

Marisa D'Aquino - Viviana Barrón

PROYECTOS Y METODOLOGÍAS DE LA INVESTIGACIÓN



Enseñanza Media - Secundaria
Humanidades y Ciencias Sociales
Ciencias Naturales



Muestra distribuida por la editorial

ÍNDICE

CAPÍTULO 1 – EL CONOCIMIENTO A TRAVÉS DE LA HISTORIA	11
Las ideas filosóficas y la preocupación por el <i>conoscere</i>	11
CAPÍTULO 2 – EL CONOCIMIENTO: CONCEPTUALIZACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y DIFERENCIACIÓN	21
El caso de Giordano Bruno: razón vs. Fe	23
¿Quién determina cuando un conocimiento es científico?	
Los paradigmas según Thomas Kuhn	25
Actividades	28
CAPÍTULO 3 – LAS CIENCIAS Y SU CLASIFICACIÓN	31
Ciencias ideales y ciencias fácticas	31
La hipótesis	33
Actividades	38
Los métodos en las ciencias fácticas	38
Ley	38
Hipótesis	38
Contrastación empírica	38
Verificacionismo, confirmacionismo y refutacionismo	39
Verificacionismo	39
Confirmacionismo	39
Refutacionismo	40
Lectura: Los límites de la objetividad en las ciencias	41
Investigación en las Ciencias Sociales	45
Métodos cuantitativos	45
El positivismo	46
Los métodos cualitativos	48
La pragmática de la investigación	48
¿Cómo se pueden identificar las preguntas clave para formular el problema	49
Tipos de investigación	50
Fuentes importantes para la investigación social	52
Pensadores influyentes	53

Karl Marx	53
Pierre Bourdieu: la teoría de la acción	56
Luis Agote: un científico argentino que desarrolló nuevas aplicaciones con el método experimental	57
CAPÍTULO 4 – CIENCIA Y PROGRESO	59
La relación entre los adelantos tecnológicos y la guerra en la historia de la humanidad	61
Lectura: La Segunda Guerra Mundial y su desenlace	62
Actividades	65
CAPÍTULO 5 – CIENCIA, MÉTODO Y TÉCNICA	67
Lectura: El descabezamiento de la Argentina	71
Quién dijo que todo está perdido – Noticias frescas sobre nuestro desarrollo científico	74
Actividades para trabajar en grupo	80
CAPÍTULO 6 – PROPUESTA DE INTEGRACIÓN Y APLICACIÓN TEÓRICO-CONCEPTUAL	83
Pautas formales de presentación	83
Características generales	83
Portada	83
Consignas de análisis para el film <i>Y la banda siguió tocando</i>	85
Consignas de análisis del film <i>Philadelphia</i>	86
¿Es la Historia una ciencia o es “puro cuento”?	86
Actividades	87
Lectura: Falsos mitos y viejos héroes	87
CAPÍTULO 7 – EL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN Y SU PRESENTACIÓN FORMAL	91
Anexo	96
Cómo se prepara una encuesta	96
Características del cuestionario	96
Cómo usar el cuestionario	96
Tipos de cuestionario	97
Tipos de preguntas	97
Cómo hacer el trabajo con los datos del cuestionario	98
Tabla de distribución de frecuencias	98
Formas de presentar los resultados de la investigación	99

La monografía	100
Pasos a seguir para elaborar una monografía.....	100
El plan de trabajo	101
Título tentativo	102
Índice tentativo.....	102
Presentación formal	103
Orden de la monografía	104
Cómo se cita la bibliografía	107
Citas documentales.....	108
Modos de acceder a la bibliografía	112
Recursos en la web. Cómo encontrar material útil.....	114
¿Para qué sirve Internet?	114
La realización de fichas para sistematizar la información	115
La redacción	117
Consejitos a la hora de escribir	117
Reglas para las citas textuales	118
El recurso de la nota al pie	120
Apéndice con direcciones importantes.....	123
Bibliografía	127

EL CONOCIMIENTO A TRAVÉS DE LA HISTORIA

Las ideas filosóficas y la preocupación por el *conoscere*. De Platón a Popper.

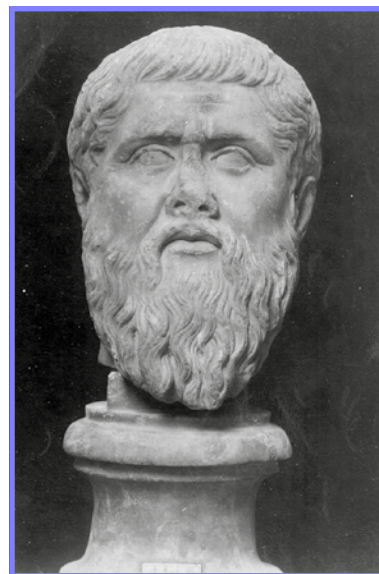
En nuestra vida cotidiana permanentemente incorporamos objetos y experiencias que forman parte del conocimiento. Al respecto, desde tiempos muy antiguos, la filosofía ha tratado de explicar o de dar respuestas al conocimiento humano a partir de la **Gnoseología**, ciencia que estudia al conocimiento como un problema filosófico.

