

CIENCIAS EXACTAS, FISICAS Y MATEMATICAS

HACIA UNA DEFINICION DE LA FISICA (1)

por EDUARDO GAMBA ESCALLON

1.—No parece posible agotar, en ningún caso, las notas de un objeto dado mediante su definición. Pues la definición, en cuanto juicio, en cuanto *conexión enunciativa de conceptos*, entra en posesión lógica del objeto *a través* del concepto y éste no se identifica, no podría identificarse, con el objeto sino que recoge o abstrae sus notas, sus modalidades determinantes, e implica, por tanto, una selección previa, un criterio, en suma una toma de posición.

Esta insalvable, esta dramática dificultad se hace patente sobre todo cuando el objeto de la definición no es algo material, tangible, sino que constituye, como en este caso, una *realidad cultural*, un repertorio de métodos y conocimientos, ideados, perfeccionados y transmitidos a lo largo de la historia por el espíritu humano. Es pertinente a este respecto la paradoja de Russell: “La definición de Filosofía depende, en todo caso, de nuestra posición filosófica” (2).

2.—Por la dificultad misma del problema, cuya sola enunciación plantea complejas cuestiones de orden lógico y metafísico, y por ver de eliminar, en lo posible, toda premeditación o prejuicio subjetivos, procuraremos limitarnos a ofrecer, por tanto, una caracterización, una descripción esquemática de la Física en cuanto a los puntos siguientes, que, por demás, se encuentran íntimamente relacionados:

a) Su ubicación dentro del conjunto de los conocimientos humanos;

(1) Notas para una lección en la Facultad de Ciencias.

(2) Bertrand Russell *An Outline of Philosophy* (Allen & Unwin, New York, 1927).

- b) Su objeto, en el sentido de término del conocimiento, no en el de finalidad, objetivo o aplicación;
- c) Sus puntos de apoyo, o sea el problema de su fundamentación en otras disciplinas, y, por último,
- d) Su metodología.

3.—El primero de estos puntos requiere la adopción de un criterio clasificativo que permita agrupar, por departamentos, las ramas del saber. Esta cuestión, de indudable rango filosófico, acaso solamente llega a destacarse por primera vez, con pleno rigor, hacia el siglo pasado, pero tiene, con todo, ilustres antecedentes en la historia de las ideas. Es más: hasta ese entonces, ha permanecido vigente en la Filosofía la clasificación baconiana de las ciencias, popularizada por D'Alembert, que aún conserva, de paso, cierto matiz de escolasticismo medíoeval, del que, indudablemente, se nutrió su autor. Se trata, en efecto, de una clasificación, que pudiéramos llamar "antropocéntrica", de las ciencias, formulada en función de ciertas facultades o "potencias" del espíritu humano. Bacon distingue tres: la memoria, a la cual corresponden, simbólicamente, las ciencias históricas; la imaginación, de la cual deriva la poesía en su triple aspecto de narrativa, dramática y parabólica, y, en fin, la razón, bajo cuyo imperio se agrupan las disciplinas conocidas por el nombre general de "Filosofía".

4.—Cabén dentro de esta última denominación, según Bacon, ciencias aparentemente tan disímiles como la Teología y la Filosofía, la Zoología y la Jurisprudencia, lo que, por una parte, contribuye a reservar para el término "Filosofía" esa noble característica de disciplina fundamental —que hasta hace poco ha conservado, de paso, en la universidad europea— y, por otra, aconseja la conveniencia de introducir, dentro del departamento de las ciencias de la razón, una división ulterior. Esta subdivisión ya no dependerá de las facultades del *sujeto* del conocimiento, sino del *objeto* mismo de cada disciplina. Bacon separa tres objetos para las ciencias de la razón: La naturaleza, el hombre y la divinidad, incluyendo dentro del primero la ciencia que llamamos "Física".

Por considerarla especialmente adecuada a los fines de esta lectura, aparte de su divulgación y sencillez, podemos adherir a la clasificación baconiana e intentar para la Física una primera caracterización, así: "*La Física es una ciencia de la razón que tiene por objeto la naturaleza...*" Es decir: la Física es una filosofía de la naturaleza, una *filosofía natural*.

5.—Cabe esta observación: la naturaleza es, también, objeto de estudio para las ciencias biológicas; ¿en qué punto, entonces, se separan éstas de las físicas?

La diferencia, como muy bien se ha observado (1), no puede depender en este caso del *objeto* cuanto del *método* —o mejor, quizá— del *punto de vista* que se adopte frente al objeto. Porque, en efecto, la subdivisión de la naturaleza en *orgánica* e *inorgánica*, que suele introducirse en este punto —la primera como objeto privativo de la Biología y la segunda de la Física—, es en extremo precaria. Las formas vivas, las unidades orgánicas de la naturaleza no se sustraen, en cuanto tales, al imperio de las leyes puramente físicas. Ni el mamífero ni el ave, por el hecho de deslizarse en la llanura o flotar en el aire, se ven libres de las normas mecánicas que regulan la gravitación de las masas o el desplazamiento de los cuerpos en los medios de poca densidad. Uno y otro, en cuanto seres extensos y ponderables, son objetos para la Física.

