

Razón y experiencia en la ciencia de nuestros días

Por ALEJANDRO DIEZ BLANCO

«¿Qué cantidad de verdad puede soportar un hombre? Esto ha sido siempre para mí la más alta medida de su valor.»

(FEDERICO NIETZCHE: *Humano, demasiado humano*).

PROEMIO

Cuenta el biógrafo de Alberto Einstein, Philipp Frank, que el arzobispo de Canterbury, jefe de la Iglesia anglicana, estaba muy preocupado porque alguien le había dicho que la teoría de la relatividad podía tener importantes consecuencias para la teología. Cuando Einstein visitó Inglaterra, allá por el año 1921, con motivo de un banquete en honor del sabio profesor, el arzobispo se las arregló para tener un asiento a su lado, y en el curso de la comida preguntó bruscamente al sabio: «qué efectos podía tener sobre la religión la teoría de la relatividad». Einstein replicó con presteza y brevedad: «Ninguno. La relatividad es un asunto científico y nada tiene que ver con la religión.» También en el siglo XVII temieron los teólogos que el sistema heliocéntrico, que defendía Galileo, pudiera contradecir y poner en peligro las verdades religiosas, y condenaron su doctrina. Pero no ha pasado nada de lo que temían. Los teólogos de hoy admiten y enseñan el sistema de Copérnico y de Galileo, y bien podemos afirmar que este sistema del Cosmos *manifiesta* la grandeza y el poder de Dios de una manera mucho más eminente que el pobre y casero cosmos aristotélico que ellos querían defender.

Anda por el mundo gente preocupada y asustada ante el cariz que parece tomar la ciencia moderna, y, muy especialmente, la ciencia física. Nuestra postura como científicos y como cristianos no puede ser de temor. Es posible que tengamos que renovar nuestros conceptos científicos, que rectificar el concepto de la verdad científica, incluso que renunciar a posiciones que se creían firmemente establecidas. Llegaremos a donde haga falta, guiados siempre por esta firme convicción: «Que Dios no puede temer nada del impacto de la verdad, porque El es la Verdad».

I

EPISTEME Y CIENCIA

Los sabios que practican las ciencias experimentales han renunciado, desde hace mucho tiempo, a conquistar la certeza absoluta.

F. GONSETH.

Nadie ha expuesto, con la claridad con que lo hace Zubiri, la diferencia entre la *episteme* de los griegos y la *ciencia* del mundo moderno (1). Ambas tratan de estudiar la *Naturaleza*, un mundo circundante independiente de mí. Pero, ¿qué entender por *Naturaleza*? «*Vere scire est per causas scire*» decían los antiguos siguiendo a Aristóteles y ellos buscaban, tras el *por qué* causal, el *qué*, el sujeto productor, la *esencia*, de la cual derivan necesariamente los fenómenos según reza la sentencia escolástica: «*operari sequitur esse*». En aquella época *episteme* y *filosofía* eran la misma cosa, una investigación sobre el *ser*.

Al llegar el Renacimiento los científicos abandonaron la investigación del *ser* y de la *esencia* y se la entregaron a los filósofos, con una sonrisa entre irónica y compasiva, haciendo una retirada estratégica en el orden del conocer, contentándose con inquirir los *fenómenos* (2) y su descripción espacio-temporal. La ciencia se separa de la filosofía.

La ciencia moderna se propone determinar el *dónde*, *cuándo* y *cómo* de los fenómenos (espacio, tiempo y relación). Trata, por lo tanto, de los accidentes, pero no quiere saber nada de la *sustancia* en sentido filosófico. Sin embargo, Aristóteles había afirmado «que de los accidentes no hay ciencia» (3). Y entonces una de dos: o esas cosas de que trata la ciencia moderna no son accidentes, o hay ciencia del accidente, quedando aún una tercera posibilidad.

(1) J. J. Zubiri: *Naturaleza, Historia, Dios*, página 85, Madrid, 1944.

(2) Sobre lo que deba entenderse por *fenómeno* hablaremos más adelante.

(3) Aristóteles: *Metafísica*-E-2-1.026-b. Aristóteles encabeza este libro E de la *Metafísica* con la conocida frase: «La ciencia teórica es la que trata del *ser*».

dad, que eso que llaman ciencia los modernos no lo sea en el sentido aristotélico.

Para un antiguo, la fuerza, causa, energía, calor, etc., eran *seres*, para un moderno son *relaciones*. Se abandona la concepción *cosista* de la ciencia por la *fenomenista*. Así, por ejemplo, a un griego lo que le interesa en el fenómeno del movimiento es el móvil, el sujeto; a un moderno lo que le interesa es el movimiento mismo, el cambio. A esto lo llamamos «carácter *estructural* de la ciencia moderna», como más adelante veremos.

Esto en cuanto a la *nueva ciencia* del Renacimiento. Si consideramos la *novísima ciencia* del siglo XX, pensando que éste inicia en sus comienzos una nueva revolución científica, cosa en la que, creo, estamos todos de acuerdo, veremos una nueva desviación del sustancialismo hacia el idealismo racionalista, representado muy especialmente por la matematización de la ciencia.

Así como en la física clásica del siglo XIX lo que ondulaba era una materia real, o todo lo más se inventaba una materia hipotética, el éter, cuyo cometido era servir de sujeto al verbo ondular, en la mecánica cuántica ¿qué es lo que ondula? Un ente matemático, la *probabilidad* en el reparto de las partículas en esas fantasmales «nubes de probabilidad». No olvidemos que ahora los fenómenos físicos acontecen no en el espacio real de tres dimensiones, sino en espacios ficticios llamados «espacios de configuración» de tantas veces tres dimensiones cuantas son las partículas que integran el sistema. Y Aristóteles había afirmado que «el objeto de la física, por su naturaleza, no consiente la sutileza matemática», buena prueba de que su física era algo completamente distinto de la actual (4).

Las entidades, mejor diríamos las fórmulas con que opera la física de nuestros días toman, cada vez más, un carácter misterioso e incomprensible. Ejemplo típico la ecuación de Schrödinger con su misteriosa función de onda ψ la cual parece ser una verdadera fórmula mágica. «Se hacen cálculos con ella, y sabiéndola emplear correctamente se obtienen resultados que armonizan con la experiencia, pero nadie la entiende» (5). «La física, a fuerza de querer ser positiva y racional, se ha hecho mística, en el sentido de misteriosa; todo su esquema matemático se basa en misterios...» «Por mi parte, prefiero como punto de partida un buen misterio, oscuro pero sencillo, y por eso admiro a mis brillantes colegas que, fundándose en el comportamiento corpuscular-ondulatorio de las partículas elementales, han sabido descubrir la bomba atómica» (6).

El enunciado por Heisenberg (1927) del «principio de incertidumbre» al hacer desaparecer la individualidad de las partículas destruye, en cierto modo, la noción de objeto. Como resultado de todo ello, dice un científico de nuestros días, el enunciado más acertado sobre los fenómenos de la física atómica sería éste: «Algo, no sabemos qué, ocurre, no sabemos dónde, y esto es todo».

La ciencia de nuestros días es, cada vez menos, conocimiento, y cada vez más dominio de una realidad, en sí desconocida. A la pregunta de si Rutherford descubrió o inventó el átomo, ¿qué contestaría un científico moderno? Dejemos la pregunta pendiente para que ellos la contesten.

Para terminar este párrafo introductorio, del cual será ampliación y comentario todo lo que va a seguir, diremos que nuestra consideración de la ciencia se centrará especialmente sobre la física, por ser la más evolucionada de las ciencias de la naturaleza, hasta el punto de que, según algunos de sus representantes, está entrando ahora en su etapa axiomática. Para darnos cuenta de la situación queremos copiar la definición que de la física de hoy nos da un físico también actual. «Los autores antiguos se ponen como fin alcanzar un conocimiento *absoluto* de las leyes físicas y de la realidad. No habiendo podido ser alcanzado este fin, en la física moderna se fija otro mucho más restringido y limitado. Por prudencia se fija un fin extremadamente restringido, fin mínimo que es fácilmente alcanzado. Así, el problema fundamental es el siguiente: Habiendo obtenido un resultado de medida Z_A concerniente a una magnitud A , en un instante inicial t_0 , calcular las previsiones concernientes a un resultado Z_B de una medida efectuada sobre una magnitud B , en un instante t , siendo t posterior a t_0 . El problema fundamental consiste, pues, en un *cálculo de previsiones*, debiendo ser tomado este término como previsiones *probables*» (7). El objeto de la ciencia física es *medir*. Toda ella es una contestación a la pregunta ¿cuánto? pero no responde a la pregunta ¿qué? Por eso puede decirse que la física ha sido construída con tres instrumentos: el metro, el reloj y la balanza, los cuales nos sirven para medir las tres magnitudes físicas fundamentales: espacio, tiempo y masa.

