra maravillosa, considera que no es nada frente al alma. Verdaderamente todo hombre incorpora siempre algo divino.»

«Que la sobriedad, sana alimentación y el buen dormir te conserven la salud.»

«Los que se dejan llevar por la práctica sin poseer la ciencia, son como el piloto que se embarca sin timón ni brújula y no sabe con certeza a dónde va.»

«Lo que no se puede describir de forma matemática no es verdadera ciencia.»

«La ciencia mecánica es la más noble y útil entre las otras, por ser la responsable de que todos los cuerpos animados realicen sus operaciones.»

«La claridad del aire se debe al agua disuelta en imperceptibles gotas que toman la luz del sol desde la dirección opuesta, consiguiendo así un aire limpio; y el azul que aparece en el aire está causado por las sombras ocultas en él.»

«El aire se mueve como un río y dibuja nubes en su despertar igual que un arroyo dibuja con él todas las cosas que están en su superficie.»

«El que teme los peligros no perece en ellos.»

«En materia que desconoces, haces mal si alabas y peor si desapruebas.»

«Pobre es más bien aquél que desea muchas cosas.»

«Corrige a tu amigo en secreto y alábale públicamente.»

«El que no castiga el mal consiente que se haga.»

«Las mayores decepciones que sufren los hombres provienen de sus propias opiniones.»

«Allí donde no hay disputas no hay verdadera ciencia.»

«La pasión intelectual ahuyenta la sensualidad.»

«Respeto a las Santas Escrituras porque ellas son la suprema verdad.»

«Ruego al Señor luz de todas las cosas, que me ilumine, para tratar dignamente la luz.»

«Cuando creía que aprendía a vivir he aprendido a bien morir»

C. Control

Leonardo describe máquinas y mecanismos que coordinan secuencias de acciones interdependientes para fines variados. Tras iniciarlas no se requiere ninguna intervención humana posterior. Recurre a variados tipos de fuentes de energía, que sabe dominar con soltura, diseñando

cadenas de elementos perfectamente complementarios para un funcionamiento desasistido. También integra el elemento medidor en su trabajo cotidiano para la mejora y corrección de los problemas detectados. Su visión integral del sistema le permite intercambiar elementos y seleccionar los más adaptados a la función. La complejidad de sus soluciones se extiende desde sencillos instrumentos, como los anemómetros para la medición de la velocidad del viento en sus máquinas voladoras, hasta complejas líneas de fabricación accionadas por corrientes de agua. Estudia las máquinas para las más variadas aplicaciones, tanto civiles (construcción, fabricación, maquinaria para teatros, transporte, etc.) como militares (fortalezas, vehículos navales, terrestres o aéreos, etc.). Se trata de un antecedente del moderno concepto de automatización.

D. Dinero

La actividad económica es un rasgo inherente a toda persona y cultura. Sin embargo, en un ambiente como el que le tocó vivir, dominado por el arte y la perfección, puede parecer prosaico o mezquino el tratar y dejar escritos pensamientos o datos en los que se mencione el «vil metal». No es el caso de Leonardo, y de ello dan buena prueba sus cuadernos de notas.

Entre los temas económicos hollados en sus manuscritos encontramos sus ingresos y gastos, de los que se deduce la equivalencia entre el florín de oro, el ducado o la lira. También enumera simples notas de contabilidad doméstica, que nos permiten conocer el gasto diario en los más variados alimentos o vestidos.

Como ingeniero, lo mismo realiza diseños de máquinas para acuñar moneda, que detalladas mediciones de terrenos, utilizando el concepto del coste de unidad de obra, diferenciando el grado de dificultad y el ritmo del trabajo en cada situación.

Realiza el cálculo del coste de proyectos de excavaciones, considerando con lógica y método la diferencia entre el coste salarial unitario, las capas de excavación y elevación requeridas y la medición del volumen de material arrancado.

Todo ello permite realizar un estudio de las unidades monetarias, del nivel y frecuencia de sus retribuciones, del valor del terreno, del coste de los alimentos, del ajuar doméstico o del trabajo en una lejana época, con una continuidad difícil de igualar.

E. Estados y evolución

La observación y la descripción exactas de la realidad instantánea y de sus modificaciones temporales es una importante fase previa a la realización de actividades para la conservación o para los procesos de modificación de los estados.

Existen muchas herramientas para una mejor descripción de fenómenos, como se constata en las técnicas de apoyo a la historia, desde que el hombre halló la forma de presentar por escrito sus apreciaciones o ideas, basadas en el uso de todo tipo de documentos y soportes.

