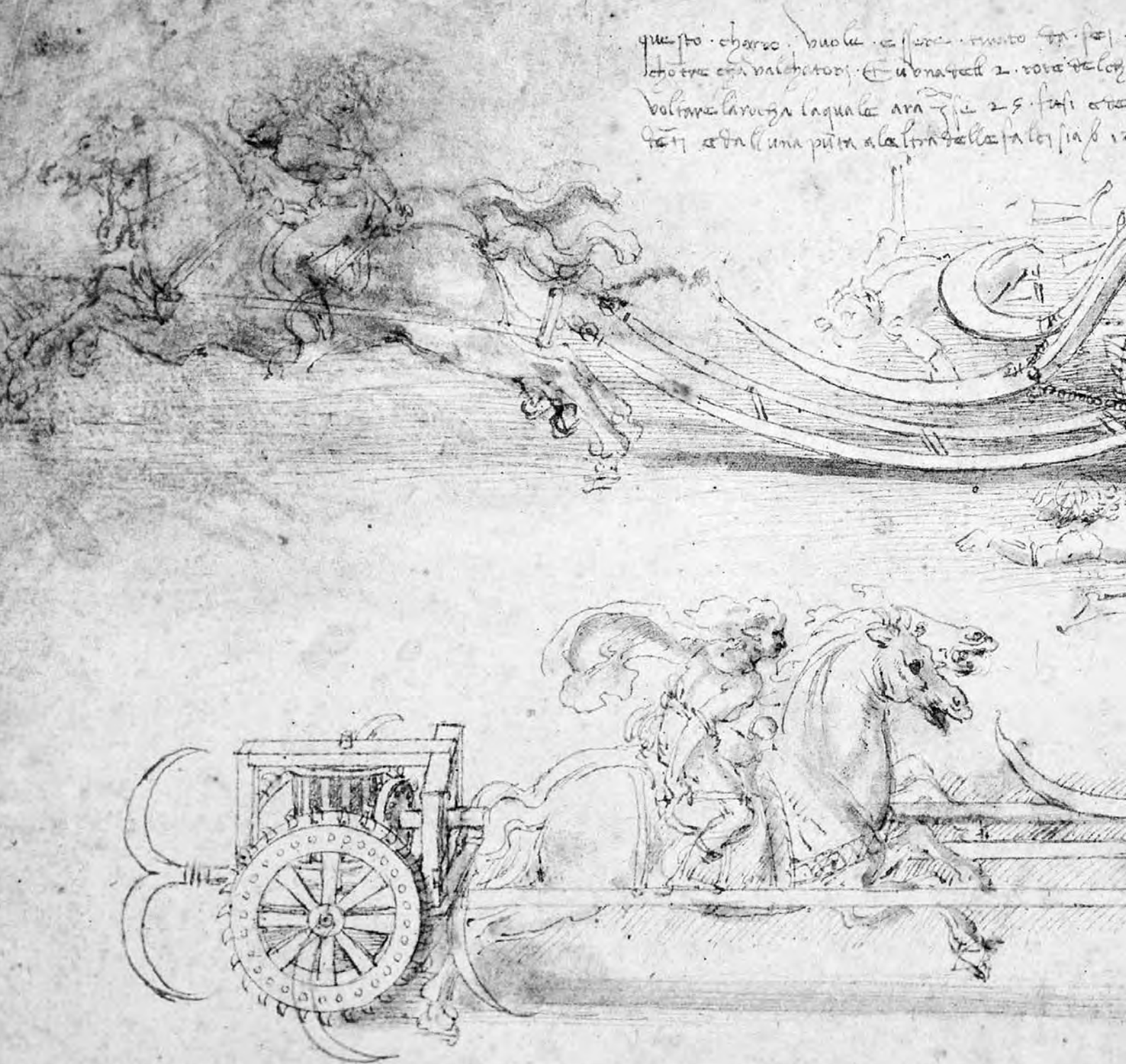
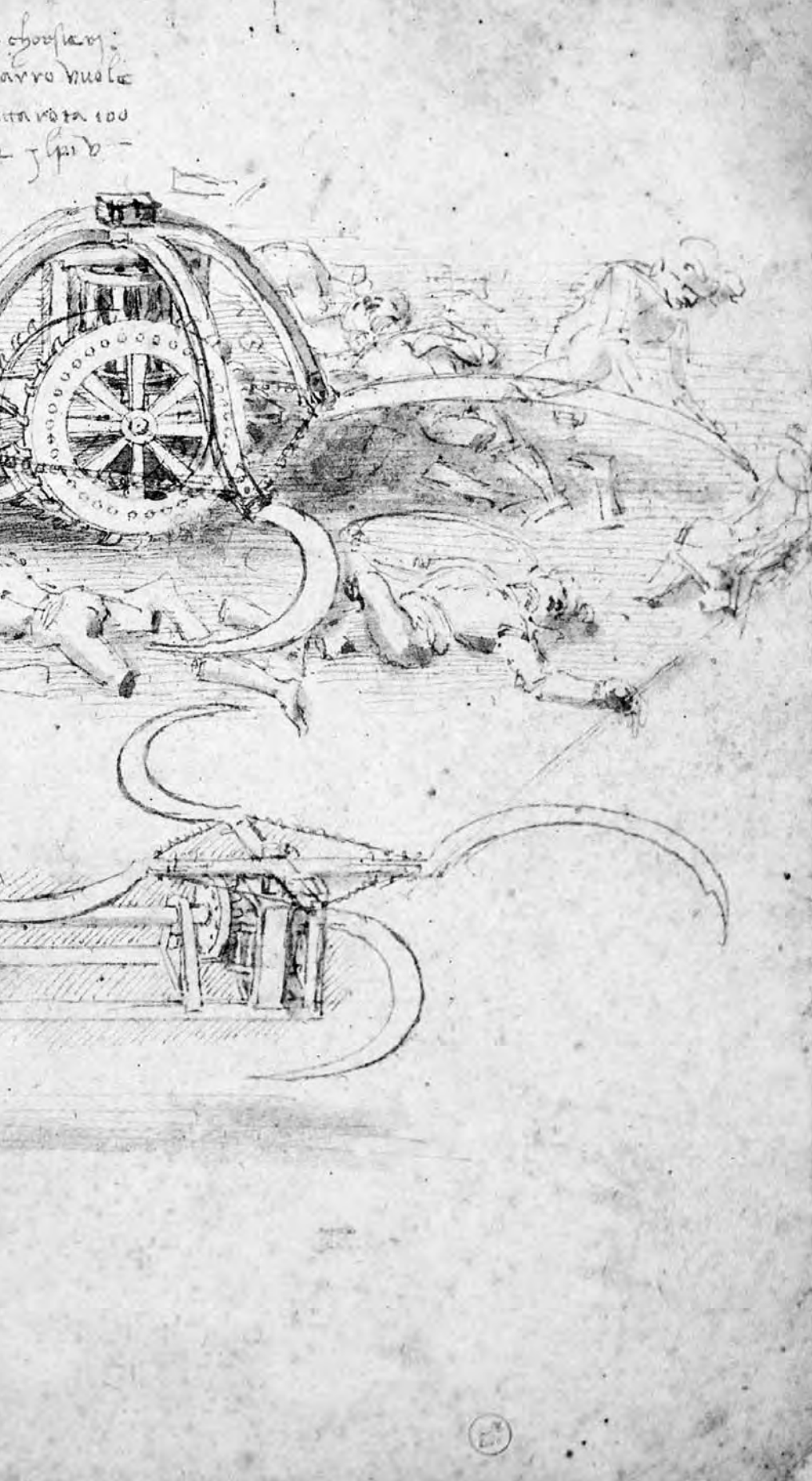


