

52

EL INGENIERO Y CIENTÍFICO LEONARDO DA VINCI (1452-1519)

THE ENGINEER AND SCIENTIST LEONARDO DA VINCI (1452-1519)

Marlene Magali Yanes Galera¹

E-mail: myanes@ucf.edu.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8413-7861>

Dania Caridad Ferrer Cabrera¹

E-mail: dferrer@ucf.edu.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4279-4905>

Zulema Betancourt Camargo¹

E-mail: zbetancourt@ucf.edu.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0732-0125>

Hugo Freddy Torres Maya¹

E-mail: hftorres@ucf.edu.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0606-8108>

¹Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez" Cuba.

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Yanes Galera, M. M., Ferrer Cabrera, D. C., Betancourt Camargo, Z., & Torres Maya, H. F. (2020). El ingeniero y científico Leonardo da Vinci (1452-1519). *Revista Conrado*, 16(73), 393-399.

RESUMEN

Leonardo da Vinci es una figura distintiva que debemos estudiar a profundidad, en el artículo se hace referencia a facetas de su personalidad y se procura hacer énfasis sobre sus inquietudes científicas y, principalmente, técnicas. Esto con la finalidad de poder analizar las reales contribuciones de Leonardo a la ingeniería. Se concluye que esos aportes fueron muchos más en el campo de las ideas que en el de las aplicaciones prácticas. Sin embargo, la visión, la inquietud y la correlación entre el saber ver, la ciencia y la praxis hacen que Leonardo sea, verdaderamente, el primer ingeniero moderno.

Palabras clave:

Leonardo da Vinci, ingeniero, Renacimiento, códices, ecología, naturaleza.

ABSTRACT

Leonardo da Vinci is an emblem to which we must study in depth, reference is made to facets of his personality and efforts are made to emphasize his scientific and, mainly, technical concerns. This in order to analyze Leonardo's real contributions to engineering. It is concluded that these contributions were many more in the field of ideas than in practical applications. However, vision, restlessness and the correlation between know-how, science and praxis make Leonardo truly the first modern engineer.

Keywords:

Leonardo da Vinci, engineer, Renaissance, codices, ecology, nature.

INTRODUCCIÓN

Leonardo da Vinci es, tal vez, más conocido como pintor, aunque sus obras pictóricas no sean muchas, pero ha permanecido entre los más grandes hombres del Renacimiento. Conocido por pinturas como La Última Cena y La Mona Lisa, pero muy pocos saben que para pintar desarrollaba estudios científicos y técnicos inéditos que los convirtieron en puntos de avances desde su nacimiento. Es considerado como un **genio** polifacético que abarcó todas las ramas del saber, llevado por su ansia de **conocimiento** revolucionó la pintura de la época y adelantó la ciencia en casi todas sus disciplinas.

Fue un inquieto observador de la naturaleza, concentrado en sus reflexiones. Fue pintor, escultor, ingeniero, arquitecto, físico, biólogo, filósofo, geómetra, botánico, cartógrafo, inventor de **juegos** de salón y útiles de cocina, fundidor, urbanista, entre otras. Da Vinci explicó en sus anotaciones su interés por descifrar los ritmos y las leyes de un mundo en constante cambio, sus textos llaman la atención por su peculiar forma de escritura del tipo espejular o espejo, en la que siempre estaban acompañados de dibujos, lo que les daba mayor fuerza y expresión más clara de sus teorías.

