

«HISTORIA Y CIENCIA»

■ Conferencias del profesor Antonio Ferraz

«En nuestros días, la ciencia ha destruido muchos de nuestros sistemas de valores, creando una situación radicalmente nueva en la historia de la humanidad. La tarea urgente, con vistas al futuro, de reintegrar la ciencia en la existencia humana se enfrenta, hoy por hoy, con grandes obstáculos que es necesario ir salvando para que sepamos realmente en qué situación histórica nos encontramos.» Así ve el panorama de la incidencia de la ciencia en la vida del hombre el profesor adjunto de la Universidad Autónoma de Madrid, Antonio Ferraz, quien impartió del 4 al 13 del pasado mayo en la Fundación un ciclo de conferencias sobre «Historia y Ciencia».

Ofrecemos a continuación un resumen del mismo.



ANTONIO FERRAZ, valenciano, es Doctor en Filosofía por la Universidad de Valencia. Catedrático de Institutos de Bachillerato en varios centros españoles —actualmente excedente—, imparte cursos de Historia de la Filosofía e Historia de la Ciencia, desde 1971, en la Universidad Autónoma de Madrid como Profesor Adjunto. Ha sido Secretario de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y es miembro de la Sociedad Internacional de esta especialidad. Es autor de diversos trabajos.

LA CIENCIA EN LA ANTIGÜEDAD CLÁSICA

En la antigüedad clásica helénica se produce por primera vez lo que podemos llamar *conciencia de científicidad*, es decir, de un modo de racionalidad que es peculiar de la ciencia. Antes de los griegos había indudablemente conocimientos matemáticos, etc., pero se hallaban vinculados a la técnica, a la magia, a una aplicación práctica, no se constituían como teoría sistemática.

La introducción de un nuevo tipo de racionalidad —la ley—, con la construcción de los números triangulares, cuadrados, pentagonales, etc.; la conciliación de lo indefinido y lo definido en esas series de números; la conciencia de la *conjetura* como medio de enfrentarse con la realidad, que presenta un inmenso campo de problemas; la idea, en fin, de *sistematicidad*, son algunas de las aportaciones de los pitagóricos al inicio del desarrollo científico.

Los desarrollos más importantes de la ciencia en la Antigüedad se dieron en el período helenístico, en Alejandría, en torno al primer centro de investigación que existe en la

historia de la humanidad, creación de Ptolomeo Sóter. De ese período que va desde el siglo III a. J. C. hasta el IV d. J. C. una larga nómina de sabios, entre los que destacarán Euclides, Eratóstenes, Aristarco de Samos, Hiparco, Galeno, Apolonio, Ptolomeo y, quizá el más genial, Arquímedes, construyen la ciencia griega en diversos campos.

En Astronomía, Filolao ya había afirmado la esfericidad de la Tierra y su movimiento en torno a un cierto fuego central. En Platón, quien ha cumplido también un papel orientador de la Astronomía clásica, se conjuga el principio de la perfección supuesta y el de la constatación del hecho variable.

En Alejandría, Eratóstenes será el primero en intentar tomarle las me-

didas a la Tierra y determinará la longitud del meridiano (muy próxima a la que hoy es aceptada). En Óptica aparece el concepto —aún vigente— de «rayos» visuales; y valiéndose de las representaciones figuradas que tienen como base a la Geometría, los griegos darán razón de la variedad de las apariencias ópticas (el que un objeto, al alejarse de nosotros, disminuya de tamaño, por ejemplo). En el dominio de la Física, la gran figura es Arquímedes, fundador de la Estática. En su Ley de la Balanza se ve claro ese *cierre representacional* que caracteriza tan bien la aportación de los griegos a la ciencia.

