



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

## Referencia bibliográfica

---

Beltrán, O. (1979). *Leonardo da Vinci y su aporte a la formación de la ciencia moderna* [Tesis para optar el grado de Licenciado en Filosofía].  
Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Facultad de Letras y  
Ciencias Humanas. Unidad de Pregrado.

---

# REPOSITORIO DIGITAL DE TESIS DE LA BIBLIOTECA DE LETRAS DE LA UNMSM

**Título**

Leonardo da Vinci y su aporte a la formación de la ciencia moderna

**Autor**

Onésimo Samuel Beltrán Sánchez

**Año**

1979.

**Lugar de publicación**

Lima.

**Tipo de tesis**

Licenciado.

**Palabras clave**

Leonardo da Vinci; Ciencia moderna; Renacimiento; Filosofía del renacimiento.

**Referencia en APA 7ma edición**

Beltrán, O. (1979). *Leonardo da Vinci y su aporte a la formación de la ciencia moderna* [Tesis para optar el grado de Licenciado en Filosofía]. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Facultad de Letras y Ciencias Humanas. Unidad de Pregrado.

La presente monografía de Onésimo Samuel Beltrán Sánchez explora el impacto de Leonardo da Vinci en la formación de la ciencia moderna, enfatizando su rol como precursor del método científico. A través de un análisis de los manuscritos y obras de Leonardo, Beltrán examina cómo sus observaciones y experimentos en áreas como la anatomía, física, y mecánica sentaron bases para el desarrollo de la ciencia empírica. Leonardo abordó la naturaleza como un campo de estudio basado en la observación y la experimentación, rechazando la autoridad de los textos clásicos en favor de una metodología práctica. Esta investigación destaca la relevancia de Leonardo en el Renacimiento y su influencia en científicos posteriores, como Galileo y Descartes, quienes llevaron la ciencia moderna a su consolidación en el pensamiento europeo.

U. N. M. M.  
Dirección Universitaria de  
Biblioteca y Publicaciones  
Biblioteca de Letras

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

DEPARTAMENTO DE HUMANIDADES

PROGRAMA DE FILOSOFIA

LEONARDO DA VINCI

Y SU APORTE A LA FORMACION DE LA CIENCIA MODERNA.

MONOGRAFIA

PARA OPTAR EL TITULO DE  
LICENCIADO EN FILOSOFIA.

P O R

ONESIMO SAMUEL BELTRAN SANCHEZ

Ciudad Universitaria, Junio de 1979.

L E O N A R D O     D A     V I N C I  
Y SU APORTE A LA FORMACION DE LA CIENCIA MODERNA.

S U M A R I O

INTRODUCCION.

	pág.
I. LEONARDO DA VINCI Y SU EPOCA.	2
II. LA OBRA DE LEONARDO Y FUENTES PARA SU ESTUDIO.	3
A. Obras de Leonardo.	6
B. Principales fuentes para el estudio del pensamiento de Leonardo.	11
III. LA CIENCIA EXPERIMENTAL EN LA OBRA DE LEONARDO.	11
IV. LEONARDO Y LA CIENCIA MODERNA.	13
A. La ciencia antigua y moderna como marco referencial de los aportes de Leonardo.	16
B. Leonardo y la formación de la ciencia moderna.	26
C. Las concepciones científicas de Leonardo y la ciencia moderna.	26
D. Galileo y Leonardo.	30
E. La ciencia del Renacimiento y la moderna.	35
V. CONCLUSIONES.	37
VI. BIBLIOGRAFIA.	40
	44
	46

## INTRODUCCION.

En 1860, Jacobo Burchhardt publicó su Cultura del Renacimiento en Italia. Desde entonces, la palabra Renacimiento tiene este sentido preciso. El Renacimiento es el esfuerzo de desprenderse de la cultura tradicional formada en la Edad Media, que ahogaba la espontaneidad del hombre. Es una etapa de transición, porque en él se dan formas del feudalismo, pero ya se avizoran las organizaciones burguesas. Se anticipan por lo tanto, posiciones que se adoptarán en el momento histórico actual con mayores sutilezas. Corresponde a una etapa de agudización de las contradicciones que serán superadas en la filosofía moderna, desde una perspectiva concatenada de las precedentes. Así en Descartes encontraremos ideas agustinianas, jesuitas y científicas de su época, conjugadas en una nueva visión. El idealismo religioso afianzará su lucha en esta etapa, pero el materialismo también se apuntará algunos triunfos en la ciencia. También en esta etapa se darán algunas posiciones utópicas.

Leonardo, uno de los tres grandes de la pintura del Renacimiento, con Miguel Angel y Rafael, es poco conocido como pensador. Sin embargo, su pensamiento genial resulta una anticipación, en muchos siglos, al rumbo que siguieron los conocimientos contemporáneos. Así sus preocupaciones por la ciencia—fue geométrica y físico—, lo llevaron a prever notables tendencias, que posteriormente se elevaron a nivel de sistemas en la época moderna, en las cuales cobraron un impulso ya propiamente científico. En Leonardo, notamos el eslabón de una concatenación entre

un saber radical.

Comenzaremos examinando la trayectoria de Leonardo en su época, veremos las fuentes para el estudio de su obra y su personalidad, para concluir señalando los alcances de su influencia en la formación de la ciencia de su época.

De esta manera resaltaremos algunos aportes originales y las realizaciones de Leonardo, su método experimental, su influencia en la formación de la ciencia moderna, como en la historia de la filosofía, de su época.

No creemos haber agotado el tema en este trabajo; además, señalaremos únicamente algunas coincidencias entre Leonardo y Galileo, tema que podría servir para otro trabajo de mayor alcance.

el pensamiento de Nicolás de Cusa y Galileo, que se da a través de Copérnico y Bruno.

Esta investigación considera que la obra de Leonardo es un producto de la época que le cupo vivir, lo cual evitará que se caiga en magnificaciones impropias o apreciaciones anacrónicas, prejuiciosas, que podrían darse cuando se pretende encontrar tendencias que no corresponden a esa época.

Esta investigación sobre la filosofía del Renacimiento se justifica, porque la filosofía que concibe el desarrollo del pensamiento en forma unitaria, puede hurgar su verdad en el mismo seno de su devenir histórico. Lo cual quedará facilitado en las épocas de transición, en las que muestra sus elementos en forma descarnada, llena de posibilidades o desarrolladas plenamente en sus formas caducas. Patentizando la confluencia de todas estas manifestaciones de modo tal que nos permite notar en su conjunto, riquezas de gérmenes de tendencias que revestirán formas más complejas y menos diferenciables en su posterior desarrollo o desenvolvimiento.

Hegel resató el carácter histórico de la filosofía, como una obra humana, como creación, integración y superación continuas de la actividad reflexiva humana. De manera que el pasado filosófico no es un mero depósito de ideas engañosas o sistemas errados, sino un momento esencial, un paso necesario en el desarrollo del pensamiento de la vida.

Una reconstrucción genética, desde la perspectiva histórica nos muestra pues, un proceso desde sus raíces, como

## I. LEONARDO DA VINCI Y SU EPOCA.

Leonardo, hijo ilegítimo del notario Pedro Antonio, que vivía al piede de las colinas toscanas, en el castillo de Vinci, nació en 1452. El paisaje rural, como el ambiente abierto, despertaron y nutrieron de fantasía su espíritu, desde su tierna infancia. Ya desde muy pequeño se aficionó al canto, para el cual tenía buena voz. Aprendió a tocar la lira, de tal manera que al cantar, acompañándose con este instrumento, causaba el más completo arrobamiento de su auditorio.

Fue su ambición dominar todas las ramas del conocimiento. De espíritu matemático, de aptitudes para la mecánica y alma de artista, a la edad de 14 ó 15 años ingresó al estudio del famoso pintor, escultor y arquitecto Andrea del Verrocchio, en Florencia, y al cabo de algunos años superó a su maestro en el ejecución de las tres artes. Cuando a los 25 años deja el taller de Del Verrocchio y comienza a trabajar por su propia cuenta en los primeros cuadros que le encargan, se hace solitario. A la edad de treinta años se dirigió a Ludovico Sforza, el duque de Milán, solicitándole el puesto de director de armas en tiempo de guerra y para las artes en tiempo de paz. A pesar de que la carta dirigida a Sforza, en la cual Leonardo enumera sus habilidades, pudo haber sido considerada como escrita por un genio o por una persona transtornada, felizmente recibe la invitación a palacio. Leonardo produjo una impresión agradable en los caballeros, y dejó encantadas a las damas de la corte de Milán. Desde entonces, se quedó sirviendo a los Sforza, durante veinte años.