Paul Valéry¹ hace referencia que *“hubo una vez alguien que podía contemplar el mismo espectáculo o el mismo objeto ya como lo hubiera visto un pintor o ya un naturalista, ya como un físico, y en otras ocasiones como un poeta; y ninguna de esas miradas era superficial”*. (Ospina, 2015)

Por su parte Gombrich lo describe como *“un hombre que tenía un apetito voraz de detalles y una visión de conjunto, dominaba y admiraba la geometría y el dinamismo, elemento esencial de su ciencia”* y para referirse a su mente insaciable y extraordinaria para la ciencia planteó que *“cuánto más se leen sus páginas, menos puede comprenderse cómo un ser humano podía sobresalir en todos esos dominios diferentes y realizar importantes aportaciones a casi todos ellos”*. (Gombrich, 1992)

DESARROLLO

El siglo XVI vio la culminación de la expansión del poder de la burguesía en uno de los períodos más notables de la historia humana. En este período la fragmentaria sociedad feudal de la Edad Media se caracterizaba por tener una economía básicamente agrícola, la vida cultural e intelectual estaba dominada por la Iglesia y se transformó

en una sociedad dominada progresivamente por instituciones políticas centralizadas, la economía era urbana y mercantil, desarrolló el mecenazgo en la educación y las artes, se introdujo la imprenta y la difusión de la cultura.

El término renacimiento tuvo diversas acepciones: fue clasicista por su significado de vuelta a la vida; romántico pues significó el triunfo del paganismo y realismo pues equivale al retorno a la naturaleza y se entendió como el comienzo de la Edad Moderna, época de creatividad y belleza.

La ciencia y el arte siempre van a estar interrelacionadas manteniendo una relación directa ellas. El caso de Leonardo da Vinci es un ejemplo para demostrar lo anteriormente dicho, resultaría imposible separar la ciencia y el arte en el Renacimiento. Sus estudios anatómicos, sus dibujos sobre maquinas o sobre objetos naturales no nos permiten determinar si su finalidad sería la del conocimiento o su punto de vista estético.

El genio de Leonardo da Vinci brinda la mejor propuesta de la mentalidad renacentista, creadora infatigable de modelos y de esquemas a través de los cuales se esboza ya el rostro del nuevo mundo técnico e industrial en el que vivimos.

Se debe señalar que el método de investigación de Leonardo no sólo se basaba en la observación cuidadosa y sistemática de la naturaleza. Partiendo desde su posición de artista y científico, su enfoque era predominantemente visual y empezó sus exploraciones de la “ciencia de la pintura” con el estudio de la perspectiva².

En sus apuntes, Leonardo dejó constancia de la importancia que concede al método en la investigación. Los preceptos que establece en su método en nada difieren de las modernas definiciones que hoy se utilizan para hablar de **método científico**.

Da Vinci en sus apuntes planteaba que: *“Al abordar un problema científico, dispongo primero de diversos experimentos, ya que pretendo determinar el problema de acuerdo con la experiencia, mostrando luego que los cuerpos se ven obligados a actuar de ese modo. Ese es el método que hay que seguir en todas las investigaciones sobre los fenómenos de la Naturaleza”*. De esta manera se demuestra que el método experimental es la que certifica la certeza de las afirmaciones con respecto a la naturaleza y su utilización nos permitiría, experimentar en

¹ Paul Valery es un estudioso de Da Vinci, buscó y se interesó en su método de trabajo y en las ideas principales sobre la creación artística que fueron eje de sus reflexiones y creaciones, demostrando que para Da Vinci el hombre era el centro de todas sus creaciones.

² Para Da Vinci la perspectiva, es un concepto que vincula a tres aspectos distintos: la perspectiva de las “líneas de los cuerpos” (o perspectiva lineal), la de la “disminución de los cuerpos” y las de la pérdida de los cuerpos” según la vista las que crean un conjunto.

otros campos y no solamente a lo que deseamos encontrar (Cervero Melia, Ferrer Gisbert & Capuz-Rizo, 2016).