En Ciencias Naturales, el *Corpus* aristotélico proporciona estudios biológicos de animales, que revelan una mente sistemática; y Teofrasto, discípulo de Aristóteles, hará estudios descriptivos de las plantas. En las Ciencias Médicas, entre otros, Erasistrato cultiva la Anatomía comparada y concluye que el nivel intelectual guarda relación con el desarrollo cerebral; progresa en el estudio del corazón y del sistema vascular, hasta llegar a suponer la existencia de pequeños vasos que relacionan venas y arterias. La obra del genial Galeno —prototipo de mente portentosa— va a servir de fuente de inspiración a numerosas generaciones de médicos.

De este modo, con la ciencia griega aparece la racionalidad como sistema de representación autosuficiente y, por primera vez, el conocimiento objetivo adquiere una importancia cabal: se trata de determinar objetivamente los elementos o variables en juego y hallar después las constantes relacionales entre ellos. El cumplimiento de este tipo de racionalidad se produce como Matemática, y de ahí que ya siempre todas las ciencias tratarán de construirse siempre como la Matemática, es decir, como representación cerrada en la que todas las relaciones entre los conceptos estén claras.

LA CIENCIA MODERNA: DE COPERNICO A NEWTON

Si la caída del Imperio Romano abrió un gran colapso en la tradición cultural helénica, la toma de Constantinopla por los turcos, en

1453, ocasiona un reencuentro del Occidente europeo con sus raíces. Vamos a dar un salto nada menos que de mil años para abordar la nueva singladura de la ciencia moderna. Dejando aparte el florecimiento de la ciencia árabe, situémonos en la segunda mitad del siglo XV. Hacia 1450 se desarrolla la imprenta con tipos móviles, proliferan los viajes ultraoceánicos y se abre una nueva era para el comercio y la economía.

¿Qué ha ocurrido con la ciencia en todo este tiempo? Se rompen la cosmología clásica y una concepción del hombre y del mundo cerrada, jerarquizada, en la que se dividía al universo en supralunar, sede de lo perfecto e incorruptible, y sublunar, lugar de lo corruptible y variable; la realidad no era unitaria. Nicolás de Cusa (1401-1464) abandona esta visión y afirma que el centro del universo está en todas partes y la circunferencia en ninguna, que la Tierra es una estrella, que el movimiento no es algo absoluto. Pero el personaje que iniciará la revolución científica es Nicolás Copérnico. Con un evidente pitagorismo, supone que el Sol ocupa un lugar central en el Universo, pero no está en su centro, y que los planetas y la Tierra giran en torno a él. La obra de Copérnico va a suponer un gran avance, sobre todo, por los principios explicativos que pone en juego: las revoluciones de los planetas aumentan uniformemente a medida que se alejan del Sol y poseen así un mayor grado de uniformidad para un espectador desde la Tierra, considerando que es ésta la que se mueve (Ptolomeo creía inmóvil a la Tierra). La obra de Copérnico se sitúa en la base de un cambio de concepción de alcance filosófico, con consecuencias que, a través de Giordano Bruno, llevarán a la alta Metafísica de Spinoza y Hegel. Desde un punto de vista más estrictamente científico, es la base de una línea de evolución jalonada por Kepler, Galileo y Newton, en el que culmina la revolución científica.

Con Giordano Bruno se acepta la realidad actual de la infinitud, se uniformizan los movimientos naturales y violentos. Lo que está pidiendo su concepción es la constitución de una física distinta de la aristotélica: se está apuntando hacia una representación del universo infinito y ho-

mogéneo, y ello llevará a un tipo de objetividad distinto del que prevaleció durante toda la Edad Media. La objetividad se concebirá ahora por descripción funcional, por una sustitución —como ha dicho Cassirer— de la categoría de *sustancia* (herencia aristotélica) por la idea de *función*. Ello significa que a partir de entonces el concepto de *experiencia* tendrá un sentido preciso e íntimamente vinculado a un cuadro lógico de naturaleza matemática. La fusión de dos dimensiones que parecen, en cierto modo, contrapuestas, la racionalidad en su forma matemática y la realidad empírica, es lo que va a constituir la ciencia moderna. La Naturaleza está escrita en lenguaje matemático y se produce una nueva situación del hombre en el mundo y unas nuevas vías de comunicación con él: de sentirse formando parte de modo inmediato de la comunidad natural, a un enfrentamiento objetivo con esa realidad, como espectador, sabiendo que dispone de una clave de lectura de la misma en la Matemática.