Para un filósofo, amante del saber, estas conclusiones de la nueva física parecen desalentadoras y la novísima ciencia un drama, acaso aún más, una tragedia, para este hombre ansioso de conocimiento.

(4) Aristóteles: *Metafísica*-a-3-15.

(5) J. Tirring: *La transformación del sistema conceptual de la física*, pág. 84, en: *Crisis y reconstrucción de las ciencias exactas*. La Plata, 1926.

(6) Julio Palacios: *Esquema físico del mundo*, página 7, Madrid, 1947.

(7) J. L. Destouches: *Methodologie de la Physique theorique moderne*, pág. 38. Cours de la Faculté des lettres. París, 1948.

II

LA ESTRUCTURA DE LA CIENCIA

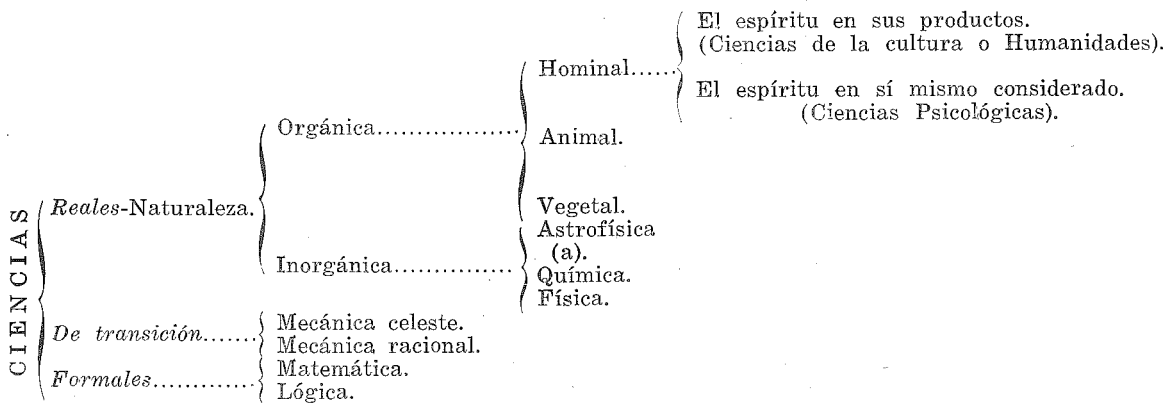
Desde el momento en que teorizamos convertimos ya la realidad en idealidad.
E. SPRANGER.

Definición y división de la ciencia.—Definimos la ciencia en general como «una organización racional de la experiencia». Pobre es esta definición en su generalidad conceptual, pero con ella no corremos el peligro de que nos sea rectificada en una fecha más o menos próxima.

Como se echará de ver no entran en nuestra definición ni la lógica ni la matemática. ¿Es que estas dos disciplinas no deben ser consideradas como ciencias? Así lo han pensado algunos que preferirían considerarlas como *métodos*, y entre los cuales, por lo que a la lógica se refiere, tenemos nada menos que a Aristóteles, el cual no la incluyó en su clasificación de las ciencias y la llamó *organon* o *instrumento*, si bien no lo hiciese con estas mismas palabras. Sin embargo, de acuerdo con la tra-

dición más corriente, definiremos las llamadas ciencias formales, que son precisamente lógica y matemática, como «una organización racional del pensamiento».

Con las dos definiciones anteriores, complementarias, tenemos determinados los dos grandes grupos de ciencias, las llamadas *ciencias reales* y las *ciencias formales*. Creemos que es necesario renunciar a la tradicional y bipartita división de las ciencias reales en dos grupos, Ciencias de la Naturaleza y Ciencias del Espíritu, por artificiosa, ya que el espíritu no es algo contrapuesto a la naturaleza, sino que se da dentro de ella y es como su coronamiento, del mismo modo que la flor es el coronamiento de la planta. Por otra parte, no hay que perder de vista la artificiosidad y provisionalidad de toda clasificación de las ciencias. Lo primero debido al hecho de que nunca un esquema puede encerrar dentro de sí la rica variedad de lo real. Lo segundo, porque la ciencia es una estructura en constante evolución (7 bis). Proponemos, pues, dentro de estas limitaciones, el siguiente cuadro.



(a) Dentro de la astrofísica incluimos la geología, geografía, etc.

Experiencia y Razón.—Dos elementos constituyen la ciencia natural, de acuerdo con nuestra definición, *experiencia* y *razón*, las cuales están entre sí en la relación de *materia* y *forma*. A la experiencia se la designa con las expresiones «los hechos», y también «los fenómenos». Los *hechos*, *acontecimientos* o *fenómenos* hacen referencia a un mundo real, exterior e independiente de la mente que los capta. La ciencia ha partido siempre de una firme creencia en la realidad del mundo exterior, pues de lo contrario se privaría a sí misma de objeto y caería en el *solipsismo*. A los *hechos* o *fenómenos* les podemos asignar tres caracteres: 1.º Su carácter intuitivo e inmediato. 2.º Su dinamicidad (el *πάντα ῥεῖ* de Heráclito) 3.º Su neutralidad filosófica (consecuencia de la primera), es decir, el esta, como tales fenómenos, «*dados*» y por consiguiente fuera de toda discusión (8).

El elemento racional son las *categorías*, en el sentido kantiano. Las categorías o elementos

formal, actuando sobre la experiencia o elemento material, dan lugar a la construcción de la ciencia. Esta construcción supone tres clases de elementos: *Leyes empíricas*, *principios* y *teorías*.

La primera característica que registramos en la nueva física es una desviación hacia el elemento formal, hacia el racionalismo, como lo prueba su creciente matematización y la opinión de muchos de sus cultivadores de que la física ha entrado en su etapa axiomática.

La ciencia física hace en esto como la matemática, no intenta decirnos nada sobre los entes ni sobre su *esencia*. Versa únicamente sobre las *relaciones* entre entes desconocidos. Según los físicos modernos el conocimiento que obtenemos del mundo físico es un conocimiento estructural (teoría de grupos), sin que nos permita decir nada, ni nos importa, sobre el ente o entes que están bajo la estructura.

(7 bis) Véase nuestro trabajo: *Nuevas consideraciones sobre la clasificación de las ciencias*. Revista de Filosofía, t. VIII (1949), págs. 67 y sig.

(8) Carlos París: *Física y Filosofía*, pág. 119, Madrid, 1952.

Los entes del mundo físico a que hacemos referencia nos son dados a nosotros a través de los datos sensoriales. Las impresiones sensoriales son, por su propia naturaleza, subjetivas, y no pueden ser objeto de la ciencia que reclama objetividad. Yo llamo «rojo» a la impresión que sobre mí produce esta cereza. Mi vecino también la llama «roja». Estamos de acuerdo en el adjetivo que la aplicamos, pero ¿en la impresión que recibimos? No hay modo de saberlo. En cambio, yo afirmo que la amapola es «roja», como la cereza y mi vecino dice lo mismo. *Estamos de acuerdo* ambos en que la impresión de color que nos produce la amapola es *la misma* que la de la cereza, sea cualquiera esta impresión en sí misma. Esto es el conocimiento de una *relación*, y este es el objeto de la física, el conocimiento, no de los *seres*, sino de las *relaciones* entre los seres (9).

La física sustituye sensaciones cualitativas con relaciones cuantitativas entre entes abstractos. En vez de colores, olores, sonidos, nos habla de fotones, electrones, protones, etc. El conocimiento científico tiene pues carácter *simbólico*. «Los diferentes entes que intervienen en las teorías científicas son creaciones mentales. Una noción teórica, como átomo, recta, plano, etc., no corresponde a una realidad existente, deriva de un proceso mental de esquematización y de abstracción, *a partir de la realidad sensible*» (10). Esto no implica negación de una realidad exterior, ni de que se pueda alcanzar el conocimiento del ser y de la esencia, pero no en la ciencia. A esta posición la llamaríamos «*relativismo moderado*». Otros lo llaman *positivismo científico*.

La ley física.—La *relación* que establece la ley física es una *relación constante*. La constancia de ciertas relaciones entre los fenómenos es lo que hace posible la ciencia. Y aquí está, precisamente, el nudo de la cuestión, en la palabra *constancia*. Los objetivistas afirman la regularidad del acontecer natural (la naturaleza está regida por leyes y estas leyes son constantes e inmutables). Los subjetivistas dudan que tal regularidad, que indudablemente existe, tenga un valor absoluto. En la ciencia no hay nada absoluto, y, precisamente, el reino de la física es el mundo de los fenómenos, de lo que cambia, no el mundo del ser. La creencia en la inmutabilidad de la naturaleza es un acto de fe, una hipótesis metafísica e improbable. En el mundo físico no hay invariantes, el conocimiento físico es precario y aproximado, pero hemos de resignarnos y renunciar a pretensiones inmoderadas. Que esa creencia en la regularidad del acontecer natural es instintiva lo prueba el que también la tienen los animales. Dice Bertrand Russell: «El gallo espera todos los días la comida, cuando ve al hombre que se la lleva. Pero un día el hombre retuerce el pescuezo al gallo en vez de darle la comida, y acaso hubiese venido bien a este gallo tener una

idea más exacta acerca de la regularidad del acontecer natural.» Este problema de la regularidad de la naturaleza será tratado más extensamente en el epígrafe «*Causalidad y Determinismo*».