Leonardo intentó comprender los fenómenos describiéndolos e ilustrándolos con mucho detalle, no insistiendo demasiado en las explicaciones teóricas. Sus estudios sobre el vuelo de los pájaros o el movimiento del agua es un ejemplo de ello. Para él, en la naturaleza nada faltaba, cuando la observaba lo hacía con respeto y admiración y aquí está presente su posición filosófica en la que no se concibe a los seres humanos separados del resto del mundo vivo. Pensaba con el mismo espíritu de lo que hoy hablamos sobre medioambiente y pensamiento ecológico y he aquí unas de las facetas poco conocidas de Da Vinci en la que le interesó más aprender de la Naturaleza que dominarla.³

Como se observa en la figura 1, es un estudio de un lirio (Azucena) donde se pone de manifiesto lo anteriormente dicho, su énfasis en el estudio de flores copiadas del natural, con gran detallismo destacándose su estilo de dibujo en el que refuerza las líneas con pluma y tinta; estos dibujos o bocetos, posteriormente eran utilizados en sus cuadros pictóricos en la que siempre se mantenía la interacción entre el entorno natural y la imagen (Micieli, 2007).

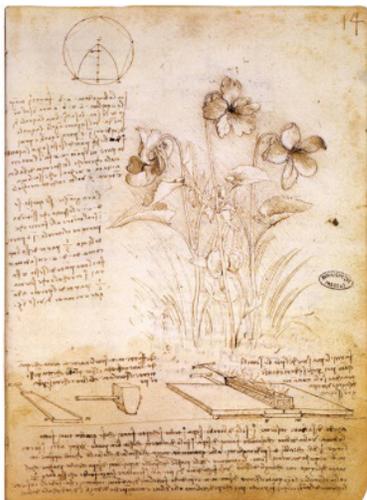


Figura 1. Estudio del Lirio. Leonardo da Vinci.

La observación es el punto de inicio de todo, un artista, fascinado por los fenómenos naturales, podía mirar durante horas a una vela, controlar el comportamiento de

³ El pensamiento ecológico no se produce solo en la mente, es una práctica y un proceso que consiste en llegar a ser plenamente conscientes de que los seres humanos están conectados con otros seres: animales, vegetales o minerales. El pensamiento ambiental se inscribe dentro de un campo conceptual y estratégico que acoge y se avoca a la construcción de un saber no doctrinario, no unificado.

los seres vivos, estudiar el movimiento del agua, los ciclos de crecimiento de las plantas y el vuelo de las aves. Este interés le dio muchos conocimientos invaluable y las claves de muchos secretos de la naturaleza y en uno de sus cuadernos de notas plasmó que *“la naturaleza ha organizado todo tan perfectamente que en todas partes encuentras algo que puede darte nuevos conocimientos”* (Micieli, 2007)

La ciencia del Renacimiento sostuvo un principio fundamental: establecer una correspondencia perfecta entre la mente humana y la realidad por medio de los conocimientos matemáticos. Leonardo hizo suya esta causa. A tal efecto centró toda su especulación científica en la Naturaleza como objeto de estudio y en la búsqueda de sus claves como reto personal. A su juicio, la aplicación de la razón, suprema facultad de la mente humana, permite conocer los principios universales que rigen el universo. Dos de ellos, la necesidad y la proporción, llamaron poderosamente su atención.

Es de destacar que Da Vinci fue uno de los primeros en experimentar con su pensamiento sistémico⁴. Es decir, que entendía la naturaleza como una gran red conectada de elementos interdependientes. Capra (2002), intuyó este modo de entender el mundo de Leonardo a través de sus dibujos, pero fueron sus escritos los que acabaron conduciéndole a esta idea. Leonardo Da Vinci sostuvo que *“antes de dar un paso más, realizaré experimentos, porque mi propósito es exponer primero la experiencia y luego, mediante el razonamiento, mostrar por qué esa experiencia está destinada a operar precisamente de esa manera. Es ésta la verdadera regla que deben seguir quienes reflexionan sobre los fenómenos de la naturaleza”*.

Sus contribuciones a la ciencia que investiga las plantas, unos descubrimientos que abrieron nuevos campos de investigación y una forma de pensamiento que, hasta cierto punto, le convierten en un precursor del ecologismo moderno. En la figura 2 y 3 se muestra un estudio más exhaustivo del crecimiento de una planta, la cual es reflejo de la tradición florentina del siglo XV, en la que el estudio de la naturaleza se convertiría en un punto de avance y proyección del artista en sus estudios con una exactitud científica con que siempre trabaja combinando las luces y sombras.