Los pensadores pertenecientes a las más diversas corrientes filosóficas han intentado dar explicaciones a la problemática del conocimiento. Los filósofos **escépticos**, por ejemplo, consideran que no existe ningún saber firme y seguro. Por otra parte, los filósofos **empiristas** sostienen que todos los conocimientos, aún los más abstractos, proceden y se fundamentan en base a la experiencia; mientras que los **racionalistas** afirman que existen conocimientos *a priori*, o sea, independientes de la experiencia, como son, por ejemplo, los conocimientos matemáticos. A su vez, para los **realistas**, a la realidad la conocemos tal como es, mientras que para los **idealistas**, a la realidad no la conocemos tal como es, sino según su aparición “ideal” en la conciencia de cada uno de los sujetos —como en el caso de los conocimientos provistos por la matemática—.

Platón (filósofo griego del siglo V a.C.) afirmó que para que exista conocimiento deben cumplirse tres requisitos absolutamente interdependientes:

- **Creencia**: quien formula la afirmación debe creer en ella.
- **Verdad**: el conocimiento expresado debe ser absolutamente verdadero y, por ende, esta verdad debe ser probada.
- **Prueba**: Dentro de esta concepción se desestima la opinión, es decir: aunque existan los criterios de creencia y verdad, si no hay prueba —aunque haya opinión— no hay conocimiento.

Para Platón era imposible construir un saber sobre lo que nos rodea porque la realidad cambia todo el tiempo. También el hombre lo hace, y esa transformación permanente hace que sea imposible establecer conocimiento sobre él. Es por ello que este filósofo resuelve el problema, no desde el mundo real, sino desde el mundo de las ideas. El mundo ideal es, para Platón, un *mundo perfecto, inmutable, verdadero*; en cambio, el mundo que nos rodea, el real, no es más que una copia de éste, y la matemática y la filosofía; es decir, las disciplinas que se ocupan de entidades ideales —y no físicas— son las ciencias que logran el verdadero conocimiento. La empiria y la percepción, para Platón, dan lugar a opiniones vagas y no permiten el logro del conocimiento verdadero.



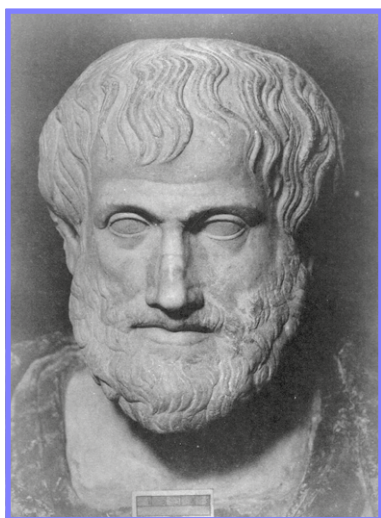
Platón

Vocabulario

Cognoscible: conocible, que se puede conocer o es capaz de ser conocido.

Conocimiento empírico: aquel que se basa en la experiencia.

Esencia: Aquello que constituye la naturaleza de las cosas, lo permanente e invariable de ellas.



Aristóteles

A su vez, **Aristóteles** (siglo V a. C.), discípulo de Platón, cuestionó la existencia de los dos mundos platónicos. Para él había un solo mundo, el que nos rodea, es decir, el mundo real platónico. Al igual que su maestro, creía que el conocimiento podía darse siempre y cuando el objeto de estudio no cambiara. Es por ello que, según Aristóteles, a pesar de los cambios de la realidad, hay algo que permanece inalterable: la **esencia** (o forma). Si bien en un objeto hay características accidentales, su esencia no cambia. Por ejemplo, la esencia de un libro es inalterable, es un instrumento que sirve para leer pero éste puede ser pequeño, grande, con muchas hojas, con tapa dura, de cuero, etc. Estas características son accidentales y no modifican su esencia, no hacen del libro otra cosa. Por lo tanto y, refutando la idea de su maestro, Aristóteles no necesitaba de la idea de otro mundo para postular lo permanente, los entes concretos individuales del mundo real eran reales y científicamente **cognoscibles**; entonces el conocimiento deriva de la experiencia, ya sea en forma directa o indirecta, por medio de la deducción, con ayuda de la lógica, a partir de datos de aquello que ya sabemos. Para el pensamiento griego de ese entonces, el ser humano podía “conocer” porque estaba dotado de una facultad única que lo diferenciaba del resto de los animales: la razón. El pensamiento aristotélico se abocó a descubrir cómo operaba esta “razón”, y propuso una serie de reglas que permitían diferenciar un razonamiento correcto de uno erróneo.

Aristóteles definía a la filosofía como la base común a todas las demás ciencias. Podríamos graficarlo con un árbol cuyo tronco es la filosofía y que tiene cuatro ramas principales:

- La instrumental: la **Lógica**,
- La poética: el **Arte**,
- La práctica: la **Ética**, la **Política** y la **Economía**; y
- La teórica: la **Física** y la **Matemática**.