questo charco vuole essere tutto di ferro
che era una valchatare. Et a braccia 2. rova delo
volante la ruota la quale era di 25. piedi et
era a una punta a la punta della pala si è



Construyendo el universo **con herramientas**

Alan Martín López Chávez



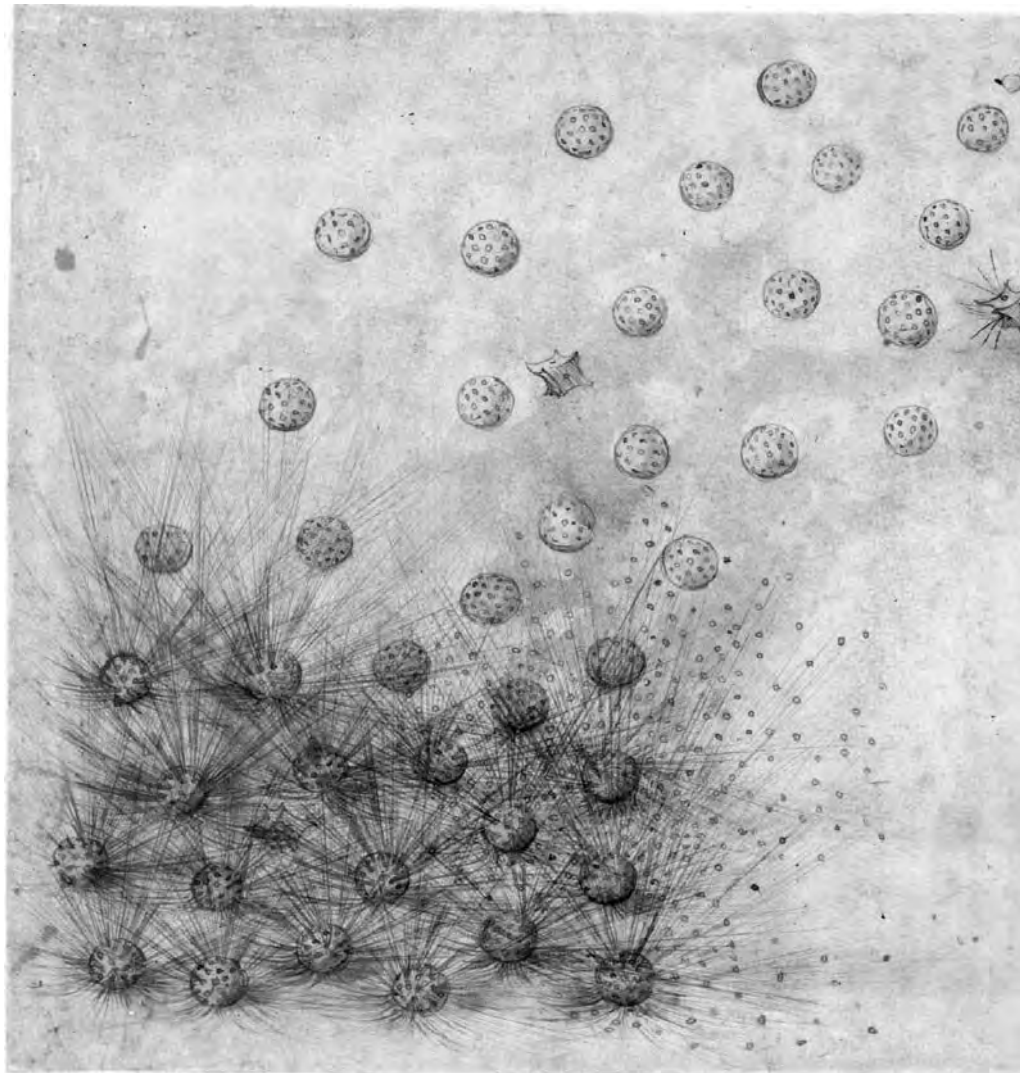
Aunque los humanos no son los únicos en utilizar herramientas, como lo muestran los estudios llevados a cabo en distintas especies que se ayudan de artefactos rudimentarios para cumplir con ciertas labores, como los chimpancés y los delfines, los seres humanos son los únicos que basan su vida en el uso de éstas; desde algo tan simple y cotidiano como cocinar, hasta cosas más complicadas como la observación del fenómeno cuántico mediante aceleradores de partículas del tamaño de una ciudad entera. Sería imposible imaginarse una vida en la cual dependiéramos únicamente de nuestro cuerpo para cubrir todas las necesidades a las que nos enfrentamos como sociedad y como especie.