Es decir, las Matemáticas son la clave adecuada para poder encontrar la inteligibilidad del mundo. Képler irá más allá en esto buscando un principio de orden, una ley armónica en la distribución de los planetas. Sus célebres tres Leyes planetarias significarán la caída de una noción heredada de la Antigüedad que estaba obstaculizando el verdadero progreso del conocimiento de la Naturaleza: el presupuesto de que el orden y la perfección matemáticas estaban vinculados a determinadas formas (el círculo, forma perfecta). En sus tres Leyes se pone de manifiesto que el orden, la uniformidad no tienen por qué tener tales restricciones. Con Képler se pasa de la Cosmogonía a la Cosmología, a la logificación del Universo, que deja de concebirse como un ser vivo creado por Dios, para concebirse como un divino mecanismo de relojería, concepción básica del Mecanicismo. Dentro de esta línea, Képler empieza a concebir la fuerza como un agente físico, arañando lo que será la Ley de la Gravitación Universal de Newton; fija el concepto de *materia* como algo matemáticamente tratable.

Galileo somete el movimiento a este tipo de análisis. Su Ley de la Caída de los Graves supone el paso de una visión estratificada y teleoló-

gica del Universo a una pura concepción funcional del mismo, orientada a la determinación de variables pertinentes y de sus relaciones matemáticas. Se matematiza, pues, la Naturaleza y se sustituye un mundo cualitativamente diferenciado por un mundo *cuantificado*. Queda diseñado el concepto de experiencia en la Edad Moderna.

En Newton, creador de la Mecánica celeste, se condensa todo el espíritu de esta revolución científica. Con él se contará, por primera vez, con una estructura legal válida en todo el ámbito de la realidad física. Así se podrán explicar las mareas, prever anomalías en el sistema planetario, predecir los equinoccios y prever la existencia de planetas desconocidos. Es decir, con la Ley de la Gravitación Universal de Newton, se puede ver más allá de la realidad inmediata y, lo que es más importante, convertir predicciones en constataciones fácticas (Neptuno sería descubierto en 1846 y Plutón, en 1930). A partir de Newton habrá ya una confianza prácticamente absoluta en la capacidad desarrollada por la racionalidad matemática. Ha culminado la revolución científica y el *cosmos* griego ha sido sustituido por un universo abierto, no jerarquizado.

LA CIENCIA ACTUAL

En el siglo XIX se da una nueva crisis de fundamentos, una segunda revolución científica, quizá más profunda que la anterior. Toda una serie de fundamentos científicos se ponen en tela de juicio. En las Matemáticas, el terreno que parecía más seguro y estable, se desarrollarán, hacia los años treinta de la pasada centuria, las geometrías no euclidianas, llegándose a una síntesis de las distintas geometrías a partir del concepto de grupo. Ello supone desvincular a la Geometría de la supuesta conexión con el espacio, entendido como realidad trascendente. La geometría tiene su razón de ser en sí misma.

En la Física se producen las revoluciones relativista y cuántica. Los conceptos de espacio, tiempo y simultaneidad se integrarán en un nuevo sistema. El Universo no aparecerá ya como un ámbito espacial, vacío, sometido a la marcha inexo-

table de un tiempo uniforme (Newton) en el que flotan los cuerpos; ahora se tendrá una representación más unitaria, en la que espacialidad, temporalidad y materialidad son consideradas como aspectos distintos de una realidad. Un paso más, pues, en el proceso de unificación de la realidad.

