

El renacimiento científico

(por Adolfo E. Trumper)

En el presente escrito se desarrolla la evolución desde la ciencia medieval (1300) hasta la configuración de la ciencia moderna (primer mitad del 1500). Nuestra intención es mostrar que el origen de la ciencia moderna no fue un evento aislado de la historia –como a veces se lo presenta-- sino el resultado de un lento proceso cuyo comienzo podemos ubicar en la edad media tardía. Al final hacemos un resumen de los métodos científicos propuestos por Bacon, Galileo y Descartes. Los dos últimos serán abordados en más detalle en otros escritos.

r

La ciencia medieval

Durante la edad media el horizonte vital de la sociedad consistía en la salvación del alma, mientras que la vida terrenal de las personas dependía, en orden creciente, de los señores feudales, del rey y de la iglesia. El rey organizaba la vida cotidiana bajo las directivas de la iglesia que, a su vez, cuidaba que el orden terrenal se conformara a la voluntad divina en aras de la salvación eterna.

Uno de los eventos más singulares de la edad media fueron las cruzadas. Si bien el objetivo de recuperar la tierra santa fue un gran fracaso, gracias a éstas, se recuperaron un montón de manuscritos antiguos traducidos al árabe que, posteriormente, fueron traducidos al latín por los humanistas del renacimiento. Entre los autores más relevantes se encontraba Aristóteles cuyo sistema de pensamiento constituyó el andamiaje teórico de la filosofía cristiana (Santo Tomás de Aquino).

Hacia el 1300 ya se habían consolidado las primeras universidades de Europa (Bologna, Oxford, París, Salamanca) constituidas, en su mayoría, por los miembros de la misma iglesia. Muchos de estos intelectuales se dedicaron a mejorar las traducciones de Aristóteles, transformándose en los primeros comentadores o críticos del filósofo. Cabe destacar que la obra de Aristóteles fue monumental: además de ser el primero en comunicar sus conocimientos en forma de apunte, o lecture --un modo en el cual hoy estamos muy habituados-- sus contenidos abarcaban

- la naturaleza y sus principios últimos
- el mundo animal y vegetal
- la vida política
- la felicidad individual
- el análisis de la belleza trágica
- el análisis de los constituyentes del discurso retórico
- las reglas de la formación de argumentos

De todos estos temas, obviamente, lo más estudiado era todo lo que estaba relacionado con Dios y la salvación (los principios últimos) ya que lo divino se oponía a lo natural y a lo humano. Por eso las críticas no podían estar dirigidas directamente a estos temas ya que significaba ir en contra de las sagradas escrituras. Las críticas que menos parecían afectar a la autoridad de la iglesia fueron aquellas nociones sobre la naturaleza que estaban relacionadas con el cambio o el movimiento. En este sentido, durante la primera mitad del 1300, Guillermo de Occam lanzó una crítica muy precisa que decía lo siguiente:

“Había que excluir de la filosofía las entidades metafísicas innecesarias por ser inaccesibles”

Este fue un supuesto metodológico fundamental que preparó el terreno para que se desarrollara la ciencia medieval. Concretamente, Occam decía:

“No es posible demostrar que los accidentes son causados por alguna causa esencial, o formal. Por eso la noción aristotélica de sustancia carece de sentido y debe ser cercenada con una navaja ”

esta es la famosa: Navaja de Occam,

la cual comenzó a separar la teología de la filosofía.

La ciencia mística y las fuerzas ocultas de la naturaleza

Entre el 1300 y el 1400 la situación social era bastante crítica. La peste negra, la sífilis y el tifus marcaron una creciente necesidad en el mago y el médico. En esta época, además de tener un muy buen pasar económico, el médico tenía un puesto en la universidad y gozaba de un gran prestigio. Su conocimiento práctico primaba sobre su conocimiento teórico de anatomía y fisiología.

Por otro lado el shock psicológico causado por las grandes epidemias del 1300 promovió a la astrología como otra de las disciplinas respetables. Gracias a la imprenta (1450) se extendió la creencia tanto en las fuerzas ocultas de la naturaleza (no de Dios) como en la brujería. Eso sucedió, sobretodo, en Alemania.