⁴ Para Da Vinci comprender un fenómeno significaba ponerlo en conexión con otros fenómenos mediante una semejanza entre modelos. El pensamiento sistémico consiste en ser capaz de reconocer estructuras sutiles de complejidad creciente y dinámica, es ver patrones donde solo se ven hechos y fuerzas ante las cuales reaccionan, es ver el bosque además de los árboles.



Figura 2: Estudio del crecimiento de la planta.

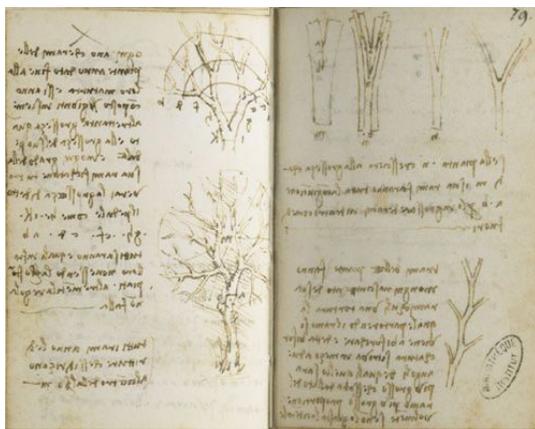


Figura 3. Estudio del crecimiento de la planta. Leonardo da Vinci.

Leonardo no escribió tratados metodológicos, pero en sus cuadernos de apuntes dejó plasmadas sus ideas; donde dice que la matemática, la **geometría** y la aritmética, pueden llegar a la certeza absoluta dentro de su propio ámbito, porque manejan conceptos ideales de valor universal. En cambio, la verdadera ciencia (refiriéndose aquí, a las ciencias empíricas) se basa en la observación, y si pudiese aplicarse a ella el razonamiento matemático podría lograrse mayor grado de certeza (Navas, 2010).

En Leonardo da Vinci, además del artista, se encontraba un genio precursor de muchos de los principios básicos de la ciencia moderna. En sus cuadernos de notas aglutinaba disciplinas tan dispares como las Matemáticas, la Anatomía y también la Botánica.

Mira el cuerpo humano, estudia las plantas, la tierra, las rocas y establece las relaciones entre ellos. Explica que no se puede estudiar los fenómenos de la naturaleza de una forma aislada, sino que están interconectados con otros: "Cuando Leonardo estudiaba el curso del agua en

los ríos, sabía que llevaba los nutrientes a la tierra, a las plantas, y sabía que la sangre en el cuerpo humano hacía lo mismo, al igual que la linfa en los tejidos de las plantas. Cuando hacía un progreso en un campo de la ciencia siempre volvía a los otros campos para ver las aplicaciones". no duda en calificar a Leonardo como *un "pensador sistémico y un ecologista; sentía un respeto profundo por todos los seres vivos"*. (Capra, 2002)

Sobre las contribuciones a la botánica, Leonardo aporta dos disciplinas importantes: *"Estudia las formas de las plantas, es el pionero de la morfología botánica"; y después se da cuenta de que la forma es una consecuencia de los procesos metabólicos; y estudia procesos como el crecimiento de las plantas, cómo reaccionan al sol, a la gravedad, al ambiente, y la ciencia llama ahora a esa disciplina fisiología vegetal"*.