Actualmente la extensión de la fotografía para la toma de estados instantáneos, y del cine para la constatación de la evolución, son indicadores claros de la importancia de esta categoría. La carencia de tan modernos instrumentos en su tiempo fue subsanada por la habilidad visual y gráfica de Leonardo. Describe como nadie todo tipo de situaciones, sean estables o cambiantes. Leonardo era, entre otras muchas cosas, un excelente dibujante. Durante toda su carrera hizo cientos de bocetos para planificar lo que luego serían sus obras de arte. Estos bocetos muestran sus estudios sobre la perspectiva, la anatomía y la composición que luego reflejaba en sus obras.

Su habilidad para «congelar» en imágenes secuenciales el rápido movimiento de los pájaros le ha permitido extraer acertadas conclusiones dirigidas al desarrollo de todo tipo de aeronaves. Otra aplicación importante de esta categoría es usada por el artista cuando prepara la obra pictórica o el proyecto mediante bocetos previos, que anticipan y apoyan la calidad final del trabajo. A continuación se incluyen varios ejemplos de enlace entre boceto y obra final, lo que permite evaluar la originalidad de muchas obras inicialmente perdidas o mal atribuidas. La semejanza de trazos entre su boceto de Leda y el cisne y el cuadro posterior, aunque sea atribuido a un discípulo, deja pocas dudas sobre su autoría y calidad descriptiva.

F. Física.

Arquímedes, Aristóteles y otros estudiosos habían expresado importantes principios para un mejor conocimiento de algunos fenómenos físicos. La historia actual de la Física está llena de relatos de investigadores de los siglos posteriores a Leonardo, y descalifica a la Edad Media como una época gris y carente de aportaciones en tan importante rama del saber.

Algunos historiadores menosprecian a Leonardo y sobrevaloran a Galileo como generador del método científico. Este planteamiento es muy injusto para quienes, como Leonardo, han estudiado y resuelto variadas situaciones, acertando plenamente al establecer principios todavía aceptados como válidos, utilizando un lenguaje muy preciso.

La lectura de las siguientes ideas en los escritos de Leonardo da buena idea del estado de los conocimientos físicos a mitad del segundo milenio. Con un método de estudio profundamente científico, construyendo variados mecanismos e instrumentos, resuelve con ingeniosos experimentos variadas leyes reinventadas siglos más tarde, como las siguientes:

- Atracción gravitatoria.
- Principio de Inercia.
- Imposibilidad del movimiento perpetuo.
- Impacto en cuerpos elásticos.
- Impacto en cuerpos inelásticos.
- Principio de Acción-Reacción.
- Interpretación del Principio de Arquímedes.
- Naturaleza ondulatoria de la luz y el sonido.

Observaciones de Leonardo sobre los fenómenos físicos:

«Lo que no se puede describir mediante cálculo matemático no es verdadera ciencia.»

«La ciencia Mecánica es la más noble y útil entre las otras, por ser la responsable de que todos los cuerpos animados realicen sus operaciones.»

«Todo peso que cae libremente lo hace hacia el centro de la Tierra. Aquellos de mayor peso caen más deprisa, y según descienden sus velocidades aumentan.»

«Todo movimiento, por pequeño que sea, impulsado sobre un objeto en el espacio es mantenido por su impulso.»

«Describe el buceo bajo el agua y habrás descrito el vuelo de los pájaros.»

«La claridad del aire se debe al agua disuelta en imperceptibles gotas que toman la luz del sol desde la dirección opuesta, consiguiendo así un aire limpio; y el azul que aparece en el aire está causado por las sombras ocultas en él.»

«El aire se mueve como un río y dibuja nubes en su despertar, igual que un arroyo dibuja con él todas las cosas que están en su superficie.»

«¿Por qué los pájaros se sostienen en el aire? El aire, que es golpeado por la gran velocidad del movimiento, es el principal responsable. Debido a que el aire es un cuerpo capaz de condensarse cuando es golpeado con un movimiento de mayor velocidad que él mismo, se vuelve tan denso como una nube... pero cuando los pájaros están en el viento, pueden sostenerse sobre él sin batir sus alas, por la función de las alas que se mueven en contra del aire cuando el aire no se mueve y son mantenidos por el aire en movimiento en contra de las alas cuando éstos están quietos.»

«La perspectiva, que enseña cómo los rayos lineales divergen con leyes demostrables, debería ser colocada primera entre las ciencias y los disciplinas del hombre.»