Este filósofo elaboró tratados de **lógica**, conocidos como *Organon*, que desarrollan el primer tratamiento sistemático de las leyes de pensamiento en relación con la adquisición de conocimiento. Representan el primer intento de establecer a la Lógica como ciencia.

Aristóteles define a los **razonamientos** como un conjunto de **proposiciones** que se encuentran relacionadas entre sí. Una de las proposiciones —la **conclusión**— se infiere como resultado de las demás, que se llaman **premisas**.

Si la conclusión resultante de una afirmación-argumentación que construimos no es la consecuencia lógica de las premisas que la anteceden, entramos en contradicción, ya que estamos estableciendo razonamientos incorrectos. Veamos un ejemplo con estas proposiciones:

“Todo deporte violento engendra agresividad.”

“El boxeo es un deporte violento.”

“El boxeo engendra agresividad.”¹

¹ Fragmentos extraídos de Durante, Vicente José. *No. Si estoy de Acuerdo. Claves de la Argumentación*, Buenos Aires, Kapelusz, 1999.

Siguiendo el ejemplo anterior, en lugar de concluir “El boxeo engendra agresividad” concluiríamos contradictoriamente a las premisas que la anteceden: “El boxeo no engendra agresividad”, por lo tanto el razonamiento en este caso sería incorrecto.

Presentados muy sintéticamente, estos fueron los primeros pasos del surgimiento de la ciencia en Occidente, organizada como un conjunto coherente de conocimientos.

Durante la Edad Media, el conocimiento universalmente aceptado era aquel que se derivaba de la interpretación de las Sagradas Escrituras. Durante esta etapa la Iglesia ejerció un monopolio del conocimiento: los monasterios concentraban las bibliotecas y los sacerdotes eran, prácticamente, las únicas personas que sabían leer y escribir. De esta manera, las interpretaciones de los Padres de la Iglesia (**patrística**) a partir de los textos sagrados —los bíblicos—, eran consideradas las únicas fuentes del saber (ya que eran la única autoridad reconocida). Esto significaba que no se permitía ningún cuestionamiento que pusiera en duda a autoridades en materia del conocimiento como la Biblia o los Padres de la Iglesia. Por eso decimos que, durante esta etapa, el conocimiento era **dogmático**. Un dogma es una proposición que se asienta por firme y cierta y como principio innegable de una ciencia. La mirada hacia la vida, el mundo y el conocimiento era “teocéntrica”, todo giraba y se explicaba a partir de Dios; y por eso, muchas explicaciones carecían de fundamento: se interpretaban simplemente a la luz de esta posición. Por ejemplo, durante toda la Edad Media se creyó que la mujer era inferior al hombre y que contaba en su cuerpo con una costilla menos. La explicación estaba fundamentada en el primer libro del Antiguo Testamento, el Génesis, en donde se relata la creación divina de todo el universo,

“Entonces Dios formó al hombre del polvo de la tierra (....)” Génesis 2: 7

“Entonces Dios hizo caer sobre el hombre un profundo sopor, y el hombre se durmió. Y de una de sus costillas formó Dios a la mujer y la presentó al hombre (....)” Génesis 2: 21-22.²



La novela de Umberto Eco, *El nombre de la rosa*³ retrata muy bien este contexto y el de la transición a la postura antropocéntrica y racionalista que se planteará a partir del Renacimiento (Siglo XIV). A continuación transcribimos un párrafo significativo de la obra y les pedimos que realicen un análisis en función del contexto histórico e ideológico en el que está ambientada la cita y en relación con la apropiación y transmisión del conocimiento:

“La abadía donde me encontraba era, quizás, la última capaz de alardear por la excelencia en la producción y reproducción del saber. Pero precisamente por eso sus monjes ya no se conformaban con la santa actividad de copiar: también ellos, movidos por la avidez de novedades, querían producir nuevos complementos de la naturaleza. No se daban cuenta —entonces lo intuía confusamente, y ahora, cargado ya de años y experiencias, lo sé con seguridad— de que al obrar de ese modo estaban decretando la ruina de lo que constituía su propia excelencia. Porque si el nuevo saber que querían producir llegaba a atravesar libremente aquella muralla, con ello desaparecería toda diferencia entre ese lugar sagrado y una escuela catedralicia o una universidad ciudadana. En cambio, mientras permaneciera oculto, su prestigio y su fuerza seguirían intactos, a salvo de la corrupción de las disputas, de la soberbia quod liberal que pretende someter todo misterio y toda grandeza a la criba del *sic et non*. Por eso, dije para mí, la biblioteca está rodeada de un halo de silencio y oscuridad: es una reserva de saber, pero sólo puede preservar ese saber impidiendo que llegue a cualquiera, incluidos los propios monjes. El saber no es como la moneda que se mantiene físicamente intacta incluso a través de los intercambios infames; se parece más bien a un traje de gran hermosura que el uso y la ostentación precisamente van desgastando.”

² La Biblia, Antiguo Testamento, Editorial Herder S.A., Barcelona, 1975, p.10.

