
Aristóteles: creador de la filosofía de la ciencia y del método científico (parte II)

Aristotle: Creator of the philosophy of science and the scientific method (part II)

Natalia Burgos Frías¹, Raúl J, Burgos Lázaro², Fernando Gilsanz Rodríguez³, Gabriel Téllez de Peralta⁴, José Antonio Rodríguez Montes⁵
rjburgoslazaro@gmail.com

RESUMEN

Aristóteles supuso la culminación de la filosofía griega, y el punto de partida del conocimiento científico y la metafísica Occidental. Aristóteles privilegia el análisis del razonamiento deductivo, y en especial del razonamiento deductivo categórico o silogismo. Considera que el conocimiento científico se alcanza deduciendo lo particular de lo general, es decir, mediante el conocimiento de las causas. Para que las explicaciones científicas sean válidas, la lógica aristotélica exige a las premisas cuatro requisitos: que sean verdaderas, que sean indemostrables, deben entenderse mejor que las conclusiones y deben ser causas de la atribución hecha en la conclusión. La "Filosofía Natural" o cosmología que creara Aristóteles abarcaba el estudio de una amplia gama de fenómenos naturales, incluidos los que ahora están cubiertos por la física, la biología y otras ciencias naturales. Aristóteles recopiló sistemáticamente los datos de las observaciones con la idea de descubrir patrones comunes a grupos enteros de animales, y a partir de estos inferir posibles explicaciones causales. Aristóteles, como gran observador, utilizó la lógica como principal herramienta de trabajo, y realizó la clasificación taxonómica de más de 500 especies de seres vivos. Aristóteles estudió la morfología de las especies, la anatomía funcional, el movimiento, la respiración y la reproducción, por estas razones puede ser considerado como el precursor de la anatomía comparada. En base a su actividad investigadora y a la creación del método científico, Aristóteles puede ser considerado como el primer científico verdadero de la historia. Sus propuestas de como investigar la realidad o la naturaleza de las cosas sentaron las bases para la creación del Método Científico.

PALABRAS CLAVE: Aristóteles, filosofía de la ciencia, teoría del conocimiento, método científico, lógica aristotélica, razonamiento científico.

¹ Facultativo Especialista de Área. Anestesiología, Reanimación y Terapéutica del Dolor, H, U. "La Paz", Madrid

² Profesor Titular de Cirugía Cardiovascular. Universidad Autónoma de Madrid

³ Catedrático de Anestesiología y Reanimación. Profesor Emérito de la UAM. Académico Correspondiente de la RADE

⁴ Catedrático de Cirugía Torácica y Cardiovascular. Profesor Emérito de la UAM Académico de Número de la Real Academia Nacional de Medicina de España

⁵ Catedrático de Cirugía. Profesor Emérito de la UAM. Académico de Número de la RADE y de la Real Academia Nacional de Medicina de España

ABSTRACT

Aristotle was the culmination of greek philosophy, and the starting point of scientific knowledge and western metaphysics. Aristotle privileges the analysis of deductive reasoning, and especially categorical deductive reasoning or syllogism. Considers that scientific knowledge is achieved by deducing the particular from the general, that is, by knowing the causes. For scientific explanations to be valid, Aristotelian logic demands four requirements from the premises: that they be true, that they be unprovable, they must be better understood than the conclusions and must be causes of the attribution made in the conclusion. The "Natural Philosophy" or cosmology created by Aristotle encompassed the study of a wide range of natural phenomena, including those that are now covered by physics, biology and other natural sciences. Aristotle systematically collected the data of the observations with the idea of discovering patterns common to entire groups of animals, and from these inferring possible causal explanations. Aristotle, as a great observer, used logic as the main work tool, and performed the taxonomic classification of more than 500 species of living beings. Aristotle studied the morphology of the species, the functional anatomy, the movement, the respiration and the reproduction, for these reasons it could be considered as the precursor of the comparative anatomy. Based on his research activity and the creation of the scientific method, Aristotle can be considered the first true scientist in history. His proposals on how to investigate the reality or nature of things laid the foundations for the creation of the Scientific Method.

KEYWORDS: Aristotle, philosophy of science, knowledge theory, scientific method, aristotelian logic, scientific reasoning.

“Es ignorancia no saber distinguir entre lo que necesita demostración y lo que no la necesita”

Aristóteles

1. REQUISITOS EMPÍRICOS PARA LA EXPLICACIÓN CIENTÍFICA

En la lógica aristotélica, las premisas han de ser verdaderas. El término filosófico apodíctico es aquello que es válido de un modo necesario sin que precise condición alguna para confirmar esa validez. En la lógica, es posible hablar de silogismos o razonamientos apodícticos y de juicios apodícticos. Una explicación científica debe estar compuesta de premisas verdaderas, por esta razón, Aristóteles descartó los silogismos válidos como explicaciones científicas aceptables si estaban contruidos con premisas falsas. No es aceptable desde el punto de vista científico el siguiente razonamiento: todos los científicos son alemanes, *falso*, Julio Iglesias es un científico, *falso*, Julio Iglesias es alemán, *verdadero*, ¿verdadero? El silogismo es válido, con conclusiones válidas; sin embargo, no tiene valor científico si parte de premisas falsas. Las premisas han de ser indemostrables. La existencia de algunos principios indemostrables dentro de cada ciencia es necesaria para evitar una regresión infinita de las explicaciones. Por tanto, no todo el conocimiento de una ciencia es susceptible de ser probado. Son indemostrables las leyes más generales de la ciencia y las definiciones que estipulan los significados de los atributos propios de la ciencia.

Las premisas deben entenderse mejor que las conclusiones. Para Aristóteles, un argumento deductivo no puede dar más información de la que implican las premisas; es decir, los primeros principios de demostración deben ser tan evidentes como las conclusiones extraídas de ellos. La evidencia debe estar presente tanto en las premisas como en las conclusiones.

Las premisas deben ser causas de la atribución hecha en la conclusión. Es el requisito más importante de la relación causal. Es posible construir silogismos válidos con premisas verdaderas, de tal forma que las premisas no establezcan la causa de la atribución que se hace en la conclusión, sin embargo, esos silogismos no tendrían validez científica.

Para Aristóteles, la relación causal existe si se cumple que en la relación causal el atributo es verdadero de todos los casos del sujeto, cuando es verdadero precisamente del sujeto y no de un todo mayor, y cuando es esencial para el sujeto^{1,2}.

2. LA FILOSOFÍA NATURAL ARISTOTÉLICA

La filosofía natural o cosmología que creara Aristóteles abarcaba el estudio de una amplia gama de fenómenos naturales, incluidos los que ahora están cubiertos por la física, la biología y otras ciencias naturales. La experimentación que practicara Aristóteles no se corresponde con la investigación tal como lo entendemos hoy día, utilizó el término griego

pepeiramenoi, en referencia a la “observación” de los fenómenos y a los hallazgos encontrados en las disecciones. Recopiló sistemáticamente los datos de las observaciones con la idea de descubrir patrones comunes a grupos enteros de animales, y a partir de estos inferir posibles explicaciones causales^{3,4}.

