

LA CIENCIA A TRAVÉS DE LOS CIENTÍFICOS

Julián Félix Valdés *

Resumen

La ciencia como actividad humana difiere de científico a científico en los aspectos más básicos, en el concepto más elemental y en la metodología que debe cumplir para ajustar el requisito de ciencia. Estas variaciones sutiles se ven claramente marcadas a lo largo de las épocas. Esos ligeros matices en el concepto de ciencia, que dependen de la persona que practica la ciencia, hacen que ésta avance, y que el método científico se perfeccione en la práctica y evolucione con los tiempos, resultando en una propuesta más acabada de ciencia y una metodología más profunda que cala más hondo en la investigación de la naturaleza. Esta es una exposición y un análisis de las variaciones del concepto de ciencia entre científicos de la misma época y entre diferentes épocas.

Palabras clave: Ciencias, mecánica cuántica, método científico, experimento, observación.

Keywords: Sciences, quantum mechanics, scientific method, experiment, observation.

Abstract

Science as a human activity changes from scientist to scientist in the more basic aspects, in the more elementary concept and in the methodology as well that it must follow to fit the requirements of science. These very delicate variations are strongly marked along the epochs. These slight changes in the concept of science, that are a function of the person who practices science, make it go further, and that scientific method becomes more elaborated in practice and developed in time resulting in an offer more perfect of science and a deep methodology that go deep in the inquest of nature. This is an exposition and an analysis of the variations of the concept of science between scientists of the same epoch and between different epochs.

*Investigador del Laboratorio de Partículas Elementales, Departamento de Física, División de Ciencias e Ingenierías, Campus León, Universidad de Guanajuato felix@fisica.ugto.mx

Introducción

La ciencia es una actividad humana. Participan en ella mujeres y hombres, jóvenes y personas mayores, prácticamente en todas las épocas de la historia de la civilización humana y de todas las nacionalidades. Nace de una especie de disposición innata del ser humano por entender el mundo externo. Y, aunque el desenlace desde siempre es la creación de tecnología, de satisfactores y de productos, éstos no son el principal motivo a la hora de hacer ciencia. El físico más joven que ha recibido el Premio Nobel en Física es Lawrence Bragg, en el año 1915 con 25 años de edad, “por sus servicios en el análisis de la estructura de los cristales por medio de los rayos X”. También es el más joven en todos los Premios Nobel. En la motivación se habla en plural porque también lo recibió su padre Sir William Henry Bragg; ambos de nacionalidad inglesa. El físico de más edad con la misma distinción es Raymond Davis Jr., en el año 2002 con 88 años de edad, “por sus contribuciones pioneras a la astrofísica, en particular por la detección de los neutrinos cósmicos”; de nacionalidad estadounidense. La persona de mayor edad entre todos las que han recibido el Premio Nobel

En el proceso de aspirar a entender el mundo externo, su devenir y su constitución, las personas dedicadas a la ciencia han creado una serie de conceptos y técnicas que englobados definen lo que entienden y practican por ciencia.

El concepto básico de ciencia y su metodología no son estáticos, han evolucionado a lo largo de las épocas de forma muchas veces tortuosa, con altibajos, con retrocesos, y con conceptos no expresamente claros. El objetivo fundamental de esta búsqueda no ha cambiado en esencia: entender el devenir, la constitución y las reglas del mundo externo.

Desde un punto de vista filosófico en su ensayo “*Sociedad y Soledad*” R.W. Emerson escribió: *El hombre gusta de maravillarse, y eso es la semilla de nuestra ciencia.* Y desde el punto de vista de un escritor, Mark Twain, asentó en su cuento “*Vida en el Mississippi*” con su característico humor y burla controlada: *Hay algo fascinante en la ciencia. Uno obtiene un abultado cargamento de conjeturas de una insignificante inversión de hechos.*

En cambio, en su ensayo “*Filosofía de la Física*” Max Planck escribió: *La ciencia... significa incansables intentos y desarrollos continuos y progresivos hacia un punto que la intuición poética puede aprehender, pero que el intelecto nunca puede completamente agarrar.*

Y Werner Heisenberg en su libro “*Física y Filosofía*” plasmó: *La ciencia natural no simplemente describe y explica la naturaleza; ésta es parte del juego mutuo entre la naturaleza y nosotros mismos.*

La historiografía de la ciencia mundial, con sus variantes en diferentes culturas, puede dividirse gruesamente, desde un punto de vista muy occidental, en cuatro períodos: 1. Desde los inicios griegos hasta la desintegración del imperio romano en el siglo V; 2. Desde el siglo V hasta el siglo XVII, antes de Newton y Galileo; 3. Desde Galileo y Newton hasta el siglo XX; 4. Desde el siglo XX hasta nuestros días.