Así fue ingeniero oficial y maestro de diversiones públicas. Planeaba los festejos, escribía música, pintaba los escenarios, dibujaba patrones de vestidos y dirigía las funciones de la Corte. Fue pues el participante más activo del frenesí que caracterizaba la vida de esos días.

Sofador de su época. Trató de edificar, embellecer y ennoblecer a Milán. Planeó caminos de dos niveles para comodidad de los transeuntes. Abogó por la construcción de calles anchas a fin de conseguir las mejores condiciones sanitarias. Sñó con transformar el paisaje de la ciudad, levantando templos, formando cataratas artificiales, canales, lagos y jardines. Esbozó un sistema de ciudades acopladas, cada una de las cuales debía tener cinco mil casas para seis habitaciones por unidad de arquitectura. Siempre creyó que la humanidad se encontraba demasiado congestionada para poder ser feliz.

Vivía tan ocupado en sus actividades prácticas, que apenas tenía tiempo para dedicarse a sus pasiones favoritas: la pintura y la escultura. Sólo en 1498 terminó "La Última Cena". Este fresco, pintado en los muros del refectorio del convento de Santa María de la Gracia ha sufrido serios deterioros con los años. Más aún, debido a que Leonardo mezclaba sus colores con aceite, hecho que constituyó una innovación desgraciada para la pintura al fresco. Los cuadros se resquebrajaron en diferentes puntos, y los rostros de Jesús y de sus discípulos tuvieron que ser retocados por manos menos diestras. Sin embargo se conserva el espíritu de magnífica belleza del cuadro; geométrico en sus dibujos, soberbio en sus fantasías y profundo en su concepción intelectual, es una de las obras maestras del espíritu humano.

En esta pintura se entremezclan a la perfección la ciencia, el arte y la filosofía que se encuentra unificándolas. Buscando constantemente la perfección, no dio por terminada "La Última Cena", ni se daba por satisfecho con los resultados. Anduvo asimismo trabajando por mucho tiempo en la escultura de una estatua ecuestre de Francisco, padre de Ludovico Sforza. Era tan colosal su tamaño como magnificente su concepción. Se logró exhibir el modelo en yeso en 1493, ante el asombro de toda la ciudad. Pero no llegó a terminarla por falta de bronce y la ocupación francesa de la ciudad. En 1499 era ocupada la ciudad y la noble y magistral obra de Leonardo sirvió de blanco a los arqueros gascones.

Vemos así, cómo la sabiduría en esta tierra crea muchas veces, para que la locura la destruya. La guerra no sólo abate los cuerpos, también aplasta el espíritu. Y este es tal vez el cargo más serio contra esta forma de asalto de la razón.

Respetuoso hasta de la vida de los animales, su preocupación por éstos era muy conocida. Vivió en una época convulsionada por pasiones y ambiciones personales; había visto que los hombres se asesinaban por pequeñas ambiciones e ínfimos motivos. Fue artista cabal, su observación de la barbarie humana le hizo a su vez un filósofo iluminado. Nos dejó su pensamiento en más de 5,000 cuartillas escritas.

Fue su vida modesta y pura. Un ánimo generoso y superior, un respeto sagrado de la vida y una angustia inenarrable ante el mal y el dolor universal, eran sus virtudes. Califica de

acción bestialísima a la guerras. Se negó a dar a conocer su invento submarino para que los hombres no se destruyan entre sí. No comía carne por respeto a los animales vivientes. Sus mismos contemporáneos lo consideraban no sólo un representante integral del humanismo, sino un hombre elevado a la "divinidad". Se le daba el título de "Celeste", y Cellini lo llama "el gran Leonardo da Vinci, mayor que el cual no creo que haya nacido hombre en el mundo: este hombre fue un ángel en carne".

Conoció a los grandes pintores de su época. Frecuentó a los sabios, entre los cuales se encontraba Paolo del Pozzo Toscanelli, matemático, astrónomo, geógrafo, amigo del Cusano y de Cristóbal Colón; vivió las nuevas tendencias artísticas de Poliziano y las corrientes del pensamiento platónico.

Con la invasión francesa, entre 1499 y 1500, peregrina por Mantua, Venecia, Florencia, donde desafía a Miguel Angel para pintar la Batalla de Anghiari y el retato de la Gioconda. Por entonces estaba más preocupado por la pintura.

Ya en Milan Luis XII le confía ciertas obras hidráulicas. Expulsados los franceses, Leonardo se dirige a Roma, donde se le considera sospechoso y es perseguido por la ignorancia y la envidia, acusado de magia y de herejía, de incredulidad y de irreligiosidad, por sus estudios de anatomía, los que tiene que interrumpir por la intervención papal y la incomprensión de sus alumnos.

Luego se dedica a experimentos científicos, lo cual no era un signo de soberbia o desprecio, era el destino de su grandeza inaccesible para con los demás hombres, a quienes les

parecía, no un genio, sino un nigromante, domador de oscuros poderes demoníacos, herético e irreligioso.

A los 64 años acepta la invitación de Francisco I y se traslada a Francia. Tres años después muere en el solitario castillo de Ambroise, en 1519.

## II. LA OBRA DE LEONARDO Y FUENTES PARA SU ESTUDIO.

### A. Obras de Leonardo.

Leonardo, representante del pensamiento científico y en particular de la investigación de la ciencia natural del Renacimiento, no ha dejado ninguna obra ordenada y acabada; tenemos sus manuscritos en más de 5 mil cuartillas, recogidas en los preciosos códices de Milán, Londres, París y Roma, todos los dibujos y bosquejos, anotaciones "a espejo" y con escritura normal sobre las diversas materias. Pensó en un tratado de Anatomía, en un tratado de la Pintura, pero no dejó más que hojas dispersas y apuntes editados después como colecciones de pensamientos, máximas y reflexiones. No tuvo feliz destino su obra: los escritos quedaron dispersos, indescifrables, desconocidos; muchas pinturas suyas quedaron incompletas o desaparecieron, el monumento a Sforza fue destruido. Este genio, ha representado el triunfo de la versatilidad, sobre la estrechez de la especialización.

Vivió siempre, ardiente, anhelante de nuevas verdades. "¡Cuántos misterios hay más allá de los horizontes que se contemplan! El misterio de las cosas no muestra jamás sus raíces y su esencia profunda", afirmaba.

A base de algunas páginas de sus manuscritos podemos hacer la siguiente enumeración resumida de sus realizaciones para formarnos una idea del resto del contenido de sus manuscritos: fábulas antiguas y filosofía medieval, las causas de las mareas en el océano y los movimientos del aire en los pulmones, las me-

didas de la tierra y la distancia de la visión humana, la naturaleza de la llama y la fórmula para medir el círculo, la ley de la gravitación y el movimiento rítmico de los árboles en el viento, el esquema de una máquina voladora y las prescripciones medicinales para cálculos de la vejiga, un dibujo de jardín placentero y una nueva clase de arma guerrera, un recipiente para hacer perfumes y una lista de teoremas geométricos originales, una serie de estudios hidráulicos sobre la presión del agua en las fuentes, y una serie de observaciones sobre los hábitos de los pájaros y animales, un artículo sobre el vacío, un ensayo para usar el vapor como fuerza motriz, un capítulo de máximas originales y un descubrimiento de la naturaleza de la luna. Esta lista comprende una quinta parte de los temas tratados en solo cincuenta de las cinco mil cuartillas de las notas de Leonardo. Además no nos olvidemos que Leonardo pintó al mismo tiempo el retrato más perfecto de todas las épocas "La Mona Lisa", creó el fresco más hermoso que se conoce "La Última Cena", y modeló una estatua ecuestre en sus días considerada como una de las maravillas del mundo.

En arquitectura realizó, especialmente obras militares de ingeniería hidráulica, también sabía diseñar y era entendido en "arquitectura y construcción de edificios públicos y privados". Pero a su modo de ver era sobre todo pintor. La perspectiva aérea, el estudio de las luces, el difuminado, la interioridad psicológica de las figuras humanas, fueron las mejores conquistas y expresiones de su pintura, que buscaba nuevas técnicas y nuevos métodos. Declaraba que el buen pintor tiene que pintar dos cosas

principales: el hombre y la manifestación de su vida psíquica, puesto que la figura no es aceptable si no es apta para expresar los sentimientos del alma. Expresiones de interioridad son la "Anunciación", la "Virgen de las Rocas", "La Adoración de los Magos", "San Jerónimo", "La Gioconda", "San Juan" y algunos retratos.