A través de la astrología se había inaugurado una nueva relación entre los príncipes y las masas. Cada evento celeste singular como

- conjunción de planetas,
- aparición de cometas,
- eclipses,
- estrellas nuevas,

era interpretado por los protegidos de los mecenas como la predicción de algún desastre, en concordancia con el estado de ánimo de la época.

La alquimia era otra actividad muy bien paga. Además de ser utilizaba para la metalurgia los alquimistas prometían a sus mecenas la obtención del oro.

Las fuerzas ocultas de la naturaleza como

- magnetismo
- hierbas
- uso de la fuerza del aire y el agua
- juguetes animados
- la mística de los números para las predicciones

configuraron lo que se denomina la ciencia mística; cuyos aspectos prácticos generaron la convicción de que se podía acceder a un cúmulo de conocimiento práctico que no se encontraba en los libros. Esta ciencia mística aplicada era utilizada para hacer el mal a través de la brujería; o para hacer el bien a través de la medicina, la óptica, la mecánica y el magnetismo. Como correlato de estos últimos se crearon un montón de manuals simplificados de matemáticas para artesanos.

El espíritu humanista

Los intereses del espíritu humanista (1400) habían cambiado respecto a los de la edad media. La creciente atención dirigida hacia el hombre en relación a la sociedad, más que a Dios, y el interés por los clásicos de la antigüedad fueron las características más relevante del humanismo. Además de la valoración de la literatura griega y latina, los humanistas se revelaban a la escolástica como

disciplina intelectual de la escuela medieval que se ocupaba más de la lógica y la teología que de la literatura sobre los estudios “profanos” de la naturaleza.

Los humanistas estaban ansiosos por recuperar textos “oscuros” y sustituir las traducciones medievales (siglo XII y XIII) que además de estar escritas en latín bárbaro (eclesiástico) estaban plagados de errores de traducción provenientes del árabe.

La fase más heroica del humanismo – anterior a la imprenta-- corresponde a la búsqueda y correcta traducción de los manuscritos originales de los antiguos. Por ejemplo, los manuscritos de Lucrecio (1417), Cicerón, y la obra médica de Celso (1426) fueron recuperados en monasterios; mientras que la geografía de Tolomeo (1406), más una gran variedad de obras griegas, fueron encontradas en constantinopla (1545) luego de su caída.

La próxima fase del humanismo consistió en la traducción de la mejor obra griega entre 300 AC- 150 AC:

- Arquímedes
- Apolonio (cónicas)
- Euclides
- Galeno

Durante la edad media toda esta literatura no había sido tomada en cuenta debido a las dificultades que implicaban seguirlos, pues no estaban educados para ello. Por eso el retorno a los griegos durante el renacimiento significó tomar más seriamente a los griegos.

La imprenta junto con los conocimientos de geografía de Tolomeo, la astronomía, la matemática y la brújula favorecieron la era de la circunnavegación del globo terrestre y todo lo que ello significó posteriormente en términos de conquista, riquezas, modos de producción y poder. Nombres como Copérnico, Kepler, Brahe, De Cusa, Bruno y Gilbert son algunos de los representantes de esta época, anterior a la era moderna de Galileo, Bacon y Descartes.

Los comienzos de la ciencia moderna

Galileo Galilei en Italia (1564-1642), Francis Bacon en Inglaterra (1561-1626) y Descartes en Francia (1596-1650) se dieron cuenta de la importancia de la matemática, de la experiencia y de la razón a la hora de configurar el nuevo método de la ciencia moderna. Bacon le otorgó todo el peso a la experiencia mediante el método inductivo; mientras que Descartes inclinó la balanza hacia las matemáticas mediante el método deductivo. Galileo, por otro lado, inventó el método de la mecánica que no es más que el método hipotético deductivo contrastado con la experiencia. El éxito de este método se debe al equilibrio sutil que logra entre la experiencia y las matemáticas mediante el proceso de idealización. Este método, finalmente, resultó ser el método de la física.

A pesar de las diferencias, estos pensadores compartían – junto con muchos intelectuales de la época-- una gran insatisfacción con todo el saber que habían recibido en sus centros de estudios los cuales se basaban, fundamentalmente, en la gramática, la retórica y la dialéctica. Los temas de lógica, física, matemática, moral y metafísica eran abordados muy superficialmente. En particular, la física aristotélica era la única física que se enseñaba.