El concepto básico de ciencia y su metodología no son estáticos, han evolucionado a lo largo de las épocas de forma muchas veces tortuosa, con altibajos, con retrocesos

La escuela antigua del pensamiento científico es dominada por los antiguos griegos. Los físicos antiguos por lo general también eran filósofos. Filosofía y estudio del mundo externo estaban estrechamente vinculados. La idea griega de sabiduría y conocimiento no coincide con la idea actual. Su sabiduría se basaba más en la especulación y el razonamiento abstracto, en la conjetura y en la contemplación, en la inacción. Ese tipo de sabiduría encuadra en la ciencia porque contenía matemáticas, filosofía, astronomía, cosmología especulativa, física, etc.

Con la destrucción del mundo clásico también la ciencia sucumbió. Bajo el protectorado de la cultura árabe la ciencia se preservó, se amplió y se volvió más hacia el objeto de la naturaleza. Pero sólo en el mundo árabe. En el mundo no árabe la ciencia sucumbió. Y la ciencia griega se trocó en un cuerpo de especulaciones y dogmas puestos bajo principios teológico.

Los progresos árabes fueron espectaculares. Bajo una tolerancia de creencias de todo tipo la búsqueda del conocimiento de la naturaleza prosiguió. A la muerte de los imperios árabes, ocho siglos después, las ciudades-estados emergidos del medievo comenzaron un reencuentro con el mundo antiguo. Francis Bacon, Copérnico, Tycho Brahe, Kepler, Descartes, Galileo, y otros muchos comenzaron y cristalizaron ese renacimiento en las formas de investigar la naturaleza.

Nicolás Copérnico nació en Toruń, Prusia-Polonia, el 19 de febrero del año 1473. Fue religioso quizá por necesidad, doctor en derecho canónico por formación académica, matemático por gusto y habilidades personales, físico, clérigo católico, gobernador, líder militar, diplomático y economista, y astrónomo en sus ratos de ocio. Pasó mucho tiempo estudiando en las universidades europeas. Fue antecesor de Francis Bacon que seguramente conocía su obra.

Los físicos antiguos por lo general también eran filósofos. Filosofía y estudio del mundo externo estaban estrechamente vinculados

Tycho Brahe nació el 14 de diciembre del año 1546 en castillo de Knudstrup, Escania. Es el más eminente de todos los astrónomos de la época anterior al invento del telescopio. Él construía sus observatorios y los instrumentos de observación y medición.

El método de Kepler en la ciencia es una mezcla de empirismo, que practica con inigualable maestría, y misticismo, que poco a poco cede ante la admiración de Kepler y el peso de las evidencias observacionales. Busca bases filosóficas para dar forma a la evidencia experimental. Busca la confirmación pitagórica de la armonía de las esferas celestes en el sistema solar. No la obtiene.

En 1609 publica su libro “*Astronomía Nova*”. Ahí compila todo el saber extraído por los métodos empíricos que siguió, de los movimientos planetarios, las primeras dos leyes. La tercera ley la publica en 1618.

Las tres leyes del movimiento planetario

1. Las órbitas de los planetas alrededor del Sol son elipses con el Sol en uno de los focos.
2. El radio vector que une el Sol con el planeta recorre áreas iguales en tiempos iguales.
3. La longitud del semieje mayor de la órbita planetaria elevada a la tercera potencia es proporcional al periodo del planeta alrededor del Sol elevado a la segunda potencia.

Estas leyes son la coronación más ambiciosa del programa empírico de Kepler. Y se cumplen no sólo para planetas y estrellas, sino para planetas y satélites; y en general para todo cuerpo que gravite alrededor de uno más grande; un ejemplo extremo es una estrella gravitando alrededor de un agujero negro, se asume que las leyes de Kepler también ahí se cumplen. Estas leyes significaron el triunfo de la razón y del método observacional sobre las formas de inacción y especulativas.