Es bien sabido que, prácticamente desde su origen, los humanos han desarrollado herramientas para efectuar distintas actividades y, de la misma forma que nuestra especie cambia al paso del tiempo, también lo hacen éstas; al igual que su entorno, moldeado para satisfacer sus necesidades, en ocasiones quedando prácticamente irreconocible respecto de como originalmente se encontraba. Sin embargo, no sólo modifican el estado físico de las cosas, tales artefactos sirven asimismo para expandir sus horizontes: los humanos son capaces de cosas tan increíbles como construir objetos para viajar a planetas que se encuentran a millones

de kilómetros, lo cual sin duda nutre su imaginación y le permite diseñar mundos perfectos, en donde sus habilidades no se ven limitadas por complejos arreglos de variables dependientes entre sí que sea tan intrincado para ser analizado; es una simplificación útil.

Tras el constante análisis del medio que le rodea, el ser humano ha pulido sus ideas de tal forma que podría parecer que ha desarrollado una realidad alterna que cambia a la par de los medios con que observa el mundo, puesto que cada vez tiende a explicar de forma más detallada los hechos, basándose en analogías y resultados obtenidos a partir de cálculos ideales.

Es así que en el estudio de la naturaleza, en el ámbito científico, el desarrollo de herramientas para la observación a través de los años cambia sustancialmente la forma como el humano percibe la realidad; y es que está obligado a desarrollar herramientas o artefactos cuando sus capacidades físicas llegan al límite, de otra forma no lograrían cumplir con sus objetivos propuestos. En el transporte, por ejemplo, pasamos de simplemente caminar a movernos en vehículos de cuatro ruedas, que más adelante fueron motorizados; asimismo, para poder expandir sus dominios, algunas sociedades construyeron artefactos capaces de surcar

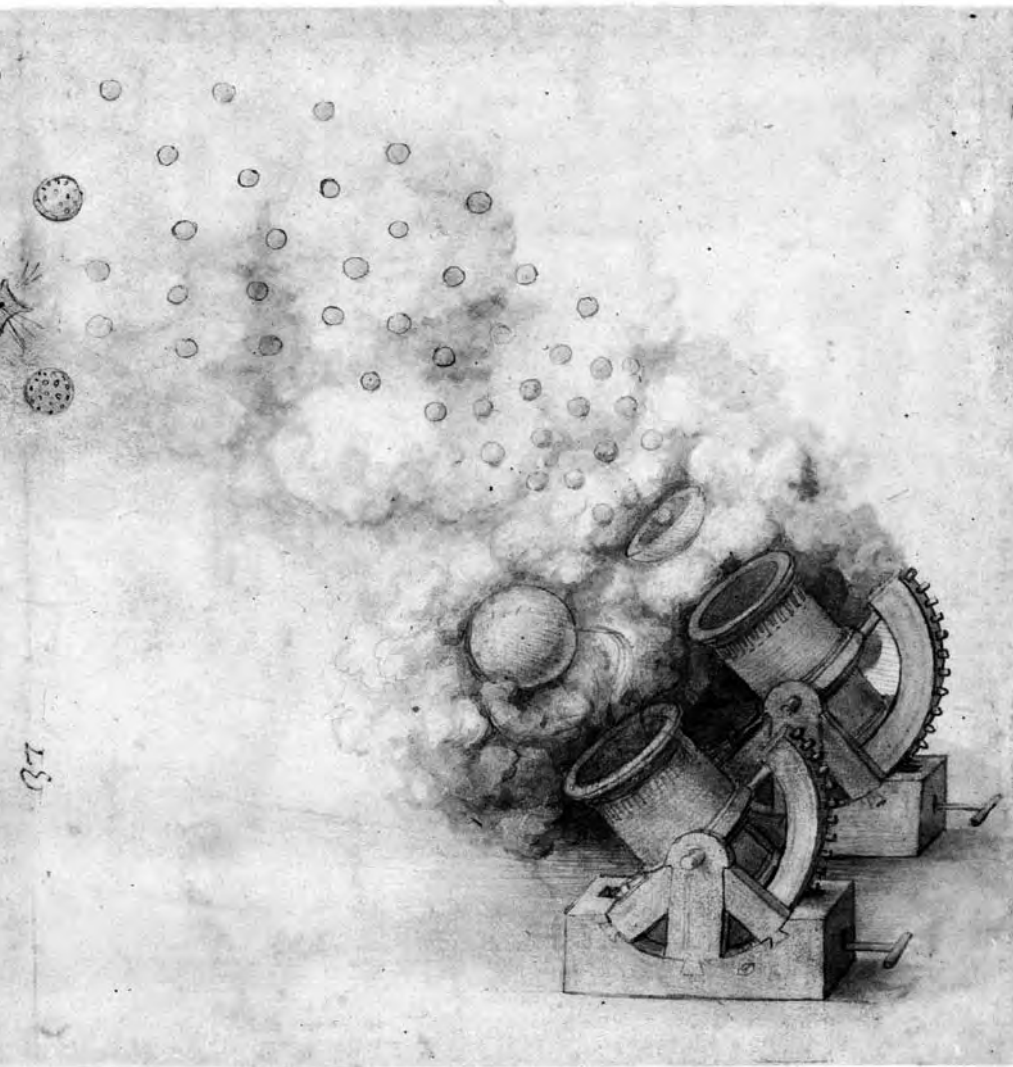


el océano, haciendo a un lado lo que era un impedimento. Actualmente ya se domina el cielo con aeronaves que vuelan a velocidades mayores al sonido, e incluso se ha logrado llegar a distancias tan lejanas que en un pasado no se podrían siquiera imaginar.

Para que el ser humano siga expandiendo su visión sobre la realidad que le rodea necesita de nuevos métodos de observación y transporte que logren pulir las imperfecciones de los sentidos y de las capacidades motrices, que están limitados por la fisonomía humana. Como afirma Feibleman: “el hombre depende de sus herramientas para

su propia humanidad. El uso de herramientas se remonta a los primeros registros. Algunas autoridades reconocen el advenimiento del hombre primitivo no por su anatomía sino por el uso de herramientas. Por ejemplo, la piedra en escamas y el hacha de mano. El funcionamiento de las herramientas fue un comienzo de la sociedad. El desarrollo del habla ocurrió al mismo tiempo. Era necesario comunicar sobre el uso de herramientas”.