Pintor, escultor, músico, arquitecto y escritor original, científico, investigador, técnico, ingeniero hidráulico y militar, matemático, anatomista, fisiólogo, naturalista y psicólogo, imprimió a todo su pensamiento y a toda su actividad el sello de la profundidad y de la calidad. A su extraordinaria inteligencia y decisión iban unidas la destreza y la fuerza física. Era ambidextro, pudiendo escribir indiferentemente con las dos manos, si bien escribía más correctamente con la izquierda, de derecha a izquierda, con letra invertida, que podía leérsela reflejada en un espejo. Tenía palabra fácil y persuasiva en las discusiones sobre arte, ciencia o filosofía, admiraba con su virtuosismo musical cuando acompañaba su propio canto con variados instrumentos; era caballero hábil en la esgrima y con las cualidades de hombre de la corte.

B. Principales fuentes para el estudio del pensamiento de Leonardo.

Presentamos esta lista de sus manuscritos dispersos en distintos lugares, con las abreviaturas correspondientes, las que suelen ser usadas para referirse a ellos:

A, B, C, D, E, F, G, H, I, K, L, M: Manuscritos en la Bi-

biblioteca del Instituto de Francia. Publicados por Ravisson Mollien, París, 1881 - 1891.

An, A; An B: Manuscritos anatómicos A y B, en la Biblioteca del Castillo Windsor. Publicado por Theodor Sabachnikoff, París, 1898 y Turín, 1901.

Ach: Manuscritos en la Biblioteca del Lord Ashburnham, Ashburnham Place, Sussex.

B. M.: El manuscrito registrado con la indicación Arundel 263 en el Museo Británico. Publicado por Danesi en Roma, Reale Commissione Vinciana, 1923 - 1930.

C. A.: El Codex Atlanticus, en la Biblioteca Ambrosiana, de Milán, publicado en facsímil, en 8 volúmenes en folio por Ulrico Hefli, edición de la Reale Accademia dei Lincei, 1894 - 1904.

C. V.: Codice sul Vuelo degli Uccelli e Varie Materie (Códice sobre el vuelo de los pájaros y otras materias), en la Biblioteca Real de Turín. Publicado en facsímil por Sabachnikoff, París, 1893.

Leic.: Manuscrito en la Biblioteca de Lord Leicester, Holcham Hall Norfolk. Publicado por Gerolamo Galvi, 1909.

Ludwig: Edición del Trattato della Pittura, publicada en tres volúmenes por H. Ludwig, Viena, 1862; basada en parte, en el manuscrito Códex Vaticanus, Urbinas 1270, en la Biblioteca del Vaticano.

Mz.: Manuscrito en poder del conde Manzoni, Roma.

O.: Manuscrito en la Biblioteca del Chris Church College,

Oxford.

- Q. A.: Quaderni d'Anatomia, dibujos anatómicos de Leonardo, publicados en seis volúmenes por Vagensten, Fonahn y Hopstock, Cristianía, 1911 - 1916.
- Rich.: The literary Works of Leonardo da Vinci, Ed. Paul Richter, 2 vols., Londres, 1883.
- S. K. M.: Manuscritos en la Biblioteca Forster, Museo Victoria y Alberto, South Kensington. En curso de publicación por Danesi, en Roma. Edición de la Reale Commissione Vinciana.
- S. K. M. II, III: El Segundo y Tercer volúmenes manuscritos en el Museo de South Kensington.
- T. P.: Trattato della Pittura. Edición de la Editorial Losada, Buenos Aires, 1943.
- Tr.: Manuscrito en el Palacio Tribulzi, Milán. Publicado por Luca Beltrami, Milán, 1891.
- V.: Colección de dibujos en la Biblioteca del Castillo de Windsor. La Cambridge University Press ha publicado en 1935, en dos volúmenes (texto y láminas), un catálogo, obra de Sir Kenneth Clark, Director de la Galería Nacional de Londres.
- W. L.: Fragmento de la colección de Pompeo Leoni, en la Biblioteca del Castillo Windsor.

### III. LA CIENCIA EXPERIMENTAL EN LA OBRA DE LEONARDO.

Interesa Leonardo tanto a la historia del pensamiento como a la historia de la ciencia. Precursor en el campo de las ciencias experimentales modernas, rechaza el principio de autoridad; demuestra la inconsistencia de las "ciencias" mágicas seculares, supersticiosas y sin fundamento. Sobre el principio del estudio de la naturaleza basado en la observación empírica, la experimentación y la medida matemática, constata hechos y descubre las leyes, formula las relaciones constantes.

La ciencia que él propuso no partía de una ciega aceptación, sino de una constante creación, de un perenne hacer. Descubiertas y enunciadas las leyes, las aplicaba:

"Estudia la ciencia ante todo; después pasarás a la práctica de aquella ciencia" (1).

por eso al lado de las observaciones y de las expresiones matemáticas producía inventos que admiraban a los contemporáneos y que, según los proyectos de sus escritos, hubiesen admirado a la posteridad.

Puso a la Naturaleza como única maestra; no admitía la autoridad de Aristóteles ni el pretigio de Arquímedes. Hacer ciencia, decía, no es citar libros y conceptos de autoridades, sino observar la respuesta que da la realidad a nuestras cuestiones, de esta manera, lo repetitivo fue considerado por él una función de la memoria y el buscar la respuesta en la Naturaleza una función de la inteligencia.

---

(1) T. P.: Nº 14.

J. M. M. S. M.  
Biblioteca y Publicaciones  
de  
la  
Universidad  
de  
Matras

"Así quiero decir de estas cosas matemáticas, que los que estudian solamente los autores y no a las obras de la naturaleza, son nietos, no hijos de la naturaleza, maestra de los buenos autores"(1).

Se proclama hombre "sin letras" para rechazar el saber libresco:

"Aún cuando yo no supiese como ellos alegar el testimonio de los autores, alegaré algo mucho más digno, alegando el testimonio de la experiencia, maestra de los maestros de aquellos"(2).

Aparece así la Naturaleza, en su insuperable sencillez y resultados, mucho mejor que el ingenio humano, que por más invenciones, nunca logrará superarla. Nada le falta a ella ni nada le es superfluo, añadirá.

Recomienda adaptar nuestras hipótesis a la realidad objetiva, no esta realidad a nuestras abstracciones. Resulta mezquino y presuntuoso, dice, que no se interrogue a esta realidad y se la acuse de imperfecciones porque no responda a los silogismos y dogmas metafísicos.

Es de opinión de que sólo se puede usar de la Naturaleza, obediéndola, como será también una de las grandes máximas de Francis Bacon.

La observación empírica constituye el punto de partida del método experimental que esboza Leonardo, y que lleva analíticamente, es decir, yendo de los efectos a las causas, a la hipótesis explicativa o "razón". Pero luego se inicia la segunda fase, la sintética, es decir, la que va de la cau-

---

(1) C. A.: Nº 139 r.

(2) C. A.: Nº 117 r.

sa al efecto, que emplea la "razón" o hipótesis explicativa como causa productora del experimento. Así el momento empírico y el racional se complementan y suponen mutuamente en todo el proceso. Sin embargo este método no fue configurado por Leonardo con toda nitidez, hay ciertas vacilaciones:

"Realizaré algunas experiencias antes de proseguir adelante, pues mi propósito es basarme primero en la experiencia y después demostrar, mediante la razón, por qué semejante experiencia está forzada a obrar de tal manera. Y ésta es la verdadera norma, de acuerdo con la cual tienen que proceder los investigadores de los hechos de la naturaleza. Y a pesar de que la naturaleza comienza por la razón y termina por la experiencia, a nosotros nos es preciso recorrer el camino contrario, es decir comenzar por la experiencia y mediante ella investigar la razón"(1).

Alega también:

"Ningún efecto existe en la naturaleza sin razón, entiendo la razón y no te hará falta la experiencia"(2).

La buena teoría (teoría matemática), absorbe e incluso sustituye a la experimentación.

Leonardo parecería oscilar entre las demostraciones que otorgan la primacía a la observación empírica o a la demostración racional. No precisa tampoco cuando habla de experiencia, entre observación de los fenómenos y su reproducción en el experimento. Sin embargo, esto se debe a las dificultades que se le presentan en el recorrido de un nuevo método en el que se notan ya sus elementos y sus fases. Y esto podemos notar cuando dice:

---

(1) E.: fol. 55 r.