G. Geometría: pintura y dibujo

La creatividad de Leonardo se desarrolla a partir de su favorable ambiente familiar, natural y rural, así como de sus experiencias y de su formación artística en el taller de Verrocchio. A diferencia de otros artistas, Leonardo se empeña en reproducir la realidad con perfección casi funcional. Sus criaturas artísticas no deben ser un fiel espejo del estado real en el instante de la creación.

Cuando Leonardo observa una discordancia entre el sujeto y la imagen, lo atribuye a una errónea interpretación del artista, y dedica el tiempo necesario a indagar las leyes reales cuyo incumplimiento ha dado origen al error. He aquí la vinculación entre el artista y el científico.

Así da a sus cuadros una impronta personal, verdaderas obras fotográficas con perfecto realismo físico que provienen de su exhaustivo estudio. El fondo de Mona Lisa descubre al psicólogo, al ingeniero autor de puentes, carreteras o terraplenes. Más tarde, cuando domina la técnica, la escribe como Tratado de la Pintura, con lo que certifica su profunda vocación investigadora y docente. Sus obras alcanzan en el mercado del arte una valoración insuperable.

H. Hombre

Leonardo incluye en su obra retratos de personajes actuales (Mona Lisa), cuadros de escenas religiosas (la Virgen de las Rocas), alegóricas o históricas (la batalla de Anghiari).

Un retrato sólo es perfecto para Leonardo cuando cumple dos condiciones: la primera es meramente formal y apreciable en técnica y naturalidad reflejando las formas, los colores, las arrugas y la caída de los vestidos, el cabello con sus rizos, los detalles del peinado, la continuidad o el esfumado de las luces y las sombras, el paisaje de fondo y todo aquello que representa el estado material de la escena. La segunda condición es más difícil y sólo alcanzada por el artista completo: debe ser imagen duradera del carácter, del estado de ánimo de la persona y de su estado mental.

Para ello Leonardo ha de generarse por investigación propia un modelo de la realidad física que le permite «congelar» mentalmente la posición del sol y dibujar la sombra correcta referida a un único instante, aunque el cuadro requiera un trabajo de varios meses. Este pintor debe dominar la perspectiva, los movimientos solares, la física de la refracción.

La sombra en un brazo sólo puede pintarse con corrección cuando se conoce qué hay por debajo (piel, músculos, huesos...) y su situación de carga, que le hace aparecer exteriormente como tenso o distendido. Para entender esta «mecánica», y aunque de niño ya ha diseccionado diversos tipos de animales, toma un bisturí, una sierra, lápiz y pergamino y se encierra durante largas veladas en el pestilente depósito de cadáveres del monasterio. Así llega a comprender cómo funciona cada parte del cuerpo humano: el pintor ha asumido la función de anatomista.

En un cuadro de escenas religiosas o ficticias, la credibilidad del cuadro se consigue cuando el «carácter» o «papel» del personaje pintado, como en una obra de teatro, está bien «interpretado» por el actor o modelo elegido. Su biblioteca de «actores» se enriquece día a día dibujando en sus cuadernos

de notas caricaturas o bocetos de los personajes de la calle que le permiten recordar un rostro y asimilarlo con un carácter que otros puedan identificar con una rápida mirada. Nuestro pintor también debe ser psicólogo. Su espíritu perfeccionista explica la original composición y la duración de la preparación y ejecución de un lienzo, con su correspondiente técnica pictórica, como es conocido de La Última Cena.

I. Información: La biblioteca y los Códices de Leonardo y las obras sobre Leonardo

Leonardo tenía una curiosa y arraigada costumbre, quizá heredada de su familia paterna, formada por cinco generaciones de notarios: llevaba consigo un diario o cuaderno de notas, no siempre del mismo tamaño ni del mismo tipo de papel. Los estudiosos actuales calculan que Leonardo escribió a lo largo de su vida más de 15.000 páginas, iluminadas con expresivos dibujos.

Sumando las páginas de todos los códices conservados, se contabilizan más de 6.100 páginas manuscritas de Leonardo, formando unos 25 Códices cuidadosamente conservados en 8 bibliotecas. El Códice Leicester o Hammer, conservado por Bill Gates en Seattle, es el único en manos privadas. La variedad, densidad, claridad, profundidad y acierto de ideas y dibujos de cada página realzan su interés. Como en sus pinturas, el valor de mercado sería incalculable, aunque la disponibilidad es total al estar custodiados en casi su totalidad por entidades públicas.