Entre las aportaciones de Da Vinci a la botánica se destaca la relación entre los anillos del tronco de un árbol y su edad y las condiciones ambientales en las que ha vivido, lo que hoy se conoce como dendrología; sus investigaciones sobre el fototropismo y el geotropismo, que permiten entender por qué la planta crece hacia arriba y las raíces van hacia abajo, y las reglas de la filotaxis. Sobre esto último, en una de sus anotaciones Da Vinci argumenta que las hojas de las plantas nacen a lo largo del tallo siguiendo una espiral, de tal manera que todas captan la máxima luz del sol, imprescindible para su desarrollo. Leonardo parecía atraído por los accidentes de la naturaleza, la lucha entre las corrientes de agua y las rocas, los fenómenos misteriosos de la atmósfera, el azulado horizonte, la radiación de la luz. Tenía que entender por qué sucedían las cosas, como funcionaban, como se relacionaban entre sí, sus formas y transformaciones y lo aplicó a los flujos del agua y se convierte así en el fundador de lo que conocemos como dinámica de fluidos.⁵

En sus comienzos se interesó por el flujo que corre a través de los cuerpos, su forma y tipos. Otros experimentos que fueron de gran representación fueron los de vasos comunicantes en los cuales trabajó mucho las densidades de distintos líquidos, de allí fue llevado a los descubrimientos del principio de continuidad, siguió estudiando los vórtices y las estelas; al realizar este experimento usaba pequeños modelos, por lo tanto, tuvo la oportunidad de experimentar con diferentes velocidades y de allí el cambio de velocidad a través de distintas secciones.

⁵ Las contribuciones que Da Vinci realizó a la mecánica de fluidos e hidráulica están en su tratado "Del movimiento y medida del agua", y cubre flujos con superficie libre, ondas, vórtices, chorros, convirtiéndose en el precursor de la visualización del flujo, para lo cual utilizaba semillas como trazadores y dibujaba su movimiento determinando así los patrones de flujo.

Además, en su teoría geológica, las secciones de la corteza terrestre se derrumbaron, en la que se transformó violentamente la relación entre la tierra y el agua (Giraldo, 2004).

De sus aportes a la hidráulica se destaca el estudio del movimiento y medida del agua. Como aparece en la figura 4 en la que se describe la superficie del agua, el movimiento del agua con un obstáculo, la fuerza de los remolinos, la propagación e interferencia de olas. Es de destacar que, igualmente razonó acerca de la distribución de velocidades en las conducciones abiertas, argumentando que el agua tiene mayor velocidad en la superficie que en el fondo, debido a que en superficie está bordeada por el aire mientras que el fondo bordea con la tierra que tiene una mayor resistencia.

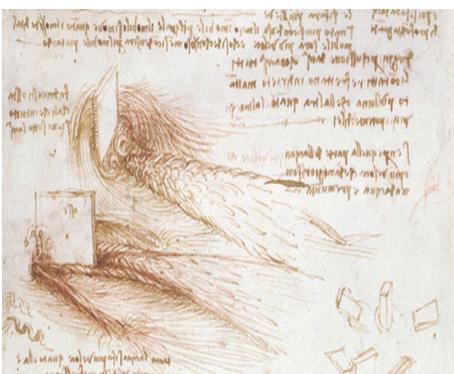


Figura 4. Mecánica de los fluidos. Leonardo da Vinci.

Las aportaciones que realizó, son múltiples. Se puede constatar con sus obras, escritos que hoy permanecen en colecciones particulares y museos, en donde se puede notar su incursión tanto en la física: óptica, acústica, estudio del agua y líquidos, la mecánica, la luz, entre otras. Así como en la ingeniería, geometría, geografía, cartografía, aerodinámica, hidráulica, y artefactos para la guerra.

La faceta que menos se conoce y por ende la que menos se habla de Leonardo da Vinci es la ecologista: **“Y los ríos perderán sus aguas, y la fructuosa tierra no podrá impulsar desde sí ningún renuevo, y no crecerá sobre los campos la inclinada belleza de la espiga; y así morirán los animales, no pudiendo nutrirse con el fresco herbazal de los prados... y los hombres, tras múltiples intentos, de igual manera perderán la vida, falleciendo por fin la especie humana. Y la tierra fértil, rica en frutos, quedará convertida en un desierto”**. (Contreras, 2015)

También habló sobre el futuro de la tierra y anticipó el tema del calentamiento global cuando expresa: **“Tierra reseca por el sol...el calor superficial extinguirá los seres vivos”** y se le considera como el primer pensador ecológico del mundo, aquel que toma la naturaleza como fuente

de inspiración para resolver los problemas e inquietudes humanas dejando como unos de sus legados que la sabiduría está en la naturaleza (Contreras, 2015).

