

03-043

THE DESIGN BASED ON ANALOGIES IN THE WORK OF LEONARDO DA VINCI

Cerveró Meliá, Ernesto⁽¹⁾; Ferrer Gisbert, Pablo⁽¹⁾; Capuz Rizo, Salvador⁽¹⁾

⁽¹⁾Universitat Politècnica de València

According to French philosopher and sociologist Edgar Morin, so-called analog thinking is one of the types of thinking that provides the best creative results. Starting from the abstraction and analysis of existing elements, with similar forms or known parts, and through the application of a similarity relation, new designs or creations of machines, artifacts or artificial products are generated.

Leonardo Da Vinci is one of the designers who most successfully used this type of thinking, and in a totally intentional manner, as the phrase written in his Notebook notes: "Nature is the best teacher", as a source to apply creativity to design with analog solutions. Outstanding examples are those presented in Manuscript H of the Institute of France, where emulating a human arm, generates an artificial mechanism for its automaton or "Mechanical Knight" of 1495, or the Codex of Madrid I, where it expresses an analogy between the wing of a bat and a mechanism for one of its flying machines.

This work studies some of the main designs of Leonardo Da Vinci and analyzes the contribution of the design technique based on analogies to the solutions proposed by Leonardo.

Keywords: *Leonardo Da Vinci; Creativity; Analogies*

EL DISEÑO BASADO EN ANALOGÍAS EN LA OBRA DE LEONARDO DA VINCI

Según el filósofo y sociólogo francés Edgar Morin, el denominado pensamiento analógico es uno de los tipos de pensamiento que proporciona mejores resultados creativos. Partiendo de la abstracción y análisis de elementos existentes, con formas parecidas o partes conocidas, y mediante la aplicación de una relación de semejanza, se generan nuevos diseños o creaciones de máquinas, artefactos o productos artificiales.

Leonardo Da Vinci es uno de los diseñadores que con más éxito utilizó este tipo de pensamiento, y de manera totalmente intencionada, como demuestra la frase escrita en su Cuaderno de Notas: "La naturaleza es la mejor maestra", como fuente para aplicar la creatividad al diseño con soluciones analógicas. Ejemplos destacados son los presentados en el Manuscrito H del Instituto de Francia, donde emulando a un brazo humano, genera un mecanismo artificial para su autómatas o "Caballero mecánico" de 1495, o el Códice de Madrid I, donde plasma una analogía entre el ala de un murciélago y un mecanismo para una de sus máquinas de volar.

Este trabajo estudia algunos de los principales diseños de Leonardo Da Vinci y analiza el aporte de la técnica de diseño basada en analogías a las soluciones propuestas por Leonardo.

Palabras clave: *Leonardo Da Vinci; Creatividad; Analogías*

Correspondencia: Salvador Capuz, scapuz@dpi.upv.es



©2018 by the authors. Licensee AEIPRO, Spain. This article is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

1.- Introducción

Según el investigador del CNRS (Centro nacional de investigación científica francés), filósofo y sociólogo francés Edgar Morín (París, 1921), dentro de los distintos tipos de pensamiento, uno de los que proporciona mejores resultados creativos, es el denominado pensamiento analógico.

Partiendo de la abstracción y análisis de elementos existentes, con formas parecidas o partes conocidas, y mediante la aplicación de una relación de semejanza, se generan nuevas creaciones (máquinas, artefactos o productos artificiales). Se suele trabajar identificando un objeto que sirva de inspiración, observándolo detenidamente, descomponiendo sus sistemas en elementos básicos; interpretando tanto en el conjunto como las partes bajo nuevas situaciones, y finalmente intentando obtener una nueva solución, así como el desarrollo y diseño de esta.

Nadie mejor que Leonardo (Vinci 1452- Amboise 1519), paradigma de la creatividad que escribe en su Cuaderno de Notas: *La naturaleza es la mejor maestra*, para buscar diseños con soluciones analógicas.

Giselle Goicovic, Magíster en Educación para la docencia universitaria de la Universidad de Ciencia de Informática chilena, y autora de libros sobre pensamiento complejo, establece: *“Dentro de los componentes cognitivos identificados en el proceso creativo de Leonardo (los pensamientos convergente, divergente y analógico), el tipo de pensamiento más relevante para los resultados creativos es el pensamiento analógico. Al estudiar los veinticinco códigos, es posible encontrar cientos de analogías, muchas veces entre elementos distantes, lo que refuerza el poder creativo de Leonardo”* (Goicovic, 2015).

En el *“Tratado de la Pintura”* de Leonardo, que reconstruyó su alumno el pintor Francesco Melzi (Milán 1491-Vaprio d'Adda 1570) con sus apuntes, Leonardo ya sugiere a sus discípulos una técnica de creatividad: La Alucinación: *“Partiendo de la observación de una mancha en la pared y concentrando en ella las capacidades visuales y emotivas de uno mismo, puede reconocerse en ese muro los contornos de paisajes fantásticos, con montañas, ríos, rocas, árboles y valles, y a veces escenas de batallas, o rostros extraños o trajes todavía más extraños, lo que se podía traducir en formas y colores. También utiliza esta técnica en el terreno de la acústica, en el Tratado de Pintura, compara las extrañas sugerencias que nacen de una mancha en las paredes por aquella provocada por el sonido de las campanas, en cuyo repicar nos parece oír toda clase de sonidos y palabras”*. (Orlando, Cinotti, Rizatti, 1974).