La ley es, pues, una *fórmula ideal* (matemática) y *provisoria* por su carácter *aproximado* y *esquemático*. De ello deducen los físicos modernos su carácter estadístico. Los realistas, en cambio, creen que al lado de las leyes estadísticas hay otras que son dinámicas, de valor absoluto.

La ley física no pretende expresar una relación de causalidad eficiente, se contenta con describir los fenómenos en forma matemática. No hay más objetividad que la que dan los matemáticos. Manuel Kant afirma taxativamente siguiendo a Descartes: «En cualquier ciencia, lo rigurosamente científico se mide por su contenido matemático».

Para ver como en la ley física no obtenemos conocimiento sobre el ser de las cosas, ni sobre su causalidad ontológica, examinemos una de las más fundamentales, la ley de la gravitación universal. En el siglo XVII ya estaba en guardia Newton, como gran científico y gran filósofo, contra las extrapolaciones atrevidas. Enunció la ley de este modo: «Las cosas pasan como si los cuerpos se atrajesen en razón directa de su masa y en razón inversa del cuadrado de la distancia» y añadió el célebre: «*et hypotheses non fingo*». Una cosa igual dice Alberto Einstein al establecer la *equivalencia* (no identidad, porque entonces haríamos una hipótesis metafísica improbable) entre la masa inerte y la masa gravitante, en su conocido ejemplo del ascensor. Si de repente, a los objetos que permanecían en el espacio o lugar en que se los dejaba, sin caer al suelo, los viésemos caer y estrellarse contra el mismo ¿qué podría afirmar el hombre que vive en el ascensor como en un sistema cerrado, es decir, el científico? Diría: «No sé lo que ha pasado, lo mismo puede haberse establecido un campo gravitante debajo de mí, que haberse puesto en marcha el ascensor hacia arriba, es más, acaso exista una tercera y aún una cuarta hipótesis posible sobre lo que ha pasado, yo me limito a constatar lo que ocurre y como ocurre» (11).

Principios.—Los principios son hipótesis lógicas, de carácter ideal, al cual tienden las leyes. Son sugeridos por la experiencia, pero no pueden ser contradichos por ella, por su propia naturaleza. Tienen carácter *postulacional*, pero no son arbitrarios. Parten de la experiencia, pero prolongan ésta más allá de sus propios límites. El principio es, pues, improbable por la experiencia e indemostrable lógicamente, ya que, por hipótesis, sirve él de cimien-

(11) Otra cuestión que preocupó mucho a los epistemólogos, a fines del siglo pasado, fué el posible cambio o evolución de las leyes en el tiempo. A este problema, planteado por E. Boutroux contestó Poincaré declarando el problema sin sentido. Las leyes, dice, son *sistemas de referencia* y, por lo tanto, no puede saberse si han cambiado o no, pues, ¿a qué sistema lo referiríamos?

(9) Henri Poincaré: *El valor de la Ciencia*.

(10) S. M. Neuschlosn: *Análisis del conocimiento científico*, pág. 56 y sig. Buenos Aires, 1914.

to a todo el edificio. La ley de Mariotte afirma que «para una masa fija de gas, a temperatura constante, el producto de la presión por el volumen es constante». La experiencia demuestra que esto no es cierto y que se trata solo de una aproximación. Es una aproximación a lo que ocurriría con un gas perfecto, pero el gas perfecto no existe, es un término ideal. Un gas perfecto es aquel para quien el producto de la presión por el volumen es constante. Esto es una *definición*. Por eso afirma Renoirte (12) que el principio es una definición. Se establece así una diferencia entre la ley, siempre provisoria, y el principio, que es regulador para las leyes. El principio es el término ideal al cual tiende la ley.

El principio de la inercia, por ejemplo, es una hipótesis lógica, incomparable por la experiencia, ya que nunca podrá el hombre operar con un cuerpo aislado de toda perturbación producida por agentes exteriores para ver si el principio se cumple o no.

Teorías.—La teoría obedece a una tendencia natural del espíritu humano, la tendencia a la unidad. Trata de unificar en un sistema coherente un conjunto de leyes y fenómenos. Algunas teorías tienen por objeto dar una explicación, un conocimiento, de la realidad, tal ocurre con la teoría de la evolución. Otras tienen por objeto, no el dar un conocimiento de la realidad, sino el dar una estructura lógica y coherente, pero sin intentos explicativos, tal es la teoría del Universo de Milne y, acaso en un término medio entre ambas la teoría de la relatividad. Parece que según avanza la ciencia en su matematización, hacia su forma axiomática, las teorías pasan del primer aspecto al segundo.

Dos definiciones, dice, P. Duhem (13), se han dado de lo que es una teoría física: 1.ª «Una teoría física tiene por objeto la *explicación* de un conjunto de leyes experimentalmente establecidas.» 2.ª «Una teoría física es un sistema abstracto que tiene por fin *resumir* y *clasificar lógicamente* un conjunto de leyes experimentales, sin pretender explicar estas leyes.»

Explicar quiere decir «despojar a la realidad de las apariencias que la envuelven como velos, a fin de ver esta realidad cara a cara». Esto supone una hipótesis metafísica «que bajo las apariencias se oculta una realidad».

Pocas veces se han presentado las teorías físicas con tal carácter de absolutismo y de perfección, como explicación o conocimiento cierto de una realidad. Más corrientemente se refieren ellas a una *explicación hipotética*, como si la realidad fuese lo que ellas afirman. Aún interpretada de este modo la *explicación*, es rechazada por Duhem tal definición de teoría ya que con ella, afirma, la física quedaría subordinada a la metafísica. Entonces, continúa el filósofo francés, el valor de una teoría física dependería del sistema metafísico que se adopte. «Mirando una teoría física como una

explicación hipotética de la realidad material la colocamos bajo la dependencia de la metafísica» (14). Se adhiere, pues, a la segunda definición. Ahora bien, dice, la teoría como «una clasificación lógica de las leyes» no es caprichosa y arbitraria, tiende a convertirse en una *clasificación natural* de las leyes. Hasta aquí Duhem.

Veamos ahora dos teorías físicas, la del éter y la teoría electrónica de la materia. Nadie ha percibido nunca el éter, éste ha sido siempre una hipótesis con la cual se trataba de dar un sujeto al verbo ondular. Así explicó la luz Fresnel. Viene Maxwell y sustituye la teoría del éter por la teoría del campo electro-magnético. ¿Hay por eso que hablar de fracaso y muerte de la teoría de Fresnel? No, porque él no pretendió nunca saber si había un éter o no, él pretendía solamente prever los fenómenos, y lo lograba, luego su hipótesis era buena, pero la de Maxwell es mejor. Y la moderna teoría de la mecánica ondulatoria es mejor aún que la de Maxwell, y así seguiremos... Luego no puede hablarse de fracaso, ni de muerte de las teorías. La ciencia no procede por destrucción y derribo de los viejos edificios sino por ampliación y acondicionamiento. Maxwell no contradice a Fresnel, como Einstein no derriba a Newton, lo amplía, las nuevas teorías engloban a las anteriores.

De aquí deducimos un carácter de las teorías, no son verdaderos ni falsos, son cómodos y convenientes, unas son mejores que otras. Solo así tiene explicación el que con teorías hoy desechadas se hayan realizado grandes descubrimientos científicos. La teoría atómica de hoy será, más o menos pronto, rectificada, pero la bomba atómica quedará. No es «más verdadera» dice Poincaré, la afirmación «la tierra gira». Nunca se podrá comprobar esto experimentalmente; es, sencillamente «más conveniente». No olvidemos, pues, que los mismos hechos pueden ser descritos por distintas teorías, ya que los hechos, por sí solos, nada dicen. Dicen lo que les hace decir la teoría que los interpreta.

Pensemos en la teoría de la relatividad. Esta no afirma, como algunos creen, que el espacio *real* sea un espacio curvo, afirma solamente que los fenómenos físicos son tales que se prestan a una explicación más cómoda en el marco de la geometría riemaniana que en el de la euclidiana. Y Einstein podría añadir con Newton «*et hypotheses non fingo*». Toda teoría es provisional, por su propia naturaleza está sujeta a rectificación, de lo contrario no habría progreso en la ciencia. El valor de una teoría viene dado por su capacidad *eurística*, es decir, su capacidad para descubrir hechos nuevos.