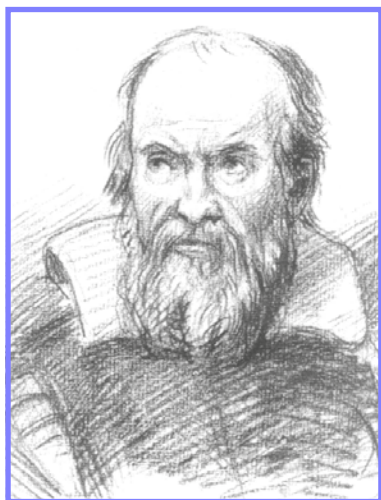
³ Eco, Umberto. *El Nombre de la Rosa*; Lumen, Ediciones de la Flor, Buenos Aires, 1985, p.225.



Termómetro de Galileo Galilei.
Fotografía de Thad Zajdowicz

Vocabulario

Antropocéntrica: significa que el hombre se convierte en el centro de las maneras de comprender el mundo y las cosas. Se dejan de lado las explicaciones centradas en la teología.



Galileo Galilei

Es así como, a partir del ejercicio del monopolio del saber por parte de la Iglesia y de la interpretación que ésta hacía de las escrituras divinas, se consolidó una mirada hacia el mundo y el conocimiento basada exclusivamente en la creencia y la fe cristianas y no en la ciencia racional que en la actualidad nos ayuda a tomar decisiones basadas en el pensamiento científico.

La **modernidad** se inicia con la gran expansión territorial propia del siglo XV. Puntualmente, el descubrimiento de América en 1492 da origen —para los historiadores— a una nueva etapa que se caracteriza por un cambio radical en el modo de entender el mundo —cada vez más amplio— y el saber. Ya el Renacimiento había planteado desde el arte, en todas sus manifestaciones, la concepción **antropocéntrica**, según la cual ahora es el hombre el hacedor de las explicaciones y no la religión la que taxativamente las provee. Copérnico, con su teoría heliocéntrica, o Galileo Galilei —quien aplicó el razonamiento matemático al estudio de la física— produjeron una ruptura con la mirada teocéntrica y sentaron las bases de la ciencia experimental.

En el siglo XVII, Galileo añadió a los métodos antiguos de inducción y deducción, la verificación sistemática a través de experimentos planificados, en los que empleó instrumentos científicos de invención reciente como el telescopio, el microscopio o el termómetro.



Palabras de Galileo:

A fines del Siglo XVI (¡hace apenas 400 años!) el movimiento de los cuerpos no se comprendía bien. Galileo Galilei (1564-1642) fue quien estableció las leyes que sentaron nuestro actual conocimiento de los fenómenos mecánicos:

“En un listón o lo que es lo mismo un tablón de una longitud aproximada (...) hicimos una cavidad o pequeño canal a lo largo de la cara menor, de una anchura de poco más de un dedo. Este canal, tallado lo más recto posible, se había hecho enormemente suave y liso, colocando dentro un papel de pergamino lustrado al máximo. Después hacíamos descender por él una bola de bronce bien redonda y pulida.

Habiendo colocado dicho listón de forma inclinada, se elevaba sobre la horizontal una de sus extremidades (...) y se dejaba caer la bola por dicho canal, tomando nota como en seguida he de decir del tiempo que tardaba en recorrerlo todo.

Repetimos el mismo experimento muchas veces para asegurarnos bien de la cantidad de tiempo y pudimos constatar que no se hallaba nunca una diferencia ni siquiera de la décima parte de una pulsación. Establecida exactamente esta operación, hicimos que esa misma bola descendiese solamente para una cuarta parte de la longitud del canal en cuestión. Medido el tiempo de la caída, resultó ser siempre, del método más exacto, precisamente la mitad del otro.

Haciendo después el experimento con otras partes, bien el tiempo de la longitud completa con el tiempo la mitad, con el de dos tercios, con el de $\frac{3}{4}$ o con cualquier otra fracción, con el de $\frac{3}{4}$ o llegábamos a la conclusión, después de repetir tales pruebas una y mil veces que los espacios recorridos estaban entre sí como los cuadrados de sus tiempos.

Esto se podía aplicar a todas las inclinaciones del plano, es decir, del canal a través del cual se hacía descender la bola. Observamos también que los tiempos de las caídas por diversas inclinaciones del plano guardan entre sí de modo riguroso una proporción que es como veremos después, la que les asignó y demostró el autor. En lo que a la medida del tiempo se refiere empleamos una vasija grande llena de agua sostenida a una buena altura y que a través de un pequeño canal muy fino iba vertiendo un hilo de agua siendo recogido en un vaso pequeño durante todo el tiempo en que la bola descendía bien por todo el canal o sólo por alguna de sus partes. Se iban pesando después en una balanza muy precisa aquellas partículas de agua recogidas del modo descrito con lo que las diferencias y proporciones de los tiempos. Ocurría esto con tal exactitud que como he indicado, tales operaciones, repetidas muchísimas veces, jamás diferían de una manera sensible.”

Galilei, Galileo. *Diálogos acerca de dos nuevas ciencias*, Buenos Aires, Librería del Colegio, 1945.