Mientras que el catedrático de historia del arte de la Universidad de Oxford, Martin Kemp (1942 Reino Unido-), especifica al respecto del uso de analogías por Leonardo, que este *“Comprueba que las formas diseñadas desempeñaran sus funciones, pero las invenciones humanas deben ir más allá de la imitación de la naturaleza con la idea de crear mecanismos que ella no había creado. Como ejemplo explica que en la naturaleza no había un arco para proyectar flechas”*. (Kemp, 2006)

2. Los estudios biomecánicos

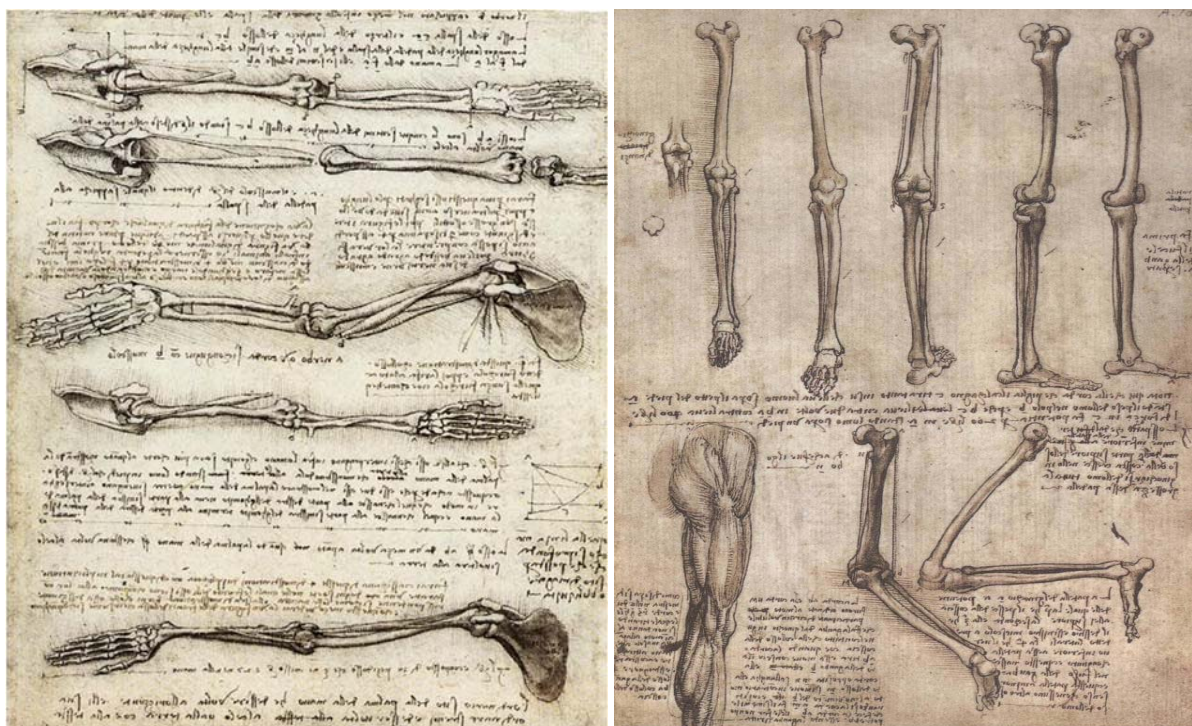
Las investigaciones anatómicas que había realizado Leonardo, tanto sobre seres humanos como sobre animales, le habían dado un especial conocimiento del funcionamiento de las articulaciones. Leonardo pretendía conformar un tratado ilustrado de anatomía humana, con una precisión jamás vista, ya que la ilustración anatómica de entonces tenía un carácter elemental. Pero su muerte impidió su publicación.

Leonardo refirió prácticamente todos los huesos del cuerpo y muchos los principales músculos. Utilizó su capacidad para la perspectiva para graficar huesos (la espina dorsal y su despiece son una verdadera obra de arte) y músculos del hombro, del brazo, etc., de manera

que algunos de ellos disponen de hasta ocho vistas y varias perspectivas que aclaran con todo detalle la fidelidad de su visión.

La mayoría de estos dibujos e investigaciones fueron adquiridos en 1590 a los familiares de Francesco Melzi, pintor, alumno y heredero de la mayoría de cuadernos y manuscritos de Leonardo, por el escultor italiano Pompeo Leoni (Milán, aprox.1533-Madrid, 1608), al servicio de la corte española de Carlos V y Felipe II. Este procedió a encuadernarlos según criterios temáticos, y grabó su nombre, junto al de Leonardo, con el siguiente texto “*Dibujos de Leonardo da Vinci, preservados por Pompeo Leoni*”. Hacia 1680, el cuaderno destinado a anatomía fue adquirida para la Colección Real de Inglaterra, por lo que unas 150 páginas de sus estudios de anatomía se han conservado en la Royal Library del Castillo de Windsor.