Aristóteles en su obra “Acerca de la generación y la corrupción.”, describió los cuatro elementos, las relaciones entre ellos y su dinámica. Propuso que el universo estaba formado por la combinación de los cuatro elementos básicos que formulara Empédocles, tierra, agua, aire, fuego, a los cuales añadió el quinto elemento, el éter. El fuego es a la vez caliente y seco; la tierra es a la vez seca y fría; el agua es a la vez fría y húmeda; y el aire es a la vez húmedo y caliente, (Fig. 1). Distintas culturas han coincidido en el aspecto esencial de esta teoría, como la japonesa, la hindú, la antigua China y el budismo.

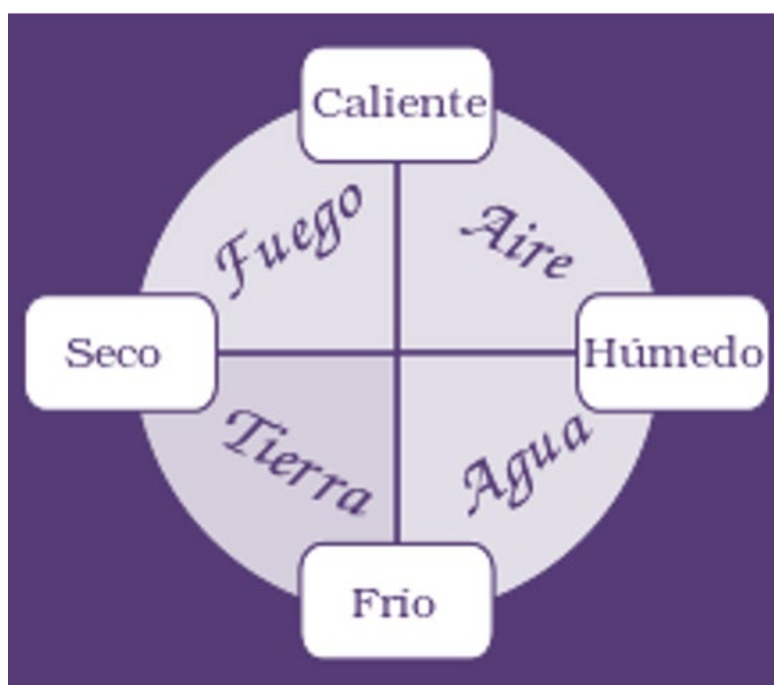


Fig. 1 – Los cuatro elementos de Empédocles y Aristóteles (fuego, aire, agua, tierra)

Aristóteles creía que la combinación de cada elemento explica la variedad de cosas que existen en el mundo. De esta forma, los elementos a partir desde los cuales se formó la tierra fueron distintos de los que formaron el cielo y el espacio sideral. Esta idea influyó a los alquimistas sobre la formación de metales y minerales. Se consideraba que las sustancias pesadas tales como el hierro y los metales estaban principalmente formadas por el elemento tierra, con una cantidad reducida de materia de los otros elementos. Creía que cuando los rayos del sol caían sobre el agua, producían una emanación de vapor que era húmeda y fría, esta exhalación se encerraba en tierra seca, se comprimía y finalmente se convierte en metal. Esta teoría física se mantuvo vigente casi dos mil años, y no fue hasta la revolución científica con los trabajos de Alhacen, Avicena, Galileo, Descartes, e Isaac Newton con la obra

"Philosophiæ naturalis principia mathematica", desacreditaron la teoría física de Aristóteles por incorrecta e imposible^{5, 6}.

Aristóteles describe dos tipos de movimiento: el "natural" y el "violento". Cada elemento tiene un movimiento natural acorde con la materia, el agua y la tierra se mueven naturalmente, hacia el centro del universo, el aire y el fuego se alejan del centro, y el éter gira en torno al centro, estos principios servían para explicar fenómenos como que las rocas caigan y el humo suba. En el movimiento violento, tan pronto como el agente productor deja de causarlo el movimiento también se detiene, por lo que el estado natural de las cosas es el reposo^{7, 8}.

Aristóteles sostuvo la redondez de la Tierra usando pruebas lógicas y matemáticas, además de datos empíricos, como una pseudoteoría gravitatoria, la posición de las estrellas y los eclipses lunares. El filósofo sostuvo que la Tierra tenía el tamaño de unas cuarenta miríadas -cien veces cien (100^2)-, aproximadamente 80468 km, doble de la que tiene en la realidad. Para Aristóteles la Tierra se encontraba inmóvil en un sistema geocéntrico, mientras a su alrededor giraba el Sol con otros planetas. Esta teoría de la Tierra como centro del universo, que a su vez era considerado finito, perduró varias centurias hasta que Copérnico en el siglo XVI cambió el concepto e introdujo una serie de paradigmas, concibiendo el Sol como centro del universo^{9, 10}.

Las matemáticas para Aristóteles eran una ciencia teórica con aspectos metodológicos como la física y la teología. A diferencia de Platón, Aristóteles consideraba que los objetivos matemáticos eran abstracciones de objetos y realidades materiales independientes del mundo físico, que no podían tener realidad aparte de las cosas empíricas. No son o existen *per se*, sino en los objetos individuales, las matemáticas se pueden apreciar como universales¹¹. Aristóteles creía que la luz era una especie de disturbio en el aire, y que la luz no viaja o se mueve, sino que es una presencia que inunda el espacio. La transparencia de la luz es un estado como tal, sin movimiento y su aparición es instantánea¹².

3. EL ORIGEN DE LA VIDA SEGÚN ARISTÓTELES

El concepto de un origen de la vida basado en principios naturales y no en relatos míticos o actos creativos ya aparece esbozado en varias culturas antiguas. La Abiogénesis se refiere al proceso natural del surgimiento u origen de la vida a partir de la no existencia de ésta, es decir, partiendo de materia inerte, como simples compuestos orgánicos.

Aristóteles parte de concepciones de autores anteriores para explicar el origen de la vida, Empédocles pensaba que la vida era el resultado de la acción del azar que producía una complejidad creciente, Anaximandro, afirmaba que la vida se habría desarrollado originalmente en el mar y que posteriormente ésta se trasladó a la tierra, en tanto Empédocles, concibió el principio de la vida como no sobrenatural; más tarde, Lucrecio, siguiendo la doctrina epicúrea afirma en *"De rerum natura"*, que todos los organismos surgen de *La Madre Tierra Gea*, sin necesidad de intervención divina, y que sólo los

organismos más aptos han sobrevivido para tener descendencia. Demócrito había afirmado que todo fenómeno era consecuencia de la necesidad derivada del movimiento de los átomos, y Aristóteles se inclina por una posición intermedia, la generación de la vida se produce de dos maneras: una, ordenada teleológicamente, que es la reproducción sexual, y otra, azarosa, que es la generación espontánea consistente en una interacción de fuerzas entelequias, capaces de dar vida a lo que no la tenía con la materia viva. La teoría aristotélica sigue la creencia hilozoista, capaz de generar vida a través de los cuatro elementos: tierra, agua, aire y fuego. Esta teoría, nunca se comprobó por un método científico, pero Aristóteles llegó a esa conclusión por evidencia visual. Aunque esta afirmación pudiera parecer una anticipación de la teoría de la selección natural, a diferencia de ésta, los epicúreos no admiten un origen común para todas las especies, sino más bien generaciones espontáneas para cada una de ellas. Estas ideas influyeron a varios filósofos a partir del Renacimiento^{13,14}.