Por fortuna, el Grupo Editorial Giunti, representado en España por el Grupo Planeta, ha reeditado como facsímil o en soportes ópticos muchos de sus manuscritos, con lo que están hoy al alcance de los estudiosos. Aunque en ellos se observa la voluntad didáctica de Leonardo, es difícil leer su escritura, realizada con la mano izquierda, invertida especularmente. Esta dificultad es fácilmente soslayable empleando un espejo. La fama de Leonardo y sus escritos ha sido siempre indiscutible, por lo que es inexplicable que no se haya producido una impresión de su obra hasta hace pocos decenios. En todo caso esto no sería una excusa para científicos posteriores, como Galileo, que podrían haber consultado esta importante obra enciclopédica sin salir de Italia y con poco esfuerzo.

Escritos en idioma toscano o italiano antiguo, en sus albores tras las obras de Petrarca y Dante, Leonardo usa abreviaturas que también han sido catalogadas por los expertos. La catalogación de sus escritos se enfrenta con muchas dificultades por falta de dotación y por haberse modificado el orden original y se cree que algunos códices pueden estar perdidos todavía.

España posee dos manuscritos inigualables: los Códices Madrid I (384 páginas) y Madrid II (314 páginas), traídos a España por Pompeo Leoni a la Biblioteca del Monasterio del Escorial y posteriormente transferidos a la Biblioteca Nacional de Madrid. Tienen una enorme relevancia mundial, no sólo por su significado cuantitativo (cerca del 12%), de las páginas hoy catalogadas, sino por la especial calidad, representatividad y fidelidad de los manuscritos presentes.

Aunque se basa en el sentido común y en la observación, el saber de Leonardo no es del todo original. Su formación es en gran medida autodidacta, y sintetiza activamente buena parte del saber teórico y aplicado de su tiempo. Se relaciona con grandes maestros y aprende de los clásicos, llegando a poseer una en su tiempo costosísima biblioteca de unos 215 libros, al poco tiempo de haber nacido la imprenta de Gutenberg.

Cuando aún no se cumplen los quinientos años de su desaparición, Leonardo ha adquirido el enorme prestigio de ser uno de los personajes sobre el que se han escrito más libros a lo largo de la historia, superando los 2000 volúmenes. Existen libros para todo tipo de públicos, desde las personas más jóvenes hasta los expertos en la amplísima variedad de materias abordadas por él. También es digno de destacar otro interesante material documental y en nuevos soportes: documentales cinematográficos, videos, diapositivas, CD's o los potentes DVD's. En todo el mundo se presentan periódicamente exposiciones sobre aspectos de la obra de Leonardo, de la que la recientemente

realizada por la Universidad de Zaragoza “Leonardo y las Ciencias” en el Museo de la Ciudad de Madrid es un jalón reciente.

J. Juegos

El carácter alegre y extrovertido de Leonardo queda documentado en la biografía de Vasari. Su personalidad le permitió relacionarse a la perfección con sus contemporáneos gracias a una simpatía arrolladora. Sin duda le sirvió para esquivar la mirada amenazante de la Inquisición, que en su tiempo ya hacía estragos en Italia. Pero no fue suficiente para disminuir los recelos que despertó su genio en otros artistas contemporáneos, como Miguel Ángel.

Sus trabajos como organizador de fiestas para Ludovico le permitían concebir y dar forma a todo tipo de artilugios que ponía en escena para el disfrute de los espectadores.

Leonardo fue un virtuoso intérprete de la “lira da braccio”, el más noble de los instrumentos de su época. Él mismo componía e interpretaba canciones y dominaba la reciente notación musical (do-re-mi...) que incluso utilizaba en acertijos de la época. Tuvo, además, ideas originales sobre la filosofía de la música íntimamente ligadas a la filosofía de su pintura.

Estaba muy interesado en la acústica y efectuó varios experimentos en este campo, directamente relacionado con la música. Inventó un considerable número de ingeniosos instrumentos musicales o mejoró otros ya existentes, como la viola organista, que ha podido ser reconstruida recientemente gracias a sus dibujos y ha demostrado una calidad acústica insospechada.

K. Química

Aunque nunca estudió esta materia, que en su tiempo estaba muy poco desarrollada y demasiado vinculada con la alquimia, encontramos interesantes páginas y dibujos de Leonardo que permiten constatar su particular dominio de esta ciencia.