Figura 1. A) Estudio de los movimientos de los huesos del brazo RL 19000 v; K/P 135 r (1508-1510) Royal Library, Windsor (Reino Unido). B) Huesos de la pierna es tres ángulos distintos y rodilla flexionada, Royal Library, Windsor RL 19008 r; K/P 140 r (1508-1510) (Reino Unido)



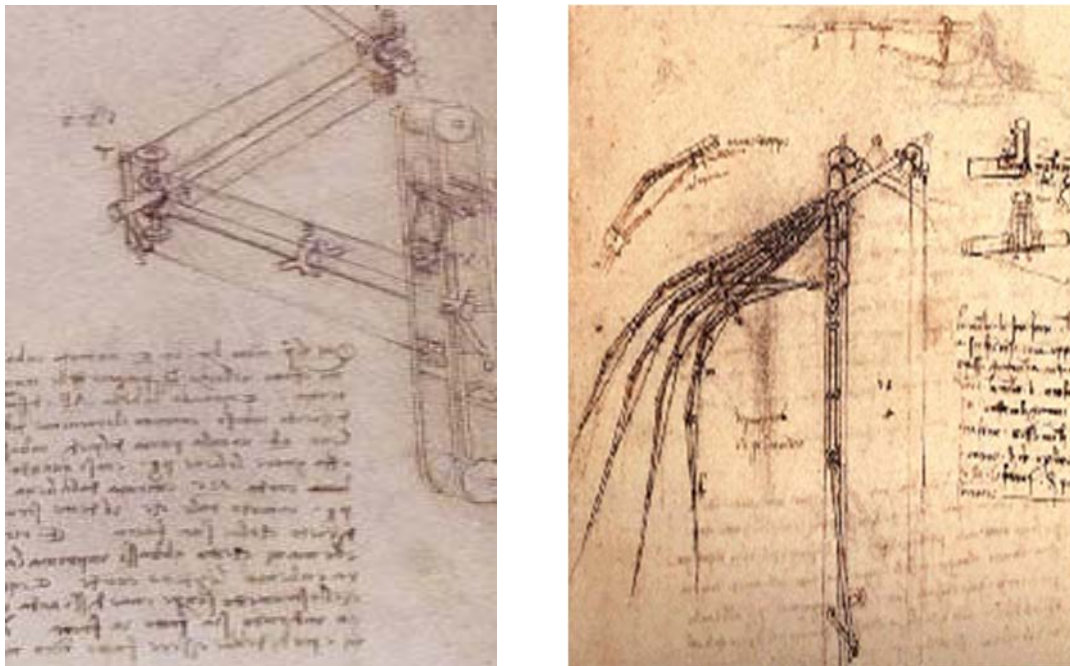
La analogía es representada mediante la sustitución de la función del músculo por una cuerda, tal como se ve en los huesos de la pierna oblicua de la parte baja central del manuscrito anterior, es decir, utiliza una estructura de hilos para mostrar la acción de los músculos y tendones. En los manuscritos que se detallan a continuación, Leonardo analiza los movimientos del brazo humano y el esfuerzo que este requiere, lo dibuja y genera su analogía mediante un mecanismo artificial que haga el mismo movimiento.

Tanto el mecanismo del Códice de Madrid I, f. 90 v, de la Biblioteca Nacional de España donde asimila su analogía de un brazo humano y el Manuscrito H f. 43v-44r del Instituto de Francia (Paris) donde grafía como conseguir el movimiento mecánicamente, representados en la figura 10, se supone que fueron utilizados en la construcción de su proyecto del “Autómata” o “Caballero Mecánico” (véase apartado 5). Aunque también hay otros manuscritos sobre el mismo en el Códice Atlántico de la Biblioteca Ambrosiana de Milán, folios 519 r; 1077 r; 1021 r y 1021 v, donde hay detalles de engranajes, esqueleto o estructura, y articulaciones.

Figura 2. A) Manuscrito H, f. 43v-44r del Instituto de Francia (París). B) Códice de Madrid I, f. 90 v, de la Biblioteca Nacional de España.



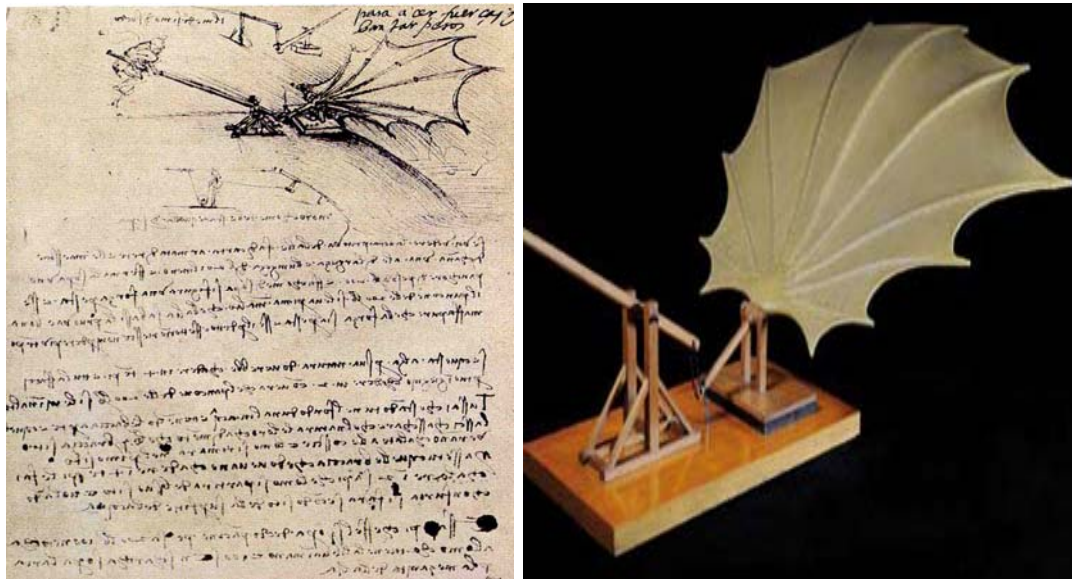
Figura 3. A) Estudio de mecanismos para ala mecánica para planeador, realizado entre 1505-1506. Códice Atlántico (C.A.) 934r B) Estudio de Ala móvil (1495), C.A. 844r



Para comprobar el funcionamiento de su diseño, Leonardo proyecta experimentar un “ala batiente” construida mediante telas tupidas y nervios, con forma análoga a la de un ala de murciélago. Esta debería ensamblarse en el límite de un precipicio, conectada a un contrapeso en su parte baja con una carga equivalente al peso de un hombre, y este sistema estructural estaría unido a una palanca accionada por un ser humano, con el fin de ver que el movimiento de la palanca accionaría hacia abajo al ala artificial, permitiendo observar si este esfuerzo sería capaz de elevar el contrapeso que simulaba el peso de la persona conductora.