Durante toda su vida, una gran parte de sus ideas y reflexiones se guardaron en sus cuadernos de notas. Estos manuscritos, tratados o códices contienen sus anotaciones y dibujos y están considerados como el más asombroso testimonio de sus observaciones, imaginación y estudio e interés en conocer, entender y controlar todos los aspectos de la naturaleza a través del estudio de las más variadas disciplinas, desde la ingeniería hasta la botánica.

Estas anotaciones, en su mayoría, Leonardo no las concibió como libros, se tratan de compilaciones, creadas en base a distintos cuadernos que fueron reorganizados por los primeros coleccionistas por lo que se considera al Códice Leicester una excepción. Estos escritos se estiman en unos 15 000 pero se conservan alrededor de 7000 repartidos en varios lugares.

Se cuentan con varios Códices, entre ellos están los conocidos como Códices Madrid I y II, Códice Atlántico, Códice Arundel y el Códice Leicester también conocido como Códice Hammer.

Los Códices Madrid I-II reflejan el pensamiento y los estudios que Da Vinci realizó sobre el arte, la mecánica, entre otros temas diversos relacionados de una manera con el arte. El Códice Madrid I se titula “Tratado de estática y mecánica” es el más homogéneo en cuanto a contenido, es un tratado de mecánica y estática, de gran riqueza visual, descriptiva y técnica en el que se recogen varios mecanismos con aplicabilidad hoy en día como lo son los esquemas de diversos mecanismos, como los tornillos sin fin, las cadenas de tracción, maquinarias, entre otros. Los dibujos que contiene están realizados a tinta negra.

El Códice de Madrid II se llama “Tratado de fortificación, estática y geometría”, estudios topográficos, problemas de náutica, hay dibujos de arquitectura e ingeniería militar, el vuelo de las aves, el movimiento de las alas, otros estudios de física y teorías musicales sobre el origen, dispersión y refracción del sonido. y algunas notas dispersas sobre cuestiones personales como su colección de libros. Ambos Códices se conservan en la Biblioteca Nacional de Madrid.

El Códice Atlántico se llama así por su gran formato y es considerado el más famoso debido a su extensión y abarca un período desde 1478 hasta su muerte en 1519. En la figura 5 se observa uno de los dibujos que aparecen recogidos en este Códice en el que se encuentra una variedad de temas: arte militar, física, hidráulica, astronomía,

geometría, diseño de maquinaria para uso civil, la arquitectura, la pintura. Desde los diseños de los buques de guerra, planos de fortalezas; estudios de la luz y la acústica, las diferentes máquinas para elevación de aguas, observaciones sobre el movimiento de la Tierra, estudios de medición de la superficie de la Tierra. Numerosos estudios de edificios, cúpulas y plantas afines, con los estudios sobre la perspectiva y observaciones sobre las técnicas de pintura. Se conserva actualmente en la Biblioteca Ambrosiana de Milán (Tapia, 1996)

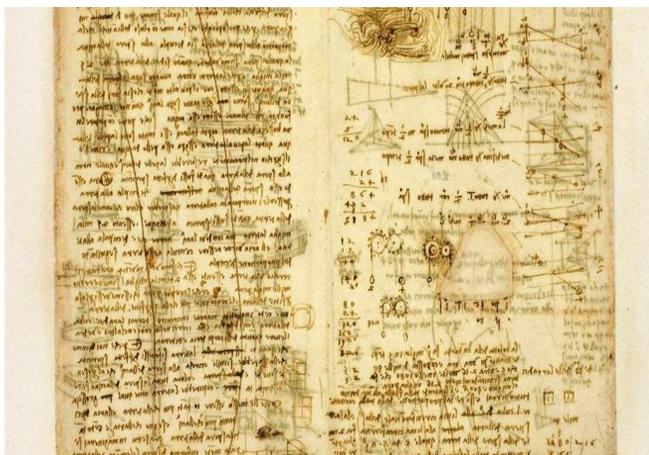


Figura 5. Códice Atlántico. Leonardo da Vinci.