Las principales críticas apuntaban a que la mirada estaba orientada al estudio de libros del pasado que veneraban el principio de autoridad; más que el ejercicio autónomo del razonamiento. El principio de autoridad significaba no criticar al sistema Aristotélico porque le otorgaba estructura filosófica a la biblia. Personajes como Giordano Bruno, y muchos otros, fueron condenados a la

hoguera; mientras que Galileo fue condenado a prisión domiciliaria por enseñar el sistema heliocéntrico de Copérnico.

Al igual que los humanistas del renacimiento, Galileo, Bacon y Descartes rechazaron la escolástica de la edad media. El método escolástico era verbalista en el sentido que se enredaba frecuentemente en meras discusiones de palabras en vez de ir a las cosas mismas. Uno de esos problemas era el concepto de esencia de Aristóteles, muy utilizado en la edad media y criticado por Guillermo de Occam.

Además, el silogismo fue muy criticado como medio para deducir la verdad. Recordemos como funcionan los silogismos:

Silogismo

- 1) todos los hombres son mortales (premisa mayor)
- 2) Sócrates es hombre (premisa menor)
- 3) luego, Sócrates es mortal (conclusión)

El problema del silogismo es que no permite obtener nuevas verdades, mientras que solo tiene valor como método de exposición para presentar ordenadamente verdades ya sabidas. En cierto sentido, en la edad media, esto tenía legitimidad ya que las verdades ya estaban dadas! Sin embargo el silogismo no puede servir como fuentes de un nuevo conocimiento.

Galileo, con su nuevo método de la mecánica, logró nuevas verdades sobre la caída libre de los cuerpos ($a=cte$) y el lanzamiento de proyectiles (trayectoria parabólica); mientras que Descartes logró unificar la geometría y el álgebra mediante la geometría analítica. Esto no solo significó reducir todos los problemas de la geometría a un único tipo de problema algebraico sino que además la geometría analítica podía resolver un número ilimitado de problemas.

En lo que respecta a Galileo, éste vivió siempre en Italia y distribuyó su tiempo entre Pisa- Venecia- Padua – Venecia y Florencia. Para poder llevar adelante sus investigaciones necesitó la protección de hombres poderosos como los Medici de Florencia. Quizás fue por esto que lo condenaron a prisión domiciliaria y no a la hoguera.

Dada su cercanía con Roma tuvo un debate directo con la iglesia respecto al sistema heliocéntrico y geocéntrico, lo cual no constituía un mero debate astronómico sino un debate sobre el nuevo horizonte vital que se avecinaba y que implicaba

la superación del principio de autoridad.

En particular, la posibilidad de llegar a una demostración alternativa a las sagradas escrituras, por vía experimental o matemática, significaba una pérdida de poder de la iglesia.

Por eso podemos decir que Galileo se la pasó construyendo sus teorías y su método desde las “trincheras”. Por ejemplo, decía

“la biblia nos enseña a como comportarnos para llegar al cielo,
pero no como el cielo funciona”

Ademas,

“las demostraciones matemáticas son el único instrumento que nos permite construir, a partir de la experiencia sensible, razonamientos que nos lleven al descubrimiento verdadero del funcionamiento de los fenómenos naturales”

“El libro del mundo esta escrito en lenguaje matemático”.

La vida de Descartes, en cambio, transcurrió entre Haye-Paris-Alemania-Holanda y Suecia. Esta lejanía con respecto a Roma le dio mayor tranquilidad para trabajar, adoptando una actitud mucho más contemplativa. No obstante, Descartes iba cambiando de hogar por temor a correr el mismo destino que Galileo. Al menos esto es lo que se ve reflejado en el Discurso del método. Su lejanía de los embates de la iglesia, sin embargo, no significaba una menor devoción por Dios, al contrario, Descartes hace una apuesta mucho más grande:

Así como el primer motor inmóvil de Aristóteles fue bautizado como el Dios cristiano por parte de Santo Tomas de Aquino, Descartes asumió que Dios era nuestro garante

- de que los principios de la razón sean los correctos
- de la posibilidad de ver todo aquello que es claro y distinto.