(2) C. A.: fol. 147 v.

"Huye de los preceptos de los especuladores, cuyas razones no están confirmadas por la experiencia. No constituye tampoco el punto de llegada de sus averiguaciones la mente, sino la misma experiencia. Se prueba mediante la razón y se confirma mediante la experiencia"(1).

En Galileo la concepción de este método será firme y será recorrido magistralmente. El experimento irá precedido y guiado por la razón deductiva, esto es, realizará en la producción de los hechos una necesidad causal previamente deducida por vía racional. Será una pregunta que se plantea a la Naturaleza, un bosquejo intelectual del pensamiento, una mente concipio, como decía Galileo.

Afirma, "hacemos la vida con la muerte de otros". Ciertamente para poder existir y permanecer, el universo, que es fuerza, vida creadora, debe necesariamente morir y renacer continuamente; "esta tierra evita la desaparición de su vida deseando la continua multiplicación", y como "la naturaleza es más rápida en su creación que el tiempo en su destrucción", la vida por la superabundancia de seres vivos, tiene que alimentarse de la misma vida: "ha ordenado la naturaleza que muchos animales sean comida de uno del otro". En este ciclo "una cosa proviene de otras cosas", y "de una cosa se hace otra, y todas las cosas se convierten en otras cosas, porque todo lo que existe está hecho de los mismos elementos": enunciados notables en los que Leonardo parece entrever el carácter dialéctico de los fenómenos naturales.

---

(1) A.: fol. 29 r.

Si vuelve la mirada al cielo, Leonardo se enfrenta con los problemas astronómicos: explica desde su tiempo la luz cenicienta de la luna y comprende que el Sol no se mueve y la Tierra no está en el centro del Universo. Si observa los cuerpos y los fenómenos físicos constata que:

"La naturaleza no rompe con la ley"(1).

Que,

"La naturaleza está obligada por la razón de la ley que vive infusamente en ella"(2).

clara visión del principio de la constancia necesaria y de la regularidad de las causas mecánicas que obran desde dentro de la Naturaleza, no desde fuera.

Y en efecto, inmutabilidad de las leyes y determinismo sin excepciones son las condiciones de la conservación del mundo; sin la necesidad natural, es decir, de aquello que hace que algo no puede ser de otro modo, todo sería caos y confusión, la necesidad natural es freno, ley, en la producción natural:

"¡Oh admirable necesidad! Con suprema razón obligas a todos los efectos a participar de sus causas; toda acción natural obedece a tu suprema e irrevocable ley ... ¿Quién podrá explicarse maravilla que eleva el entendimiento humano hasta la contemplación divina?!!! ¡Oh poderosos instrumentos de la artificiosa naturaleza, a ti corresponde obedecer la ley que establecieron Dios y el tiempo de la naturaleza creadora!"(3).

---

(1) L.: fol. 43 v.

(2) C.: fol. 23 v.

(3) C. A. fol. 345 r.

"La necesidad es maestra y tutora de la naturaleza; la necesidad es tema e inventora de la naturaleza y freno y regla eterna"(1).

"La necesidad obliga a la mente del pintor a transmutarse en la propia mente de la naturaleza"(2).

Cuando declara que cada movimiento en la Naturaleza, desea conservar su curso según su línea inicial, entrevé el principio de inercia. La idea de que un cuerpo, una vez puesto en movimiento continuará moviéndose era falsa e incluso absurda para los griegos y para los pensadores de la Edad Media.

Acierta en determinar la trayectoria curva de la bala y en establecer para dos móviles iguales que se encuentran, la ley general de la igualdad de la velocidad después del choque y la de los ángulos de incidencia y reflexión, así como en demostrar que si dos cuerpos iguales se desplazan el uno hacia el otro a velocidades diferentes, cambiarán sus velocidades después del choque.

Conocedor de las leyes de la física, sueña con el dominio del mar y del aire; ha ideado la lancha para hundir los navíos, pero no quiere revelar el secreto para evitar la matanza malvada. Ha estudiado el vuelo de los pájaros, la anatomía de las alas y su fisiología, y se entusiasma en su proyecto de inventar un aeroplano.

La concepción aristotélica del movimiento, en especial, la referente al vilolento o contra naturam, que supone la acción

---

(1) Rich. II, Nº 1135

(2) T. P. Nº 40.

continua de un motor durante toda su duración, fue superada con la teoría del impetus que surgió en Oxford con Tomás Bradwardine y se desarrolló en la escuela de pensadores de París con Nicolás de Oresme, Juan Buridán y Marsilio Inghen.

El impetus era conceptuado como la causa inmanente del movimiento adquirido por el cuerpo por estar en movimiento; que estaba en el mismo cuerpo y permanecía en él. En los graves, durante su caída se iba añadiendo impetus debido a su peso, lo que producía la aceleración del movimiento.

Esta teoría constituyó el primer paso hacia la revolución de la ciencia natural. Galileo a su vez cancelará esta teoría con la concepción de la inercia.

Tanto Leonardo como Galileo han podido conocer las ideas de los pensadores de la escuela de París(1), pero ya se notan elaboraciones personales sobre estas ideas.

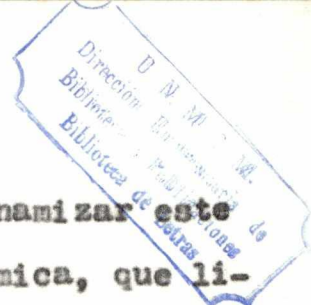
Así el carácter dialéctico de la concepción de la for-za o el impetus en Leonardo, podría explicarse, según Koyré(2), como una tentativa de transformar la idea misma de la causa física, mediante la fusión de la causa eficiente y final en el concepto de potencia o fuerza que tiende a desaparecer en el efecto que produce, en el que se realiza. Así las variaciones en su concepción de la gravedad -fuente y efecto del movimiento- pue-

---

¶1) BUTTERFIELD, Herbert, Los orígenes de la ciencia moderna.

Madrid, Tauros Ediciones, 1958. Págs. 23 y 28.

(2) KOYRE, Alexandre, Estudios de historia del pensamiento científico, México, Siglo Veintiuno Editores, S.A., 1978, Pág. 101.



de ser comprendida como sucesivos esfuerzos por dinamizar este concepto en el que se fundan la estática y la dinámica, que li- que la energía potencial de un cuerpo grave y la que adquiere con su movimiento de caída, termina dicho autor.

Pero lo que le confiere carácter científico a la doctri- na físico-natural de Leonardo es su clara visión del valor de las matemáticas en la fundamentación de la ciencia.

La experiencia sensorial no basta; se la usa en la des- cripción, pero no en la explicación de la Naturaleza.

"Ninguna investigación humana puede exigir el nombre de ciencia si no pasa por las demostracio- nes matemáticas"(1).

"Ninguna certeza hay donde no puede aplicarse una de las ciencias matemáticas o de las que están unidas con las matemáticas"(2).

Y "el que desprecia las matemáticas se alimenta de confusión". No puede haber certeza sin las matemáticas, pues:

"La mecánica es el paraíso de las ciencias matemáticas, porque en ella se cosechan los "fru- tos" de las matemáticas"(3).

He aquí brevemente la importancia de los principios en su método:

"Las verdaderas ciencias son aquellas que la experiencia ha hecho penetrar por los sentidos y cuyas investigaciones no se alimentan de sueños, sino que, basados en los principios verdaderos y conocidos, proceden a descubrir sucesivamente con-

---

(1) T. P. Nº 1.

(2) C. fol. 96 v.

(3) E. fol. 8 v.

secuencias verdaderas, como hacen las matemáticas del número y de la figura, llamadas aritmética y geometría, las cuales tratan con gran verdad de las cantidades continua y discontinua".

"Siempre sobre los primeros, verdaderos y conocidos principios, procede sucesivamente con secuelas verdaderas hasta el final"(1).

Leonardo parte de una intuición teórica de la hipótesis explicativa y llega a su traducción en actos, como segunda creación. Es además conciente sobre la importancia de las matemáticas como demostración plástica de lo ideal y el encadenamiento de una construcción racional, sobre los que insiste repetidas veces.

Ya se esbozan las teorías que serán sistematizadas posteriormente: del experimento, el gran enunciado de Francis Bacon; del experimento unido al cálculo matemático, la gloria de Galileo; el método deductivo matemático-geométrico como método de la ciencia y de la certeza, proceso con el cual introduce Descartes la filosofía de los tiempos modernos.