La generación espontánea se trató de una creencia profundamente arraigada desde la Antigüedad, en parte debido a que fuera propuesta por Aristóteles y posteriormente sustentada y admitida por pensadores como René Descartes, Francis Bacon o Isaac Newton. La teoría sobre la generación espontánea se mantuvo hasta el siglo XVII, Jan Baptista van Helmont sostenía que para la creación de ratones bastaba colocar trapos mugrientos en un tonel que contuviera además granos de trigo y al cabo de 21 días aparecerían ratones, evidentemente los ratones que surgían no se creaban, sino que simplemente, llegaban al tonel atraídos por la comida^{15, 16}. Posteriormente esta teoría sería rebatida por los experimentos científicos de Francesco Redi, quien demostró que los insectos no nacen por generación espontánea. Lazzaro Spallanzani, señaló que no existía la generación espontánea de la vida al confirmar que caldo de carne calentado y cerrado herméticamente no generaba microorganismos. Finalmente, Louis Pasteur, en la segunda mitad del siglo XIX, utilizando el método hipotético-deductivo experimental, comprobó definitivamente que los microbios solo se originaban a partir de otros microorganismos^{17,18}.

4. ESTUDIOS DE ARISTÓTELES SOBRE BIOLOGÍA

Aristóteles, gran observador, utilizó la lógica como principal herramienta para la clasificación taxonómica de más de 500 especies de seres vivos entre las que se encuentran mamíferos, aves, peces, anfibios, reptiles, cefalópodos, crustáceos, insectos, ostracodermos y zoófitos. Sus observaciones sobre el mundo de los insectos marcaron un progreso como fundación real de la ciencia entomológica. Realizó sus propias disecciones y así descubrió la linterna de Aristóteles del erizo de mar y la placenta de la musola dentada *Mustelus Asterias*. Otras veces realizó experimentos sistemáticos, como las disecciones seriadas de huevos fecundados e incubados para describir el patrón de desarrollo del embrión del pollo donde describió que el corazón era el primer órgano funcional. La obra biológica de Aristóteles "*De Partibus Animalium. De Motu Animalium. De Incessu Animalium*", recoge las observaciones y descubrimientos que realizara Aristóteles¹⁹⁻²¹, (Fig. 2). Este modelo de estudio experimental se ha utilizado y se emplea en la ciencia embriológica.

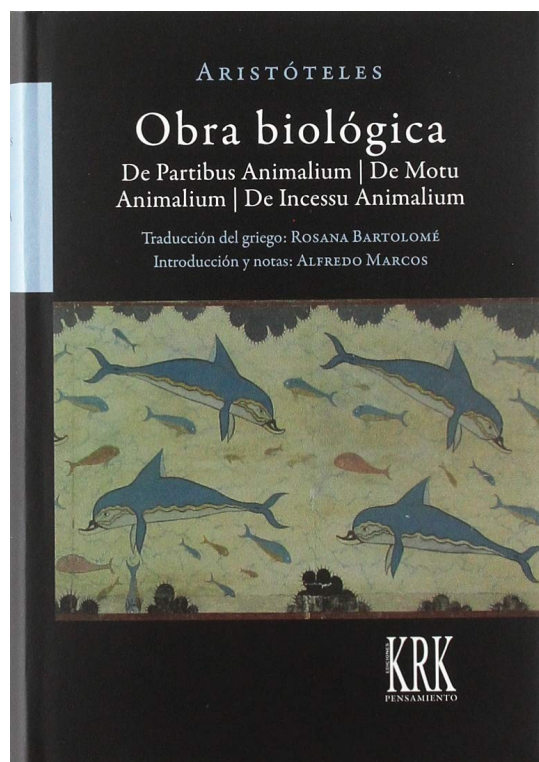


Fig. 2 – Obra biológica de Aristóteles, “*De Partibus Animalium. Motu Animalium. De Incessu Animalium*”.

Para Aristóteles, los tipos animales forman un continuum jerárquico, crean una escala que va de la materia inerte al primer motor, ascendiendo desde las plantas, los zoofitos (animales-planta) como las esponjas, los insectos, los cuadrúpedos ovíparos, los vivíparos y el hombre. La necesidad de trabajar con orden y parsimonia lleva a distinguir grupos en este continuo. El criterio fundamental es la vitalidad manifestada por el calor animal, que se refleja en el modo de reproducción, ya que los dotados de mayor calor interno engendran hijos vivos, seguidos por los que ponen huevos más o menos perfectos, hasta los que se generan espontáneamente de materiales inorgánicos u orgánicos en descomposición según la teoría de la generación espontánea. A Aristóteles se le ha considerado como el padre de la biología^{20, 22-24}.

Como biólogo, Aristóteles abordó el tema del alma. Creía que el alma constituía el principio vital, lo que está vivo lo está gracias al alma y no a la materia. El alma es la forma del cuerpo. Consideraba que había tres tipos de alma: el alma vegetativa propia de los vegetales, con funciones de nutrición y reproducción; el alma sensitiva propia de los animales, responsable de la percepción, del movimiento y del deseo; y el alma racional propia de los humanos, encargada del razonamiento. Aristóteles diferenciaba el número de almas de cada ser, las plantas solo poseen alma vegetativa, los animales la vegetativa y sensitiva, y el hombre todas ellas. Alma y cuerpo no son dos sustancias distintas, sino que son dos componentes de una única sustancia. Por definición, Aristóteles no podría sostener que el alma fuera inmortal, este dilema lo solventó diciendo que una parte del alma sobrevive a la muerte^{25,26}.

5. ESTUDIOS DE ARISTÓTELES SOBRE BOTÁNICA

Los estudios sobre botánica realizados por Aristóteles datan de observaciones de campo que realizó durante sus estancias en Asos y Mitelene. Escribió un tratado de botánica sobre las plantas "*Peri Python*". También recogió una colección de dibujos "*Anatomaí*", consistente en unas Planchas anatómicas. Sistematizó el reino vegetal dividiéndolo en dos grupos: plantas con flores y plantas sin flores como: musgos, helechos, algas y líquenes²⁷⁻²⁹.

6. SOBRE LOS ORÍGENES DE LA ZOOLOGÍA COMO CIENCIA

Los comienzos de la zoología como ciencia deben buscarse en Aristóteles. Realizó observaciones de verdadero rigor científico acerca de la reproducción de los animales, y en anatomía sentó las bases del conocimiento sistemático del reino animal. El biólogo Charles Darwin subrayó que sus dos dioses, Linneo y Cuvier, eran simples niños comparados con Aristóteles. Realizó la clasificación taxonómica de más de 500 especies de animales. Pensaba que las causas finales intencionadas guiaban todos los procesos naturales, esta visión teleológica justificó sus datos observados como una expresión de causa y diseño formal. Él, distinguía dos grandes grupos: los "*Anaima*", animales sin sangre que se aproximan a los invertebrados, y que comprende los insectos, gusanos, crustáceos y moluscos con concha o sin concha, y los "*Enaima*", animales con sangre, son animales que se aproximan a los vertebrados, se dividen a su vez en vivíparos (humanos y mamíferos), y ovíparos de huevos perfectos (aves, peces y reptiles), se caracterizan porque asimilan los alimentos convirtiéndolos en sangre, que luego va produciendo otros componentes del cuerpo, como grasa, tuétano o semen. A los vertebrados "*enaima*", Aristóteles los clasificó en cuatro subgrupos: cuadrúpedos vivíparos (mamíferos), cuadrúpedos ovíparos (reptiles y anfibios), las aves y los peces. Aristóteles llamó a estos grupos géneros máximos, y a sus divisiones géneros, los cuales se dividían a su vez en especies. Esta clasificación se mantuvo vigente durante la Edad Media y el Renacimiento, hasta Carlos Linneo en el siglo XVIII^{20,30}.