La parte que más llegó a utilizar era la relacionada con las propiedades de materiales, en especial las mecánicas, térmicas, físico-químicas o metalúrgicas. Un material debía ser constructivo o para un vehículo debía ser resistente. Sus ejes debían ser de acero y, a ser posible, con un tratamiento térmico de temple para evitar su desgaste.

Como pintor componía sus propios colores mezclando y procesando los más variados vegetales naturales o de extracción mineral. La destilación era pues un proceso bien conocido para el primer fin. Existe una leyenda que le atribuye un buen conocimiento de distintos tipos de venenos. También es exagerada y hasta dudosa la teoría de sus habilidades culinarias, en las que un libro actual presenta notables y alarmantes falsedades.

Un escultor debía conocer los principios y tecnologías de la fusión. El reto de fundir el gran caballo para la estatua del padre de Ludovico el Moro es abordado con enorme dedicación durante década y media de su vida y aparece bien documentado en el Códice Madrid II.

L. Lenguaje

La habilidad lingüística y literario de Leonardo, pese o no considerarse «un hombre de letras» es realmente impresionante. Simplemente la lectura de cualquiera de sus códices, con ligeras adaptaciones al lenguaje actual, proporciona hoy un elevado placer intelectual.

Su habilidad como escritor técnico es otra de sus facetas destacadas. Tan sólo el Códice Madrid I, de 370 páginas, emplea más de 81.000 palabras, con una gran precisión descriptiva para acompañar a los numerosos dibujos del códice.

Sus Cuadernos de Notas aparecen traducidos en numerosos idiomas con una selección más o menos extensa y documentada de los amplios textos originales.

Entre los epígrafes, sorprende uno dedicado a los jeroglíficos, basado en la utilización de las denominaciones de las notas musicales y otro dedicado a las fábulas, de las que presentamos las dedicadas a la navaja y a la araña y el racimo de uvas.

La paternidad de Leonardo en estas obras literarias menores, aparte de por la calidad de su prosa, queda evidenciada por los componentes técnicos de las descripciones, donde habla de filo, herrumbre, desgaste, etc., que son términos técnicos especializados.

M. Materiales

Los materiales empleados en cada diseño por Leonardo responden a las necesidades de la aplicación, lo que justifica que realmente sus dibujos estaban destinados a ser construidos.

Tenía estipulado cómo debían ser los ejes, los materiales de construcción, etc.

Además realiza una diversidad de máquinas, como la colección existente en el Museo del Castillo de Vinci, dedicadas a procesar materiales agrícolas (trigo, aceitunas, nueces, fibras, etc. y elaborar harina, aceite o tejidos).

Cuando diseña un resorte, piensa en el material, en su tratamiento térmico más adecuado y en la máquina para darle forma. y con este pensamiento analítico y su dedicación perfeccionista experimenta los materiales que pueden dar forma o sus inventos.

Este pensamiento nos lleva, inevitablemente, a pensar cómo y cuanto habría inventado Leonardo con los materiales que conocemos actualmente. Todo ello sin olvidar la larga lista que él recopiló en sus notas que conocía.

N. Números

Los cánones griegos y romanos se recuperaron con admiración en el Renacimiento. En el siglo I a.C., Vitruvio escribió «De Architectura», donde incluía ejemplos de medidas arquitectónicas proporcionales a las del cuerpo humano, idea de la antigüedad clásica y que irrumpe con fuerza en el Renacimiento Italiano.

Leonardo buscaba el canon que le ayudara a comprender las leyes que gobernaban el cosmos a través de estudios sobre las proporciones. Se interesó por los números y la matemática para comprender el orden del mundo.

Durante varios años estuvo trabajando para ilustrar un tratado de geometría, el «De divina proportione», de su amigo Luca Pacioli, en el que introdujo notables dibujos de poliedros, como el bello icosaedro truncado y otros de todavía hoy difícilísimo trazado.

«La proporción no se halla solamente en el número y la medida, sino también en el sonido, el peso, el tiempo y los lugares: en toda realidad existente».

Leonardo da Vinci

O. Organización

La genialidad de Leonardo le hizo famoso despuntando como el ideal de hombre Renacentista, conocedor de todas las artes. Él mismo organizaba sus propias tareas de una forma creativa y brillante, proponiendo las soluciones más atrevidas. Entre los diseños de sus máquinas aparece la descripción de un completo taller de fundición para fabricar maquinaria militar.