Esto lo plasma hacia 1483-84 en el Manuscrito B, folio 88 v del Instituto de Francia (París), existiendo una maqueta del citado experimento en el Museo de la Ciencia y Tecnología de Milán.

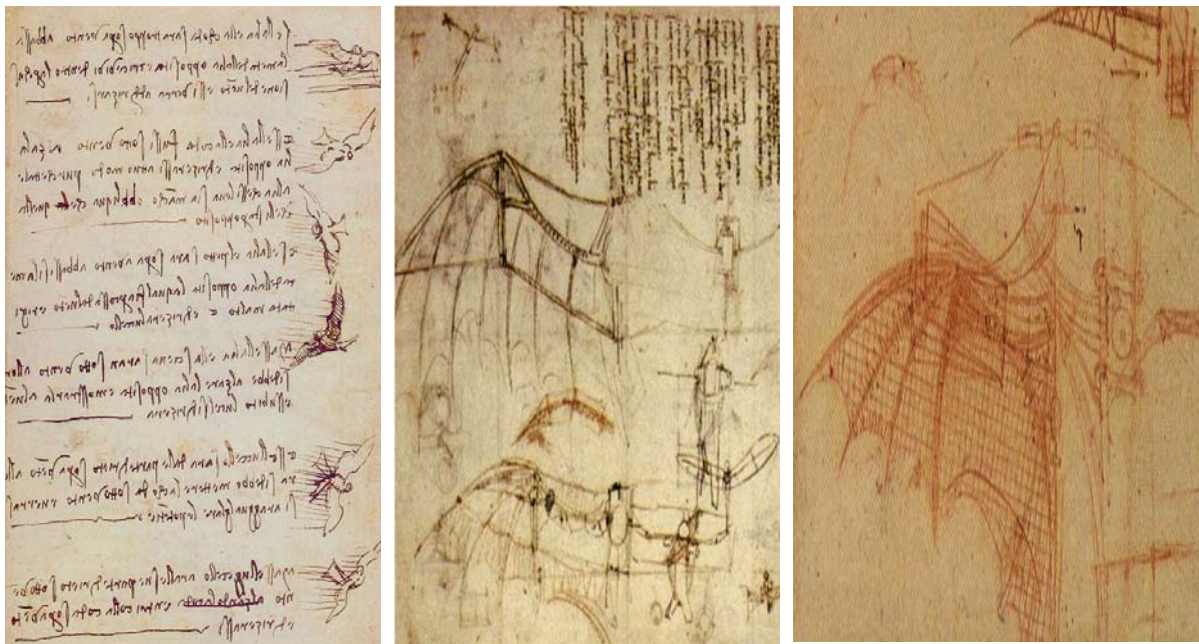
Figura 4. A) Estudio de “Ala Batiente” movida por fuerza humana (1483-8), Manuscrito B, 88v del Instituto de Francia (Paris). B) Maqueta del ensayo de ala batiente del Museo de Ciencia y Tecnología de Milán (www.museoscienza.org/)



3. El ornitóptero

Leonardo pretendía hacer volar al hombre, y realizó estudios y prototipos de máquinas (batientes, planeadoras, de hélice, etc.) casi hasta el final de sus días; y para ello utilizó varias analogías asimilando las alas de sus prototipos a las de sus detallados “estudios sobre el vuelo de los pájaros” existentes en el Códice de Turín, así como a la de los murciélagos. Parte de sus “estudios para la máquina voladora” (1493-1495) están en el Códice Atlántico en los folios 70b r y 846 v, de la Biblioteca Ambrosiana de Milán.

Figura 5. A) Estudio de las maniobras de equilibrio de los pájaros. Códice del Vuelo folio 8r. Turín. B) Estudios para la máquina voladora (1493-1495) Códice Atlántico folios 70b r y 846 v. Biblioteca Ambrosiana de Milán.



La analogía con estos últimos animales es coincidente con el diseño de su “*ornitóptero*” como se aprecia en una de las maquetas de la Exposición sobre Leonardo del Palacio de Congresos y Exposiciones de Castilla y León, emplazado en Salamanca en julio de 2011.