El Códice Arundel fue escrito entre 1480 a 1518 y consta de tratados sobre varias disciplinas como mecánica, geometría y óptica, así como de investigaciones arquitectónicas. Aquí se puede observar una faceta de medioambientalista que poseía Leonardo con su visión sobre el futuro del planeta cuando *“y los ríos perderán sus aguas, y la fructuosa tierra no podrá impulsar desde sí ningún renuevo, y no crecerá sobre los campos la inclinada belleza de la espiga; y así morirán los animales, no pudiendo nutrirse con el fresco herbazal de los prados... y los hombres, tras múltiples intentos, de igual manera perderán la vida, falleciendo por fin la especie humana. Y la tierra fértil, rica en frutos, quedará convertida en un desierto”*. También incluye bosquejos y gráficos de aviones, paracaídas, submarinos y automóviles. Se conserva actualmente en el Museo Británico de Londres (Tapia, 1996).

El Códice Leicester, también conocido como Hammer es una compilación de textos y dibujos entre 1508 y 1510. Con temas que incluye astronomía, meteorología, hidráulica, cosmología, geología, paleontología y otros temas técnicos y científicos. Aquí se destina más espacio al tema del agua y sus aplicaciones, se abordan distintos conceptos científicos vinculados con el agua y su movimiento que fue un tema muy recurrente en sus investigaciones y observaciones: corrientes, remolinos, olas,

saltos, canales, diques, esclusas, túneles, proyectos de embalses, regeneración, listas de equipos para el aprovechamiento del agua suministrada, planes para utilizar agua para fines militares. Tuvo en cuenta también en sus anotaciones la estructura necesaria para reforzar los márgenes de un río, desviar la corriente o la forma de construir un puente para pasar por encima de él, molinos de agua, cauces de ríos, tormentas y diluvios, inclusive sus premoniciones sobre desastres medioambientales utilizando la técnica de tintas, lápiz negro y pluma todo sobre papel.

En la figura 6 se muestra el concepto moderno del ciclo hidrológico que propuso Da Vinci teniendo en cuenta el cambio gradual de los conceptos filosóficos de la hidrología hacia una ciencia observacional.



Figura 6. Ciclo hidrológico. Leonardo da Vinci.

Esta compilación tiene una marcada intención de realizar un verdadero tratado hidráulico llamado “El libro del agua”, tema que no pudo terminar, aunque dejó mucho contenido, pero se encuentra disperso entre todos los códices. Se conserva actualmente en la colección particular del magnate de la Informática Bill Gate, quien la compró por un valor de 25 millones de dólares.

En la figura 7 aparece uno de los planos que realizó Da Vinci en un proyecto que lo mantuvo ocupado un tiempo prolongado y fue el de la creación de un canal en el Río Arno, el cual enlazaría a Florencia con el mar y permitiría industrializar sus orillas, trazó su recorrido varias veces, pero nunca se llegó a materializar.

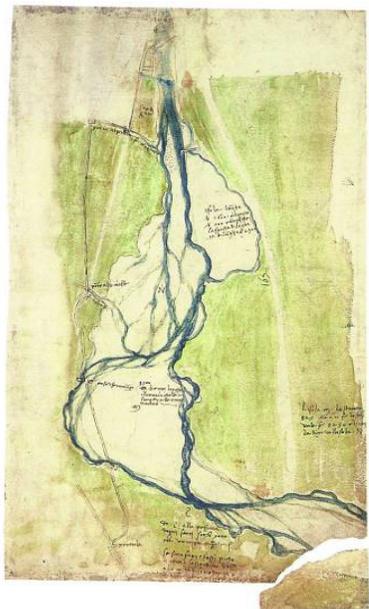


Figura 7. Plano topográfico con los ríos Arno y Mugnone, al oeste de Florencia (1504). Leonardo da Vinci.