Agrega Reichenbach, en la obra citada, que el biólogo estudia la naturaleza en función de categorías tales como *vida*, *evolución*, *nutrición*, en tanto que el aparato categorial del físico comprende conceptos tales como *inercia*, *temperatura*, *velocidad*. De ello deduce luego que la Física, a diferencia de la Biología, es una ciencia natural *exacta*. Se echa de ver fácilmente por qué, para él, la diferencia entre las dos disciplinas se reduce, en último término, a una cuestión metodológica.

Pero el método es casi siempre una consecuencia de la perspectiva adoptada y lo que parece ocurrir, en el fondo, es que el físico estudia la naturaleza “*desde el punto de vista cuantitativo*”, privativamente, y todo aquello que no sea susceptible de mensura carece de interés para él. Los conceptos pitagóricos de número y magnitud —observa Whitehead— (2) prevalecen en la Física por sobre las categorías aristotélicas, *biológicas*, de género y de clase. Ahora bien: la Matemática es, por excelencia, la ciencia de la medida y la cantidad; por consiguiente esta segunda caracterización de la Física como ciencia cuantitativa, antes que a una cuestión de método, nos lleva a plantearnos el problema de su fundamentación en otras esferas del conocimiento distintas de ella.

(1) Hans Reichenbach, *Objetivos y métodos del conocimiento físico* (Colegio de México, 1945).

(2) Alfred Norton Whitehead, *Science and the Modern World* (The Mac Millan Co., New York, 1944).

6.—Para Planck (1) los fundamentos axiomáticos de la *filosofía natural* son dos, a saber:

a) Existe un mundo externo, independiente de nuestro conocimiento de él;

b) El mundo externo no es cognoscible directamente por los sentidos.

Según esta declaración, tomada literalmente, el hombre de ciencia, sin prejuizar, sin presuponer nada distinto de estas dos premisas y sin tomar apoyo en ninguna otra disciplina, estructuraría el formidable edificio de la Física por un auténtico proceso de construcción intelectual.

La primera de estas premisas que, en rigor, es indemostrable, constituye un abierto rechazo al solipsismo; la segunda apunta, sin duda, a una posición de marcado sentido racionalista, casi siempre indiscutible para el físico. Este, en efecto, no encuentra mayor similitud, por ejemplo, entre un carbonato como el azúcar y un ácido como la sacarina, que tan similares parecen al conocimiento sensible; y, en cambio, entre las vibraciones eléctricas y el calor radiante, entre éste y la luz, median para él afinidades esenciales, evidentes para la razón, aunque desconocidas por los sentidos.

No siempre, dicho sea de paso, el pensamiento científico se ha orientado por estos cauces. Sin ir lejos, en pleno Iluminismo, otro formidable alemán, hombre de ciencia también aunque de estirpe romántica, J. W. von-Goethe, escribe, por ejemplo, estas irónicas palabras condenatorias: “Para reproducir en el espíritu los objetos, educad los sentidos... Aprended a respetar la majestad de los eternos fenómenos... Lo que la naturaleza no quiera revelaros, no se lo arrancaréis con tuercas ni tornillos.”

7.—De otra parte, la enumeración de Planck no parece exhaustiva. En todo caso, para mayor precisión y claridad, convendría desarrollar las consecuencias que, desde el punto de vista de su fundamentación, podrían deducirse y de hecho se deducen para la Física en virtud de aquellas premisas. En otras palabras, si caracterizamos la Física como una *ciencia de la razón*, ante todo, tal caracterización exige, como corolario, que el físico adhiera a las leyes y fundamentos de toda disciplina racional.

Por lo pronto, se aceptará, se dará por supuesta la racionalidad de lo real, la posibilidad del mundo externo de transfor-

(1) Max Planck. *¿Where is Science going?* (W. W. Norton, Londres, 1932).

marse en *cosmos*, de ordenarse en esquemas sometidos a las leyes de la razón. Si la hipótesis, según suele decirse, es el “prejuicio que guía la investigación”, ese supuesto, esa presunción de un orden lógico en las cosas, constituye la primera, la fundamental, acaso también la menos explícita de las hipótesis del investigador físico.

Además, los principios lógicos de contradicción, de identidad, del tercero excluído —quizás este último con las salvedades introducidas recientemente por el intuicionismo matemático— condicionarán la Física en cuanto ciencia, en cuanto armonioso conjunto de conocimientos, en su forma y su desarrollo.

La Física se funda, pues, en la Lógica, y si, por otra parte, transporta, para la investigación de su objeto, las categorías de medida, de número y cantidad, según hemos dicho, se apoya, finalmente, en la Matemática. La Física no es una ciencia autónoma.

8.—Si ahora dijéramos que el físico estudia la naturaleza “con el auxilio de la Matemática y de la Lógica, con criterio racionalista y desde el punto de vista cuantitativo”, probablemente incurriríamos en una doble repetición. Si emplea un criterio racionalista, sigue un procedimiento lógico; si se apoya en la Matemática, su punto de vista es necesariamente cuantitativo.