También Leonardo estudió los movimientos y el empleo de las aguas, el curso de los vientos, el organismo terrestre y los fósiles, las épocas geológicas y el diluvio; comprendió que "donde no vive la llama, no puede vivir animal que respire", casi tres siglos antes del descubrimiento del oxígeno y de las experiencias en torno a la respiración como condición de la combustión interna; estudió la naturaleza del sueño y de la muerte.

Como anatomista, se pasaba jornadas íntegras, dibu-

---

(1) T. P. Nº 13.

jando los cuerpos abiertos, las vísceras descuartizadas y disecadas, dibujando venas, arterias, canales y tendones, redes nerviosas y haces musculares, huesos y articulaciones, órganos y sistemas. El hombre le parecía, un pequeño mundo, un microcosmos unitario en el macrocosmos de la naturaleza. Según él se podía construir un atlas del organismo humano, "que con quince figuras enteras te mostrará la cosmografía del mundo menor, con el mismo orden que antes de mí fue utilizado por Tolomeo en su cosmografía"; sin embargo, comprende que para ser anatomista se necesita ciertas dotes de ánimo suficientes:

"Si tú tienes afición a tal cosa - a la anatomía-, serás tal vez impedido por el estómago -la náusea-; y si esto no te impide, quizá te lo impida el miedo a permanecer de noche en compañía de tales muertos descuartizados, cortados y espantosos a la vista; y si esto no te impide, quizá te falte el buen dibujo que hace falta para esta tarea"(1).

Resulta clara la importancia que Leonardo le asigna al dibujo en la astronomía, la geometría, anatomía, porque permite dar permanencia a la ideación; representar y realizar las creaciones mecánicas, y le plantea problemas que luego la investigación científica debe profundizar.

---

(1) D. fol. 13 r.

#### IV. LEONARDO Y LA CIENCIA MODERNA.

##### A. La ciencia antigua y moderna como marco referencial de los aportes de Leonardo.

Para ponderar la significación de los aportes de Leonardo en la formación de la ciencia moderna conviene señalar previamente el aspecto cualitativo que diferencia a la ciencia moderna de la precedente, en cuya etapa intermedia o de transición vivió Leonardo.

Queremos resaltar que la ciencia moderna se fue configurando claramente ya desde la Alta Edad Media y llega a su pleno desarrollo en Newton. Dentro de este proceso se encarnan inquietudes y tendencias de la época y creaciones personales de: Grosseteste, Roger Bacon, Nicolás de Cusa, Leonardo Da Vinci, Copérnico, Galileo, Francis Bacon, Descartes, Leibniz, entre otros.

Con respecto a la ciencia precedente, la moderna tiene algunas semejanzas, pero a su vez divergencias claras, como lo señala Heidegger (1). Estas son:

En primer lugar, ambas son ciencias de hechos experimentales y demostrativas. Pero la concepción moderna comprenderá que no hay meros hechos, sino que éstos se perfilan como tales sólo a la luz del concepto fundamentador.

En segundo lugar, en ambas se recurren al cálculo y

---

(1) HEIDEGGER, Martín, La pregunta por la cosa. Editorial Sur, 1964, Pág. 68.

se miden. Pero la diferencia, también se da en el modo de la determinación conceptual y de aplicación de los hechos, o sea, con el modo previo de acercamiento a las cosas.

En tercer lugar, la exigencia matemática. En la moderna sin embargo, como en la distinción anterior, la diferencia se da en la manera de comprenderla y el sentido de aplicación, que determinará el alcance que los conceptos posean en la determinación de los objetos.

La concepción de la Naturaleza determina toda una estructura de presupuestos en los se dará el conocimiento; los principios que se cambiarán en la ciencia moderna serán: que la tierra es el centro del universo y está en reposo; el universo es finito, cerrado y termina en la octava esfera; los astros giran en círculos perfectos, y son eternos; la tierra está compuesta de elementos corruptibles, ocupa la posición más baja por lo mismo. La Naturaleza es entonces, un conjunto jerarquizado o naturalezas; es idéntica a sí misma a través de los cambios. El hombre como ser que interpreta las revelaciones divinas, esquematiza la confianza en la fe.

El espacio se concibió como una colección de lugares fijos que correspondía a la naturaleza de los cuerpos que lo ocupan, pero dentro de un orden establecido. Por eso los graves van al centro, a su lugar natural. El espacio que no contenga nada, según Aristóteles, no tiene sentido.

Las matemáticas como método de conocimiento y de sistematización serán decisivas en la ciencia moderna. Sabemos que Aristóteles, censuró a los pitagóricos, especialmente en lo que

respecta a su teoría de la rotación terrestre y no apreció el uso de las matemáticas en la investigación. Pero Demócrito y Arquímedes en la antigüedad; Galileo y Descartes en la moderna, entre los más notables, resaltarán la función primordial de ellas en las ciencias.

Así lo matemático como seguridad, como medelo de comparación con las cosas, será llevado a su máxima efectividad con Newton. Heidegger al respecto precisa que: "Lo matemático es lo patente en las cosas, dentro del cual nos movemos desde siempre... es una posición fundamental en la cual nos proponemos las cosas en aquel modo en que ya nos son dadas y deben ser dadas. Es el presupuesto básico del saber de las cosas"(1). Por eso, -concluye-, que lo nemérico se ha conceptuado como matemático.

El empleo de las matemáticas nos lleva a una concepción cuantitativa de la realidad y esto lo vemos en el concepto de movimiento que será modificado radicalmente en Newton con relación a la ciencia antigua.

Aristóteles concebía el reposo como un modo eminente del movimiento de los cuerpos, es decir, que era el movimiento y no el reposo el que requería la explicación. Los cuerpos son móviles con respecto del lugar natural; el movimiento antinatural es violento, el circular es perfecto; la capacidad de moverse está en el cuerpo mismo; en el movimiento natural, la velocidad aumenta al acercarse el cuerpo a su lugar natural; en el antinatural, o violento, la causa del movimiento está en la fuerza

---

(1) HEIDEGGER, Martín, op. cit. p. 76.

que la provoca; el movimiento sigue al reposo, viceversa.

En el concepto de movimiento de Newton, Heidegger señala los siguientes rasgos que caracterizan la ciencia moderna con respecto a la antigua (1):

1. Se supera la distinción entre cuerpos terrestres y celestes.
2. El movimiento circular no es ya más perfecto que el rectilíneo.
3. No existen lugares para cada objeto, pues todo cuerpo puede estar en cualquier lugar. El estado de movimiento está supuesto y se busca la causa de alteración.
4. La esencia de la fuerza está determinada a partir de la ley fundamental del movimiento. Fuerza es aquello que produce la desviación del movimiento. Surge así una nueva determinación de masa.
5. El movimiento es cambio y relación de situaciones. Es determinado por su magnitud, la masa como peso.
6. Desaparece la diferencia entre movimiento natural y violento.
7. La Naturaleza no es el principio que causa el movimiento sino el modo de los cambios que se dan en el espacio y en el tiempo, sin ninguna jerarquización en su organización.
8. Todo esto supone una inversión en la manera de cuestionar la Naturaleza.

---

(1) *Ibíd.*, Págs. 86 - 88.

La Naturaleza se concibe entonces, como el ámbito configurado en el proyecto axiomático de la conexión de movimientos uniformes espacio-temporales. Con la base matemática la experiencia se constituye en experimento. La ciencia moderna parte de principios claros, como el del yo pienso, de contradicción y de razón suficiente. Resulta así, un pensar axiomático de evidencia absoluta.

En la ciencia moderna se culmina este proceso histórico mantenido gracias a movimientos intelectuales y de pensadores que mantendrán sus concepciones consecuentemente. No fueron movimientos aislados; era una nueva tendencia que surgió dentro de este ámbito cultural que asfixiaba al espíritu, con incongruencias e ideas tradicionales. En el nivel más general el avance cultural incontenible, la ampliación del horizonte geográfico, requirieron formas más efectivas del conocimiento, una nueva visión de la realidad.

#### B. Leonardo y la formación de la ciencia moderna.

Ya Nicolás de Cusa propugna un nuevo enfoque de la realidad. Combate toda convivencia turbia del platonismo y neoplatonismo. Sostiene que la lógica de Aristóteles, tiene sus limitaciones porque se funda sólo en la comparación y en el tercio excluido, por lo cual él sugiere una lógica matemática que las supere, que no excluya la coincidencia de los contrarios.