Figura 6. A) Imagen del murciélago zorro en vuelo. B) Maqueta del Ornitóptero
(www.portalplanetasedna.com.ar/davinci)

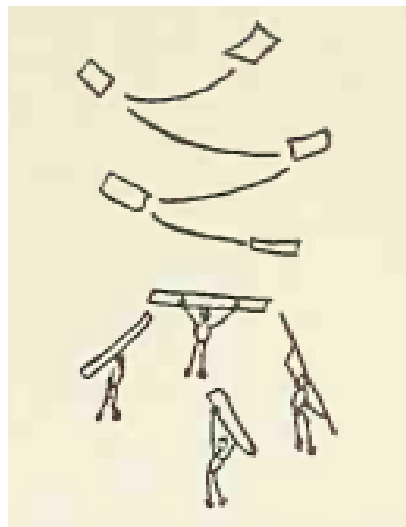
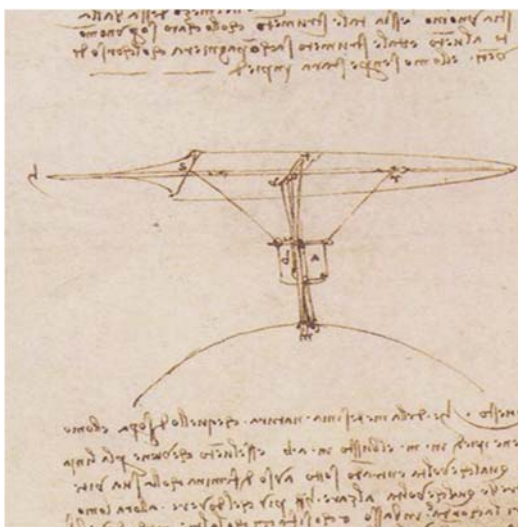


En Inglaterra, en 16 de diciembre de 2003, se hizo una reconstrucción del planeador de Leonardo por los constructores de aviones y aeromodelistas Steve Robert y Martim Kim, utilizando los planos de Leonardo y materiales similares a los por él especificados. Añadiéndole un arnés de cintura, la experimentada piloto de planeadores Judi Leden, voló a una altura de 15 m, una distancia de 91 m, lo que supone una distancia mucho mayor que la que hicieron los hermanos Wright en su primer intento. (Kemp, 2006) (<http://casasxavier.blogspot.com.es/2009>).

4. La cometa o ala delta

También estudió el vuelo de las cometas para realizar un posible vuelo a vela (especie de ala delta actual). Sería una estructura para planear, capaz de ser dirigida modificando el centro de gravedad del cuerpo. Utiliza la analogía de la forma con una pluma de ave, que permanece en el aire con facilidad, y lo plasma en el Código I de Madrid.

Figura 7. A) Estudios sobre cometas dirigida desde tierra mediante cables. Manuscrito I de Madrid, f. 64 r. B) Dibujo de su Cuaderno de Notas representando el descenso suave de la cometa (Richter, 2008).



En su Cuaderno de Notas dibuja la manera adecuada de moverse por el posible piloto, balanceándose para bajar con suavidad. La modernidad de la idea es asombrosa. En Inglaterra, se llevó a cabo una primera reconstrucción de esta cometa o ala delta en 1993, con la que se realizaron algunos intentos de vuelo afortunados. (Antoccia, Pedretti y otros, 2003).

5. Los autómatas

El uso de analogías también fue un arma utilizada por Leonardo en sus proyectos de robotización. Es conocido que, al menos, generó un robot de “León mecánico” (1515-16), para el rey de Francia Francisco I (Cognac, 1494 – Rambouillet, 1547), que era capaz de moverse unos pasos, levantarse y abrir su pecho saliendo del mismo una “flor de lis” (símbolo de la casa real francesa), así como un “caballero mecánico” (1495) para el Duque de Milán, capaz de mover los brazos y piernas, así como emitir sonidos similares al habla humana.

Para la construcción de estos dispositivos resultaron fundamentales los estudios sobre biomecánica mencionados en anteriores apartados. Junto al conocimiento de los músculos y las articulaciones (figuras 1 y 2), sus especiales conocimientos de mecánica y su formación polivalente facilitó la capacidad de diseñar los robots antes citados, en una época en la que ello era desconocido. Ambos robots funcionaban accionados por muelles resortes, que se cargaban previamente, como se hacía con el mecanismo de un reloj de cuerda.

En el Instituto y Museo de Historia de la Ciencia de Florencia existe un prototipo del “*Caballero Mecánico*”, y en el Museo Leonardo3 de Milán existe otro prototipo del “*León Mecánico*”, que fue creado bajo la dirección del académico e investigador italiano, Mario Taddei (Bologna 1972), director de este último museo.

Figura 8. A) Maqueta del Robot “Caballero Mecánico” del museo de Historia de la Ciencia de Florencia (www.imss.fi.it). B) Maqueta del robot de “León Mecánico” realizado para el Museo “Leonardo3” de Milán (www.leonardo3.net).

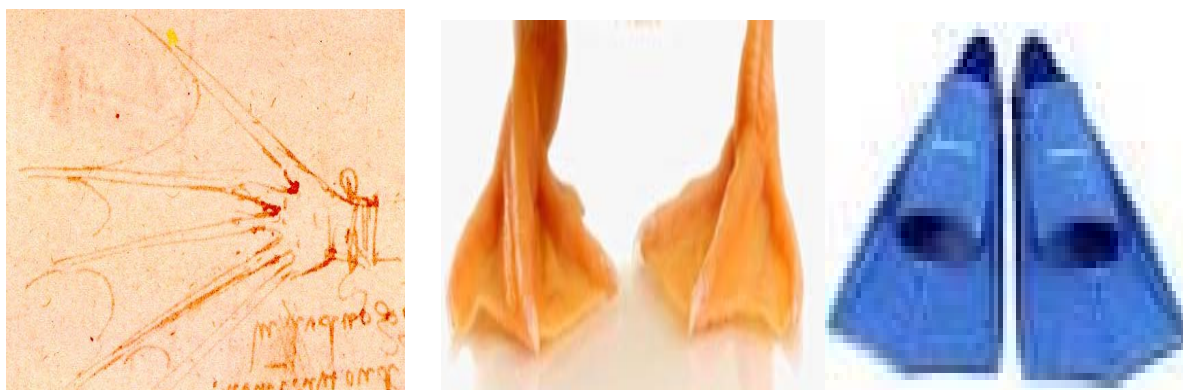


6. Las aletas palmeadas

En el año 1500 Leonardo se pone al servicio de la Serenísima República de Venecia para diseñarles defensas de carácter naval contra una posible invasión turca. Así diseña la primera escafandra conocida, un buzo, un salvavidas, aletas palmeadas para incrementar el rendimiento en la natación, un sumergible, y hasta una curiosa manera de caminar sobre las aguas.