En la ciencia también suele existir la limitante relacionada con las capacidades físicas humanas, pues a partir de cierto punto resulta imposible man-



Herramientas intangibles

Cómo luce, cómo fue diseñada o para qué fue diseñada, sino para qué es utilizada actualmente en un contexto social; son los miembros de una sociedad quienes estipulan el objetivo de la herramienta en cuestión. Si es usada para un fin distinto, es probable que más de uno muestre rechazo a tal acto. Aun así, es común observar a lo largo de la historia cambios en los objetivos principales de distintos inventos, principalmente las desarrolladas para fines militares que son después introducidas en la vida de la sociedad.

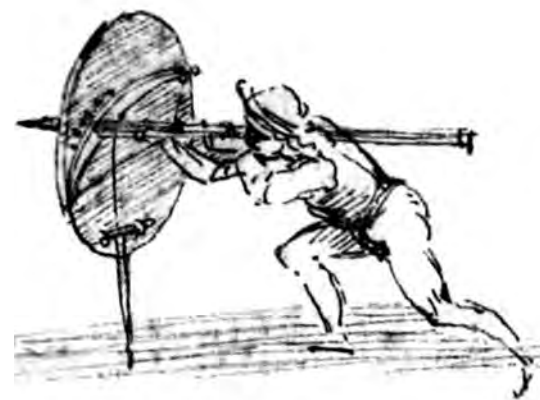
Las herramientas pueden ser objetos materiales, pero no por ello son meramente hechos de materia. Consisten en material armado, conformado de cierta manera, para ciertos usos y con fines principalmente culturales. Podría decirse que la cultura humana es una organización muy unida de humanos y artefactos. “Una herramienta —afirma Feibleman— es, por así decirlo, una idea objetivada, un teorema cuya fuerza se impone sobre sus consecuencias. Es un pensamiento en acción y no debe ser concebido en términos de la crudeza del materialismo temprano. Las ideas son generales o particulares, abstractas o concretas. Las herramientas son ideas particulares y

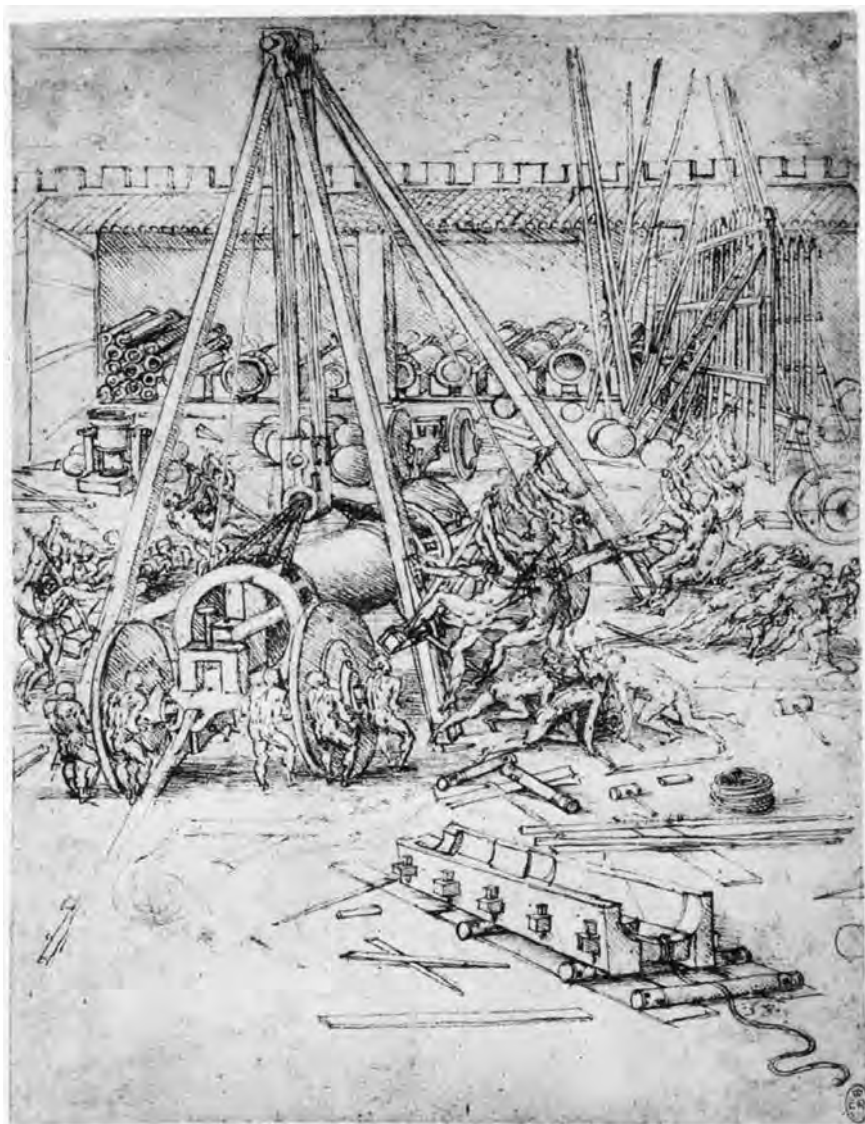
tener una observación o experimentación objetiva de ciertos fenómenos debido a la incapacidad de percibirlos con claridad. Para lograr obtener un método efectivo con el cual llevar a cabo el estudio del fenómeno, es necesario recurrir a la imaginación y a los conocimientos adquiridos en distintas disciplinas, lo cual puede postergar de forma significativa la resolución del problema original.

Esto es fácil de observar en varias investigaciones ganadoras del premio Nobel, las cuales deben ser pausadas por décadas a causa de la carencia de instrumentos para llevar a cabo cierta

medición necesaria que permitiría llegar a las debidas conclusiones. Un buen ejemplo es el trabajo a partir del cual se desarrolló el LED azul, que comenzó en el año de 1970 pero que fue finalizado y galardonado hasta 2014.