En el dominio de lo atómico, la gran conmoción de la Física Cuántica también supone una auténtica revolución que lleva a una determinación cada vez más rica y precisa de la realidad y a un cambio en el modo de sentirse situado el hombre en esa realidad. Otro tanto ocurre en Biología: del «gen», como concepto que no alude a ninguna estructura, se ha llegado a la determinación estructural del ADN.

Veamos algunos rasgos que caracterizan el impacto que esos grandes acontecimientos han producido en el hombre desde el siglo XVII hasta nuestros días. Se ha producido un afianzamiento en la representación unitaria y diferenciada del universo. La exploración de lo infinitamente pequeño y de lo infinitamente grande nos ha dado una conciencia nueva del tiempo dentro del cual se sitúa nuestra existencia. Se ha puesto así de manifiesto la rica y profunda conexión del hombre con la realidad natural. Por otra parte, la racionalidad científica realiza esa genérica aspiración a la validez universal que encierra el concepto de razón. De ahí que hoy, ni las ideologías, ni las religiones ni las filosofías se atrevan a discutir los contenidos propios del saber científico. La ciencia le ha dado al hombre una insospechada capacidad de acción sobre los procesos naturales: fabricación de sustancias nuevas, de estructuras reales que están presentes en la Naturaleza por obra del hombre (Ingeniería Biomolecular). Toda la vida está hoy montada sobre la ciencia y ésta, además, es siempre obra colectiva.

Pero la ciencia se ha fragmentado. La especialización representa también una forma de enajenación. El superespecialista, encerrado en su dominio, ignora a veces otros campos e incluso el significado de la ciencia en el contexto de la existencia humana. El científico no alcanza entonces una clara conciencia de su puesto en la sociedad. Además, la ciencia se utiliza también con motivaciones no clarificadas racionalmen-

te (guerras) y es un instrumento que puede ser utilizado con objetivos que no le corresponden por su esencia.

Por otra parte, es evidente que el método científico ha socavado sistemas de valores tradicionales, porque no puede aceptar la fundamentación de tales sistemas. El análisis objetivo de la realidad no da cabida al concepto de valor, tal como opina Monod, quien ve, en contrapartida, un valor en el propio conocimiento objetivo. Se ha creado así una situación radicalmente nueva en la historia de la humanidad, situación de profunda crisis y conflicto. Hay que acometer la tarea urgente de reintegrar la ciencia en la existencia humana.

LA CIENCIA Y EL FUTURO DE LA HUMANIDAD

La doble dimensión del hombre de ser histórico y proyectivo motiva que la prospección del futuro pueda considerarse también como forma de historia. En nuestros días la prospección del futuro está ya metodizada y tecnificada. Existen diversos centros, privados y oficiales, especializados en este tipo de investigaciones y desde hace años se vienen haciendo numerosas previsiones o predicciones de hechos científicos, algunos de los cuales se han cumplido. En general, se ha previsto que el crecimiento científico seguirá desarrollándose, por lo menos hasta el año 2.000, y que el número de expertos y técnicos crecerá también de manera exponencial. La productividad científica se habrá al menos duplicado hacia esa fecha, gracias a las computadoras. Asimismo crecerá en los científicos la conciencia de su papel en la sociedad. Es decir, se irá pasando cada vez más de una concepción de la ciencia por la ciencia a una concepción de la ciencia para la sociedad.

El hombre posee una situación singular dentro de la realidad: no puede dejar de hacerse cargo de ella, es un «absoluto relativo». En nuestros días esta situación de desarraigo llega al paroxismo y de ahí que la prospección del futuro deba orientarse a dar un sentido al desarrollo científico en el contexto de la existencia humana. Suele haber, en referencia a esto, dos actitudes bien diferenciadas: la optimista cree que el hombre está naturalmente aboca-

do al progreso y que la ciencia debe participar en él como el medio que lo hace posible más eficazmente. «Un maravilloso futuro se abre con la ciencia», sería la consigna de esta actitud. La otra posición, pesimista, sostiene que la ciencia entraña gravísimos peligros que llevarán a la humanidad al desastre.