Resumiendo. Si la investigación científico natural tiene como única finalidad la de «establecer relaciones funcionales entre las diversas magnitudes mensurables» entonces las teorías no tienen otro objeto que el de vincular dichas funciones entre sí, mediante operaciones

(12) F. Renoirte: *Elementos de Critique des Sciences et de Cosmologie*, Louvain, 1945, pág. 149.

(13) P. Duhem: *La Théorie Physique*, París, 1914.

(14) P. Duhem: Obra citada, pág. 23.

matemáticas. Pero si el fin de la ciencia es darnos una concepción coherente e inteligible del mundo, no cabe duda, que esta concepción *formal* de las teorías no basta. Lo que no debe olvidarse es que el concepto mismo de ciencia, y, por lo tanto, el de ley y teoría, están sujetos a evolución, cambian, como hemos visto al comienzo de nuestro trabajo. Lo que era física para Aristóteles, y lo que es física para Heisenberg, difiere totalmente. Por olvidar este carácter evolutivo de la ciencia se han encerrado muchos autores en estériles discusiones sobre lo que *debe ser* la física.

III

LAS IDEAS NUEVAS

La Física es un sistema conceptual lógico en plena evolución.

ALBERTO EINSTEIN.

Nuevos hechos, nuevas ideas.—La física de nuestros días, sin renunciar a su unidad fundamental, se ha escindido en tres ramas según el siguiente esquema: A) Un sistema macroscópico (teoría de la relatividad). B) Un sistema medio (física clásica). C) Un sistema microscópico (teoría de los cuanta). Los sistemas A y C son lo nuevo y ha ocurrido en ellos algo inesperado. Mientras los fenómenos estudiados se desarrollaban en la escala humana, sistema B, todo marchaba bien. Pero con la entrada en línea de lo infinitamente grande y lo infinitamente pequeño, sistemas A y C, se han encontrado contradicciones. Las leyes físicas que regían, al parecer, con carácter absoluto, la realidad, fracasaron al interpretar los hechos nuevos. La culpa de ello fué el perfeccionamiento de los aparatos y de los dispositivos experimentales que manejaban esos dos nuevos sistemas. En resumen, *afinar* más, y se vió que lo que se sabía no era más que una *aproximación*.

Ejemplos de estos aparatos, el interferómetro de Michelson y la Cámara de Wilson. ¿Los nuevos hechos observados? Son tantos que no procede el enumerarlos, además están en el espíritu de todos los que van a leer estas páginas. ¿Consecuencias? Veámoslas. El experimento de Michelson, con resultado negativo al que se esperaba, parece comprobar que el principio de la composición de las velocidades, el cual parecía casi una ley del pensamiento, no vale para la propagación de la luz. El movimiento o reposo del medio hipotético, el éter, en que se suponía se propagaba aquélla no modificaba su velocidad, la velocidad de la luz era constante. Otras experiencias vinieron a unirse: El fenómeno de Doppler-Fizeau, el eclipse total de sol del año 1919, la anomalía secular del perihelio de Mercurio, etc., etc.

Hubo que rectificar los conceptos de espacio, tiempo, masa, simultaneidad, etc., relativizándolos.

Otro tanto ocurrió con las experiencias he-

chas en la cámara de Wilson, las cuales pusieron de manifiesto: El carácter complementario, onda-corpúsculo, primero de la luz y, por fin, de la materia en general. La transformación de la materia en energía y viceversa. La indeterminación de las dos magnitudes conjugadas, que en la física clásica definían un corpúsculo, *posición* y *movimiento* y como consecuencia el triunfo del indeterminismo. La disolución del concepto mismo de corpúsculo o ente físico perdido en una nube de probabilidad desapareciendo, por tanto, la individualidad del mismo, etc., etc. Ya antes las experiencias de Planck sobre la radiación del cuerpo negro habían roto por completo la doctrina continuista de la naturaleza, que había sido consagrada en la frase de Virchow: «*natura non facit saltus...*» Tantos y tan importantes hechos hacían indispensable una transformación en el sistema conceptual, en la estructura del pensamiento que acompañaba a la física clásica y de ésto vamos a hablar.

Matematización.—Acaso la nota más caracterizadora de la *nueva ciencia*, a partir del Renacimiento sea su carácter matemático. El conocimiento de la naturaleza ha de hacerse en forma matemática. La cosa no viene solamente de Descartes, para quien toda realidad física es figura y movimiento. Mucho antes, ya en el siglo XIII cuando la ciencia natural era cualitativa y la metafísica imponía a toda actividad cognoscitiva su propia forma con avasalladora autoridad, había en la universidad de Oxford hombres que pensaban de muy distinta manera. Así Roberto Grosseteste, maestro de Rogerio Bacón, sostiene, como éste, la necesidad de aplicar la matemática al estudio de la física: «*Utilitas considerationis linearum, angulorum et figurarum est maxima, quoniam impossibile est sciri naturalem philosophia sine illis.*» «*Omnes enim causae effectum naturalium habent dari per lineas, angulos et figuras*» (15). Estas afirmaciones preludian de lejos el Renacimiento, pero no se apagarán ya, pues el llamado ocamismo científico, representado por hombres como Juan Buridán, Alberto de Saxa y Nicolás de Oresme entre otros, así como la penetrante crítica de los principios de causalidad y sustancialidad por Nicolás d'Autrecourt, precursor de Hume, las enlaza con las nuevas ideas renacentistas de la ciencia.

A partir de Descartes el ideal de toda ciencia es tomar la forma matemática. Kant afirmaba rotundamente que, en cualquier ciencia, lo rigurosamente científico se mide por su contenido matemático. Hasta qué punto ha respondido la ciencia moderna a esta ambición, a la vista está. Porque ya no es sólo la física, sino toda la ciencia natural, e incluso las ciencias de la cultura, como la economía, la sociología, la psicología, incluso la historia, las que se matematizan y cabe preguntar: ¿Es de esperar que algún día cubra la matemática el campo todo de la ciencia? Sobre tan interesante tema pre-

(15) E. Gilson: *La philosophie au Moyen Age*. Troisième édition, pág. 472, Paris, Payot, 1947.

paramos una encuesta, dirigida a treinta personalidades científicas en las más variadas ramas del saber humano. Los tanteos preliminares permiten entrever dos tipos de respuesta. Mientras los historiadores y políticos, y aun médicos biólogos, juntamente con algunos geólogos y geógrafos creen que quedará siempre un campo científico inaccesible a la matemática, los matemáticos y los físicos suelen opinar identificando ciencia y matemática. Se ve que son dos modos diferentes de concebir el contenido y la tarea de la ciencia en la obra humana.

Un prestigioso matemático moderno afirma: «El conjunto lógico matemático no puede ser considerado ni como el lenguaje adecuado y necesario de la ciencia, ni como una de las ciencias. A decir verdad él es la ciencia misma. El término final de toda ciencia es la matematización, es estado axiomático» (16).

Esta matematización de la ciencia moderna parece conducirnos a un neopitagorismo según el cual la sustancia primordial de las cosas, *αρχή*, es número y medida. El elemento matemático realiza aquí una acción vicariante de la esencia, como dice París (17).

En resumen, según estos científicos modernos la matemática no es instrumento, un andamio para la física, es ella el edificio mismo. Lo real (física) no es más que un caso de lo posible (matemática) y es la matemática quien abre nuevas vías a la experiencia. Lo prueba el hecho de que cuanto más matemático es un conocimiento más capaz es de previsión y utilización.

Mas lo cierto es que la matemática no se adecua nunca exactamente a la realidad, mientras es matemática pura es exacta, cuando es física matemática nos da solamente una aproximación, no es exacta. A la pregunta de ¿cómo la matemática, que es un producto del pensamiento y previa a toda experiencia, se adapta tan admirablemente a la realidad podemos contestar de dos modos. 1.º Porque la esencia de la realidad es matemática (pitagorismo). 2.º Alberto Einstein, físico y matemático, contesta: «Cuando las proposiciones matemáticas se refieren a la realidad no son exactas, cuando son exactas no se refieren a la realidad» (18). El matemático Laisant, citado por Adamard (19), imagina el siguiente problema: «Cuatro obreros trabajando juntos han tardado nueve horas en abrir una zanja de siete metros de lon-

gitud. ¿Cuánto tardarán 100.000 obreros?» Contestación exacta para las matemáticas y absurda para la realidad física; 1 segundo y $\frac{3}{10}$ de segundo. Otro ejemplo: «una expedición, que lleva víveres para 60 días, ha de prolongar su travesía, por azares del tiempo, durante 80 días. ¿Qué parte de ración habrá de darse a cada uno durante esos 80 días? Solución matemática: $\frac{3}{4}$ de ración. Como solución vital no vale, pues de que una ración baste durante 60 días, no quiere decir que $\frac{3}{4}$ basten durante 80. El pasajero de 120 kilos de peso sucumbirá con esta ración y al de 50 kilos le sobrará. En resumen, la ciencia física no es exacta, es un progresivo acercamiento a la exactitud ideal de la matemática. Newton afina más que Arquímedes, Einstein más que Newton y así sucesivamente.