La matemática es el lenguaje en el que está escrito el gran libro de la naturaleza

Con los trabajos de Brahe, Copérnico y Kepler, el camino que siguió Galileo para construir la mecánica ya estaba muy aplanado. No fue inmediato aunque la técnica científica a seguir ya estaba esbozada, y él mismo estaba perfeccionándola. Galileo Galilei lo hizo, y a su vez allanó el camino para la gran síntesis de Newton, una generación después, quien puso a prueba experimental la mecánica de Aristóteles, y de paso la filosofía subyacente.

Para llegar a una verdad científica, Galileo empleó las técnicas de observación, de experimentación, la de abstracción y la de generalización. Galileo lo expresó en su obra escrita de esta manera:

Un cuerpo en movimiento sobre una superficie horizontal plana continuará en la misma dirección a velocidad constante a menos que sea perturbado.

Las perturbaciones son producidas por otros cuerpos, ajenos a los cuerpos bajo estudio. Entonces, para cambiar la rapidez de un cuerpo y su dirección es menester hacerle interactuar con cuerpos externos.

Galileo vio y propuso claramente que las leyes de la naturaleza tienen una representación matemática, dentro de la más acertada tradición pitagórica. La matemática es el lenguaje en el que está escrito el gran libro de la naturaleza. Ésta es otra generalización planteada por Galileo. Él mismo llevó a cabo este programa al darle forma matemática a las leyes que descubrió y planteó. Por ejemplo, la ley de la caída libre de los cuerpos.

Galileo fue acusado, enjuiciado y condenado por la autoridad religiosa. Prisión vitalicia conmutada por arresto domiciliario fue la pena a pagar. Y Galileo la pagó. Sin embargo, continuó investigando y escribiendo a hurtadillas hasta el final de su vida, ya invidente, con la asistencia de sus discípulos.

Ante el juicio condenatorio a Galileo, otros científicos ocultaron sus obras, como René Descartes, con lo cual la sociedad mundial perdió inmensas oportunidades de progreso y desarrollo. El bloque

mundial donde la autoridad religiosa dominaba quedó inmerso en la ignorancia por muchos años, y se limitó el progreso científico por varias generaciones.

Es hasta el año 2014 cuando los documentos donde se plasma el juicio a Galileo son dados a la opinión pública, 381 años después del juicio condenatorio.

El año en que murió Galileo nació Isaac Newton, un 25 de diciembre del año 1642, en Woolsthorpe, Lincolnshire, Inglaterra; fue continuador y culminador de la obra científica revolucionaria de Galileo, dentro del movimiento oficialmente iniciado por Copérnico.

Isaac Newton atendió el Trinity College, Cambridge, donde estudió las obras de Kepler, Descartes y Galileo, Apolonio, Arquímedes de Siracusa, y por supuesto Aristóteles que todavía era obligatorio estudiarlo. Por su cuenta estudió matemáticas, filosofía, astronomía y óptica. Alrededor de 1665 desarrolló la teoría del cálculo, la gravitación universal, y la óptica.

La obra de Isaac Newton fue continuación de la obra iniciada por René Descartes y Galileo Galilei entre otras personalidades del Renacimiento Científico. Descartes propuso el mecanismo de la naturaleza y delineó de forma muy general la mecánica de los móviles, que una generación después Isaac Newton crearía impecablemente. Todos sus resultados básicamente los plasmó en su “Óptica y Los Principios Matemáticos de la Filosofía Natural y el Sistema del Mundo.

**Es hasta el año 2014
cuando los documentos
donde se plasma el juicio
a Galileo son dados a la
opinión pública**

Los desarrollos de la mecánica posteriores a Newton son realizados por matemáticos notabilísimos como Euler, Lagrange, Hamilton, Jacobi, entre otros muchos. Entonces, se trata de una matematización del conocimiento de la naturaleza; la propuesta de Pitágoras o de Galileo y de muchos otros ya quedaron en el olvido.

Paralelamente a la creación de la mecánica de Newton, se creó una teoría de la electricidad y el magnetismo con figuras notables como Coulomb, Ampere, Lenz, Ohm, Faraday, Gauss, Gilbert, Oersted, Weber, Tesla, Kirchhoff, Laplace, Poisson, Green y Maxwell.