7. SOBRE LA EMBRIOLOGÍA

El modelo de embriogénesis propuesto por Aristóteles trató de explicar cómo las características hereditarias de los padres causan la formación y el desarrollo del embrión. Realizó experimentos sistemáticos como las disecciones seriadas de huevos fecundados e incubados para describir el patrón de desarrollo del embrión del pollo, este modelo de estudio experimental ha sido un capítulo obligado en todas las historias de la experimentación sobre embriología. Según Aristóteles, el primer órgano que aparece en el embrión es el corazón, el razonamiento provenía de la observación realizada en el embrión de un huevo de gallina, en que era el primer órgano visto como activo, latiendo (Fig. 3). La explicación que dio Aristóteles fue, que esto ocurre así porque el corazón nutre a los demás órganos. Aristóteles destacó el desarrollo ordenado de las partes de los embriones y que

estuvieran guiadas por pautas internas y no por agentes externos. En este sentido, Aristóteles fue precursor de las leyes de embriología propuestas por Karl Ernst von Baer, y de la teoría de la recapitulación o ley biogenética formulada por Ernst Haeckel (1866), John Hunter y Carl Friedrich Kiemeyer, según la cual la ontogenia recapitula la filogenia³¹⁻³³

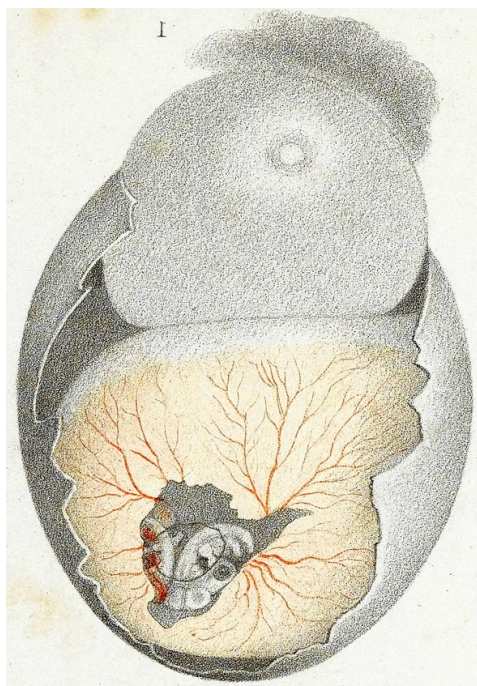


Fig. 3 – Observación realizada por Aristóteles sobre el huevo del embrión de la gallina en el que el corazón aparecía como el primer órgano funcionando.

8. REFLEXIONES SOBRE LOS SUEÑOS

Aristóteles en su relato sobre el sueño y la vigilia, *“Del Sueño y la Vigilia”*, razona exponiendo que los sueños se producen por uso excesivo de los sentidos o de la digestión. Mientras una persona está dormida, las actividades críticas, que incluyen pensar, sentir y recordar, no funcionan como lo hacen durante la vigilia. Durante el sueño, una persona no puede sentir, ni puede tener deseos que es el resultado de las sensaciones, sin embargo, los sentidos pueden trabajar durante el sueño, aunque de manera diferente, a menos que estén cansados. En la obra *“De divinatione per somnum”*, Aristóteles analiza los sueños precognitivos de la siguiente forma “No es más absurdo suponer que a veces las visiones que se muestran en el sueño han sido la causa de ciertas acciones personales para cada uno de nosotros, por lo tanto, ya sea antes de un acto que debemos realizar, mientras lo hacemos, o después de que lo hayamos hecho, a menudo pensamos en ello y lo hacemos en sueños que se relacionan exactamente con eso”.

Al igual que Jenófanes, poeta elegíaco y filósofo griego, y Heráclito de Éfeso, filósofo y físico, Aristóteles consideraba que el origen de los sueños era de aparición divina.

Aristóteles se aparta de la concepción que planteara Platón en *La República*, donde el alma se libera durante el sueño y puede ponerse en la búsqueda de la verdad. A la pregunta de si el sueño es producido por la parte perceptiva del alma o su parte intelectual, Aristóteles excluye a ambos y afirma que es producto del trabajo de la imaginación. El psicoanalista Sigmund Freud, comentó y se inspiró en pasajes de Aristóteles para su obra “La interpretación de los sueños”, plantea que los sueños son una realización alucinatoria de deseos, y por consecuencia, una vía privilegiada de acceso al inconsciente mediante el empleo del método interpretativo fundado en la asociación libre de los símbolos más importantes de los sueños. Aristóteles aporta el primer testimonio escrito sobre el hecho de los sueños lúcidos, en el que el soñante es consciente de estar soñando³⁴⁻³⁶.

El filósofo inglés Thomas Hobbes, en el siglo XVII adoptó de forma general la opinión de Aristóteles, que los sueños surgen de los movimientos continuos de los órganos sensoriales durante el sueño, y escribe que “los sueños son causados por la destemplanza de algunas partes internas del cuerpo”. Además, pensó que esta explicación ayudaría aún más a comprender los diferentes tipos de sueños, por ejemplo, acostarse resfriado engendraría los sueños de terror y genera el pensamiento y la imagen de algún objeto temeroso. Sigmund Freud cita a Aristóteles en sus trabajos sobre la Interpretación de Sueños, fue uno de los primeros autores en reconocer que los sueños “no surgen de manifestaciones sobrenaturales, sino que siguen las leyes del espíritu humano”. Sostuvo que la definición de los sueños de Aristóteles era “la actividad mental del durmiente en la medida en que está dormido”^{37, 38, 39}.

9. ARISTÓTELES EL PRIMER INVESTIGADOR

Aristóteles no solo fue un filósofo más de la Antigua Grecia, fue un polímata que se dedicó a abordar múltiples disciplinas como: la física, la lógica, la biología, la astronomía, la metafísica, la ética “*La ética aristotélica*”, la estética, la retórica, la filosofía política, la teoría de la ciencia y la lógica de la filosofía política entre otras ciencias.

Basado en su actividad investigadora y en la creación del método científico, Aristóteles puede ser considerado como el primer científico verdadero de la historia. Sus propuestas de como investigar la realidad o la naturaleza de las cosas sentaron las bases para la creación del Método Científico. Sus aportaciones a la ciencia fueron numerosas en su tiempo, aunque estuvieron en parte limitadas por el escaso desarrollo tecnológico de entonces, de tal forma que se puede hablar de una ciencia aristotélica con aspectos aún vigentes en nuestros días. Aristóteles desarrolló el ejercicio del empirismo a través del método inductivo, de tal forma que se pueden demostrar verdades generales mediante fenómenos particulares. Con el método deductivo propuso el camino contrario, ir de lo particular a los postulados generales, a través de los llamados silogismos, con este planteamiento, la conjunción de dos premisas conduce a una conclusión. El método inductivo, no permitía llegar a las causas, sin embargo, a través del método deductivo se obtienen nuevas leyes generales a partir de otras ya conocidas.