Como vemos, con el paso del tiempo y el trabajo de muchos pensadores y científicos, se fue produciendo una paulatina e ininterrumpida **secularización**; es decir, una separación entre las explicaciones que daba la religión y otras actividades como la política o la búsqueda de nuevos conocimientos. De esta manera se reduce la influencia de la Iglesia sobre estos campos. En lo que atañe específicamente al saber, la discusión radicó en determinar las bases que sustentan el conocimiento religioso, y se llegó a un acuerdo: que para este tipo de conocimiento podía recurrirse a la fe y a la aceptación sin dudas de ciertos dogmas incuestionables, mientras que los conocimientos físicos, por ejemplo, no podían ser explicados a partir de las fundamentaciones religiosas, sino desde las que provienen del marco experimental.

Francis **Bacon**, a principios del siglo XVII, planteará la construcción del conocimiento a partir de la observación directa y experimental. Para él la percepción de los sentidos pasa a un primer plano en la tarea del conocer y, según esta posición, básicamente, el conocimiento es científico siempre y cuando se base en datos extraídos de la observación y de la experiencia. Bacon inaugura la corriente **empirista** que tendrá auge durante el siglo XVIII de la mano del filósofo Hume.



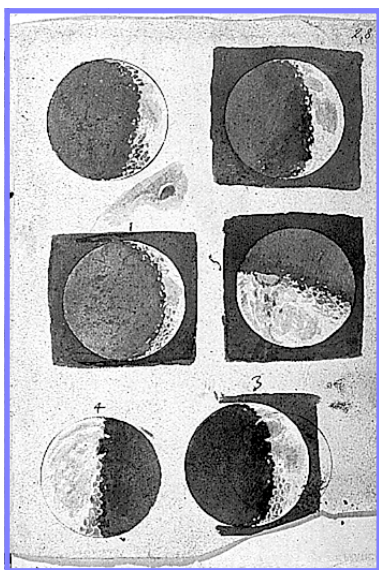
Tumba de Galileo Galilei.
Fotografía de Jenny Rollo



Sir Francis Bacon



René Descartes, en una pintura del Statens Museum for Kunst, Copenhague



Las fases de la luna según Galileo - Biblioteca Nacional de Florencia, Italia

“El hombre, servidor e intérprete de la naturaleza, ni obra ni comprende más que en proporción de sus descubrimientos experimentales y racionales sobre las leyes de esta naturaleza; fuera de ahí, nada sabe ni nada puede (...)”⁴

En el siglo XVII, René **Descartes**, en oposición al planteo empirista, plantea la famosa “duda cartesiana” en sus *Meditaciones metafísicas*. El punto de partida de su pensamiento es que se debe dudar de todo el conocimiento tradicional, porque éste da como verdaderas una cantidad de opiniones que son falsas. Por ello es necesario empezar de nuevo, desde los fundamentos, para llegar a un conocimiento seguro.

“Cogito, ergo sum”: “Pienso, luego existo”. Puedo dudar de todo pero no puedo dudar de que soy un ser que piensa. Para Descartes sólo existe la certeza del sujeto pensante, o sea, de la razón, ya que los sentidos podían llevar a conocimientos equivocados, a engaños. Los datos empíricos —basados en la percepción sensorial— no siempre reflejan la realidad, es por ello que es conveniente dudar de ellos. Y de ahí que la razón se constituye en fuente y base del conocimiento. Descartes propuso llevar la duda hasta sus últimas consecuencias, de tal modo que nos quedara un elemento del que no podíamos dudar: el hecho de que estamos dudando. Y podemos dudar porque somos seres racionales, es por ello que la razón se convertía en lo único de lo cual no se podía dudar y es a partir de ella y, no de los sentidos, desde donde se puede construir el verdadero conocimiento, el científico.

“Todo lo que he admitido hasta ahora como más verdadero y seguro lo he tomado de los sentidos o por los sentidos; pero he experimentado a veces que estos sentidos eran engañosos y es propio de la prudencia no confiar jamás enteramente en los que nos han engañado una vez (...)”.

Pero —puesto que la razón me convence, por lo pronto, de que las cosas que no son enteramente ciertas e indudables debo negarles crédito con tanto cuidado como a aquellas que parecen manifiestamente falsas —basta el menor motivo de duda que yo encuentre para ser que las rechace a todas (...)”⁵

A este conocimiento es posible incorporarlo en base a un método —el de la duda metódica— que Descartes propone a partir de cuatro normas universales:

- **1.** No admitir como verdad nada que no sea evidente: esto significa que una idea es verdadera cuando es clara y distinta (no confusa).
- **2.** Dividir cada dificultad en tantas partes como se pueda y sea necesario (análisis).
- **3.** Partir de lo simple hacia lo complejo (síntesis).
- **4.** Enumerar y recontar tantas veces como sea necesario para no olvidar absolutamente nada y evitar así errores.

⁴ Bacon, Francis. *Novum Organum*, Madrid, Sarpe, 1987.

⁵ Descartes, René. “Meditaciones Metafísicas” en *Obras Escogidas*, Buenos Aires, Hyspamérica, 1984.

Desde esta perspectiva **racionalista**, Descartes plantea dificultades a la hora de validar el conocimiento religioso, si bien afirma, por otro lado, que el método no debe ser aplicado a cuestiones ideológicas, políticas y morales.