Espacio y tiempo en la física actual.—Los conceptos de espacio y tiempo son, seguramente, los que han sufrido una transformación mayor a causa del progreso científico. Primero por la teoría de la relatividad y luego por la mecánica cuántica. Y del mismo modo que el tiempo y el espacio absolutos de Newton son borrados de la teoría de la relatividad, el continuo espacio-tiempo de la teoría de la relatividad deja de valer en el seno del átomo, como veremos a continuación.

Ante todo es necesario abandonar el concepto vulgar del espacio como de un recipiente en el que se contienen las cosas, teniendo sentido, para este concepto vulgar, hablar de un espacio vacío. La filosofía antigua, de los atomistas y de Aristóteles cayó en este error del espacio vacío.

Frente a este modo de pensar hemos de darnos cuenta que hoy consideramos el espacio (y lo mismo ocurre con el tiempo) no como una «cosa», no como «sustancia», sino como un «esquema de relación». Espacio y tiempo pertenecen a la categoría de *relación*, lo cual supone romper con la tabla aristotélica de las categorías, que hacía independientes estas tres categorías dentro del accidente.

Sin cosas no hay espacio. Sin acontecimientos no hay tiempo. La imagen de un espacio vacío es debida a que habiendo hecho desaparecer la cosa mantenemos el molde con la imaginación, es decir, que quitamos la cosa, pero la dejamos en cierto modo (20).

Por tanto, el espacio y el tiempo no tienen una constitución que les sea inherente, son un tejido amorfo en el que la ciencia introduce la estructura más conveniente. Pero no tiene sentido preguntar cómo es el espacio real. ¿Euclidiano? ¿Riemanniano? Equivaldría a preguntar ¿Qué sistema de medidas es el verdadero, el

(16) Reymond Queneau: *La place des mathématiques dans la classification des sciences*. En F. Lionnais: *Les grands courants de la Pensée Mathématique*. Cahiers du Sud, París, 1948.

Sobre la matematización de la Psicología puede verse: L. L. Thurstone: *The Vectors of Mind*. Publicaciones de la Universidad de Chicago.

También: *Mathematico deductive Theory of Rote Learning*. Universidad de Yale.

(17) Carlos París: *Física y Filosofía*, pág. 200.

(18) Alberto Einstein: *La geometría et l'expérience*, pág. 4. Gautiers Villars, París, 1921.

(19) Jacques Adamard: *Discours d'ouverture al. XV Congrès International de Philosophie des sciences*. Hermann, París, 1951.

(20) El que más se acercó en el mundo antiguo a la concepción moderna del espacio y el tiempo fué San Agustín en sus *Confesiones*, libro XI.

Ya nuestro Balmes, en la primera mitad del siglo pasado, afirma rotundamente el carácter relativo de las magnitudes físicas. (Espacio, tiempo, velocidad, etcétera), claro es que desde un punto de vista filosófico. Tiene un bello pasaje en el cual afirma que «si en un momento todas las magnitudes espaciales o temporales, se redujesen a la mitad, o se duplicasen, no nos daríamos cuenta de ello». Véase los capítulos Espacio y Tiempo en su *Filosofía Fundamental*.

del metro o el inglés de la yarda? ¿La escala de Celsius o la de Reaumur? Ninguna es verdadera, todas son convencionales; usaremos la que más nos convenga.

El espacio y el tiempo no tienen, pues, una constitución propia, ésta es la del sistema de medida. Por eso la teoría de la relatividad no afirma nada acerca de cómo podría ser el espacio real, pues esta cuestión no tiene sentido, afirma, simplemente, que la descripción de Riemann es más conveniente que la de Euclides. En la relatividad cada observador tiene su tiempo. Las coordenadas espacio-temporales empleadas por unos se pueden referir a las de otras, mediante las fórmulas de transformación de Lorentz. Mientras las velocidades relativas de los observadores son débiles las diferencias son despreciables y vale la mecánica de Newton. Al acercarse a la velocidad de la luz es necesario hacer la transformación, estamos entonces en la mecánica relativista.

El pensamiento capital de la relatividad einsteiniana es que «la masa es la determinante de las propiedades métricas del espacio-tiempo». Cuando advino Einstein con su teoría tenía ya preparada la geometría en que había de verterla, la geometría de Riemann y la doctrina del continuo espacio-tiempo de Minkowski. La microfísica no ha tenido tanta fortuna. La constitución granular, discontinua, de la materia y de la energía se encontró con la matemática del continuo que resuelve sus problemas en ecuaciones diferenciales, pero este instrumento era inadecuado, se necesitaba una geometría de la discontinuidad; hay las tres. En ella han tenido que emplearse, *a posteriori*, algunos sabios, para dotar a la ciencia física del marco adecuado (21). A la estructura discontinua de la materia tiene que corresponder una estructura discontinua del espacio-tiempo. Hay unidades últimas indivisibles físicamente. La unidad espacial viene dada, como es natural, por el espacio del electrón, unos 10^{-13} cms. y el instante elemental por el tiempo empleado por la luz en recorrer el diámetro del electrón, 10^{-23} seg.

Ya veremos más adelante cómo muchas de las cuestiones que embarazan a científicos y epistemólogos en el momento actual son debidas a esa falta de adecuación, que existe aún, entre el objeto de la microfísica y su estructuración conceptual, empeñados en querer aplicar a cosas nuevas marcos viejos. Algo semejante a lo que ha ocurrido con la llamada «cuestión social», donde una economía nueva, de tipo colectivista y socializada, se rige aún por el viejo derecho romano de tipo individualista. El traje le ha quedado pequeño e inservible, de donde la necesidad de una nueva legislación social.

En las mediciones que emplea la ciencia moderna el espacio tiene naturaleza privilegiada. Las medidas temporales, lo mismo que las intensivas, por ej. la intensidad de una corriente

eléctrica, se reducen a comprobar coincidencias espaciales en una escala lineal o en un cuadrante. Eddington (22) insiste en el hecho de que toda medición supone símbolos cuádruples de existencia, cosa que tiene importancia extraordinaria para la ciencia física. *Observamos* una relación entre dos entes, pero una *medición* espacial consiste en comparar tal relación con un patrón de medida o regla. Así, una medición de longitud consiste en la comparación de una relación de extensión entre dos entes del sistema en observación, con una relación de extensión de dos entes que señalan los extremos del patrón adoptado. Una medición implica, pues, cuatro entes. Los símbolos de *entes* son *simples*; los de *relaciones*, *dobles*; los de *medidas*, *cuádruples*. De estas propiedades en relación con la teoría matemática de grupos deduce Eddington su célebre número cósmico N , o número de partículas elementales de que consta el Universo.

Las medidas espaciales se han introducido hasta en los fenómenos psíquicos, considerados por muchos como puramente cualitativos y rebeldes a toda medición. Ejemplo: El pletismógrafo de Mosso mide, en una escala graduada, las variaciones del pulso, expresión, a su vez, de un estado afectivo. Con el ergógrafo del mismo autor medimos la fatiga.

Pero hay una cosa muy interesante. Para los fenómenos psíquicos superiores, por ejemplo las facultades intelectuales se ha introducido un nuevo tipo de medida que no es espacial. Son los llamados *tests* o también *escala métrica de la inteligencia*, bien sea la de Binet y Simón, la de Thermann, o cualquier otra. Así, por ejemplo, para medir la inteligencia lógica o abstracta proponemos a un grupo de alumnos cinco problemas. Al que resuelve tres lo damos por aprobado; al que resuelve cuatro notable; al que cinco sobresaliente. Si resuelven menos de los tres suspenso, etc., etc. Estos resultados pueden luego expresarse espacialmente en una gráfica, pero la medida no es espacial. Sobre la introducción de la medida en psicología véase nuestra nota número (16), página 24.

Cerramos estas consideraciones sobre el espacio y el tiempo con una cita de Bachelard, de carácter futurista (23). «El estudio de la microfísica nos parece conducir a una *desmaterialización del materialismo*. Un momento vendrá en el que podremos hablar de una configuración abstracta, sin figura; después de haber elevado la imaginación, instruída primero por las formas espaciales, hasta la hipergeometría del espacio-tiempo, veremos la ciencia ocupada en eliminar el espacio-tiempo mismo para alcanzar la estructura abstracta de los grupos. Se estará entonces allí en este dominio de lo abstracto coordinado *que da la primacía a la relación sobre el ser* (subrayamos nosotros).»

Racionalismo.—Los dos elementos que cons-

(21) Flint: *Proceedings of Royal Society*, Londres, 1928. March: *Conception d'un espace a structure discrete; Naturwissenschaften*. Berlín, 1938.

(22) Eddington: *La filosofía de la ciencia física*, Buenos Aires, 1944.