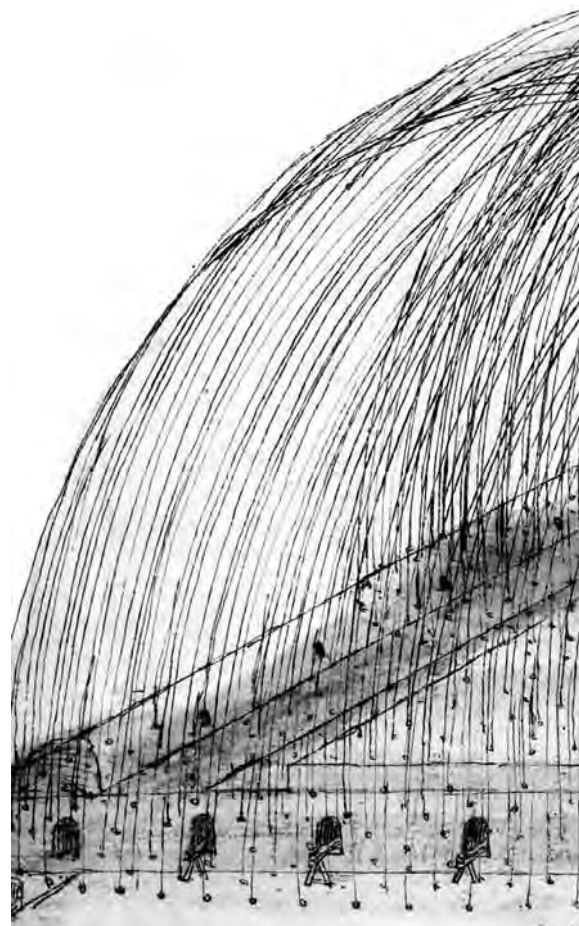
En la ciencia son varios los artefactos y las herramientas que se han mantenido con el paso de los siglos, pero que se han rediseñado de tal forma que, en la actualidad, a pesar de cumplir con el mismo objetivo, han cambiado su aspecto debido al perfeccionamiento, de tal forma que, si fuesen llevados al pasado, serían totalmente irreconocibles para cualquiera.





involucrará y que, en consecuencia, escalaría la dificultad al punto que los cálculos se volverían imposibles de resolver para una persona o bien, serían tan extensos que tomaría años su conclusión.

Es difícil considerar las matemáticas como una herramienta debido a que en la vida cotidiana no se suele aplicarlas de forma tan rigurosa como en la ciencia misma, sobre todo en la física. En general, las matemáticas más severas, que sirven para el estudio de los fenómenos naturales complejos, no están al alcance de cualquiera, y en la educación elemental se aprenden mediante conocimientos adquiridos hace siglos, algunos datan de la Antigüedad, como la trigonometría y la aritmética, y otros de la Edad Media, como el álgebra. Es precisamente debido a la carencia de herramientas e instrumentos especializados para la observación que, tanto en la Antigüedad como en la Edad Media, todo tipo de mediciones se ba-



concretas que han sido externalizadas y fijadas”.

Se puede decir entonces que las herramientas y los artefactos no necesariamente deben ser entes físicos, sino que de igual forma pueden ser conjuntos de ideas conformadas de tal manera que cumplan con un fin específico. Las matemáticas en la física son un buen ejemplo de ello. Pese a que pueden considerarse una ciencia como tal, no son un fin en el análisis de la física, puesto que sólo son ideas abstractas con significados conceptuales. A pesar de que suelen utilizarse matemáticas real-

mente complejas, sólo son usadas para llegar a un resultado a través de un análisis riguroso del objeto de estudio con base en fenómenos observados; es decir, que el fin no es desarrollar las matemáticas, sino orientarlas a problemas en los que sirven para su resolución.

Podría decirse, como lo señalan Lenhard y Carrier, que las matemáticas son utilizadas para aproximar la realidad a una forma simplificada de la misma con el fin de llevar a cabo un estudio más detallado sin que necesariamente se vuelva imposible concluir por la gran cantidad de variables que

saban exclusivamente en aquello percibido directamente por los sentidos.

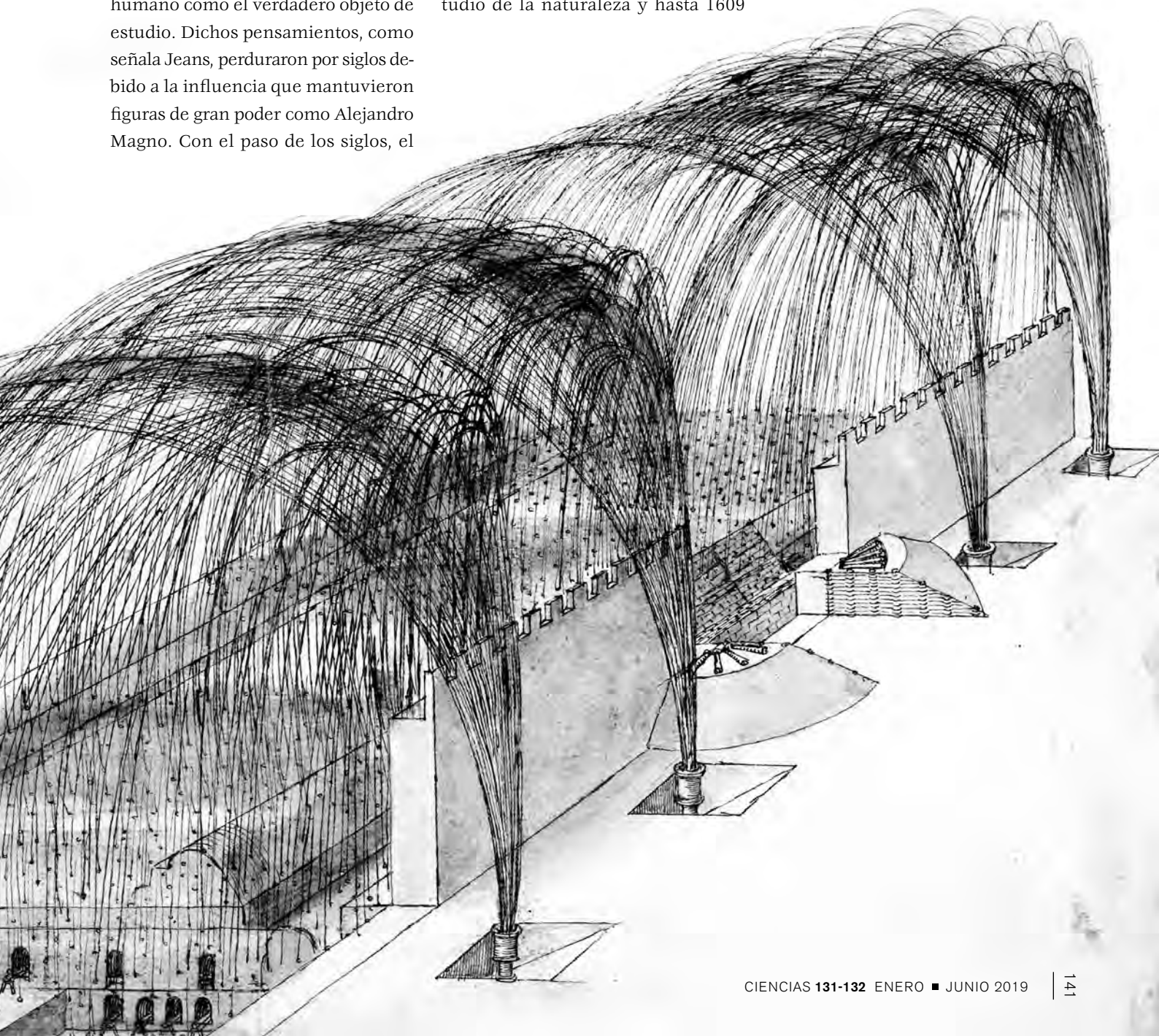
Igualmente, gracias a la gran carga religiosa presente en estas etapas históricas, el desarrollo en el estudio de la naturaleza fue meramente filosófico, sobre todo considerando las ideas de Aristóteles y Platón que se oponían totalmente a lo que actualmente es visto como estudio científico pues consideraban completamente inútil el observar el Universo, ya que definían al ser humano como el verdadero objeto de estudio. Dichos pensamientos, como señala Jeans, perduraron por siglos debido a la influencia que mantuvieron figuras de gran poder como Alejandro Magno. Con el paso de los siglos, el