El método científico es el procedimiento que utiliza la ciencia para obtener nuevos conocimientos. Consiste en la observación sistemática, medición, formulación y modificación de hipótesis, experimentación, y el análisis de los datos obtenidos. Otras características del método científico son: la deducción, la inducción, la abducción, la predicción, la falsabilidad, la reproducibilidad y repetibilidad de los resultados, y la revisión por pares. Las reglas y principios del método científico buscan minimizar la influencia de la subjetividad del científico en la investigación, lo cual refuerza la validez de los resultados y, por ende, del conocimiento obtenido⁴⁰.

La contribución principal de Aristóteles al método científico fue la importancia de la observación en los estudios de cualquier ciencia, frente a la especulación y la subjetividad. Subrayó el razonamiento como herramienta de investigación que se evidencia en la formulación y en la operación con premisas. Aristóteles se refiere a la investigación científica como un método de la ciencia, que es por tanto el método científico experimental. También establece la relación existente entre la filosofía y la ciencia como maneras de buscar la verdad, que se conectan entre sí y son el resultado de la lógica aplicada a la ciencia.

10. ARISTÓTELES COMO MAESTRO Y EDUCADOR

En la Grecia Clásica de Aristóteles no existía un modelo de educación pública tal como se conoce hoy. Solamente quienes se lo podían permitir pagaban para formar a sus hijos o disponían de *maestros esclavos*. Pocas ciudades asumían la educación como una responsabilidad pública, y las que lo hacían como Esparta, la escuela se parecía más a una academia militar que a un centro pedagógico. Aristóteles afirma “*la educación de los jóvenes debe ser uno de los objetivos principales que debe cuidar el legislador*”. También se opone firmemente a la posibilidad de que existan diferencias entre la educación que reciben los ciudadanos. La escuela filosófica creada por Aristóteles para impartir enseñanza la llamó El Liceo, la razón fue que se hallaba ubicada junto al templo de Apolo Licio. El maestro paseaba (*peripatêin*, pasear en griego), por el jardín con sus discípulos mientras reflexionaba, por esta razón a los seguidores de Aristóteles se los llamó peripatéticos. Aristóteles no solo enseñó en el Liceo ciencia natural, “*physike episteme*”, y su complementaria la filosofía natural, sino también enseñó el desarrollo físico del cuerpo, el arte y la observación de las estrellas, entendía que a través de esta forma de enseñanza más amplia se enriquecía al ser humano. Para Aristóteles, el estudiante no solo era el que recibía y aprendía, sino que también era valorado por el arte de plantear bien las preguntas más que por las respuestas inteligentes. Aristóteles defendió la importancia de la educación para garantizar la convivencia y la necesidad de que fuera la misma para todos los ciudadanos. A través de la educación se alcanza la virtud y una vida más perfecta^{1, 26, 41}.

Como maestro, Aristóteles debió ser muy exigente con sus alumnos, como se deduce de las siguientes reflexiones: “*Las raíces de la educación son amargas, pero sus frutos son*

dulces” y “El hombre cultivado es superior al que carece de formación, igual que el ser vivo es superior al muerto”.

11. DISCUSIÓN

SOBRE LA FILOSOFÍA NATURAL Y LAS CIENCIAS

Aristóteles supuso la culminación de la filosofía griega, y el punto de partida del conocimiento científico y la metafísica Occidental. Revolucionó todas las áreas del conocimiento por las que se interesó, desde el estudio de la naturaleza, la biología, la botánica, la medicina, la retórica, la política, la ética basada en la renuncia a los extremos y el cultivó las virtudes cívicas entre otras. Aristóteles constituye un referente para el pensamiento moral y científico contemporáneo. El hecho de que hayan tenido que transcurrir casi veinte siglos para descubrir ciertas limitaciones en el pensamiento de Aristóteles demuestra su originalidad. Sin embargo, su abandono en parte ha originado preguntas fascinantes: ¿cuántas limitaciones del pensamiento científico quedan aún por descubrir?, ¿qué peligros suponen estas incorrecciones para nuestra forma de pensar en la actualidad? y ¿qué es lo que ellas impiden el avance del conocimiento hoy día?^{1, 41}.

A lo largo del siglo XX, una generación de eminentes profesionales de estudios clásicos (Balme D., Gotthelf A., Kullmann W., Lennox J., Lloyd G., y Pellegrin P.), abordaron los tratados biológicos de Aristóteles como si fueran tratados de filosofía natural, haciendo particular énfasis en la filología. Armand Marie Leroi, profesor de Biología evolutiva del desarrollo en el Colegio de Londres considera a Aristóteles como el pionero del método científico llevado a la práctica. Aristóteles enseñó sobre todo el conocimiento científico y filosófico de su tiempo, y aunque sus opiniones en física y cosmología a menudo fueron erróneas, no dejaban de tener su coherencia; sin embargo, su impresionante talla filosófica nunca se cuestionó como lo atestiguan sus lecciones impartidas en forma de libros: *Categorías, Sobre la Interpretación, Analíticos Anteriores, Analíticos Posteriores, Tópicos, Refutaciones sofistas, Metafísica, Ética a Nicómaco, Poética y Política*^{1,20,41,42}.

Aristóteles realizó las investigaciones científicas sobre la fauna marina en la isla de Lesbos, sita en el golfo de Kallonis. La naturaleza investigadora de Aristóteles se manifiesta en sus escritos sobre biología y zoología y representan algo más de una quinta parte de su obra conservada. Describe de forma precisa la vida de los animales en sus formas adultas y embrionarias, estos estudios se caracterizan por la gran cantidad de datos que aportan, por su minuciosidad y por el cuidadoso análisis que hace^{41,42}.

De los varios tratados de Aristóteles que nos han llegado a través del “*Corpus Aristotelicum*”, el más extenso de todos se refiere a la investigación sobre la historia de los animales “*Animalium*”. También es preciso considerar otros estudios sobre las patas de los animales, la marcha, el movimiento y la generación de los animales. Este tipo de escritos enlaza con temas estudiados en los pequeños tratados de historia natural y sobre el alma^{20,42-44}.

Aristóteles no se limita a recopilar datos y observaciones, las siguientes preguntas que se plantea traducen su espíritu científico y el ser reconocido como creador de la “Filosofía Natural”. Se plantea y responde a numerosas cuestiones: ¿por qué los peces tienen agallas y no pulmones? ¿Por qué tienen aletas y no patas? ¿Por qué las aves tienen buche y los elefantes trompa? ¿Por qué las águilas ponen pocos huevos y muchos los peces? ¿Por qué solo los humanos andan erguidos? ¿Cómo vemos, olemos, oímos y sentimos el tacto? ¿Hasta dónde llega la influencia del medio sobre el desarrollo? ¿Por qué los hijos se parecen unas veces a los padres y otras no? ¿Qué función cumplen los fluidos vaginales, la menstruación, los testículos y el orgasmo? ¿Cuál es la causa de los nacimientos monstruosos? ¿Cómo consiguen mantenerse vivos los organismos? ¿Por qué se reproducen? ¿Por qué mueren? Con particular detalle se detiene en la anatomía del erizo de mar, las ascidias y los gasterópodos. Describe el pico y las patas de aves costeras. De los delfines le fascinan su respiración aérea y su amamantamiento de las crías, pese a su aspecto de pez. Su amplio análisis de peces ilustra su morfología, régimen alimentario, procreación, sonidos que emiten y las pautas empleadas en sus migraciones^{45,46}.