Por la cotización de sus obras, durante toda su carrera trabajó para la más alta clase social y política de la época, que asumía un papel semejante al de las empresas actuales. Junto al propio taller de formación de Verrocchio, fue empleado de diversos señores. He aquí algunos:

Lorenzo de Médici. Gobernador de Florencia y mecenas de Leonardo. Lorenzo el Magnífico pertenecía a una de las familias más importantes de Florencia: los Médicis, que ocupaban importantes puestos en la dirección política de Florencia. La labor como promotor artístico y mecenas de Lorenzo será fundamental para el desarrollo del humanismo en el Renacimiento, rodeándose de importantes colaboradores como también lo fue Leonardo.

Ludovico Sforza «el Moro», duque de Milán. Desde 1482 hasta 1499 fue protector de Leonardo, quién sirvió al duque como ingeniero en sus numerosas empresas militares y también como arquitecto.

Beatrice d'Este, esposa de Ludovico el Moro desde 1493. Perteneció a la Familia d'Este que al parecer tenía procedencia toscana y descendían de una rama de los Obertenghi. Leonardo estuvo trabajando algunos meses para la hermana de Beatrice, Isabel d'Este, de la que hizo un dibujo notable.

Francisco I, rey de Francia, (1494-1547). Deseaba ardientemente la gloria y amaba la guerra, las artes y las letras, todo lo cual hacía de Francisco I un perfecto hombre del Renacimiento. Su amor a las artes y las letras le llevó a ser un generoso protector de todos los artistas de su tiempo y además llevó a Francia a los grandes representantes del Renacimiento italiano como Leonardo da Vinci y Benvenuto Cellini.

P. Producción

Leonardo da Vinci fue, en todos los aspectos un genio, un visionario que se adelantó a su tiempo e ideó máquinas que en su época parecían utopías y cuyos mecanismos son aún hoy la base de muchas de nuestras máquinas. Nos sorprende a menudo, cuando acudimos a una exposición acerca de la figura de Leonardo, descubrir los ingenios que produjo su imaginación y como se plasmaron en sus cuadernos de notas.

Q. Calidad

Preocupado por estimar y mejorar la calidad de sus diseños, Leonardo menciona a menudo esta palabra y la pone en práctica con mayor frecuencia.

Diseña instrumentos para medir las más variadas magnitudes y ensayar todo tipo de fenómenos: anemómetros, higrómetros, balanzas, etc.

Por ejemplo, el desgaste de los ejes de las campanas o de los carros de la época le preocupan de tal modo que diseña varios bancos de ensayo y extrae conclusiones para mejorar el diseño o los materiales.

Un artefacto de ensayo es, precisamente, el que utiliza para comprobar la fuerza necesaria para mover un ala de su máquina voladora, constatando el gran esfuerzo que se exigía al hombre. Por ello

trata de mejorar su eficiencia a través del mecanismo en hélice, que también produce una fatiga insoportable para el hombre volador.

R. Relaciones

Desde su infancia y temprana juventud estuvo rodeada por sus familiares y vecinos de Vinci. Al entrar en el taller de Verrocchio convive con destacados artistas: Botticelli, Bramante, etc. Durante toda su vida se trató con intelectuales que anhelaban el universalismo como Rafael, Luca Pacioli, Maquiavelo...

Le dieron empleo mecenas tan destacados como Lorenzo de Medici, Ludovico Sforza, César Borgia, Carlos de Amboise y Francisco I.

S. Sistemas: Elementos, mecanismos y máquinas militares

Para llevar a cabo las diversas aplicaciones, existen máquinas formadas por mecanismos que, a su vez, según constata Leonardo, están configuradas por elementos simples capaces de realizar una función.

En este contexto hemos tenido la oportunidad de constatar personalmente en casi dos docenas de diseños, que los simples dibujos manuscritos dan origen con una interpretación relativamente fácil a curiosas máquinas aptas para cumplir todas las funciones descritas por Leonardo en sus comentarios originales. En especial el códice Madrid I demuestra una densidad de conceptos mecánicos y una perfección de planteamientos parangonables con otros libros de texto actuales.

En el siglo XIX el alemán Franz Reuleaux editó un manual con la totalidad de los elementos constructivos de los mecanismos conocidos hasta la fecha, y la mayor parte de ellos habían sido ya dibujados por Leonardo, excepto uno de los tipos: los remaches.

El diseño de los más avanzados ingenios le lleva a dibujar tanto las máquinas conocidas en su época como otras mejoradas. Dedicó especial extensión a las máquinas para las obras públicas, creando máquinas enormes para coordinar y aliviar el trabajo de los empleados manuales. Entre estas máquinas se hallan no pocas máquinas-herramienta, como tornos o rectificadoras de precisión, que ya en aquel momento van destinadas a pulir enormes espejos y lentes.