En concreto las aletas palmeadas son una clara analogía con la naturaleza, asimilables a las patas de una rana o de un pato. Las dibujó para colocarlas como un guante en el Manuscrito B folio 81 v, del Instituto de Francia (París).

Figura 9. A) Guante aleta para el agua nadar en el agua, Manuscrito B, f 81 v. Instituto de Francia B) Patas palmeadas de un pato doméstico. C) Aletas de buzo (www.aqua-zone.com)

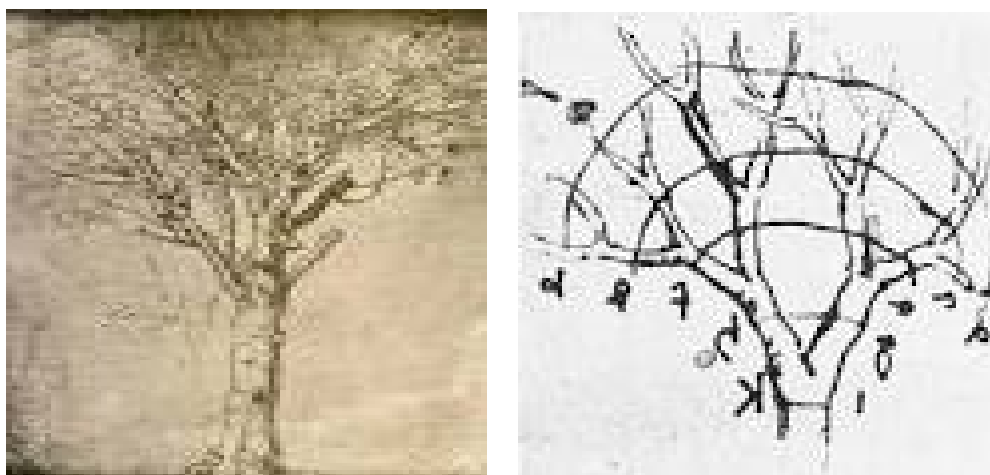


7. La justificación del crecimiento de los árboles

Leonardo, que diseccionó más de 30 cadáveres humanos a lo largo de su vida, estudió la ramificación de los canales arteriales, y ello lo asemeja (analógicamente) a los tallos de las plantas. Si el volumen de fluido que atraviesa un canal principal para llegar a su destino debe hacerlo cruzando los múltiples ramales en los que se divide el canal original, según él, el total de la suma de las secciones transversales en cada nivel o etapa de la ramificación debe ser la misma, y esta obviamente debe coincidir con el área del canal principal del que se derivan los demás.

"El área total de todas las secciones transversales de los ramales de cada nivel, definidos como los arcos sucesivos de un arco centrado en algún punto del tronco principal, debe ser igual a la sección del árbol que atraviesa el centro horizontalmente. Esta ley era un caso particular, medible, de una ley de continuidad más general que Leonardo suponía válida en la Naturaleza: el volumen de un flujo en un tubo durante cierto tiempo es proporcional a la sección transversal del tubo" (Martínez, 2010).

Figura 10. A) Estudio de las igualdades de las áreas de los cortes seccionales en el ramaje de un árbol. Codex Urbina 346 r, Biblioteca Vaticana. B) Manuscrito M f 78v del Instituto de Francia (París)



En el Manuscrito M f 78v del Instituto de Francia (Paris) y en el Codex Urbina 346 r de la Biblioteca Vaticana hay estudios de las igualdades de las áreas de los cortes seccionales en el ramaje de un árbol, mostrando la manera y lugar del árbol, para medir y constatar la validez de su principio.

También descubrió que era posible determinar la edad de un árbol por la cantidad de anillos de la sección transversal del tronco, e investigó los patrones de disposición de las hojas y las ramas del tallo (los que actualmente se denomina estudio de la filotaxis) (Capra, 2008)