En sus trabajos sobre zoología, Aristóteles estudia la morfología comparada de las especies, la anatomía funcional, el movimiento, la respiración, la reproducción, el curso del desarrollo embrionario y la muerte. Su animal favorito fue la sepia, “*Sepia Officinalis*”, perteneciente al grupo de los cefalópodos *Cephalopoda* -pies en la cabeza-; también realizó estudios comparando la anatomía y fisiología de la sepia con las de los pulpos y los calamares. Por estas razones, Aristóteles pudo ser considerado como el precursor de la Anatomía Comparada^{45,47,48}.

Para el naturalista e influyente científico inglés y creador de la teoría sobre la evolución de las especies mediante el proceso de selección natural Charles R. Darwin, sus dos dioses fueron Carlos Linneo, creador de la clasificación taxonómica de los animales y Georges Cuvier, fundador de la paleontología y la anatomía comparada. Darwin subrayó que Linneo y Cuvier eran simples niños comparados con Aristóteles^{45, 46, 49, 50}.

SOBRE LA FORMA DE ADQUIRIR EL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO

Los fundamentos del silogismo suscitaron también la curiosidad investigadora de Aristóteles, al basarse la inferencia en la validez de las premisas anteriores se planteaba el problema del recurso al infinito para justificar el razonamiento.

Si cada premisa tiene que estar justificada por otra, entonces, ¿cómo detener la necesidad de justificar el principio del principio? Esto nos llevaría a un proceso infinito de justificación, por esto, Aristóteles afirmó que existían ciertos principios que eran conocidos intuitivamente y que no necesitaban demostración, se refiere a los axiomas. El más fundamental de todos era el principio de contradicción (no es posible que algo sea y no sea, al mismo tiempo, y bajo la misma consideración), de él se sigue el de identidad (algo es igual a sí mismo), y el de igualdad (dos cosas iguales a una tercera son iguales entre sí), y otros que se siguen de los anteriores^{51,52}.

Desde Aristóteles, la historia y la epistemología de la ciencia han puesto de manifiesto que los fenómenos observados, lo que en la actualidad los científicos llaman hechos, van a estar siempre imbuidos de ideología y por tanto de parcialidad. De esta forma, datos no consolidados pueden llevar a conclusiones prematuras y que se consoliden como dogmas avalados por la ciencia. Por esta razón los hechos científicos no se pueden dar como definitivos y deben ser confirmados corregidos o desmentidos por otros autores o por los mismos que los propusieron^{53,54}.

SOBRE EL MÉTODO CIENTÍFICO.

Exceptuando autores como Feyerabend con concepciones anarquistas de la Ciencia, que piensa que no existen imperativos metodológicos de validez universal, la mayoría de los investigadores creen en la existencia de normas o procedimientos que sirvan para obtener el conocimiento científico. El conjunto de estas normas o reglas constituyen el conocido como método científico, método experimental o método de investigación. El método científico conceptualizado e iniciado por Aristóteles y desarrollado por Galileo, Bacon, Descartes y Newton durante la revolución científica, ha constituido el instrumento a través del cual se han conseguido los avances en la Ciencia. Aristóteles crea el método científico, Galileo lo promueve, Bacon lo eleva al rango de filosofía científica verdadera, Descartes precisa en fundamentar las opiniones con la observación y la experiencia, y Newton destaca la necesidad de deducir las teorías de los hechos y no basar los hechos en ideas teóricas o preconcebidas^{33,39,55,56}.

La investigación es el proceso por el cual se alcanzan los saberes y conocimientos en las distintas ramas de la Ciencia. Para ello, precisa de un camino o método que es preciso recorrer para conocer la verdad o conseguir un fin. El método es la herramienta imprescindible para conocer la verdad. Según la Real Academia Española (R.A.E.), el método es el procedimiento que se sigue en las ciencias para hallar la verdad y enseñarla. De una parte, el método expresa de forma general los supuestos teóricos de un determinado acercamiento a la realidad y de otro lado expresa las normas concretas para abordar esta realidad y manejar los resultados obtenidos. En las distintas ciencias, el punto de partida para responder a una pregunta constituye el “*ad quo*” del método, y el punto de llegada, “*ad quem*”; representa la adquisición de la verdad. Entre el *ad quo* y el *ad quem* está el camino a recorrer, el método científico^{55,59}.

Además de la utilización correcta del método científico, es preciso plantear preguntas para poder contestarlas de forma correcta, concebir hipótesis adecuadas, idear experiencias que puedan ser confirmadas e hipótesis que puedan ser refutadas. En contra de la opinión de los positivistas de finales del siglo XIX y los neopositivistas del primer tercio del siglo XX representados por el círculo de Viena, el método no es igual para todas las ciencias. Como ya planteara Aristóteles, todos los científicos actúan bajo supuestos generales comunes, pero la investigación se ha diversificado de tal forma que las normas sean necesariamente distintas de unas ciencias a otras e incluso dentro de cada ciencia, en concreto en las subespecialidades de cada disciplina. Resulta evidente comprender que

no se investigará un hecho concreto del mismo modo un astrofísico que por un biólogo^{30, 41, 56, 60, 61}.

Aunque la falsabilidad del conocimiento científico es un resultado adquirido de la filosofía científica contemporánea, sin embargo, no existe un consenso universal sobre la idea de unidad del método científico. Si bien existen diferencias en las técnicas de prueba de las hipótesis metódicas en el vasto campo de investigación, Antiseri D., siguiendo el racionalismo crítico de Karl Popper, favorece la perspectiva de la unidad del método en las ciencias naturales, sociales y filológicas⁶⁰⁻⁶³.

En relación a los valores que deben presidir el método científico en la filosofía de la ciencia, Aristóteles se refiere al manejo adecuado y a los usos de las consideraciones de valor utilizando el método heurístico para identificar o reconocer tales valores. Los valores se definen como descripciones o condiciones que guían la acción humana y son dignas de elogio o de culpabilidad. Los valores se manifiestan en discursos en una o más de tres dimensiones: lingüística, causal y descriptiva, y cada uno con “subtipos” distintivos. Al reconocer las diversas formas en que los valores se manifiestan en los discursos, uno puede hacer preguntas relevantes del discurso, y, por tanto, llegar a reconocer posibles significados evaluativos, analizar las fortalezas, las limitaciones y los caminos para desarrollar el modelo adecuado⁶⁴⁻⁶⁸.

Durante el siglo XX, se han observado irregularidades en estudios estadísticos de algunos trabajos publicados en las Ciencias de la Medicina y las Humanidades. Estas irregularidades plantearon la posibilidad de pronosticar lo que se consideraba impredecible, razón por lo que las leyes de probabilidad se convirtieron en una alternativa a las leyes estrictamente causales. Lo que el pensamiento de algunos filósofos actuales plantea sobre el uso de modelos probabilísticos y el análisis de decisiones ya quedaba en parte resueltos por la lógica y creencia en el método científico de Aristóteles⁶⁹⁻⁷¹.