Por sus preocupaciones de las condiciones del cono-

cimiento humano puede ser considerado el primer pensador moderno. El Cusano se anticipa a muchos problemas de la ciencia moderna, los que en Leonardo serán los temas dominantes de sus meditaciones, tales como: la contraposición de los elementos del dualismo o coexistencia de contrarios; momento de tránsito o nexo, que es movimiento; visión unitaria de la realidad en forma viva. Problemas que ambos pensadores desarrollaron dentro de una amplísima libertad.

Las tendencias posteriores al Cusano no constituirán claramente una visión racional, sino empírica; la mayoría de ellas llevarán inclusive el título de magia natural y se introducirán en ellas elementos de fantasía. Solamente en Leonardo se dará una dirección diferente, es decir, hacia el idealismo matemático.

Por esta razón el empirismo del Renacimiento se queda en un mero sensualismo sin ningún criterio de selección del contenido de las observaciones.

Muy acertadamente nos hace notar Jaspers, aquello que de manera general lo sostuviera Hegel (1), que las múltiples referencias de Leonardo a la experimentación y a las matemáticas, podrían inducirnos a pensar que Leonardo llegó a una concepción sistemática de este método y considerarlo como el fundador de la ciencia moderna, pero Leonardo, como hemos visto, no precisó nítidamente el método experimental tal como se usa en la ciencia moderna, ni concibió la utilización rigurosa de las ma-

---

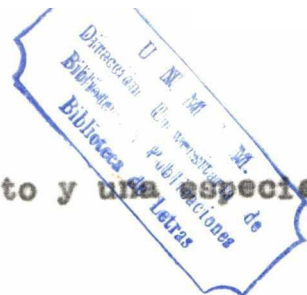
(1) HEGEL, Lecciones sobre la historia de la filosofía, México,

temáticas como se hace en la ciencia moderna; aunque propuso el abandono de moldes rígidos que limitaban el alcance de la ciencia de su época. Todo gira en Leonardo en torno a una visión plástica de la realidad, que surge como totalidad realista. Por otro lado, no hay que perder de vista que en Leonardo gran parte de sus preocupaciones giran en torno a la realización pictórica. De manera que prima en él, en gran parte de sus producciones, lo general y no lo específico, el que sólo se dará en la época moderna.

Para Leonardo las matemáticas nos muestran gráficamente lo visible; así, todo orden y toda legalidad se pone al alcance del ojo. Pero no llegará a utilizar plenamente las matemáticas en sus investigaciones. De ahí, que sus realizaciones más significativas hayan estado en el campo de la pintura, tales como, la forma de la imagen y el claroscuro, al que Hegel llamó, magia luminosa de los colores en la cual los objetos se diluyen. Así la obra de Leonardo, puede ser considerada como un ejemplo maravilloso de corporización de lo espiritual y de la espiritualización de lo corpóreo.

Es necesario resaltar también que ya en Leonardo hay una referencia al aspecto racional o explicativo de la ciencia, esto es, a la comprensión de los fenómenos de la naturaleza, cuando dice que el individuo pasivo es un repetidor; el activo, un inventor, y el inventor, es un elemento intermedio entre la Naturaleza y el ser humano.

Genio universal, con un saber abierto a todos los campos del conocimiento en sus principios y en su espíritu, lo cual



lo convirtió en un enciclopédico del Renacimiento y una especie de mago a los ojos de sus contemporáneos.

De manera que no podemos considerarlo fundador de la ciencia moderna, sino únicamente uno de los precursores de ella, a pesar de su versatilidad genial, su humanismo y el ejemplo viviente más completo del ideal humano del Renacimiento.

Se advierte en Leonardo una disposición científica notable, su oposición a la magia, a la superstición, a las apelaciones del ocultismo y a todas las creencias que tratan de imponerse a la imaginación sin una experimentación crítica. Reclama la observación empírica. De esta manera, todo lo real debe pasar por los sentidos, especialmente los ojos, y la probada experimentación.

La investigación científica de Leonardo, aporta pues, un conjunto de descubrimientos reales en el mundo de la intuición, aunque los amontone sin considerar ninguna teoría científica de comprensión que sea el guía. Sus descubrimientos son notables y válidos en la mecánica de lo visible, de la aprehensión morfológica de las figuras, de las operaciones manuales prácticas. Su posición básica es, sin duda, más que una teoría, una terminante aceptación de la Naturaleza y de la vida. Es decir, la ciencia, no como un simple espejo de la Naturaleza, sino como una construcción, como una creación. Por eso es que en Leonardo la técnica se torna tecnología y/o teoría de la técnica, y el espíritu humano se eleva al ideal del conocimiento por su rechazo a la autoridad y la tradición.

También Leonardo habla de la forma fundamental del

acaecer, a la que considera la envoltura de las cosas y entrevé la dialéctica, como vemos en algunos de los muchos ejemplos que él cita: los bosques originarán hijos que contribuirán a su desaparición: como el mago del hacha; la pared que alberga en sus grietas, semillas minúsculas, que será destruida más tarde, por las raíces que de esas semillas broten. La fuerza de la Naturaleza, que cuanto más crece, más se consume a sí misma.

Observa los fenómenos como si fueran procesos nuevos, sin el prejuicio de lo ya conocido; nunca ve las cosas como terminadas; siempre su espíritu está inquieto; tiene vocación universal y disfruta del infinito en la visión, dentro de una serena tranquilidad.

Tiene el mérito de haber precisado el concepto de necesidad natural, en forma nueva y haberle dado validez universal. En efecto sostiene que mediante el arte se aprehende genuinamente la realidad. Su valor no es inferir al de la ciencia, porque en ambas se revela la necesidad natural, como freno y regla. Así, pues, lo necesario se patentiza en la obra artística.

Leonardo comprende la importancia primordial de la observación visual, relegando de esta manera a un segundo plano, por primera vez en la historia, lo auditivo, como sostiene Koyré(1). Para Da Vinci la pintura es el único arte capaz de expresar la verdad, de mostrarnos las cosas tal como son. En la ciencia esta afirmación tiene un significado distinto, de mayor importancia. Marca la sustitución de la fe y tradición del saber de los otros, por lo visual y lo intuitivo personales libres y sin coacción.

---

(1) KOYRE, Alexandre, op. cit. p. 102.

La influencia de Leonardo a través de la hondura de su mensaje artístico -Galileo apela a las creaciones artísticas como modelos del conocimiento científico(1)- y la enseñanza a sus discípulos, puede considerarse significativa en la formación de una atmósfera adecuada que posibilitara la formación de la ciencia moderna. Esta influencia es innegable en sus contemporáneos a través de su fama y relaciones personales, que ha podido despertar preocupaciones, como formas novedosas de enfocar la realidad, especialmente en los lugares por donde él anduviera.

Quizá si se hubiesen publicado los manuscritos de Leonardo, en aquellos tiempos, se habría dado un impulso más acelerado al desarrollo de la ciencia natural. Es posible que Gerolamo Cardano (1501 - 1576) y Giambattista della Porta (1538 - 1615), así como otros investigadores, hayan conocido las obras de Leonardo, antes de su olvido y dispersión.

### C. Las concepciones científicas de Leonardo y la ciencia moderna.

Entre las concepciones científicas de Leonardo y las de la ciencia moderna, evidentemente hay grandes diferencias.

Una primera diferencia se da en la meta final de cada una. Mientras que en Leonardo, todas sus investigaciones, gi-

---

(1) GALILEO, Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo. Edizione nazionale, VII 129, citado por CASSIRER, Ernst, Individuo y cosmos en la filosofía del Renacimiento. Emecé Editores S. A., 1951. p. 193.

ran en torno a la pintura o que su meta parece alcanzarse con la pintura, la ciencia moderna culmina con la formulación de las leyes, o al menos con la teoría de ellas.

Se nota esto claramente en Leonardo, porque para él la función de producir la obra surge de la ciencia de la pintura, siendo la primera actividad más importante que la última. Así conocer es al mismo tiempo ver y hacer; visión intelectual y percepción reproducida por la mano.

Si bien es cierto que se note cierta semejanza en la poderación de las matemáticas, tanto en Leonardo como en la ciencia moderna, hay una distinción clara entre ambos. En Leonardo no pasa de una profunda comprensión de su implantación, y que no llega a su realización plena como en la ciencia moderna. Afirmaba que es la culminación de toda ciencia formular una ley y expresarla en una fórmula matemática. Sin embargo Leonardo insiste en una matemática no sólo aritmetizada o geometrizada, sino en aquella que sea como una gráfica de lo visible en forma total y unitaria, concibiendo por matemáticas, todo orden y toda legalidad acccesible al ojo.