T. Tiempo

Leonardo coincidió temporal y/o geográficamente con destacados artistas y científicos, muchos de ellos agrupados bajo las cortes de los nobles mecenas de las principales ciudades italianas: Gutenberg, Bertold Walter, Copérnico, Sandro Botticelli, Lutero, Cristóbal Colón, Durero, Papa Alejandro VI, Vasco de Gama, Luis XII, Américo Vesputio, Alonso de Ojeda, Miguel Ángel, Calvino, Reyes Católicos, Enrique VIII, Francisco I, Erasmo de Róterdam, Tintoretto, Magallanes.

U. Ubicación

El problema del transporte adecuado por tierra, mar y aire constituyó una preocupación permanente de Leonardo. Construyó vehículos para cada uno de estos medios.

Para los vehículos terrestres, como los carros, realiza numerosos dibujos que mejoran la forma de carga, evitan el desgaste de sus ejes o automatizan su movimiento mediante resortes cargados previamente de energía elástica.

Diseña vehículos acorazados, precursores de los actuales carros de combate, para los que enseguida descubre un accionamiento mediante cadenas parecido a las actuales, aunque basado en cadenas, cables o correas.

Los vehículos acuáticos, civiles o militares merecen su atención, sean para uso ofensivo o defensivo. Diseña patines flotantes, salvavidas, escafandras, etc.

«¿Por qué los pájaros se sostienen en el aire?». Su gran sueño fue siempre volar, convencido de la agilidad de este medio de transporte. Trata de imitar a los pájaros, pero mejora sus principios, llegando a anticiparse con la hélice al helicóptero actual. Cuando constata que no es posible que un hombre aporte la potencia necesaria para volar, que aún hoy supera la capacidad de los más fornidos atletas, al menos se contenta con la última fase de su desarrollo, que consiste en el planeador lanzado desde un punto alto hasta otro más bajo, capaz de planear, aterrizar e incluso saltar en paracaídas.

V. Vida

Leonardo fue uno de los pioneros en el estudio de la anatomía. Sus dibujos de la musculatura y de los tendones son tan preciosos que muchos de ellos se muestran en los libros actuales en medicina.

Los aproximadamente 600 dibujos anatómicos conservados en Windsor constituyen la casi totalidad de los folios anatómicos leonardescos que nos han quedado.

Una característica en el estudio del cuerpo humano que realizó Leonardo es el vínculo entre dos ramas de investigación, la anatomía y la fisiología. Leonardo buscaba «el uso de la función y el propósito» de cada órgano o parte que estudiaba.

Gracias a su investigación exhaustiva dibujó de forma muy aproximada la forma axial del esqueleto humano con alguna imperfección en la columna vertebral con sus curvas y el tórax.

Los dibujos artísticos de Leonardo de especímenes completos de plantas fueron seguidos con objetivos científicos. En ellos representa los órganos de las plantas y establece leyes de comportamiento y desarrollo así como observaciones sobre la influencia de agentes externos sobre ellas.

La ansiedad clasificatoria de Leonardo era inherente a él. Así extraía el mayor número posible de movimientos de los animales. Pero esta representación de animales no se sustrae a la observación científica de Leonardo y su ansia por definir proporciones exactas.

W. Energía

Leonardo conoce y emplea en sus diseños numerosos variantes de energía: mecánica traslativa, rotativa, hidráulica, aérea, neumática, eléctrica, térmica, acústica, luminosa, biológica, química, solar térmica, termodinámica (vapor), entre otras.

También realiza numerosas conversiones entre dichas formas energéticas. Para un mejor diseño modular, reconoce las funciones de los mecanismos y los elementos capaces de llevarlos a cabo, diseñando con curiosidad y aplicación técnica todos ellos.

Es un claro precedente para la versatilidad de diseño alcanzado hoy por la electrónica.

Descubre nuevos elementos mecánicos, de forma tan sistemática, que prácticamente establece un nuevo alfabeto de la mecánica. El Códice Madrid I es un excelente tratado de Mecánica, que bien podría hoy servir de introducción en nuestras universidades.

X. Exterior

Los orígenes rurales del genio universal y el perfecto conocimiento de la naturaleza y de todos sus seres explican muy bien el éxito a la hora de interpretar los problemas técnicos de Leonardo.

“*La naturaleza es la madre de todas las ciencias*”, es una frase frecuentemente repetida en sus discusiones con los «letrados» formados en las universidades de la época, donde se aprendían conceptos filtrados por prejuicios anticuados.