Ideas y experimentos

Mientras las ideas filosóficas seguían avanzando, hubo científicos que se dedicaron a desarrollar la experimentación. A finales del siglo XVII se amplió considerablemente el campo experimental:

- El matemático y físico Evangelista Torricelli, empleó el barómetro, inventado en 1643;
- El matemático, físico y astrónomo holandés Christian Huygens usó el reloj de péndulo, que patentó en 1656;
- El físico y químico británico Robert Boyle y el físico alemán Otto von Guericke utilizaron la bomba de vacío, inventada en 1654.

Un gran avance tuvo lugar a partir de la formulación de la Ley de la gravitación universal, expuesta en 1687 por el matemático y físico británico Isaac Newton. Al mismo tiempo, la invención del cálculo infinitesimal por parte de Newton y del filósofo y matemático alemán Leibniz sentó las bases de la ciencia y la matemática actuales.

Los descubrimientos científicos de Newton y el sistema filosófico del matemático y filósofo francés René Descartes dieron paso a la ciencia materialista del siglo XVIII.

La confianza en la actitud científica influyó también en las ciencias sociales e inspiró al Iluminismo, que termina en la Revolución Francesa de 1789.

Los avances científicos del siglo XVIII prepararon el camino para el siglo siguiente, llamado a veces “siglo de la correlación” debido a las amplias generalizaciones que tuvieron lugar en la ciencia, entre las que figuran:

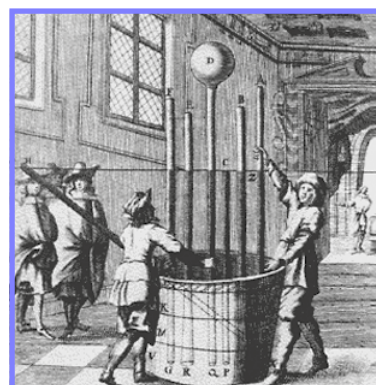
- la **Teoría atómica de la materia** enunciada por el físico John Dalton,
- las **Teorías electromagnéticas** de Michael Faraday y
- la Ley de la conservación de la energía, enunciada, entre otros, por el físico británico James Joule.
- La **Teoría biológica de la evolución**, propuesta por Charles Darwin en 1859, que provocó una gran polémica, como veremos más adelante.

Como vemos, las ciencias no aparecieron de un día para otro. Hubo todo un proceso de idas y venidas en diferentes direcciones.

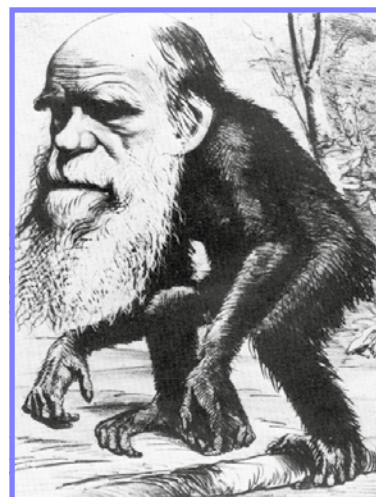
Durante el siglo XVIII David Hume retoma la perspectiva de Bacon para analizar el fenómeno del conocimiento: el **empirismo**. Como vimos, según esta posición, el conocimiento se basa en la experiencia (definida como algún tipo de información sensorial). Se diferencia del racionalismo



Retrato de Torricelli



Grabado que representa el barómetro de Torricelli



Charles Darwin según una caricatura aparecida por primera vez en *The Hornet* en 1871 (Co-reo de la UNESCO, mayo 1982)

porque los empiristas consideran que la conciencia es una “tábula rasa”, que no posee ideas innatas, sino que las incorpora a partir de la experiencia sensorial. Todo conocimiento proviene de las percepciones de la experiencia —impresiones— que quedan en el pensamiento y que son más fuertes que las ideas, porque las impresiones las preceden. O sea que toda idea, para los empiristas, debe corresponder siempre a una impresión mientras que, para los racionalistas, las ideas son innatas y no proceden de la experiencia sensorial.

El **idealismo** también intentó dar una explicación a la problemática del conocimiento humano. Como vimos, ya Platón había señalado que la realidad se encuentra en el mundo de las ideas: los objetos captados por los sentidos son copia imperfecta de las ideas puras. Posteriormente, Descartes y Locke sostuvieron que el hombre sólo podía conocer “ideas”, objetos subjetivos y propios de la mente humana. Vale decir que la única existencia de los objetos es la idea que de ellos se tiene al percibirlos. En este sentido, George Berkeley hablará de un **idealismo subjetivo**, según el cual plantea el conocimiento en términos de “las ideas que se tienen de las cosas”. Esto significa que la única existencia de los objetos es la idea que de ellos se tiene.