En el campo de las ciencias en general y en la medicina en particular, el método científico ha sido el pilar de la investigación científica y de la práctica clínica desde hace al menos un siglo. Sin embargo, desde que Aristóteles creara el método científico, este ha evolucionado de tal forma que ha surgido una nueva metodología en la comunidad científica, como la introducción del modelado y la simulación como parte integral del proceso científico. Después de que se propone la hipótesis y se diseña un experimento, los científicos efectúan numerosas simulaciones del experimento, se realiza una optimización iterativa del diseño del experimento en la computadora y posteriormente se observan la creación de prototipos virtuales y se evalúan. Después de este paso iterativo, cuando se ha refinado y conseguido el mejor diseño, el experimento real se realiza en el laboratorio. El valor que aporta el paso de modelado y simulación es que ahorra tiempo y costes para realizar el experimento en vivo. La práctica de la medicina debe buscar las herramientas que utiliza el resto de la comunidad científica y considerar la adopción y adaptación de esos nuevos principios al método científico⁷²⁻⁷⁵.

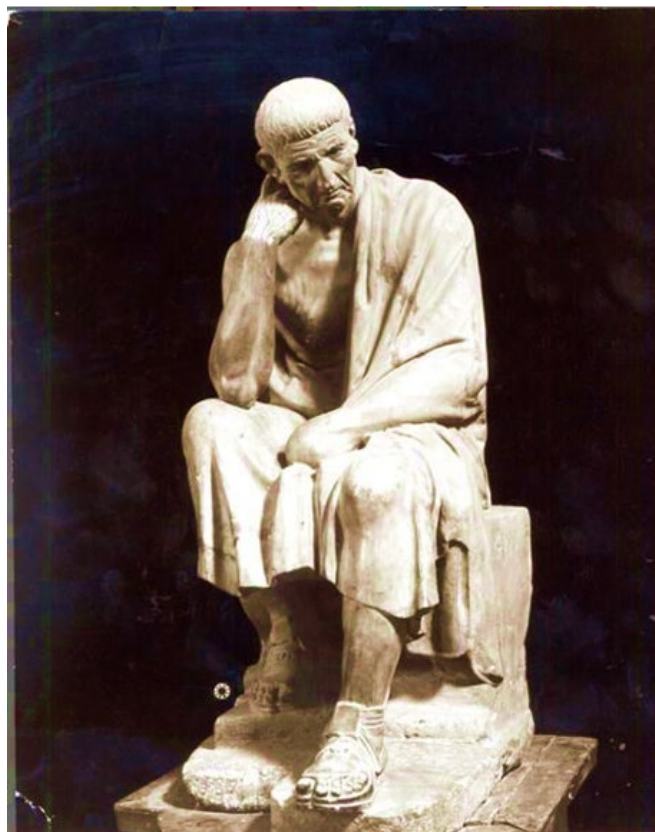


Fig. 4 – Aristóteles: escultura en mármol sita en Palazzo Spada de Roma.
Su actitud representa el pensamiento y la vigencia de sus ideas que permanecen en occidente.

La escultura de Aristóteles en mármol (h. 1920-1930) sita en el Palazzo Spada de Roma (Fig. 4), adopta cierta semejanza con *El Pensador* (1881-1882) de Auguste Rodin. Aristóteles aparece sentado en una roca, vestido con una túnica, con la cabeza ligeramente inclinada y apoyada parcialmente en el dorso de la mano derecha. La actitud que adopta representa estar sumergido en sus pensamientos y reflexiones, simboliza la vigencia de las ideas de Aristóteles que han perdurado en el pensamiento occidental durante más de dos mil trescientos años.

12. CONCLUSIONES

Aristóteles establece la Ciencia como un conocimiento demostrativo, concibe la investigación científica como una progresión circular que va desde las observaciones hasta los principios generales, para volver a las observaciones. Defendió el método racional del conocimiento, para después crear el método científico. Se le considera como el fundador de la Lógica y de la Filosofía de la Ciencia.

El método inductivo-deductivo que propusiera Aristóteles como herramienta de la “investigación” en el campo de las Ciencias, privilegia el análisis del razonamiento deductivo, y en especial del razonamiento deductivo categórico o silogismo. La

interpretación racional del conocimiento que creara Aristóteles fue de extraordinario valor para el desarrollo de las Ciencias Básicas y de la Medicina.

Aristóteles se refiere a la investigación científica como un método de la ciencia, que es, por tanto, el método científico experimental. También establece la relación existente entre la filosofía y la ciencia como maneras de buscar la verdad, que se conectan entre sí y son el resultado de la lógica aplicada a la ciencia.

13. BIBLIOGRAFÍA

1. Ackrill JL. Aristotle the Philosopher. Oxford. Oxford University Press; 1981.
2. Alsina L. Aristóteles, de la filosofía a la ciencia. Barcelona. Editorial Montesino; 1986.
3. Leroi AM. The lagoon: how Aristotle invented science. New York. Penguin Books; 2015.
4. Guerra F. Medicina Griega. Guerra F. Historia de la Medicina Tercera Edición. Madrid. Ediciones Norma; 2007. pp. 65-87.
5. Boylan M. The Galenic and Hippocratic challenges to Aristotle's conception theory. J Hist Biol. 1984; 17:83-112.
6. Dunn PM. Aristotle (384-322 BC): philosopher and scientist of ancient Greece. Arch Dis Child Fetal Neonatal. 2006; 91:75-77.
7. Aristotelian Physics.
<http://www.hep.fsu.edu/~wahl/Quarknet/pepperlect/aristogalnewt.pdf> Last update: october 28, 2018.
8. Papp D. Historia de la Ciencia: desde la antigüedad hasta nuestros días. Buenos Aires
<https://apuntefilo.wordpress.com/cosmologia-aristotelica/> Last update: april 22, 2019.
9. Ross WD. Aristotle's Physics. Oxford (U K): Clarendon Press; 1936.
10. Velarca T. Cosmología Aristotélica. <https://apuntefilo.wordpress.com/cosmologia-aristotelica/>. Last update: october 14, 2016.
11. Ross WD. Aristotle's Physics. Oxford. Clarendon Press; 1936.
12. La naturaleza de la luz. <https://eltamiz.com/2013/06/19/la-naturaleza-de-la-luz/> Last update: july 8, 2018.
13. Mariscal C, Barahona A, Aubert-Kato N, Aydinoglu AU, Bartlett S, Cárdenas ML, et al. Hidden Concepts in the History and Philosophy of Origins-of-Life Studies: a Workshop Report. Orig Life Evol Biosph. 2019; 49: 111-145.
14. Schopf JW, Kudryavtsev AB, Agresti DG, Wdowiak TJ, Czaja AD. Laser-Raman imagery of Earth's earliest fossils. Nature. 2002; 416 (6876):73-76.
15. Ghiselin MT. What history of evolutionary biology is not. Hist Philos Life Sci. 2001; 23:117-124.