(23) Gastón Bachelard: *Le Nouvel Esprit Scientifique*, pág. 67.

tituyen la ciencia, experiencia y razón, lo sentido y lo pensado, han sido valorados de muy diversas maneras a través de la historia. Nos interesa fijarnos en el experimentalismo del siglo XIX y en el racionalismo del siglo XX. Los científicos del pasado siglo, época del positivismo, sentían una supersticiosa veneración por la *empeiria*, una gran compasión por los filósofos e incluso un menosprecio por los metafísicos. Su *delenda est Cartago* decía: «físico, guárdate de la metafísica». Típico representante de la época es Claudio Bernard, gran sabio francés, que emitió sobre la filosofía este juicio desconsolador: «Amo mucho la filosofía y mucho a los filósofos: son hombres de espíritu y de gran inteligencia. Pero no creo que la filosofía sea una ciencia. Es una útil distracción para el espíritu el charlar sobre filosofía después de haber trabajado. Como es una distracción el ir a pasear después de haber trabajado durante mucho tiempo en el laboratorio.»

«En una palabra, no hay más que la ciencia experimental, y no se sabe nada fuera de la experiencia. *La filosofía no enseña nada y nada puede aprender de nuevo por sí misma, puesto que no experimenta ni observa nada.* Los filósofos jamás han aprendido nada, han razonado sobre lo que los demás han hecho. Exceptuados Descartes, Leibniz, Newton, Galileo: tales son los verdaderos filósofos activos; estos son grandes sabios. Pero Kant, Hegel, Schelling, etc., todo eso es hueco y entre todos ellos no han traído la menor verdad a este mundo...» (24).

La creencia de que la experiencia constituye el núcleo fundamental de la ciencia, más aún, la ciencia toda (empirismo, positivismo) se ha desarrollado paralelamente al racionalismo matemático. Recuérdesse la frase lapidaria de Kant, según la cual lo que de científico pueda tener un conocimiento se mide por su contenido matemático (25).

Pero en el siglo XIX triunfó, entre los científicos de la naturaleza, el pensamiento del carácter genuinamente experimental de la ciencia. En cambio, en el siglo en que vivimos, la convicción de que el método empleado por un Galileo, un Copérnico o un Newton, sea un método fundamentalmente experimental, ha sufrido una profunda conmoción (26).

Los físicos y los químicos, obreros de la ciencia siguen creyendo aún en el carácter puramente experimental de su ciencia, pero las mentes rectoras, los arquitectos del magno edificio, un Einstein o un Planck, piensan de muy distinta manera y se han dado perfecta cuenta de hasta qué punto la ciencia moderna es *autocreación*. Los hechos no hablan por sí solos. Los hechos no pueden ni confirmar ni contradecir ninguna teoría porque cualquier hecho es susceptible de ser interpretado por diferentes teorías. Una

teoría sólo puede medirse por otra teoría. Los mismos hechos se presentan diferentes, según el ángulo bajo el cual se los contempla. No hay *experiencia crucial* en el sentido de Bacon. En la ciencia moderna no manda la experiencia, el elemento primordial es la razón.

Los hechos ocultan la realidad y es misión de la razón desvelar esa realidad. Einstein define la física como un sistema conceptual lógico en plena evolución, en el que se parte del pensamiento. Las leyes básicas de la física son conceptuales, la experiencia viene luego para desearlas o confirmarlas. Como dice Bachelard, antes citado, la microfísica de nuestros días es de carácter noumenal, un potente *a priori* guía a la experiencia y nos obliga a poner los pensamientos antes que los experimentos. Cita como prueba de ello el que en la tabla de Mendelejew cada elemento tiene ya asignado su sitio y sus características, antes de ser descubierto, y el descubrimiento del corpúsculo con energía negativa o electrón positivo por Anderson, obedeciendo a una orden del físico teórico Dirac, cuyas ecuaciones postulaban este corpúsculo. Dirac dijo a los físicos experimentales, «busquen ustedes», «tiene que haber», y éstos encontraron. ¿Se puede dar caso más patente de racionalismo? Para que se vea la inversión del pensamiento realizada en la ciencia moderna, queremos cerrar este epígrafe con una anécdota contada por Claudio Bernard, pero cambiándola de signo. «Un miembro de la Academia de Ciencias explicaba a Magendie con sorprendente ingenuidad: «Pronto estaré a punto de leer mi trabajo; la memoria está terminada, sólo faltan las experiencias.»

Causalidad y Determinismo.—Se habla mucho ahora de «*la crisis de los principios*» como si fuese una cosa nueva, cuando en realidad, si se prescinde del principio de no contradicción vienen siendo discutidos desde los orígenes de la filosofía. Los principios de identidad y de sustancialidad fueron ya negados por los sofistas dando entrada al fenomenismo en el campo de la filosofía. Si del principio de causalidad se trata, no hay más que recorrer la línea de los impugnadores a través de la historia de la filosofía: Algacel (siglo XI); Nicolás D'Autrecourt (siglo XIV); Malebranche (siglo XVII); David Hume (siglo XVIII); Ernesto Mach (siglo XIX). También el problema de las *antinomias*, descubiertas en la matemática el siglo pasado al estudiar la teoría de los conjuntos, puso en discusión el principio de *tercio excluso*, dando su negación origen al nacimiento de las lógicas polivalentes. El principio de contradicción parecía incommovible, también le ha llegado su momento. Si puede conservarse como principio formal es a condición de atribuirle carácter postulacional. Cuanto a su aplicación a la realidad parece fallar por completo, ya que la realidad es, más bien, contradictoria y por eso Lupasco (27) propone sustituirlo por el de sí contradicción. Mas sobre esto ya volveremos.

(24) Claudio Bernard: *Comentarios a la filosofía positiva*.

(25) Véase en mi trabajo *Nuevas Lógicas*, el epígrafe: *Experiencia y Razón. Planteamiento de una antinomia*.

(26) Desiderio Papp: *Filosofía de las leyes físicas: Galileo y su pretendido método empírico*, pág. 105.

(27) Stephane Lupasco: *Logique et contradiction*. Presses Universitaires. Paris, 1947.

Analicemos ahora el principio de causalidad eficiente.

No hemos de entrar en una discusión filosófica a fondo sobre el concepto de *causa*, que es de por sí muy equívoco, ni sobre el llamado *principio de causalidad*. Solamente haremos unas consideraciones preliminares para aclarar qué hemos de entender por causa en física, y, en general, en la ciencia.

En primer lugar hay que tener en cuenta dos sentidos de la palabra causa: la *causalidad metafísica* y la *causalidad empírica*. En la causalidad metafísica u ontológica un *ser*, o sustancia activa, produce algo, otro ser o fenómeno. Así decimos que Dios es causa del mundo, o que la voluntad humana es causa de los actos morales. Aristóteles la define: «Todo lo que pasa del no ser, necesita de otro ser distinto para pasar del no ser al ser».

Manuel Kant en la *Crítica de la Razón Pura* da esta definición que puede considerarse como una transición al concepto empírico de causa, que luego veremos: «Todo lo que sucede (comienza a ser) supone la existencia de algo antes de él, del cual se sigue, de acuerdo con una regla»; o más brevemente: «No existe comienzo absoluto».

En sentido empírico «la causa de un fenómeno es otro fenómeno o concurso de fenómenos, que la experiencia muestra ser un antecedente constante», es decir, que con ellos se produce siempre, y sin ellos no se produce nunca. Algunos creen que, en este sentido, causa equivale a *condición necesaria*, cosa muy discutible y, probablemente incierta, puesto que equivale a confundir lo real con lo necesario, el ser con el deber ser.

Ejemplos de causalidad en sentido empírico: La amplitud de las vibraciones es la causa de la intensidad del sonido; su frecuencia, la causa de su altura. Este es el único concepto de causa que puede ser empleado en la ciencia natural y es equivalente de determinismo; dados ciertos antecedentes, se producen, siempre, ciertos consiguientes. ¿Siempre? Ahí está el nudo de la cuestión, pues muchos científicos afirman que, al decir *siempre*, convertimos la causalidad empírica en causalidad metafísica haciendo una extrapolación ilegítima.

La eficiencia de la causa, continúa Goblot (28), escapa a toda observación, excepto acaso, pues este punto es controvertido en la conciencia del acto voluntario. Así la ciencia no conoce más que el sentido empírico de la palabra causa. En vista de ello proponen los científicos que renunciemos en la ciencia a las palabras «*causa*» y «*efecto*» de profundo sabor metafísico y empleemos en su lugar las de «*antecedente*» y «*consiguiente*», o mejor aún, como prefiere Mach, que se sustituya en la ciencia el oscuro concepto de *causa* por el claro concepto matemático de *función*.

En resumen, ambos conceptos de causalidad no se contradicen, ni siquiera se excluyen, pero

en lo que todos tenemos que estar de acuerdo es en su distinción. Como dice Raeymaeker: «Hablando de causalidad, las ciencias experimentales no miran a otra cosa que a una relación funcional regular en el dominio de los hechos, sin determinar para nada el fundamento metafísico» (29).