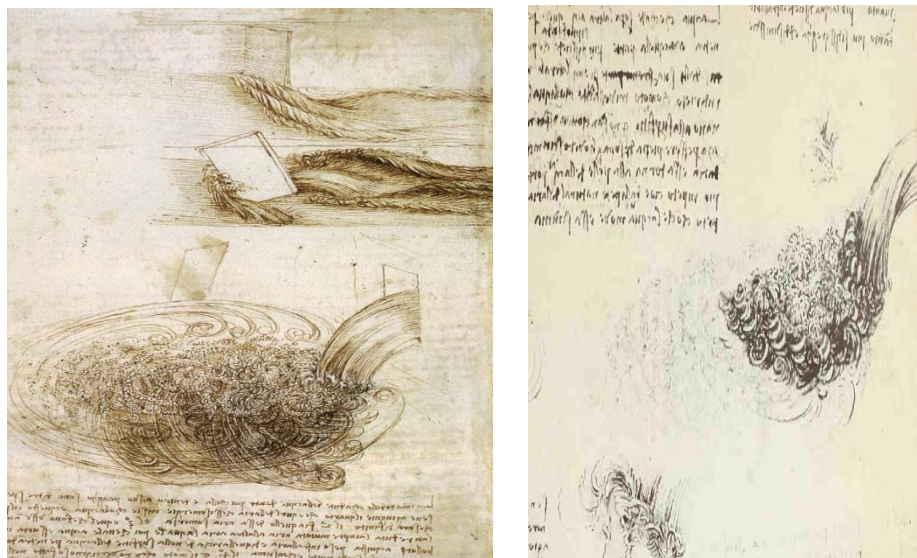
8. Preferencia por la forma ondulada

En su Tratado de Pintura, así como en Manuscrito A folio 9 b, del Instituto Francés de París, Leonardo, para explicar el desplazamiento del sonido utiliza argumentos de carácter analógico: *“Al igual que una piedra arrojada al agua se convierte en el centro desde donde se producen varios círculos, el sonido producido en el aire, se desplaza en círculos y llena las partes que lo rodean con un número infinito de imágenes de sí mismo, y todo aparece en todas y cada una de las partes”*.

Y para explicar cómo transcurre el flujo del agua por un canal de sección transversal variable, utiliza la analogía mediante un modelo de fila de hombres que camina por una calle de ancho variable (Capra, 2008).

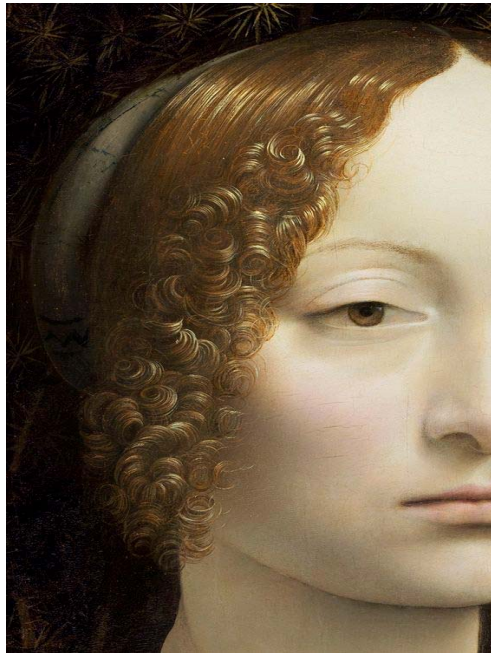
Era su voluntad llevar a cabo un Tratado del Agua que no pudo ver la luz, pero sí realizó numerosos estudios hidráulicos que están diseminados por varios de sus Códices. Para dibujar las corrientes de agua, los vórtices, etc, utilizó constantemente la línea ondulada como analogía representativa. En los Códices de la Royal Library de Windsor (Reino Unido) hay varios estudios hidráulicos.

Figura 11. Estudio de flujos de agua (turbulencias). (1509) RL 12660r. Royal Library, Windsor



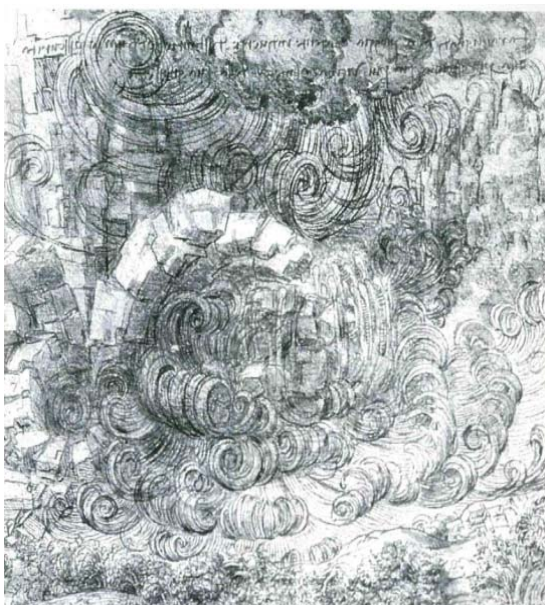
Su dominio de la forma ondulada, y su obsesión por esta forma natural, lo llevan a usar esta ondulación en sus pinturas constantemente, siendo famoso por su facilidad para expresar los rizos de los cabellos, como una analogía a las formas hidráulicas. El Retrato de Ginevra Benci y la cabeza de Cristo con espinas son ejemplos claros de ello.

Figura 12. A) Detalle de mirada y cabello de Ginevra Benci (1474-76)
(<https://www.nga.gov/collection/art-object-page.50724.html>). B) Cabeza de Cristo con espinas.
Academia de Venecia



En la Colección Windsor (1513-1515) en el Reino Unido se conservan diez dibujos en los que Leonardo intenta plasmar la visión y las consecuencias catastróficas del Diluvio. Es conocido que, en 1513 en los Alpes, cerca de la ciudad suiza de Bellinzona muy próxima a la frontera italiana, se produjeron unas intensas lluvias durante muchos días que produjeron grandes derrumbamientos y destruyeron varias poblaciones. Para manifestarlo, Leonardo recurre de nuevo a otra analogía natural a la forma ondulada que tanto le gustaba, asimilándolo a “olas de gran fiereza”, con miras a causar fascinación y plasmar el poder destructivo de las aguas.

Figura 13. Estudio de Diluvio, (1513-1518) RL1 2380 Royal Library, Windsor, (Reino Unido).