16. Zwier KR. Methodology in Aristotle's Theory of Spontaneous Generation. *J Hist Biol.* 2018; 51:355-386.
17. Depew DJ. Consequence etiology and biological teleology in Aristotle and Darwin. *Stud Hist Philos Biol Biomed Sci.* 2008; 39: 379-390.
18. Mosterín J. *Aristóteles. Historia del pensamiento.* Madrid. Alianza Editorial; 2007.
19. Lennox J. Aristotle's biology: plain, but not simple. *Stud Hist Philos Sci.* 1994; 25:817-823.
20. Aristóteles. *Obra biológica: De Partibu Animalum. De Motu Animalium. De Incessu Animalium.* Oviedo (España): KRK Ediciones; 2018. Traducción del griego por Bartolomé R. Introducción y notas por Marcos A.
21. *History of Animals, Aristotle. Volume I.* Massachusetts. Harvard University Press; 2018.
22. Barnes J, Nussbaum MC. Aristotle's *de Motu Animalium*. *Classical Rev.* 1980; 30:222-226.
23. Sedley David. *Creationism and Its Critics in Antiquity.* Oakland (Estados Unidos): University of California Press; 2008.
24. Ludwig E. Aristotle and the Concept of Evolution. *The Classical Weekli.* 1944; 37:148-150.
25. Aristóteles. <http://fundacionorotava.org/bachillerato/filosofia/aristoteles/> Last update: april 2, 2017
26. Barnes J. *Aristotle.* Oxford. Oxford University Press; 1982.
27. *Botánica. Historia. La Antigüedad Clásica. Aristóteles.*
<http://www.plantasyhongos.es/botanica/Aristoteles.htm> Last update: may 24, 2015.
28. Mosterín J. (2006). *Zoología. Aristóteles: historia del pensamiento.* Madrid. Alianza Editorial; 2006.
29. *Periodos de clasificación de las plantas.*
<https://es.slideshare.net/videoconferencias/periodos-de-clasificacion-de-las-plantas>
Last update: february 18, 2013.
30. Gotthelf A. *Teleology, First Principles, and Scientific Method in Aristotle's Biology.* Oxford. Oxford University Press; 2012.
31. Pinto-Correia C. *The Ovary of Eve.* Chicago. University of Chicago Press, 1997.
32. *Contenido de la educación según Aristóteles.*
<http://etext.library.adelaide.edu.au/a/aristotle/generation/complete.html> Last update: February 6, 2020.
33. Cole FJ. *Early Theories of Sexual Generation.* Oxford. Clarendon Press, 1930.
34. Clarence S. *The Psychology of Aristotle: An Analysis of the Living Being.* Columbia, Washington D. C. Columbia University Press; 1941.
35. Freud S. *Obras completas (1899-1900). La interpretación de los sueños. Tomo II.* Madrid. Editorial Biblioteca Nueva; 1972.
36. Green C, Dreams L, Institute of Psychophysical Research. Oxford. Oxford University Press. 1982; pp. 15-19. Citado por Christian Bouchet.

37. Hobbes T. Leviathan. London (U K): Penguin; 1985.
38. Windt J.M. Dreams and Dreaming. The Stanford Encyclopedia of Philosophy. Metaphysics Research Lab, Stanford University.: Stanford University Press.
39. Bermejo Frígola V. Ortega, Freud, El psicoanálisis y la interpretación de los sueños. Rev Hist Psicol. 2000; 21:631-658.
40. Searle JR. The future of philosophy. Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci. 1999; 354:2069-2080.
41. Strathern P. Aristóteles. Madrid. Siglo XXI de España Editores, S. A.; 1996.
42. Farquharson ASL. De incessus animalium. The Works of Aristotle. Vol V. Oxford. Clarendon Press; 1943.
43. Forsters ES. De incessus animalium. Loeb Classical Library. Harvard. Harvard University Press; 1937.
44. Palli J. Investigación sobre los animales (HA). Madrid. Editorial Gredos; 1992.
45. Lamarck JBM. Filosofía zoológica. Barcelona. Ediciones Mateu; 1971.
46. Moorehead A. Darwin C. La expedición en el Beagle (1831-1836). Barcelona. Editorial Serval; 1980.
47. Leakey RE. Darwin y su teoría. Darwin C. El origen de las especies. Barcelona. Ediciones del Serbal S. A.; 1994. pp. 9-53.
48. Kuhn TS. La estructura de las revoluciones científicas. México D. F. Fondo de Cultura Económica; 2004.
49. Gavin de Beer Sir. Darwin C: A Scientific Biography. Oxford. Oxford University Press; 1958.
50. Amith J M. The Theory of Evolution. London. Penguin; 1976.
51. Correia M. La actualidad de la lógica de Aristóteles. Rev Filos. 2006; 62: 139-150.
52. Tarski A. Introduction to Logic and the Methodology of Deductive Sciences. Oxford. Oxford University Press; 1946.
53. Bloom FE. Unseemly competition. Science. 2000; 287(5453)589.
54. Rietti S. En torno al discurso sobre la política científica, en el marco de una reflexión ética de la investigación biomédica. En: Rivera S. Ética y gestión de la investigación biomédica. Buenos Aires. Ediciones Paidós; 2008:65-87.
55. Rodríguez Montes J A, García-Sancho Téllez L, García Sancho Martín L. La investigación en cirugía. En: Tamames Escobar S, Martínez ramos C. Fisiopatología general. Aspectos básicos. Manejo del paciente quirúrgico. Madrid. Editorial Médica Panamericana S. A.; 1997:502-509.
56. Rodríguez Montes J A. ¿Qué es investigación quirúrgica? Objetivos y filosofía. En: Rodríguez Montes J A. Bases de la investigación en cirugía. Madrid. Editorial: Centro de Estudios Ramón Areces S. A.; 2005:1-29.

57. Rodríguez Montes JA. El método científico. En; Rodríguez Montes J A. Bases de la investigación en cirugía. Madrid. Editorial: Centro de Estudios Ramón Areces S. A.; 2005:31-44.
58. Vaquero C, González-Perea J. La cirugía experimental en el contexto de la investigación quirúrgica. Anal Acad Med Cir Vall. 1986; 24: 211-217.
59. Vaquero C. Modelos experimentales en la investigación. Rev Esp Invest Quir. 2000; 3:171-180.
60. Vaquero Puerta C. En: Rodríguez Montes J A. Bases de la investigación en cirugía. Madrid (España): Editorial: Centro de Estudios Ramón Areces S. A.; 2005:119-134.
61. Antiseri D. Philosophers, physicists and physicians in defense of the unity of the scientific method. Clin Ter. 1998; 149:429-433.
62. Summers RL, Woodward LH, Galli RL. Learning the process of research by using the scientific method. Med Teach. 1999; 21:591-593.
63. Popper K R. La lógica de la investigación científica. Madrid. Editorial Tecnos; 1977.
64. Sadler JZ. Recognizing values: a descriptive-causal method for medical/scientific discourses. J Med Philos. 1997; 22:541-565.
65. Quivy R. The construction of the object of research in the scientific method. Rech Soins Infirm. 1997; 50:32-39.
66. Huxtable RJ. Giordano Bruno, Galileo and the foundations of the scientific method. Proc West Pharmacol Soc. 1997; 40:1-7.
67. Rubino M. Importance of the scientific method in clinical research. Ann Ital Chir. 1988; 60:3-4.
68. Richardson JP. A philosophical background to scientific method. Aust N Z J Surg. 1983; 53:505-507.
69. Maciel EM, Telles FS. Essay on the epistemological relationship between probability and scientific method. Cad Saude Publica. 2000; 16:487-97.
70. Holden C. Subjecting belief to the scientific method. Science. 1999; 284 (5418):1257-1259.
71. McGrath WB. The sabotage of scientific method. Ariz Med. 1979; 36:283-284.
72. Satava RM. The scientific method is dead-long live the (new) scientific method. Surg Innov. 2005; 12:173-176.
73. Richardson JP. A philosophical background to scientific method. Aust N Z J Surg. 1983; 53:505-507.
74. Rubino M. Importance of the scientific method in clinical research. Ann Ital Chir. 1988; 60:3-4.
75. Ponsatí-Murlá O. Aristóteles. Barcelona. RBA; Libros S. A., 2015.