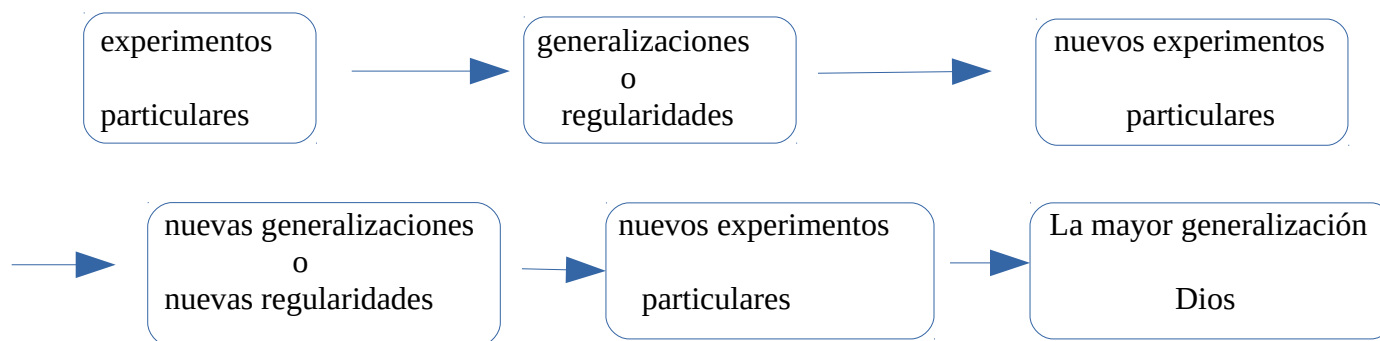
Para ello Descartes se vio forzado a mostrar racionalmente la existencia de Dios.

Síntesis estructural de los métodos de Bacon, Descartes y Galileo:

Francis Bacon: método inductivo

Para Bacon la tarea del científico consistía en hacer un catálogo de los hechos, de las hipótesis sugeridas y de los experimentos requeridos. Él creía que la renovación de la ciencia se iba a llevar cabo gracias a ese catálogo. En particular, Bacon estaba convencido de que a partir de ciertos experimentos particulares se podía obtener generalizaciones o regularidades que tenían el estatus de verdades evidentes o axiomas; y que estas generalizaciones eran las encargadas de dirigir los futuros experimentos a partir de los cuales se encontrarían nuevas generalizaciones, y así sucesivamente. El nivel más bajo de las generalizaciones se encontraba tan próximo a los hechos concretos que no podían ser de gran utilidad. En el otro extremo, en el nivel más alto de todas las generalizaciones --fuera de nuestro alcance-- y en las cercanías de Dios se encontraban las causas primeras de las cuales debían encargarse los filósofos. Mientras tanto el científico debía encargarse de las generalizaciones o axiomas intermedias porque eran las únicas verdades sólidas que realmente importaban, es decir, aquellas generalizaciones más o menos complejas que eran obtenidas a partir de las generalizaciones más básicas.

El método inductivo de Bacon puede esquematizarse de la siguiente manera:



Si bien el método de Bacon tenía en cuenta la experimentación, es importante aclarar que éste no fue de gran utilidad para diseñar e interpretar sus experimentos por no haber realizado idealizaciones a través de la abstracción matemática. Esta fue la gran diferencia entre el método experimental de Bacon y el de Galileo, quien por medio de idealizaciones, logró matematizar la experiencia y así extraer un conocimiento genuinamente nuevo.