Como en la antigüedad clásica, en la Inglaterra del siglo XVIII se crearon instituciones como la Royal Institution en Londres por visionarios de la ciencia y la tecnología, como el Conde Rumford, con estas líneas como justificante: ... *un establecimiento en Londres para la difusión del conocimiento de mejoras mecánicas útiles... enseñar la aplicación de la ciencia a los propósitos útiles de la vida.*

Maxwell, en su “*Tratado de Electricidad y Magnetismo*”, publicado en tercera edición en 1891, unifica todo el conocimiento de la electricidad, el magnetismo y la óptica de su época. Es una obra sintetizadora y unificadora, como “*Los Principia*” de Newton, y sigue avanzando la forma de construir el conocimiento científico.

Es su “*Tratado*” escribió:

La características generales del tratado difieren considerablemente de aquéllas encontradas en muchos y excelentes trabajos de electricidad, publicados, la mayoría en alemán, y puede parecer poca justicia hecha a las especulaciones de muchos eminentes estudiosos de la electricidad y matemáticos. Una razón de esto es que antes de que empezara a estudiar la electricidad resolví no leer matemáticas sobre el tema hasta que hubiera leído completamente el libro de Faraday “Investigaciones Experimentales en Electricidad”. Estaba consciente de que debería de haber una diferencia entre las formas de concebir los fenómenos de Faraday, y la de los matemáticos, de tal suerte que ninguno de ellos estaba satisfecho con el lenguaje del otro”.

Fue además el germen para desarrollos posteriores también muy trascendentales: la teoría especial de la relatividad, y de ahí la teoría general de la relatividad, la teoría cuántica, y de ahí la mecánica cuántica.

La mecánica de Newton, la mecánica clásica y la electrodinámica de Maxwell son incompatibles.

Varios físicos, entre ellos Hendrik Lorentz, trataron en vano de hacer compatibles ambas teorías. Resultó que la mecánica de Newton es válida sólo a bajas velocidades comparadas con la velocidad de la luz; la electrodinámica de Maxwell es válida para todas las velocidades, incluyendo la velocidad de la luz.

El espacio absoluto y el tiempo absolutos son reemplazados por el espacio y el tiempo relativos; las nuevas transformaciones, ante las cuales la electrodinámica de Maxwell es invariante, reciben el nombre de transformaciones de Lorentz, en honor de Lorentz quien la propuso por primera vez. La nueva mecánica, invariante ante transformaciones de Lorentz, es la mecánica relativista de A. Einstein.

El método lógico de la ciencia en estos días es preponderantemente inductivo y no deductivo

El método científico contemporáneo no se basa más en la deducción a partir de supuestos evidentes por sí mismos y elaborados mediante el pensamiento únicamente; en estos días la ciencia se construye sobre principios obtenidos mediante la observación como fundamento y punto de partida. El método lógico de la ciencia en estos días es preponderantemente inductivo y no deductivo; en vez de obtener conclusiones desprendidas de un conjunto de generalizaciones autoevidentes, la inducción inicia con una serie de observaciones de hechos particulares y plantea propuestas generalizadas a partir de las primeras. Los principios de la teoría especial de la relatividad son ejemplos preclaros de esta forma contemporánea de construir las ciencias: 1. Las leyes de la naturaleza son independientes del sistema de referencias con respecto al cual se formulen. 2. La propagación de las ondas electromagnéticas es una constante universal de la naturaleza.

El primer principio no es una invención de escritorio de algún físico. Es el resumen, elevado a la categoría de principio, de muchas experiencias como la siguiente: un reloj, con su cambio monótono de los segundos en la pantalla digital, estacionario en un avión jet que sobrevuela el cielo de León

Guanajuato; la azafata que está estacionaria con respecto al reloj y un guardia parado en tierra encuentran que las leyes que describen la marcha del reloj son las mismas, pero no ven y ni miden la marcha del reloj exactamente igual; para la azafata el tiempo medido es propio, lo mide con un reloj estacionario con respecto a ella, observa que el reloj marcha al máximo ritmo posible; para el guardia el tiempo medido es impropio, lo mide con un reloj en movimiento con respecto a él, observa que la marcha del reloj es menor que lo que declara la azafata y el tiempo lo mide como alargado o dilatado.

Actualmente, un criterio de sencillez y profundidad más demandante se aplica a la ciencia y a la relación de ésta con todos los seres humanos. Se parafrasea de esta forma: “*si usted entiende determinado concepto físico o científico, entonces usted debe ser capaz de explicárselo a la abuela más lega en la materia para que ella lo entienda y pueda explicárselo a usted*”.