Dentro de la primera de estas actitudes, la que cree que el universo está a disposición del hombre, se encuadrarían los trabajos encaminados a determinar los procedimientos que harían posible el desmantelamiento de planetas, para aprovechar sus recursos en beneficio de la Tierra. Sería la llamada Civilización de Fase 2, que aprovecha los recursos de su sistema solar. Por su parte, la visión negativa considera que se han roto fronteras que no deberían haberse traspasado, tales como el núcleo atómico y el celular.

La ciencia, como mediación entre el hombre y el mundo, tiene un carácter neutral. Pero puede manifestarse como un signo indicador del camino a seguir en las acciones que el hombre acometa, y ayudarnos a hacernos cargo de nuestra situación en el contexto de la realidad. Monod afirmaba que la prosecución del conocimiento objetivo es en sí misma una ética. Pero tal actitud es incoherente en el sentido de considerar como valor supremo el conocimiento científico, a la vez que reafirma el rechazo por parte de éste del concepto de valor. Monod no ha analizado suficiente y adecuadamente el hecho científico.

La ciencia ha probado que el hombre está capacitado para aprehender cognitivamente la realidad y que, por su misma condición de sujeto cognoscente, se enfrenta a esa realidad. Es decir, que la relación del hombre con su realidad no es sólo de pura pertenencia. Si el hombre fuera sólo conocimiento, sujeto cognoscente, se mantendría estático y sin ninguna zozobra ética. Sería sólo inteligencia, con tendencia contemplativa pero no operativa. No habría problemas de valores, pues no habría nada que realizar. Pero sabemos bien que el hombre es también un ser activo.

Integralmente concebido (hay en él también una tercera dimensión, el sentimiento, que no vamos a considerar aquí) el hombre posee inteligencia y voluntad y hay que buscar

el puente que establezca la armonía y coherencia entre ambas dimensiones, la cognoscitiva y la activa. Las dos vertientes de la ciencia, pues, la puramente cognoscitiva, comprensiva de la realidad y, por otro lado, la transformadora de la realidad, pueden darse armónicamente. El deber operativo de la ciencia debería ser realizar, no destruir. Claro que cabe preguntarse si es posible construir sin destruir. Pero pensemos que la Naturaleza, ella misma, está en continua transformación, en un proceso dinámico de construcción-destrucción. El privilegio más esencial del hombre es precisamente poder orientar el dinamismo natural, por cuanto es consciente de él.

Tengamos, además, en cuenta que el hombre puede ser destruido, pero la realidad no. Hemos pasado de una actitud reverente ante la realidad (la «paranoia» religiosa de los primitivos, basada en el temor a esa realidad) a una nueva paranoia que hace creerse al hombre por encima de la realidad, en la convicción de poder someterla a su yugo. Hemos de tener una conciencia clara de que la realidad nos trasciende y supera siempre. Por todo ello, acabemos con tres actitudes que constituyen un grave obstáculo en el necesario planteamiento del papel de la ciencia de cara al futuro:

a) Creer que la ciencia puede encontrar la explicación de todo. No es verdad, ya que el logos científico, en cuanto que logos figurativo, nos representa esquemáticamente la realidad. La ciencia no puede constituirse en el supremo juez de la conducta humana; b) creer que se puede hallar la última explicación de la realidad al margen de la ciencia. Esto sería caer en la elucubración metafísica; y c) creer que el único sentido y valor de la ciencia radica en la técnica. Definir la razón científica como razón instrumental es no ver toda la carga sugestiva que como hecho humano tiene.

Salvar estos obstáculos requiere la colaboración del científico, del filósofo, del político y del teólogo, y como tal colaboración integrada es difícil de lograr, hay base para caer en el temor y en el pesimismo. El desarrollo de la ciencia ha ido acompañado de un avance en el contenido del término «universalidad». Este es el sentido en que debe caminar dicho desarrollo.