Se anticipa de esta manera a la ciencia moderna, en el uso de representaciones visuales como elementos matemáticos, que se traducirán en el uso de diagramas y láminas con elementos creativos. Tuvo en este sentido, su origen en Leonardo, lo que Rembrandt realizó como una metafísica diferente y única y lo que Corregio prolongó y dejó correr con milagrosa sensualidad. Así Leonardo concibe una nueva manera de tornar visible lo invisible. Para Leonardo el dibujo científico sirve para demostrar hechos: pero el arte crea la visión.

Hay una diferencia fundamental en las concepciones de Leonardo sobre la ciencia natural, y, la ciencia moderna. En Leonardo no sólo la experimentación es fundamental, sino la misma actividad, en donde está el conocimiento y no en la pasiva contemplación. No consiste en una mera representación, sino en la actividad, en la creación.

Tanto la ciencia moderna como la concepción de Leonardo reclaman la seguridad o certeza como criterio de verdad.

Por último tanto la ciencia moderna y la propugnada por Leonardo, tienen una proyección hacia el infinito por la clara comprensión del progreso o avance del pensamiento.

La ciencia de Leonardo es mecánica, de masas gráficas y en última instancia, descripción del cosmos, en su nacimiento, vida y muerte. La física moderna es el conocimiento sistemático de las fuerzas de la materia y el camino que capacita al hombre para la transformación del planeta.

#### D. Galileo y Leonardo.

No hubo vinculación personal entre Leonardo (1452 - 1519) y Galileo (1564 - 1642). Quizá esta sea una de las razones por la cual no podemos concluir rotundamente que haya habido influencia del primero sobre el segundo. Pero una relación entre ambos por terderas personas resulta probable, aunque esto supondría que ellos hubieran tenido alrededor de 60 años de edad.

Por otro lado tanto en la ciencia como en el arte la continuidad se mantiene mediante la objetividad gráfica o escrita

al margen de una relación personal. En todo caso, las siguientes coincidencias entre ambos pensadores, reforzarán ciertos indicios que poseemos sobre esta influencia.

Ambos son italianos y nacen en poblados cercanos a Florencia: Leonardo en Vinci y Galileo en Pisa. Durante muchos años vivieron en Florencia, aunque en épocas distintas.

Tanto Leonardo como Galileo resaltan la importancia del experimento en la constitución del conocimiento científico. La observación sensible no es suficiente, concluirán.

Leonardo sostendrá, ni la logomaquia, ni la experiencia sola, sino la matemática que precisa sus relaciones y la subordinación a reglas. Galileo irá más allá, afirmando que las percepciones sensibles son meros nombres y hay que ir a las formas básicas del conocimiento cuyo arquetipo encierra el espíritu mismo. Lo cual lo aproxima a la posición de Platón. Asimismo, Galileo deduce de la anamnesis de Platón la noción de a priori.

En los manuscritos de Leonardo encontramos referencias dispersas a los principios fundamentales del movimiento, aunque algunas veces con ciertas incoherencias, pero lo que cuenta es la originalidad de sus intuiciones, como: las leyes de la inversa, principio de reciprocidad de acción y reacción, problema del paralelogramo de las fuerzas y de las velocidades, etc.. Galileo también, con mayor dedicación y utilizando el método experimental se ocupará de estos mismos principios. Aunque no tenemos otra intención que la de señalar únicamente, esta coincidencia.

Leonardo estableció un nuevo concepto de necesidad y

de validez universal de la Naturaleza; formuló la función del pensamiento en las ciencias exactas afirmando que no bastan los sentidos, es necesaria la razón que es el principio de la causa. La razón como una ley de la naturaleza, como el principio de la deducción matemática, podemos precisar. En este punto podemos apreciar la influencia que Leonardo ejerció en Galileo, según afirma Cassirer (1). El concepto de ley natural es firme en Leonardo. Galileo no hará más que continuar y desarrollar lo que Leonardo había comenzado. Así Galileo considerará que no solamente hay necesidad en la Naturaleza, sino que toda ella es necesidad.

Ambos menosprecian también la filosofía especulativa de la Naturaleza de Aristóteles y de la escolástica, es decir, de la erudición repetitiva. Este deseo de ver las cosas, según Koyré, tal como son y el rechazo de la autoridad y la tradición, inspirará en Galileo y sus amigos de la Accademia dei Lincei (2).

Ambos de una manera u otra comprenden la importancia de la experimentación en la constitución del conocimiento científico.

Por último ambos acusan la influencia de Arquímedes, a quien Leonardo lo cita, y sabemos que anduvo buscando la obra de Arquímedes. Koyré ve en Arquímedes el verdadero precursor de la ciencia moderna (3).

---

(1) CASSIRER, Ernst, Individuo y cosmos en la filosofía del Renacimiento, Emecé Editores S. A., 1951, p. 197.

(2) KOYRE, Alexandre, op. cit. p. 102.

(3) Ibíd., p. 156.

Todos estos aspectos no hacen más que abrirnos un importante campo de investigación sobre la formación de la ciencia moderna.

E. La ciencia del Renacimiento y la moderna.

Reviste importancia señalar diferencias entre concepciones imperantes en este siglo y los aportes del Renacimiento, que llegarán a un pleno desarrollo en la ciencia moderna.

El Renacimiento es un período de protesta y revolución; en el orden político, religioso, artístico y filosófico; constituye una ruptura definitiva con viejas fórmulas e ideas; una búsqueda enérgica de nuevas explicaciones de los problemas del hombre y el mundo. Cobra su impulso inicial con el alejamiento de soluciones teológicas a los problemas humanos. El problema de la autoconciencia, caracteriza al Renacimiento, como preparación para la moderna. El Renacimiento se nos presenta como la lucha entre el naturalismo y el espiritualismo; la metafísica escolástica será desplazada con ayuda de la investigación y la teoría del arte.

La concepción clásica de la relatividad del espacio y del movimiento se irá perfilando ya desde el Cusano. La cual será enunciada explícitamente por Galileo. La filosofía del Renacimiento, como afirma Cassirer (1), prepara las condiciones previas para fundar un nuevo concepto del espacio que sustituya al espacio-agregado por el espacio-sistema; el espacio como sustrato por el espacio como función. Así resultará el espacio univer-

---

(1) CASSIRER, Ernst, op. cit. p. 227.

salmente homogéneo. La Naturaleza ya no es el fundamento del movimiento, sino que toda ella es movimiento.

Al sentarse el supuesto de que el espacio es homogéneo se impone la exigencia de admitir que la forma de su construcción obedece a una ley única y rigurosa. El movimiento igualmente se puede determinar por una misma ley que puede ser medido universalmente.

Santo Tomás afirmaba que la materia celeste era distinta de la terrestre, concepto que será modificado por Descartes, quien nos dirá que existe una mathesis universalis, y el saber empírico y racional, por distintos que sean sus objetos tienen las mismas reglas y principios. El saber no depende de su objeto, sino del grado de certeza; dirá Leonardo:

"Pero tú, que vives de sueños, te complaces más en las razones y argucias sofisticas sobre las cosas grandes e inciertas que en conclusiones seguras y naturales, aunque no se remonten a tales alturas"(1).

Al superarse la etapa del tránsito de la antigua geometría a la moderna, esta última se unifica con la física. La geometría sintética se torna analítica con un análisis de lo infinito. De manera que al darse este paso se posibilita la intuición de las cosas; es decir, se transforma el espacio de las cosas en el sistema del espacio puro. El concepto de espacio se despoja así del último resto material y se convierte en un puro elemento de orden. La física moderna concibe que la objetividad y realidad corresponden a ciertas relaciones invariables. En

---

(1) Rich. Nº 1168, Vol II, p. 292.

Aristóteles, por el contrario, la Naturaleza de los lugares propios en sí de los cuerpos, determina la construcción del cosmos y el acaecer. El pensamiento anterior a la época de Leonardo concebía el mundo de la experiencia dependiente de lo ideal y de calidad inferior; lo revolucionario de la concepción renacentista está en que concibe el mundo de la experiencia con su propia independencia. Lo empírico, ya no es superado por lo ideal, sino por el contrario, sólo en lo empírico encuentra éste su realización.