Tras diseccionar animales, da el salto a la disección de cadáveres humanos. De las corrientes fluviales, extrae las leyes para dibujar con fidelidad los rizos del cabello o los pliegues de los vestidos.

Su espíritu ingenieril le lleva a superar la naturaleza, horadando montañas, construyendo canales, desviando ríos.

El movimiento de los planetas forma parte de sus observaciones, generando su propia teoría heliocéntrica, en competencia con Copérnico con menos problemas para defenderlo que el mismo Galileo casi un siglo más tarde.

Y. Leyes, política

Los conocimientos de los griegos referentes a la anatomía llegaron a un gran desarrollo pero desde el siglo II y hasta doce siglos después no se autorizarán las autopsias debido a los prejuicios y creencias religiosos.

Pese a todo, Leonardo llevó a cabo varias autopsias y realizó una gran labor en el campo de la anatomía. Nunca antes se había hecho un estudio tan detallado de los sistemas, huesos y músculos. Fue acusado de hacer magia negra y de homosexualidad. Y salió absuelto de todos los cargos.

Sus relaciones con personajes políticos de todo signo fueron impecables, aunque prefirió dedicar su vida al trabajo práctico y teórico en todos los campos artísticos, científicos y técnicos. Estas obras son especialmente valiosas en un momento en que la Inquisición imponía sus ideas bajo la amenaza de penas muy severas.

Z. Zonas, construcción

Leonardo domina la construcción y la arquitectura, tras su fértil estancia en el taller de Verrocchio, donde debían ofrecerse soluciones constructivas para las catedrales de la época.

En aquellos años se producen unas epidemias de peste de grandes proporciones. La ciudad, como elemento urbanizable, le ocupa de modo destacado, y propone un modelo de ciudad por niveles respetuoso con los modernos principios de la sanidad pública, que hoy resolvería muchos de nuestros problemas de habitabilidad y transporte, además de elevar la calidad de vida.

Propone novedosas soluciones tanto para casos individuales como para puentes o fortalezas, como queda de manifiesto en los dibujos que se supone han servido para construir el castillo de Chambord.

Leonardo realizó un estudio detallado -desde el punto de vista histórico y técnico- sobre la resistencia de los materiales en la construcción y sobre las técnicas constructivas. Los bocetos arquitectónicos nos muestran el esfuerzo de Leonardo por superar las soluciones ya alcanzadas para investigar todas las posibilidades arquitectónicas.

5. CONCLUSIONES

El repaso metódico de las ideas y obras de Leonardo ha permitido poner en evidencia, junto a su completo espectro de intereses, la perfección y calidad de sus planteamientos. Estos logros difícilmente hubieran sido posibles, a nuestro juicio, si sus innatas cualidades y su autoaprendizaje imbuido por una curiosidad, laboriosidad y método incansable, hubieran sido deformados por el asfixiante clima vigente en los centros formativos de la época. Conscientes de estas circunstancias, el carácter genial del personaje lo atribuimos a estas coincidencias favorables, quizá tan raras como el que un hijo ilegítimo gozase de un tan agradable clima familiar, un ambiente natural envidiable, una época de larga paz y un entorno artístico con una creatividad casi irreplicable.

En este marco de circunstancias se ha forjado nuestro personaje. De él han salido tan notables obras y pensamientos. En su momento le ha sido posible acercarse al conocimiento y práctica envidiable de la universalidad. Trasladado este conjunto de situaciones al mundo actual, estamos convencidos de que hoy también es posible una formación universalista del individuo que le faciliten una mejor comprensión y disfrute de una mayor parte del saber actual, y una conformación de una sociedad más cooperativa y perfecta. Como en una empalizada bien trabada, una base amplia permite elevar los mástiles más altos: así debe ser compatible la formación universal con los más variados y elevados grados de especialidad. En todo caso la línea de investigación nos aparece prometedora, y además necesaria como opción ciertamente creativa.

En el aspecto formal, la utilización de nuestro Sistema Integrado de Categorías Universales a materias en un amplio espectro, desde la filosofía más elevada hasta la moderna ingeniería del diseño, ha servido con gran eficacia para examinar un tema a priori tan espinoso y de forma muy llevadera. La ya consolidada experiencia de utilización de este método en otros retos investigadores y educativos de mayor complejidad, profundidad y actualidad ha probado su disposición como herramienta dispuesta para rendir buenos servicios al atractivo campo de la multidisciplinariedad.