avance en la ciencia en Occidente se vio reducido drásticamente a causa de una postura antropocentrista, en donde el ser humano ocupa el centro de un universo perfectamente geométrico y todo estaba definido por la naturaleza de las cosas.

Herramientas para mirar más allá

No fue sino hasta el siglo xv cuando nuevamente comenzó a florecer el estudio de la naturaleza y hasta 1609

cuando Galileo Galilei apuntó un telescopio al cielo, un momento clave en el cambio en la percepción de la realidad. Cabe aclarar que Galileo no fue inventor del telescopio y tampoco fue el primero en utilizarlo para llevar a cabo observaciones, lo que hizo fue introducirlo como instrumento científico y colocar los cimientos necesarios para el desarrollo de la futura astronomía observacional.





A pesar de no ser el primero en refutar las ideas implementadas por Aristóteles y Ptolomeo acerca del Universo, fue el primero en mostrar pruebas pertinentes de cómo es que todas las ideas sobre el Universo estaban total o parcialmente incorrectas; por ejemplo, como menciona Cohen, el descubrir que los astros no eran esferas perfectas y tampoco eternos, que además tenían situadas sus órbitas en torno al Sol, destruyó la idea de que la Tierra se encuentra en el centro del Universo. La destreza de Galileo y su rigor ante el estudio del Universo trajeron consigo una gran cantidad de aportaciones en el ámbito científico y social, que han sido consideradas por sobre las de otros científicos no sólo por su detallado análisis, sino porque donde otros habían supuesto los hechos, éste experimentó y lo comprobó. Como lo menciona Jeans, para Galileo no era suficiente creer en las apariencias y suposiciones, estaba

convencido de que es necesario observar detenidamente hasta llegar a una conclusión.

Galileo no fue completamente aceptado en un inicio, pues estaba a favor de las ideas copernicanas, lo que hizo notar en 1613 en sus *Cartas sobre manchas solares*. La iglesia no podía aceptar este tipo de creencias que atentaban contra sus dogmas. Sin embargo, tras el paso de los años, varios científicos se unieron a la causa del estudio astronómico mediante el telescopio y, con sus descubrimientos, se volvió necesario el cambio de los paradigmas aristotélicos que, definitivamente, estaban equivocados. Quedó asentado así que la Tierra no está fija en un punto ni en el centro del Universo, y que éste no es finito.

El Universo comenzó a verse como algo inmensurable en donde se encontraban miles de cuerpos celestes alejados a grandes distancias. En menos de un siglo, señala Cohen, el cambio

en la percepción de éste dio un giro radical, todo debido principalmente a un científico y su constante observación a través de un telescopio, la cual estaba justificada frente a la observación por medio de los sentidos como tal.

De la mirada a la abstracción

Después de Galileo, el avance en las ciencias comenzó a ser más notorio, ya que se generó un cambio en la forma de estudiar la naturaleza, en parte por la introducción del método científico que impulsó Francis Bacon, así como por el constante desarrollo de las sociedades científicas generadoras de nuevo conocimiento. Sin duda, uno de los científicos más destacables del siglo XVII fue sir Isaac Newton, quien desarrolló una gran atracción por la geometría euclidiana y de Descartes, la principal base de los estudios posteriores sobre la naturaleza. Lo curioso es que,

prácticamente, todas sus obras importantes las comenzó en un periodo en que Inglaterra fue atacada por la peste, entre 1665 y 1666, antes de cumplir siquiera 24 años.

Cabe destacar que los estudios de Newton sobre el movimiento de los planetas no eran algo nuevo, pues ya existían trabajos como los de Kepler, pero éste hizo algo nuevo con respecto de los científicos anteriores y ha perdurado hasta la actualidad en la ciencia: el uso de las matemáticas para predecir y explicar los fenómenos.

Claro que, en un inicio, a pesar de haber llevado a cabo cálculos sorprendentes, no fueron del todo ciertos. Y no fue por un mal análisis por parte de Newton, sino por la falta de mediciones objetivas debido a la carencia de herramientas para ello. Varias mediciones, como la del radio terrestre o el de su órbita, eran meras aproximaciones,

muy alejadas de su valor real. Esto, por supuesto, causó disgusto en Newton, como lo explica Jeans, que se vio obligado a pausar sus estudios sobre el movimiento de los cuerpos celestes y la gravitación.

A pesar de ello, en 1687 Newton publicó su mayor obra: *Philosophiæ naturalis principia mathematica*, donde se explica la naturaleza inanimada en términos mecánicos y sugiere que todo lo demás debe ser explicado de la misma forma. Lo principal en este tratado es el análisis y la explicación sobre la gravitación universal, de cómo la fuerza que rige los objetos terrestres es la misma que rige los astros. La investigación llevada a cabo por éste es, en definitiva, un claro ejemplo del método científico.