Hay también aquí un elemento dinámico, distinto al sistema de inmovilidad del cosmos aristotélico-escolástico, sólo que lo decisivo no es como en Kepler y Galileo, la forma de la nueva ciencia de la dinámica, sino un nuevo sentimiento dinámico del mundo.

El problema del espacio plantea necesariamente el de la relación de sujeto-objeto, problema fundamental de la filosofía del Renacimiento, que se agudizará en la filosofía moderna; en los grandes sistemas, como en el cartesiano, constituirá el nervio central del pensamiento, es decir, verá en el alma humana, el sujeto del conocimiento, que contiene la realidad objetiva, y que ésta en cambio contiene a aquella. Así se establece en el Renacimiento firme y definitivamente su primacía sobre las demás cosas.

El yo al reconocer en sí los principios por los cuales conoce el cosmos infinito, está a la misma altura de éste. Se irá superando así la resistencia a admitir mundos infinitos.

Aunque la filosofía del Renacimiento no logra superar la dualidad del sujeto y objeto, en sus relaciones/<sup>de</sup>conteniente

y contenido, tiene el mérito de haberla señalado y haberla transmitido en una nueva concepción a la época posterior, en la que las ciencias adquieren su perfil actual y la filosofía se torna sistemática.

De maera que en el Renacimiento se va distinguiendo claramente entre metafísica y ciencia empírica; la realidad física adquiere una concepción geométrica; se toma conciencia de la naturaleza probabilística del conocimiento científico-empírico y se propugna la utilización de las matemáticas como instrumento de conocimiento y de sistematización de la ciencia.

## CONCLUSIONES.

Así como el sentir artístico constituyó el germen del humanismo, la búsqueda de una teoría para la elaboración de obras concretas de carácter técnico-artístico, como la de Leonardo, caracterizó a las inquietudes que condicionaron la formación de la ciencia moderna.

Leonardo es un genuino representante del Renacimiento porque encarna algunas de las tendencias más profundas de esa época, aunque como genio, se adelanta a ella en otros aspectos.

Da Vinci se sitúa en el tránsito entre Nicolás de Cusa y Galileo, porque su método experimental aún no es sistemático, ni se perfila nítidamente al matematismo como en el de Galileo. En este sentido Leonardo es un precursor de Galileo.

La concepción de los elementos y fases del método experimental que esboza Leonardo constituye uno de sus méritos más importantes.

Lo racional y empírico en Leonardo, comienzan a fusionarse por la legalidad que le otorga lo matemático, en una forma nueva.

La ciencia natural y la creación artística, en la concepción de Leonardo, señalan un nuevo sentido de legalidad de la naturaleza.

Buscó una teoría matemática tanto para el arte como para la ciencia. Por la misma razón, consideró que tanto la pintu-

ra como el dibujo por su sentido gráfico, constituyen un lenguaje capaz de servirnos para expresar las leyes de la Naturaleza.

En su rechazo del dogmatismo, de lo tradicional, lo místico y mágico, del menosprecio de las matemáticas y del predominio de la fantasía en la ciencia, notamos la profundidad de su pensamiento. Son estas tendencias del Renacimiento las que propiciarán las condiciones adecuadas para el surgimiento de la ciencia moderna.

La importancia que le asigna a lo visual sobre lo auditivo, de la pintura sobre las demás artes, constituye una clara liberación de lo tradicional, al que Leonardo se refiere explícitamente.

La preocupación artística de Leonardo, su invención de mecanismos ingeniosos, su método experimental, lo llevaron a concebir la ciencia natural y el arte como creaciones o reproducciones de las leyes de la naturaleza. Así se da el conocimiento de una cosa por su reproducción y la producción mediante las máquinas constituye su aplicación.

El proceso del desarrollo de la ciencia natural que desenvoca en Galileo, constituye un movimiento complejo, que ya se inicia en la Edad Media. A Leonardo, como a otros pensadores del Renacimiento, le cupo dar su aporte considerable.

Es innegable el aporte de Leonardo en la formación de la ciencia moderna, aunque la resonancia e influencia de su visión científica sea difícil de precisarse nítidamente.

## BIBLIOGRAFIA.

- BABINI, José, La ciencia alejandrina. Buenos Aires, Centro Editor de América Latina S. A., 1968.
- \_\_\_\_\_ La ciencia en la Alta Edad Media.
- \_\_\_\_\_ La ciencia en la Baja Edad Media.
- \_\_\_\_\_ La ciencia en la Temprana Edad Media.
- \_\_\_\_\_ La ciencia helenística.
- \_\_\_\_\_ La ciencia en tiempos de la Academia y el Liceo.
- ARMENTER DE MONASTERIO, Federico, Astronomía y astronáutica. Barcelona, Editorial de Cassó Hnos., 1962.
- BOURBAKI, Nicolás, Elementos de historia de las matemáticas, Madrid, Alianza Editorial, 1969.
- BUNGE, Mario, La ciencia, su método y su filosofía. Buenos Aires, Siglo Veinte, 1977.
- BUTTERFIELD, Herbert, Los orígenes de la ciencia moderna. Madrid, Tauros Ediciones, 1958.
- CASSIRER, Ernst, El problema del conocimiento en la filosofía y la ciencia moderna. México, Fondo de Cultura Económica, 1953, T. I.
- \_\_\_\_\_ Individuo y cosmos en la filosofía del Renacimiento. Buenos Aires, Emecé Editores S. A., 1951.
- DESSAUER, Friedrich, El caso de Galileo y nosotros, Buenos Aires, Carlos Lohlé, 1965.
- FICHANT, Michel y PECHEUX, Michel, Sobre la historia de las ciencias. Buenos Aires, Siglo Veintiuno, 1971.
- HEIDEGGER, Martín, La pregunta por la cosa. Buenos Aires, Editorial Sur, 1964.

- HEIDEGGER, Martín, Sendas perdidas. Buenos Aires, Editorial Losada S. A. 1960.
- JASPERS, Karl, Leonardo como filósofo. Buenos Aires, Editorial Sur, 1956.
- KEDROV, M. B. y SPIRKIN, A., La ciencia. Editorial Grijalbo S. A., 1968.
- KOYRE, Alexandre, Estudios de historia del pensamiento científico. Madrid, Siglo Veintiuno, 1978.
- LEONARDO DA VINCI, Tratado de la pintura. Buenos Aires, Editorial Losada, 1943.
- MONDOLFO, Rodolfo, Figuras e ideas de la filosofía del Renacimiento. Buenos Aires, Editorial Losada, 1954.
- \_\_\_\_\_ En los orígenes de la filosofía de la cultura.  
Librería Hachette S. A., 1960.
- \_\_\_\_\_ Verum factum desde antes de Vico hasta Marx.  
Buenos Aires, Siglo Veintiuno, 1971.
- NAGEL, Ernest, Simbolismo y ciencia. Buenos Aires, Ediciones Nueva Visión, 1972.
- ORTEGA Y GASSET, José, En torno a Galileo. Madrid, "Revista de Occidente", 1959.
- TAYLOR, The notebook of Leonardo da Vinci. U.S.A., Mentor Books, 1960.
- TOULMIN, Stephen, La filosofía de la ciencia, Buenos Aires, Fabril Editora, 1964.
- ROSSI, Paolo, Los filósofos y las máquinas 1400 - 1700. Barcelona, Editorial Labor S.A., 1966.
- VALLENTIN, Antonina, Leonardo, la trágica busca de la perfección. Buenos Aires, Editorial Losada, 1946.

## INDICE.

	Pág.
SUMARIO .....	2
INTRODUCCION .....	3
I. LEONARDO DA VINCI Y SU EPOCA. ....	6
II. LA OBRA DE LEONARDO Y FUENTES PARA SU ESTUDIO. ....	11
A. Obras de Leonardo. ....	11
B. Principales fuentes para el estudio del pensamiento de Leonardo. ....	13
III. LA CIENCIA EXPERIMENTAL EN LA OBRA DE LEONARDO. ....	16
IV. LEONARDO Y LA CIENCIA MODERNA. ....	26
A. La ciencia antigua y moderna como marco referencial de los aportes de Leonardo. ....	26
B. Leonardo y la formación de la cien- cia moderna. ....	30
C. Las concepciones científicas de Leo- nardo y la ciencia moderna. ....	35
D. Galileo y Leonardo. ....	37
E. La ciencia del Renacimiento y la mo- derna. ....	40
CONCLUSIONES. ....	44
BIBLIOGRAFIA. ....	46