Matematizar la realidad, en efecto, es un esfuerzo por eliminar las diferencias, las a veces sutiles y a menudo esenciales diferencias cualitativas; por generalizar, por reducir lo individual y específico al más tiránico de los denominadores comunes: el número. La visión del mundo que nos proporciona la *filosofía natural* resulta pues una visión parcial, fragmentaria, en la cual solamente se destacan, en primer plano, las notas cuantitativas, numerables, genéricas, como la masa o el volumen, quedando las demás, aquellas, por ejemplo, que dicen relación a los *valores* en general, en una bahía de penumbra.

Sólo parcelando en esta forma la realidad, únicamente abstrayendo de ella aquellos aspectos que se plieguen al dominio del número, resulta posible *ordenarla*. Orden y medida constituyen, según Descartes, los objetos de la Matemática. Hasta qué punto esas notas o aspectos mensurables tienen de por sí una realidad objetiva, es tema del más inquietante interés filosófico que, desde luego, no habremos de abordar aquí. Bástenos indicar que el físico las llama, en general, *magnitudes* y que el proceso de su abstracción, selección, o invención si se quiere, es característico del método de la filosofía natural.

Ahora bien: las magnitudes de por sí, aisladas, no constituyen mayor conocimiento científico. Son apenas piezas estructurales. Es preciso articularlas, conjugarlas entre sí y aun derivar de ellas nuevas magnitudes secundarias. Ante todo, para facilitar la manipulación matemática, se les asigna un *signo*: (m) para la inercia, (t) para el tiempo, (c) para la velocidad. Se adopta luego un patrón de medida; es decir, se establece y define convenientemente una *unidad* por cada magnitud.

9.—Si al signo no correspondiera una realidad, si tras del símbolo o la cifra no se ocultara, latente, una entidad física, más o menos objetiva o compleja, la *filosofía natural* derivaría hacia el nominalismo puro, equivaldría en realidad a una *semeciótica*. Por cierto que es frecuente, sobre todo en el principiante, fácilmente familiarizado con la matemática pero incapaz de mayor esfuerzo de interpretación, perder de vista el hecho físico subyacente, quedarse en la fórmula, olvidando el nexo que la vincula a una realidad más profunda. De ahí la importancia, mejor la necesidad de complementar los conceptos fundamentales de unidad y magnitud y el aparato matemático puro por medio de *experiencias*. La física, en general el método científico, no es, o no ha sido, solamente un “pitagorismo” sino un “pitagorismo experimental”.

Experimento no es sinónimo de *observación*. En esta última el investigador se limita a presenciar el hecho natural sin intervenir en él. Es el caso legendario de Newton a la sombra del manzano. El experimento, en rigor, requiere una técnica para reproducir artificialmente el hecho, el fenómeno natural, cuantas veces sea necesario.

La experimentación, de otra parte, obedece a un plan, se orienta, en definitiva, por una presunción. Esto constituye la *hipótesis*. Antes hemos aludido a una de tales presunciones, acaso la más importante de todas; pero habría muchas otras según los casos, según la región de la realidad natural que se va explorando. Así, la hipótesis magnética de Weber, la de la discontinuidad de la materia, la de la nebulosa espiral de La Place. Desde luego, el experimento puede, o no, confirmar la hipótesis. Esta, en un caso, se modifica o elimina; en el otro, se conserva, pasándose inductivamente, por aproximación, de la simple posibilidad hacia una probabilidad cada vez mayor.

Los resultados de la experimentación que confirman la hipótesis van a agruparse luego, mediante el simbolismo matemático, en forma de correlación entre las *magnitudes* o variables, sobre

las cuales, exclusivamente, ha recaído la mirada del investigador. Si se trata de establecer entre ellas un enlace *causal*, que no siempre es el caso, se dirá, por ejemplo, que “la presencia de las magnitudes (a, b, c, d) produce siempre (w, x, y, z)” y si, por otra parte “(a, b, c), producen siempre (w, x, y)”, se deduce que “(d) produce (z)”. Lo que constituye el llamado *método por diferencia* y simbólicamente puede expresarse así:

$$\begin{array}{l} (a, b, c, d) \text{ —————} \rightarrow (w, x, y, z) \\ (a, b, c) \text{ —————} \rightarrow (w, x, y) \\ (d) \text{ —————} \rightarrow (z) \end{array}$$

Ahora bien: $(d) \rightarrow (z)$, o, lo que es lo mismo, $z = f(d)$ (“z es una función de d”), sin olvidar que (d) y (z) simbolizan o representan entidades físicas concretas, es lo que llamamos una *ley de causalidad*.

10.—Podemos, en resumen, caracterizar la Física como “una ciencia de la razón que estudia la naturaleza desde un punto de vista cuantitativo, por medio de magnitudes que la ordenan, signos que representan esas magnitudes, unidades que las miden y leyes empíricas que las relacionan matemáticamente entre sí”.

Bogotá, marzo 1947.