Descartes: método deductivo

Luego de fusionar la geometría y el álgebra mediante la geometría analítica Descartes tenía una gran confianza en las matemáticas. Esta confianza en el poder deductivo de la razón lo impulsó a diseñar un método mucho más pretencioso que no solo sirviera para buscar la verdad en las ciencias sino también para conducir bien la razón en la vida. El núcleo de su método son sus 4 preceptos que muy sucintamente se pueden enunciar así:

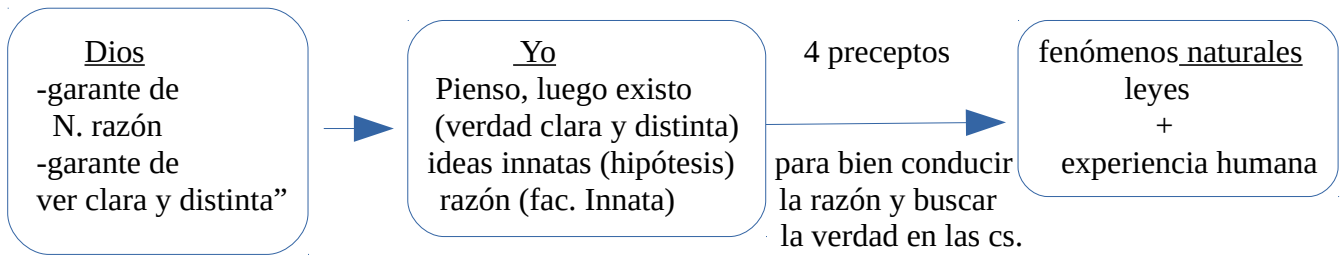
Los 4 preceptos

- No admitir nada como verdadero, sino lo evidente (lo claro y distinto)
- Dividir cada dificultad en cuantas partes sea posible (análisis o hipótesis reduccionista)
- conducir ordenadamente el pensamiento desde lo más simple a lo más complejo (síntesis o hipótesis constructivista)
- Hacer recuentos completos o revisiones tan generales de manera que se llegue a estar persuadido de no haber omitido nada.

Descartes estaba convencido que si en el proceso de investigación uno se abstenía de admitir como verdadero algo que no lo sea y además aplicaba siempre en el orden correcto los 4 preceptos no había nada, por mas alejado y oculto que estuviera, que no pudiera ser deducido por medio de esta cadena de verdades. Esto último puede tomarse como su manifiesto racionalista.

Sin embargo, su confianza en la razón fue mucho más allá, en el sentido que además intentó demostrar racionalmente la validez de su método. Para ello Descartes tuvo que ir hacia atrás, hacia los fundamentos, demostrando mediante la duda metodica, en primer lugar, que el sujeto que aplica los 4 preceptos no solo existe –pienso, luego existo-- sino que además es el principio fundamental de su filosofía. Finalmente cierra su sistema demostrando la existencia de dios. Este punto es fundamental ya que, además de dotarnos con un conjunto de ideas innatas, Dios nos garantiza tanto la facultad de la razón como la posibilidad de ver clara y distintamente lo evidente.

Esta estructura de su sistema de pensamiento puede esquematizarse de la siguiente manera:

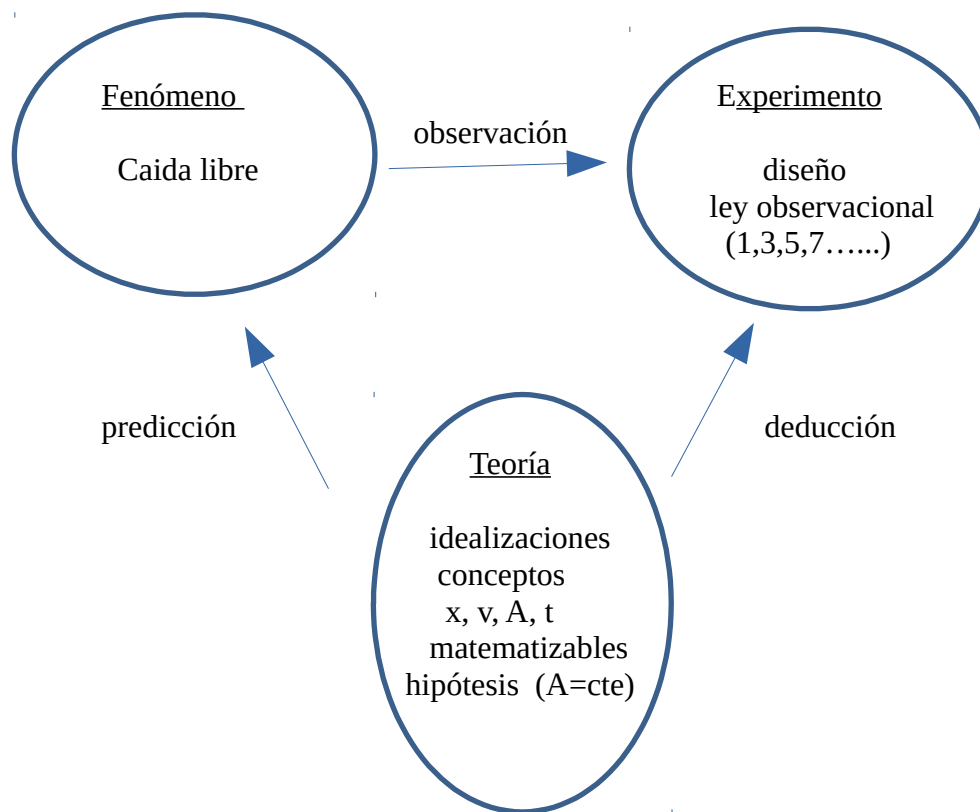


A primera vista cuesta creer que mediante la mera aplicación de estos 4 preceptos tan esquemáticos se pueda derivar el conocimiento científico. Como explicó Christian Huygens, en el Discurso del método Descartes no se proponía enseñar su método sino solo hablar del método. Por eso su título fue el de Discurso del método y no el de Tratado del método. Sin embargo, es importante reconocer que en todas aquellas ciencias donde la hipótesis reduccionista y la hipótesis constructivista funciona, como las ciencias naturales, la aplicación de los 4 preceptos es ampliamente utilizada con éxito. Más adelante nos enfocaremos en el Discurso del Método y en las consecuencias de éste para las ciencias y la filosofía occidental,

Galileo: método hipotético- deductivo contrastado con la experiencia

Galileo diseñó este método para la mecánica, y en particular, para la caída libre de los cuerpos. El método de Galileo es muy exitoso porque combina de manera equilibrada la experiencia y las matemáticas por medio de idealizaciones (lo vamos a ver más adelante). El elemento más novedoso, sin embargo, es el de la hipótesis provisional lo cual le otorga una cierta flexibilidad al método. Por ejemplo, en el caso de la caída libre de los cuerpos Galileo asumió la hipótesis provisional de aceleración constante, $A = \text{cte}$. La manera en que definió la aceleración le permitió representar el movimiento acelerado mediante triángulos a partir de lo cual pudo deducir matemáticamente la ley observacional (sucesión de los números impares 1,3,5,7.....) que obtuvo mediante la experimentación. Luego, al demostrar matemáticamente (teóricamente) la ley observacional a partir de la hipótesis (imaginada por la mente) le pudo asignar el estatus de verdadera a la hipótesis de $A = \text{cte}$.

Esto puede esquematizarse de la siguiente manera:



Esta estructura Fenómeno-Experimento-Teoría se mantiene para cualquier otro tipo de fenómeno natural y de ahí su potencialidad. El trabajo de físico consiste en hacerse preguntas sobre los fenómenos. Para ello diseña experimentos y obtiene leyes observacionales, las cuales intenta deducir teóricamente a partir de idealizaciones, conceptos e hipótesis.

La ventaja de este método es que de alguna manera es autorregulado. Que queremos decir con esto? Las correctitud de las teorías pueden ser provisionales en el sentido que con el paso del tiempo los experimentos pueden ser refinados de manera tal que las hipótesis también tengan que ser refinadas. Por eso se dice que las teorías son verdaderas provisionalmente. La otra característica fundamental del método es que da piedra libre a la creatividad, es decir, proponer cualquier tipo de hipótesis. Luego, si a partir de esta hipótesis no se pueden deducir las leyes observacionales la hipótesis quedará deshechada. Notar que a diferencia de Bacon y Descartes, en el método de Galileo Dios no aparece!

Bibliografía:

Diálogos acerca de dos nuevas ciencias, Galileo Galilei. Editorial Losada.

The origin of modern science. Herbert Butterfield. The Free Press.

Il rinascimento scientifico 1450–1630. Marie Boas. Feltrinelli editore.

Noticias del planeta Tierra. Galileo Galilei y la revolución científica. Guillermo Boido. A–Z Editora.