Ciertos enunciados parecen desmentir la tesis anticausalista de las ciencias. Se dice, por ejemplo, «el calor dilata los cuerpos», «el bacilo de Kock es la causa de la tuberculosis». Los médicos hablan continuamente de los «agentes patógenos, productores de enfermedades, los microbios», y hasta una parte de la patología lleva el nombre de *etiología* o estudio de las causas. Todo esto es simplemente una manera de hablar y un desconocimiento de la verdadera naturaleza de la ciencia moderna. Tomemos, dice Renoirte (30), la afirmación: «el calor dilata los cuerpos». Para saber si esta proposición expresa la causa de la dilatación, debemos ver lo que significa la palabra «calor» en el lenguaje del físico. El físico ha convenido que un cuerpo recibe calor cuando su temperatura sube, y que la temperatura sube cuando lee un número más grande sobre el termómetro. El enunciado significa, pues, solamente que, si todas las otras medidas permanecen iguales y si la medida de la temperatura aumenta, la del volumen será también mayor. Es por la misma causa por la que el cuerpo es a la vez calentado y dilatado. Dicho de otra manera, la ley expresa que un cuerpo es algo de naturaleza tal que la causa que lo calienta aumenta también su volumen..., y seguramente no es tan disparatado como a primera vista pudiera parecer, si afirmamos que es la tuberculosis la causa del bacilo de Kock y no viceversa. Recordemos también la prudencia de Newton y de Einstein, citada por nosotros al hablar de la ley física.

Antes de pasar a exponer el indeterminismo en la nueva física, y como encabezamiento a tal estudio, queremos citar dos opiniones de la máxima autoridad sobre este debatido tema de la ley causal. Son, respectivamente, las opiniones de Heisenberg, de oposición total a este concepto de ley, y la opinión de Planck, que desea mantenerla, aunque no sea más que como un principio eurístico.

En la precisa formulación de la ley causal: «si conocemos exactamente lo presente, podemos calcular lo porvenir» no es falsa la consecuencia sino el antecedente. Podemos en modo alguno conocer lo presente en todos sus elementos determinantes. Mas, como quiera que el carácter estadístico de la teoría cuántica está tan estrechamente enlazado con la imprecisión de todas las percepciones, pudiera uno sospechar que detrás del mundo estadístico percibido se oculte un mundo *verdadero* en el que tenga validez la ley causal. Semejantes especulaciones nos parecen, y lo subrayamos expresa-

(29) Louis de Raeymaeker: *Philosophie de l'être*, pág. 279. Louvain, 1946.

(30) Fernand Renoirte: *Critique des sciences et de cosmologie*, pág. 137. Louvain, 1945.

(28) Goblot: *Vocabulaire philosophique*, pág. 102. París, A. Codin, 1924.

mente, estériles y sin sentido. A la física pertenece tan sólo describir, de una manera *formal*, el enlace entre las percepciones... La invalidez de la ley causal ha quedado establecida, de un modo definitivo, por la mecánica cuántica.» Werner Heisenberg.

«La ley causal, o principio del determinismo, no puede, lógicamente, probarse ni refutarse; no es, por lo tanto, ni verdadera ni falsa; es más bien un principio eurístico, un indicador de camino, y a mi modo de ver el más valioso que poseemos, para orientarnos en la confusión y la oscuridad de los hechos e indicarnos la dirección según la cual debe proceder la investigación científica a fin de lograr resultados fructuosos.» Max Planck.

Indeterminismo.—Aunque algunos los distinguen creemos que causalidad y determinismo son la misma cosa, si empleamos la expresión «causalidad» en su sentido empírico.

Henri Poincaré afirmaba, en el año 1910: «la ciencia del futuro será determinista o no será». Cuando hizo esta tajante e imprudente afirmación ya estaba formulada la teoría de los *cuanta* que, en sus desenvolvimientos posteriores en la mecánica cuántica, iba a invalidar la afirmación del gran matemático francés. Otro francés, también de alta categoría intelectual, Augusto Comte, había afirmado, allá por el año de 1830: «la naturaleza íntima de las estrellas será siempre un misterio para el hombre». Otro imprudente. No muchos años después el análisis espectral iba a desmentir a Augusto Comte. Moraleja. Conviene que los sabios no pretendan hacer de profetas.

El *principio de incertidumbre*, enunciado por Werner Heisenberg el año 1927, abre la era de la física indeterminista. «No es posible conocer de una manera exacta las dos magnitudes que *determinarían* un corpúsculo, la posición y la velocidad. Cuanto más se determina una, más indeterminada queda la otra. El producto de ambos tiene por límite a *h*, el quantum elemental de acción.

Algunos científicos y epistemólogos, queriendo salvar aún el determinismo esencial de la naturaleza, afirman que la indeterminación es debida a la imperfección y a las limitaciones de nuestros medios de observación. Los fenómenos son ellos *determinados*, pero *indeterminables* por nosotros. Se cree en la existencia de factores desconocidos (parámetros ocultos). Heisenberg (véase la cita anterior que de él hacemos) y con él todos los físicos cuantistas afirman rotundamente que no hay parámetros ocultos; el indeterminismo es esencial. Los fenómenos no son indeterminables, sino indeterminados.

La imposibilidad del determinismo es debida, según Heisenberg, a que todo resultado de medida es un complejo, una función en la que interviene a la vez, no sólo el objeto observado (S), sino también el observador y sus aparatos (Q). El resultado de la medición, objeto de la física, depende a la vez del sistema observado y del dispositivo de medida, y esto es irremediable. «La forma misma de las incertidumbres cuánticas se opone, en efecto, a que se pue-

da atribuir su origen a la ignorancia de ciertos parámetros ocultos. La razón profunda es que las incertidumbres cuánticas derivan de la existencia misma del quantum de acción y expresan la insuficiencia de la concepción de un espacio-tiempo independiente de los fenómenos dinámicos que se desarrollan en ellos» (31).

Efectivamente, a la escala de las partículas no rige la métrica continua del espacio-tiempo de la escala macroscópica. A esta escala el tiempo es reversible, o lo que es lo mismo no existe allí «la flecha del tiempo», este vector carece de sentido. Y, precisamente, la causalidad eficiente requiere la flecha del tiempo, puesto que la causa es anterior al efecto.

Una partícula es indeterminada, el conjunto macroscópico es, *grosso modo*, determinado, lo suficientemente determinado para que el ingeniero, el arquitecto y el técnico puedan seguir tranquilamente construyendo casas y puentes sin temor de que les falle la construcción. En una palabra, las leyes tienen carácter *estadístico*. En el muro de la pretendida regularidad del acontecer natural hay una fisura, *h*, pero esta es tan pequeña que para el técnico, y aun para el físico corriente, es despreciable. Puede seguir prediciendo los eclipses y asegurando el resultado final de una combinación en química, cosa que ha hecho ya muchas veces. Pero... no olvidemos el pollo ruselliano y no extrapolemos indebidamente. «Los riesgos de la inducción, de caer en falso, son tanto mayores cuanto más se alejan las extrapolaciones de sus puntos de partida experimentales. No son solamente las leyes las que dejan de ser valederas si la extrapolación se aleja demasiado de su pilar experimental, los conceptos mismos que se encuentran implicados en ellas pierden su sentido, si se trata de aplicarlos a una escala demasiado distinta que aquella en que fueron formulados» (32).

Del indeterminismo cuántico se derivan dos consecuencias fundamentales, la indiscernibilidad de las partículas y la complementariedad de los fenómenos. De ellos pasamos a tratar.

La noción de «objeto».—Una consecuencia de la mayor importancia en mecánica cuántica, resultado del indeterminismo antes citado, es que la noción de *objeto*, en este caso de partícula elemental, pierde su sentido al perder ésta sus propiedades intrínsecas, puesto que los resultados de las medidas no pueden ser atribuidos al objeto observado, sino al complejo aparato-objeto que forman unidos la verdadera realidad física, del mismo modo que en la teoría de Kant el conocimiento no es del objeto solo, ni

(31) Louis de Broglie: *Prólogo al trabajo de Des-touches: «Physique moderne et philosophie*, pág. 8. París, Hermann, 1939.

Observación del curioso lector: Convendrá recordar a Heisenberg y a De Broglie, en sus rotundas afirmaciones, lo que les pasó a Poincaré y a Comte. Afirmermos, pues, sencillamente, el carácter indeterminista de la ciencia de nuestros días. ¿Qué le pasará a la ciencia del futuro? Dios lo sabe.

(32) D. Papp: *Filosofía de las leyes naturales*, página 143.

del sujeto, sino de la cópula sujeto-objeto (33). Claro es que la introducción de los observadores en los razonamientos no es sólo cosa de la física cuántica, ya que se encuentra también en la teoría de la relatividad (estado de movimiento o reposo respecto del sistema de referencia).