Siguiendo esta línea, el filósofo alemán Immanuel Kant formulará durante el siglo XVIII una síntesis entre razón y percepción: el **idealismo trascendental**, que se basa en dos tipos de proposiciones:

- las proposiciones empíricas (o *a posteriori*), que son incorporadas por medio de la percepción, y
- las proposiciones *a priori*, que son aquellas que no son incorporadas perceptivamente. Intuiciones y conceptos *a priori* (o categorías) son elementos del conocimiento a partir de los cuales el sujeto elabora o construye el objeto, que sólo existe para la razón. Para Kant los objetos del mundo material son incognoscibles en esencia; en sí mismos no tienen existencia, y el espacio y el tiempo pertenecen a la realidad sólo como parte de la mente, como intuiciones con las que las percepciones son medidas y valoradas.

Lo interesante de la propuesta kantiana es la búsqueda de un punto intermedio entre el material empírico y la acción cognoscitiva del sujeto. Los datos empíricos constituyen el punto de partida pero sólo tienen sentido en función de las facultades del sujeto que conoce.

Cuando decimos “conoce” nos referimos a la acción de conocer en general. No nos referimos a un caso puntual.

“No se puede dudar que todos nuestros conocimientos comienzan con la experiencia (...) todos, sin embargo, no proceden de ella, pues bien podría suceder que nuestro conocimiento empírico fuera una composición de lo que recibimos por las impresiones y de lo que aplicamos por nuestra propia facultad de conocer.”⁶

Karl Popper, dentro de la filosofía moderna, contribuyó a la caracterización de un método científico que parte de la posición de que la ciencia es fundamentalmente hipotético-deductiva y no inductiva. El criterio de comprobación que él propuso es el de la **falsabilidad** para comprobar la validez científica. Este método consiste en establecer que las teorías científicas son hipótesis en función de las cuales se pueden deducir enunciados que se comprueban por medio de la observación experimental. Si ésta determina como falsos los enunciados, las hipótesis entonces son refutadas, mientras que si superan la falsedad, las hipótesis pueden ser aceptadas, aunque con carácter provisional. Esto significa que, para Popper, ninguna teoría científica puede ser establecida de manera total y concluyente.

Hasta aquí hemos hecho una breve reseña de los pensadores más significativos que trataron de dar explicación acerca del conocimiento. Nos parece importante, a partir de esto, intentar definir este concepto y diferenciar el conocimiento científico del religioso y del saber vulgar; conocimientos que permanentemente trasvasan nuestra realidad y que no siempre se ajustan a las verdades científicas y racionales.

⁶ Kant, Immanuel. *Crítica de la razón pura*, Introducción, Buenos Aires, Losada, 1987.



Otros conceptos importantes

Ley de la conservación de la energía: La primera ley de la termodinámica dice que la energía se conserva. El concepto de energía fue introducido en 1807 por Thomas Young y pasaron varias décadas hasta que surgieron los primeros resultados que insinuaron la conservación de la energía. En 1842, Julius von Mayer publicó un trabajo que pasó inadvertido para la comunidad científica. Mayer observó que el calor generado por el cuerpo humano está directamente relacionado con el trabajo realizado y dedujo, por primera vez, la ley de la conservación de la energía. Poco después, James Joule realizó mediciones precisas de la cantidad de calor producido —en recipientes con agua— por paletas rotantes impulsadas por pesas, y demostró que el calor es una forma de energía. Fue Hermann von Helmholtz quien, basándose en los trabajos de Mayer y Joule, estableció la Ley de la conservación de la energía en un artículo que publicó en 1847.

Lógica: es una ciencia formal o ideal que estudia las estructuras de los razonamientos para poder clasificarlos como válidos o inválidos. A su vez, se ocupa de establecer y definir normas que rigen la coherencia del pensamiento: los razonamientos correctos.

Persuadir, convencer, razonar...

Todo el tiempo estamos argumentando. Para ello utilizamos, a veces, el convencimiento y otras, la persuasión. A esto denominamos retórica: la utilizamos cuando nos dirigimos a un auditorio concreto y particular, con el que queremos lograr un resultado práctico, adoptar una actitud determinada y llevarla a la acción. Cuando queremos convencer, nos dirigimos a un ámbito más intelectual, a un auditorio ideal y universal con el cual utilizamos mecanismos lógicos que se basan en lo evidente, en la coherencia del razonamiento y en premisas verdaderas que alcanzan demostraciones irrefutables (lógica). En la persuasión o retórica se llega a pruebas “probables”, razonables y preferibles.

Patrística: es una etapa de la historia de la organización y la teología cristianas. Se denomina así por los teólogos reconocidos como “Los Padres de la Iglesia”. Abarca desde el fin del cristianismo primitivo, con la consolidación del canon neotestamentario (la selección de aquellos libros que se incluyeron en el texto bíblico), hasta alrededor del siglo VIII. La patrística se ocupó de la defensa del cristianismo frente a las religiones paganas y las interpretaciones erróneas del texto bíblico.

sic et non: Método característico de la filosofía escolástica, iniciado en el siglo XII. Para llegar a la verdad en un tema difícil, primero se ponían las tesis a favor, luego las objeciones o antítesis y, por último, después de distintas argumentaciones, se llegaba a una conclusión, que normalmente fundamentaba la hipótesis inicial, pasando a ser considerada una tesis cierta.