En cuanto al movimiento del agua, estableció que “todo movimiento de agua de igual amplitud y superficie, será tanto más veloz cuanto menos profundo sea en un lugar que otro” y esta observación le valió para entender la oscilación del movimiento del agua y le permitió, entonces, poder proyectar canales de navegación e irrigación y fertilizaciones agrarias.

Aunque Da Vinci era reconocido como un gran artista del Renacimiento, su genio científico y tecnológico no lo era así pues muchas de sus tesis y descubrimientos no fueron publicadas en su época y a pesar de ello, hoy en día, es considerado como un adelantado de su época.

CONCLUSIONES

Leonardo Da Vinci fue muy creativo, con gran sentido de la observación y gran capacidad de hacer asociaciones, con gran facilidad para aplicar lo que descubría y le otorgó una gran importancia al ser humano. Fue un adelantado de su época y proyectó sus ideas y descubrimientos sin restricción.

Como rasgo que define la genialidad de Leonardo está su curiosidad, como virtud principal, pero le faltó los medios indispensables para poder ponerlas en funcionamiento.

Tenía un pensamiento sistémico, capaz de combinar arte y ciencia, y de considerar la vida y la naturaleza, incluido el ser humano, como un ente único en el que **todo está conectado y en movimiento.**

Leonardo fue uno de los primeros en observar y analizar científicamente la naturaleza con ojos modernos, coincidieron con él la vocación científica y la preocupación técnica, que serán caracteres eminentes de los nuevos tiempos, su vivo interés por los hechos, su curiosidad insaciable ante los casos singulares y concretos de la realidad se acompañaron de un sentido para la teorización.

Las contribuciones que hizo Da Vinci a la botánica abrieron nuevos campos de investigación y una forma de pensamiento que, hasta cierto punto, le convierten en un precursor del ecologismo moderno.

Los cuadernos son un caudal de anotaciones de todo tipo, observación de lo más mínimo, datos y todo lo acompañaba de dibujos., aunque estaba convencido que a la naturaleza no le faltaba nada, la observó con respeto y sabiduría y no le faltaba sus observaciones porque entendió a la naturaleza como un todo y el hombre era el centro de todo el universo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Capra, F. (2002). *La trama de la vida: Una nueva perspectiva de los sistemas vivos*. Anagrama.
- Cerveró Meliá, E., Ferrer Gisbert, P., & Capuz-Rizo, S. F. (2016). *Teorías, Métodos y Técnicas para el diseño de sistemas técnicos en la obra de Leonardo Da Vinci*. XX Congreso Internacional de Dirección e Ingeniería de Proyectos. Cartagena, Colombia.
- Contreras López, M. A (2015) *Leonardo Da Vinci Ingeniero* (Tesis Doctoral). Universidad de Málaga.
- Giraldo, A. V. (2004). El ingeniero Leonardo da Vinci. *Revista Ingeniería Universidad de Antioquia Colombia*, 32, 114-134.
- Gombrich, E. H. (1992). *Historia del arte*. Alianza.
- Mieli, C. (2007). El cuerpo como construcción cultural. *Aisthesis*, 42, 47-69.
- Navas, E. M. (2010). Leonardo da Vinci, un gran artista del Renacimiento. *La Colmena*, (67/68), 19-30.
- Ospina Garcés de Fonseca, H. (2015). Paul Valery y Leonardo da Vinci: Un estudio del problema de la Creación Artística basado en la introducción al Método de Leonardo da Vinci. *Revista de la Universidad de Costa Rica*, 41, 199-209.
- Tapia, N. G. (1996). Ingeniería del agua en los códices de Leonardo y en los manuscritos españoles del siglo XVI. *Ingeniería del agua*, 3(2).