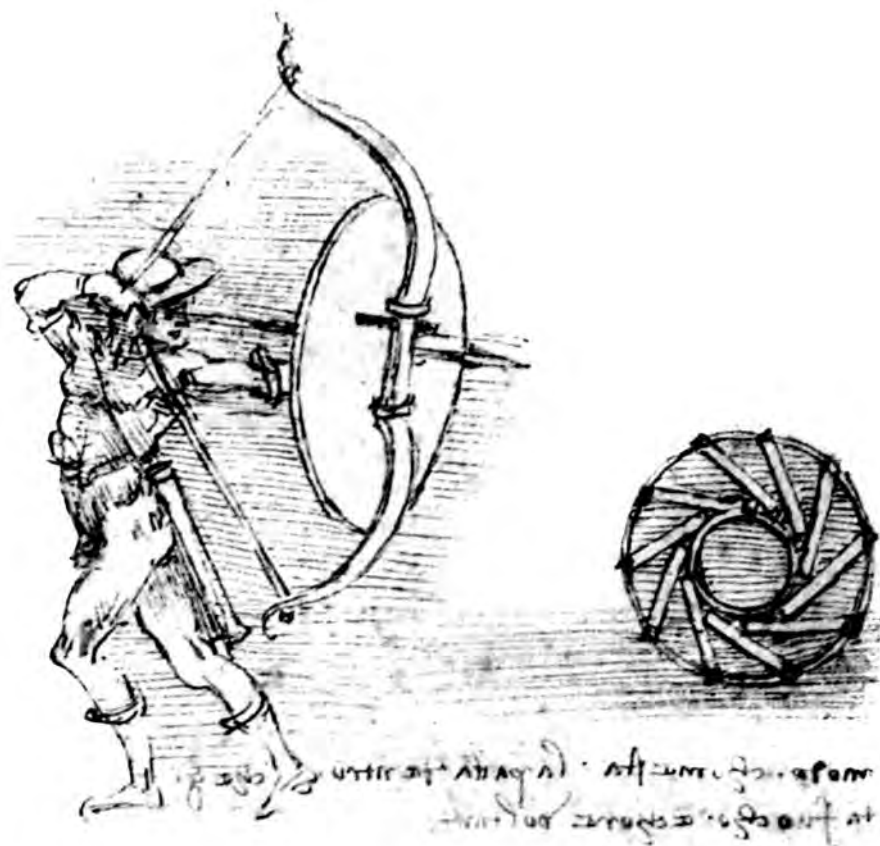
No obstante, lo grandioso de Newton, más que su aportación a la mecánica, fue cómo llegó a tales resultados. Retomando algunas de las

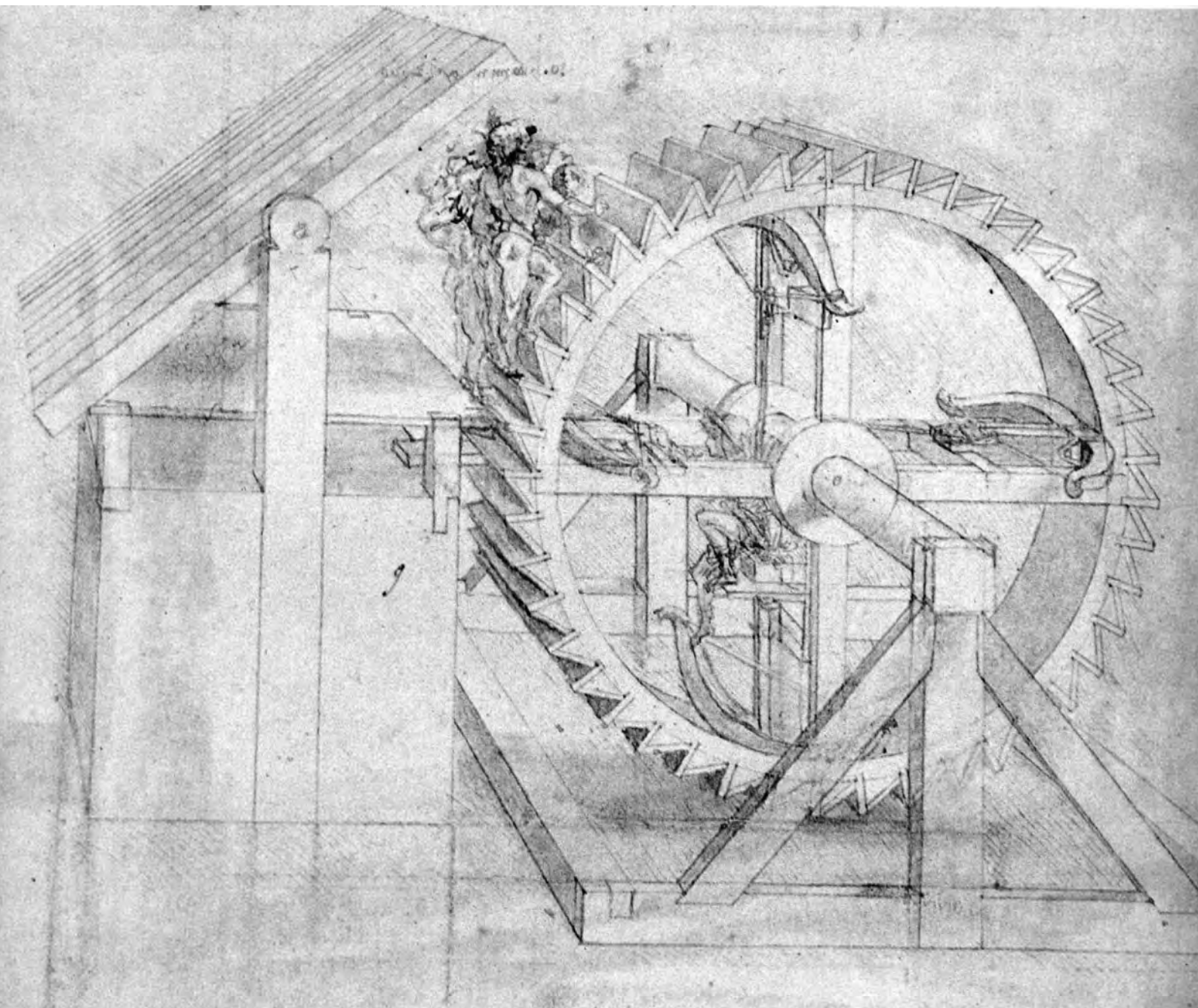


observaciones de Galileo, fue capaz de demostrar sus postulados a partir de las matemáticas. Pero no sólo con las ya existentes, sino, además, concluyó con el desarrollo del cálculo infinitesimal que estaba a medias desde inicio del siglo XVII.