9. La sala delle asse

Leonardo, en su primera y más larga estancia en Milán (1481-1499), estuvo al servicio de Ludovico Sforza, “el Moro”, (Vigevano 1452-Loches 1508) Duque de Milán, con multitud de funciones tanto artísticas como técnicas, y sobre 1498 realizó la decoración de varias salas del Castillo de los Sforza, entre ellas y la Sala delle Asse, uno de los salones principales del castillo, destinado a bailes, fiestas, etc.

Leonardo no va a utilizar ni ángeles, ni dioses, ni cielos, tan utilizados en la decoración de salas de palacios y castillos entonces. Asimila las columnas laterales a los troncos del árbol, mientras que el techo es un sinfín de hojas y ramas entrecruzadas con una hábil analogía hacia la Naturaleza, que tanto le gusta, pero al mismo tiempo una alegoría hacia la familia de su mentor Ludovico, colocando en el techo los emblemas de la familia.

“Leonardo, conocedor de que la morera hacía alusión al conocido apelativo del príncipe “il Moro” (en italiano significa tanto “Moro” como “morera”), y que además tiene fama de ser un árbol sabio y prudente, pues florece lentamente y su fruto madura con rapidez, lo que era conocido como símbolo de buen gobierno”, (Capra, 2008).

Figura 14. Decoración de Leonardo de la Sala delle Asse, del castillo Sforcesco de Milán.



10. Conclusiones

Una buena manera de generar soluciones o creaciones nuevas es utilizar las “analogías” mediante el análisis y abstracción de elementos existentes, como animales, objetos, etc. y aplicarlo a los productos o elementos buscados. Generalmente se encontrarán formas o funciones parecidas que podrán ayudar en el adelanto creativo.

“Con un enfoque globalizador en que la analogía y las matemáticas permitían transitar entre el funcionamiento de máquinas, organismos vivos y las razones de los fenómenos naturales, Leonardo hizo de la geometría y de la visión sus herramientas principales para explicar el mundo”. (Martínez, 2010)

“Para Leonardo, la analogía no era sencillamente una herramienta estratégica en la argumentación, sino también una expresión de la fundamental naturaleza común tras la organización de todas las cosas. Así pues, si se contaba con una explicación satisfactoria para algún fenómeno y podía observarse que otro fenómeno compartía sus patrones esenciales de comportamiento, podría estarse lo bastante seguro sobre las causas (“ragioni”)

que operaban en el segundo caso. Con base en esto podía concebirse la meta (de otro modo absurda) del entendimiento universal". (Kemp, 2006)

En resumen, Leonardo, con formación multidisciplinar y pionero en casi todo, aprovecha su pensamiento analógico y su gran conocimiento de la naturaleza y de sus formas como uso creativo. Así, entrelaza conceptos, formas y estructuras existentes, y desde la complejidad, establece otros nuevos vínculos para crear soluciones que hasta entonces no existían. Maestro en las analogías, especificó en su Cuaderno de Notas: "*La naturaleza benigna provee de manera que en cualquier parte halles algo que aprender*".

11. Referencias

- Antoccia, L., Pedretti, C. et al. (2003). *Atlas ilustrado de Leonardo Da Vinci. Arte y ciencia. Las máquinas*. Susaeta Ediciones.
- Capra, F. (2008). *La ciencia de Leonardo*. Editorial Anagrama.
- Da Vinci, L. (c. 1504). *Códice de Madrid*. Madrid. Biblioteca Nacional de España.
<http://leonardo.bne.es/index.html>
- Da Vinci, L. (1478-1518). *Códice de Atlántico*. Milán. Biblioteca Ambrosiana.
<http://www.leonardo-ambrosiana.it/en/il-codice-atlantico/>
- Da Vinci, L. (1478-1518). *Códice de Windsor*. Windsor. Royal Library of Windsor.
<https://www.royalcollection.org.uk/collection>
- Da Vinci, L. (1487-1492). *Códice de París*. París. Institut de France.
<https://archive.org/details/lesmanuscritsdel00leonuoft>
- Goicovic Madriaza, G (2015) *Estrategias para el pensamiento complejo en estudiantes de pregrado basadas en el proceso creativo de Leonardo Da Vinci*. Obtenido el 3 de marzo de 2018 desde www.ceuarkos.com/Vision_docente/index.htm
- Martin, K. (2006). *Leonardo*. Fondo de Cultura Económica. Méjico.
- Martínez E., R. (2010). *En busca de la razón del mundo: Leonardo matemáticas y visualidad*. Educación Matemática, vol 2, nº 1.
- Orlando, E., Cinotti, M., Rizzati, M.L. (1974) *Leonardo – Colección de Grandes Maestros del Arte*. Editorial Marín SA.
- Richter, I. A. (2008). *Leonardo da Vinci notebooks*. Oxford University Press.
www.aqua-zone.com, obtenido el 2 de febrero de 2018.
www.casasxavier.blogspot.com.es/2009, obtenido el 2 de febrero de 2018.
www.imss.fi-it, obtenido el 10 de febrero de 2018.
www.leonardo3.net, obtenido el 3 de febrero de 2018.
www.museoscienza.org, obtenido el 2 de febrero de 2018
www.portalplanetasedna.com.ar/davinci, obtenido el 10 de febrero de 2018
<http://www.museoscienza.org/>, obtenido el 10 de febrero de 2018
<https://www.nga.gov/collection/art-object-page.50724.html>, obtenido el 2 de febrero de 2018
- Nota: Las referencias "v" y "r" junto a la denominación de los folios de los manuscritos o códices se refieren a "verso" y "recto".*