A. Einstein lo expresó en su libro “*La Física, Aventura del Pensamiento*”: “*Muchas de las ideas fundamentales de la ciencia son esencialmente simples, y podrían, como regla, ser expresadas en un lenguaje comprensible para todos*”.

Erwin Schrödinger lo escribió en su libro “*Ciencia y Humanismo*” con las siguientes palabras: “*Si usted no puede –después de largos intentos– contarle a todos qué ha estado haciendo, tu quehacer ha sido infructuoso.*”

Werner Heisenberg lo plasmó en su obra “*Física y Filosofía*” con estas frases: “*Aun para un físico, la descripción, en un lenguaje llano, será un criterio del grado de entendimiento que ha sido alcanzado.*”

A los trabajos de Maxwell le siguieron la creación de la teoría cuántica por Max Planck, en 1900, y las aplicaciones de esta teoría para resolver problemas irresolubles con la visión clásica del universo. La explicación del efecto fotoeléctrico, hecha por Einstein en 1905; explicación de los espectros atómicos, en especial el del Hidrógeno, hecho por Niels Bohr en 1914; la explicación de los calores específicos, hecho por Einstein en 1907. Con estas aplicaciones, la física cuántica, la teoría cuántica quedó bien establecida.

Le siguieron una serie de evidencias experimentales, que transformaron rápidamente a la teoría cuántica en una mecánica del quantum, como las siguientes: El experimento de Davisson y Germer, el experimento de Compton, el experimento de Raman, el experimento de Franck y Hertz, el experimento de Stern y Gerlach, el experimento de Stark, el experimento de Zeeman.

Y una serie de descubrimientos como la antimateria, las partículas elementales, los rayos cósmicos, la radiación de fondo, la expansión del universo, la polarización de la radiación de fondo.

En su artículo “*El Origen y el Estado Presente de Desarrollo de la Teoría del Quantum*”, Max Planck escribió: “*Desde que el problema completo concierne a una ley universal de la Naturaleza, desde aquel tiempo, como en el presente, sostuve la opinión indubitable de que la presentación más simple de una ley particular de la*

El primer principio no es una invención de escritorio de algún físico. Es el resumen, elevado a la categoría de principio, de muchas experiencias

naturaleza, la hace más general -al mismo tiempo, cuál fórmula tomar como la más simple, es un problema que siempre no puede resolverse definitivamente y confiadamente-“.

En su obra “La Teoría Atómica y la Descripción de la Naturaleza”, Niels Bohr escribió: “La gran extensión de nuestra experiencia en años recientes ha traído a la luz la insuficiencia de nuestras concepciones mecánicas y simples y, como una consecuencia, ha cimbrado los cimientos sobre los cuales la interpretación habitual de las observaciones se basaba.

El mismo autor anterior, pero ahora en su obra “Física Atómica y Conocimiento Humano”, escribió lo siguiente: “... en la mecánica cuántica, no estamos tratando con una arbitraria renunciación de un análisis más detallado del fenómeno atómico, sino con un reconocimiento de que un análisis es en principio excluido”.

Max Born en su libro “Física Atómica” afirma que: “El origen primordial de la dificultad [de explicar la teoría cuántica] descansa en el hecho (o principio filosófico) de que estamos arrastrados a usar palabras del lenguaje común cuando queremos describir un fenómeno, no por análisis lógico o matemático, sino por una imagen que apela a la imaginación. El lenguaje común ha crecido por la experiencia de todos los días y nunca puede sobrepasar esos límites. La física clásica se ha restringido a sí misma al uso de tales conceptos; analizando movimientos visibles en la mecánica clásica se han desarrollado dos formas para representarlos por procesos elementales: partículas en movimiento y ondas. No existe otra forma de proporcionar una descripción pictórica de los movimientos –tenemos que aplicarlo aun en las regiones de procesos atómicos, donde la física clásica deja de ser válida”.

La ciencia del ayer nos
hace sonreír por su
ingenuidad; la ciencia del
presente hará lo propio
en el ánimo de los
científicos del futuro

La construcción del esquema completo de la naturaleza sigue en curso. Se espera que el método científico siga evolucionando y que el conocimiento sobre la naturaleza progrese a pasos de gigante. La ciencia del ayer nos hace sonreír por su ingenuidad; la ciencia del presente hará lo propio en el ánimo de los científicos del futuro.