En definitiva, estos avances significaron un gran comienzo en una nueva era para la ciencia. Existe un antes y un después de Newton en la misma por el simple hecho de haber otorgado un significado numérico a los fenómenos naturales. Prácticamente, durante los dos siglos posteriores todos los aportes utilizaron su método, lo que dio comienzo a una nueva forma de ver y analizar la realidad.


Podría decirse que el desarrollo de las herramientas, más que un avance significativo en la humanidad, denota un cambio en el pensamiento y representa las inquietudes de la época en que se estructura. Ciertamente, hay ocasiones en que ciertas ideas son im-





plementadas en épocas posiblemente muy adelantadas a su tiempo, es decir, al no poder contar con herramientas suficientes para demostrar sus ideas, simplemente se pierden entre un sinfín igualmente carentes de argumento. Un claro ejemplo es el átomo de Demócrito y Leucipo, que en su tiempo simplemente quedó como una idea, pero que más adelante, gracias a las herramientas existentes pudo ser demostrada como una realidad, aunque más tarde fue demostrado que éste no es indivisible como se creía, sino que está constituido por partículas de escalas aún menores. Esto, afirma Chang, es conocido como enriquecimiento y autocorrección.

El humano es un ser creativo que suele buscar respuestas a los fenómenos que rigen su entorno pero, debido a las grandes complicaciones que pueden llegar a presentarse, suelen postergarse los avances en la obtención de sus objetivos. Es para ello que construyen objetos especializados o crean métodos que les permita abordar los problemas presentes. Son herramientas utilizadas para abrirse paso entre las suposiciones y la realidad, puesto que no siempre lo que aparenta ser correcto lo es; de hecho, es más fácil que se esté equivocado si el conocimiento se basa únicamente en la observación por medio de los sentidos, los cuales tienden a fallar con

el pasar de los años. En su devenir, las herramientas, al volverse inútiles por la necesidad de la especialización, tienden a ser rediseñadas para cumplir con propósitos más rigurosos, de tal forma que incluso cambian su aspecto o su funcionamiento interno. Debido al complejo desarrollo del conocimiento humano, es necesario que las herramientas mantengan un avance continuo, pues con cada corrección hecha a una hipótesis o teoría es más probable que los paradigmas cambien y, con ello, la forma en que se interpreta la realidad. Un ciclo interminable e indispensable en el avance de la humanidad. 



Alan Martín López Chávez

Estudiante de ingeniería física,
Facultad de Ingeniería,
Universidad Autónoma de Chihuahua.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Chang, Hasok . 2004. *Inventing Temperature: Measurement And Scientific Progress*. Oxford University Press, Nueva York.

Cohen, Bernard. 1989. *La exploración de las profundidades del universo, en El Nacimiento de La Nueva Física*. B. Cohen, Alianza Editorial, Madrid. pp. 65-90.

Feibleman, James K. 2014. *The Philosophy of Tools*. Oxford Journals, pp. 329-337.

Jeans, James .2016. *Historia de La Física Hasta Medios del Siglo XX*. Fondo de Cultura Económica, Ciudad de México.

Lenhard, J. y M. Carrier. 2015. *Mathematics As A Tool*. Zif-Mitteilungen, pp. 10-19.

Vázquez, Juan L. (n.d.). "The importance of Mathematics in the Development of Science and Technology". Universidad Autónoma de Madrid. Recuperado de: <http://verso.mat.uam.es/~juanluis.vazquez/reptmath.pdf>

IMÁGENES

P. 136-137: *Carro falcado*, Biblioteca Real de Turín, 1483-1485. P. 138-139: *Esbozo de morteros (dos morteros con proyectiles explosivos; mortero de perdigones)*, Códice Atlántico (fol. 33r/9v-a), Biblioteca Ambrosiana;

Estudio con escudos para soldados de a pie y una bomba estallando (detalles), Escuela Nacional Superior de Bellas Artes (París). P. 140: *Estudio con un elevador para un cañón en una fundición de piezas de artillería*, Castillo de Windsor, 1487; p. 140-141, *Una hilera de cuatro piezas de artillería arrojando piedras en el patio de una fortificación*, Castillo de Windsor, 1503-1504. P. 143: *Dibujo de ganchos de agarre y un hombre escalando un muro*, Códice Ashburnham, Biblioteca del Instituto de Francia, 1489-1492; p.142-143, *Estudio con escudos para soldados de a pie y una bomba estallando (detalles)*, Escuela Nacional Superior de Bellas Artes (París). P. 144: *Esbozos de un tambor con cuatro ballestas (revólver-ballesta)*, Códice Atlántico (fol. 1070r/ 387r-a-b), Biblioteca Ambrosiana, 1485. P. 145: *Esbozo de un carro falcado y un carro blindado (detalle)*, Museo Británico, 1485-1488.

THE CONSTRUCTION OF THE UNIVERSE THROUGH TOOLS

Palabras clave. Herramienta, percepción de la realidad, estudio de la naturaleza..

Key words. Tools, Perception of Reality, The Study of Nature.

Resumen. En el presente trabajo se analiza, a partir de referencias históricas, cómo es que el hombre, tras el desarrollo constante de las herramientas utilizadas para el estudio de la naturaleza, ha cambiado la percepción que tiene sobre la misma de forma continua, siendo esto indispensable para el avance de la humanidad.

Abstract. This article analyzes, through historical references, how humans have constantly developed tools to study nature, which has progressively changed our perception of the world around us, which is indispensable to our advancement as a species.

Alan Martín López Chávez es estudiante de ingeniería física en la Universidad Autónoma de Chihuahua. Actualmente, unos de sus mayores intereses radican en el estudio sobre filosofía e historia de la ciencia, específicamente en el área de física.

Recibido el 27 de marzo de 2019 ; aceptado el 8 de mayo de 2019 .