Teoría atómica de la materia: John Dalton utilizó dos leyes fundamentales de las combinaciones químicas como base de una teoría atómica:

- Ley de conservación de la masa: La masa total de las sustancias presentes después de una reacción química es la misma que la masa total de las sustancias antes de la reacción.
- Ley de composición constante: Todas las muestras de un compuesto tienen la misma composición, es decir las mismas proporciones en masa de los elementos constituyentes.

La esencia de la teoría atómica de la materia de Dalton se resume en tres postulados:

1. Cada elemento químico se compone de partículas diminutas e indestructibles denominadas átomos. Los átomos no pueden crearse ni destruirse durante una reacción química.
2. Todos los átomos de un elemento son semejantes en masa (peso) y otras propiedades, pero los átomos de un elemento son diferentes de los del resto de los elementos.
3. En cada uno de sus compuestos, los diferentes elementos se combinan en una proporción numérica sencilla: así por ejemplo, un átomo de A con un átomo de B (AB), o un átomo de A con dos átomos de B (AB_2).

Teorías electromagnéticas: Michael Faraday fue el primer científico experimental de su época. Realizó investigaciones en los campos de la electricidad y el magnetismo. En 1821 trazó el campo magnético alrededor de un conductor por el que circula una corriente eléctrica (la existencia del campo magnético había sido observada por vez primera por el físico danés Hans Christian Oersted en 1819). En 1831 Faraday descubrió la inducción electromagnética, y el mismo año demostró la inducción de una corriente eléctrica por otra. Durante este mismo periodo investigó los fenómenos de la electrólisis y descubrió dos leyes fundamentales: que la masa de una sustancia depositada por una corriente eléctrica en una electrólisis es proporcional a la cantidad de electricidad que pasa por el electrólito, y que las cantidades de sustancias electrolíticas depositadas por la acción de una misma cantidad de electricidad son proporcionales a las masas equivalentes de las sustancias. También demostró que un recinto metálico (caja o jaula de Faraday) forma una pantalla eléctrica. Sus experimentos con el magnetismo lo llevaron a dos descubrimientos de gran importancia: como por ejemplo el diamagnetismo y la comprobación de que un campo magnético tiene fuerza para girar el plano de luz polarizada que pasa a través de ciertos tipos de cristal.

Se denomina magnéticas a un grupo de sustancias que son atraídas por un imán y que son capaces, a su vez, de formar imanes: son sustancias ferromagnéticas (los metales hierro, cobalto y níquel). Sin embargo, de una u otra forma, toda la materia tiene propiedades magnéticas. Lo que Faraday descubrió es que una muestra de bismuto era repelida por un imán potente, y a este comportamiento le denominó **diamagnetismo**. Se trata de un efecto muy débil, difícil de medir, que presentan algunas sustancias comunes como el agua.



LECTURAS

Que en paz descansen

Por Federico Kukso; extraído de *Página/12*, suplemento Futuro del 24 de mayo de 2003 (texto abreviado).

Tener hijos, escribir un libro, plantar un árbol, clonarse... supuestas maneras de perpetuarse y burlar la muerte; en definitiva, emprendimientos que giran en torno de un razonable deseo: trascender o, más humildemente, dejar una huella. Incluso, estas intenciones continuistas se cristalizaron con el tiempo en un género literario: el epitafio (esto es, las inscripciones que se colocan sobre las tumbas).

Los epitafios de algunos grandes hombres de ciencia, por cierto, no son nada despreciables: por expreso deseo de Arquímedes (285-212 a. C.), se grabó sobre su tumba uno de sus más importantes teoremas.

Aunque no lo parezcan, los epitafios son difíciles de componer. A fin de cuentas, han de reducir la vida de un hombre a una mínima expresión. Un requisito de brevedad que bien cumple la inscripción que puede leerse sobre la lápida de Nicolás Copérnico (1473-1543) en la catedral de San Juan en Frombork (Polonia): "*Stā sol ne moeare*" ("quieto Sol, no te muevas).

El astrónomo, matemático y físico alemán Johannes Kepler (1571-1630) no solo enunció las leyes con que se describió el funcionamiento del sistema solar, también se encargó él mismo de redactar en una suerte de autoepitafio su autobiografía:

"*Mensus eram coelos, nunc tērea metior umbras; Mens coelestis erat, corporis umbra iacet*" ("Medí los cielos, y ahora mido las sombras; El espíritu estaba en el cielo, el cuerpo reposa en la Tierra"). (...)

...La más destacada es, sin duda, la tumba –con su correspondiente epitafio– del científico, para muchos, más importante de todos los tiempos, Isaac Newton. Entre otras cosas, dice: "Caballero que con fuerza mental casi divina demostró él primero, con su resplandeciente matemática, los movimientos y figuras de los planetas (...) Intérprete laborioso sagaz y fiel de la Naturaleza (...) Dad las gracias, mortales, porque ha existido". Evidentemente, la humildad no era su fuerte. (...) En verdad (...) hay algunas que son bastante curiosas. Como la del excelente matemático Paul Erdős (1913-1996) que señala en húngaro: "Por fin no me vuelvo más y más estúpido".