Por otra parte, ¿qué individualidad pueden tener las partículas (electrones, protones, fotones, etc.) si son entes abstractos que, como tales, carecen de cualidades individualizantes (color, forma, tamaño, etc.) e incluso carecen de una determinación espacial, último elemento individualizador, ya que dado el carácter corpuscular-ondulatorio de las partículas, estas zonas de localización se entrecruzan y coinciden en parte? ¿Cómo discernirlas entonces? El proceso de formación y aniquilación de los corpúsculos, comprobado experimentalmente; la modificación de la noción de *onda*, en el sentido de no constituir éstas nada material, sino ondas complejas imaginarias propagándose en espacios abstractos, etc., etc., son motivos más que suficientes para hacer vacilar la antigua concepción de *punto material* sobre la que estaba construída la mecánica clásica.

Los electrones de un átomo están sometidos al campo nuclear, es como estar fundidos en el mismo crisol. ¿Cómo saber si los que salen son los mismos que entraron, puesto que en el núcleo del átomo no hay electrones? Ocurre en el seno del átomo, dice un físico cuantista, lo mismo que si teniendo dos campanas, A y B, de determinado peso y forma, las fundimos luego juntas en el crisol y del magma resultante fabricamos luego dos campanas nuevas del mismo tamaño, peso, etc., que las primeras, pero... ¿son las A y B? Seguro que no, son otras (34).

Pues esto ocurre con las partículas; en el seno del átomo pierden su individualidad y al salir de él no hay modo de reconocerlas.

Complementariedad.—Una de las más sorprendentes e inquietantes afirmaciones a que nos ha conducido la nueva física es la de la doble naturaleza de la luz que unas veces se comporta como corpuscular (en la emisión y la absorción) y otras como ondulatoria (en la propagación), afirmación que ha sido preciso exten-

(33) J. L. Destouches: *Cours de Logique et Philosophie Générale*. París, 1948.

J. Mariani: *Les limites des notions d'objet et d'objectivité*. París, Hehmann, 1937. Fascículo 519.

(34) Tenemos planteado en física atómica el magno problema de la *individuación*, que tanto dió que pensar y que escribir a los filósofos del Medio Evo. El gran poeta y filósofo español, Antonio Machado, plantea el problema:

¿Dices que nada se pierde?
Si esta copa de cristal
se me rompe, nunca en ella
beberé, nunca jamás.

Y él mismo da luego la solución, no sólo poética, sino física y metafísica:

¿Dices que nada se crea?
Alfarero, a tus cacharros.
Haz tu copa y no te importe
si no puedes hacer barro.

der a la constitución de la materia, que resulta ser también dual, corpuscular-ondulatoria.

Los experimentos parece ser que no dejan lugar a duda. El efecto Compton y el efecto fotoeléctrico nos muestran a la luz como constituida por corpúsculos. La difracción y la interferencia nos la muestran como onda. Entonces, ¿cuál es la verdadera naturaleza de la luz? De eso no hablamos, dicen los físicos. Lo que la luz sea no nos importa, nos basta con saber cómo se comporta, y no cabe duda de que lo hace de las dos maneras.

Sin embargo, los modos tradicionales de pensar se encuentran embarazados con la nueva situación. La ciencia clásica, sustancialista y objetivista, parece no poder dar cuenta de estos fenómenos. En vista de ello proponen los epistemólogos que se reforme, *por ampliación*, el instrumento conceptual. Lo que tenemos que hacer es dar flexibilidad al concepto de razón, es decir, a la lógica, del mismo modo que se dió flexibilidad al concepto de geometría y se sustituyó el de geometría única, real, eterna... por el actual de la geometría múltiple. El progreso de la ciencia se ha hecho siempre, en su aspecto teórico, «rompiendo cadenas», por un caminar hacia la libertad. Esto lo vemos claro en la matemática moderna. Si suprimimos un postulado no destruimos una ciencia, como algunos temieron, sino que la ampliamos. No podemos suprimir todo, pero sí podemos variar. Esto pasó con la geometría y nacieron las geometrías no euclidianas y las de n dimensiones. Se hizo con el álgebra y nació el álgebra abstracta moderna. ¿Por qué no hacerlo con la lógica? ¿Por qué empeñarnos en mantener la lógica única, valedera para todo objeto, y no adaptar la lógica al objeto?

La ciencia clásica, dice Destouches, antes citado (35), está unida: 1.º A una concepción realista (platónica) de las matemáticas. 2.º A una concepción aristotélica de la lógica (lógica única independiente del dominio al cual se aplica). 3.º A un carácter predicativo, unívoco y puramente racional del conocimiento.

La matemática de nuestros días ha abandonado la concepción platónica de los entes matemáticos y prefiere adherirse a la definición de número que da Dedekind como «libres creaciones del espíritu humano» (36). Las lógicas polivalentes van también progresando y haciendo su camino, enriqueciendo y dando savia nueva a la vieja lógica de la escuela. Por fin, los conceptos mismos de razón y de primeros principios del conocimiento están también siendo revisados, como ya hemos tenido ocasión de advertir. Mas sobre esto volveremos en la 3.ª parte de nuestro trabajo.

Ante la realidad onda-corpúsculo, por hoy irreductible, ha propuesto Niels Bohr el llamado principio de *complementariedad* que trata de armonizar y conciliar aspectos parciales de

(35) Destouches: *Physique moderne et philosophie*. Hermann et C.º Fascículo 847. París, 1939.

(36) R. Dedekind: *Was sind und was sollen die Zahlen?* Braunschweig. Vieweg u. Shon, 1887.

la realidad que parecen contradictorios a una mentalidad rígida de tipo clásico. Corpúsculos y ondas no son algo independiente y distinto, son como dos caras de una realidad única. Pongamos una comparación, dice Louis de Broglie (37). «Sea un dibujo, algunas de cuyas partes se hallan trazadas en un plano P y cuyas otras partes se hallan en un plano P', paralelo, muy próximo al primero. Si examinamos este dibujo con un instrumento óptico no muy preciso, llegaremos, enfocando un plano intermedio entre P y P', a obtener una imagen bastante aceptable del dibujo; tendremos entonces la impresión de que todo el dibujo está trazado en un mismo plano. Pero si empleamos un instrumento óptico muy preciso, ya no podremos enfocar a la vez P y P'; cuanto más exactamente enfoquemos P, peor será la imagen de las partes del dibujo trazadas sobre P', e inversamente, nos veremos obligados a reconocer entonces que el dibujo no está trazado sobre un mismo plano. La antigua mecánica era el equivalente del instrumento poco preciso: con ella nos hacíamos la ilusión de poder precisar exactamente a la vez la posición del corpúsculo y su estado de movimiento. Pero con la nueva mecánica, que es el equivalente del instrumento muy preciso, nos vemos obligados a reconocer que la localización en el tiempo y en el espacio y la especificación energética son dos planos diferentes de la realidad que no pueden ser vistos con precisión al mismo tiempo». Esta es la idea fundamental de Bohr y de Heisenberg. Indeterminismo y complementariedad son la misma cosa.

«Las complementariedades tienen por origen el empleo de conceptos en dominios muy alejados de aquellos para los cuales han sido formados... Las complementariedades traducen *inadecuaciones*» (38). Se superará este dualismo, sigue Destouches y se unificará la concepción física, mediante un proceso de formalización y axiomatización de la misma.

IV

FÍSICA Y LÓGICA

La vida es una contradicción que tiene sentido

VIKTOR VON WEIZSÄCKER

Animal racional.—Seguramente el hombre es bastante menos racional de lo que los filósofos han pensado. La *razón pura* es un ente ideal. El hombre es primero animal, como la clásica definición indica, y después racional. El sistema hemo-neuro-endocrino nos da la base constitucional del hombre, el *temperamento*. Desde el punto de vista psicológico su ser impulsivo-afectivo o anímico es la infraestructura, su ser racional o espiritual la superestructura. Y nunca

ha pensado un hombre con la razón solamente, sino con todo su ser. El mismo Manuel Kant escribiendo la *Crítica de la Razón Pura* lo hace con su temperamento asténico hipo-cortical que amortiguaba grandemente su impulsividad instintiva y le llevaba, por compensación, a desarrollar de una manera extraordinaria la vida del intelecto; y la escribió con su enfermedad de hígado, con su educación pietista, y como hombre de su raza germánica y de su época de la Aufklärung, etc., etc. ¿Que esto es determinismo? Desde luego. Creemos que el hombre es bastante menos libre de lo que suponen ingenuos moralistas. Sin embargo, creemos también que conserva siempre, en el obrar, una última instancia decididora, su voluntad es un motivo más y puede ser decididor, de lo contrario no tendría sentido la educación y hasta el adiestramiento de los animales. A esta última instancia la llamamos libertad. El hombre hará... esto o aquello, mas lo que haga lo hará según su temperamento. Si es loco, y ama, amará locamente; si es tímido amará tímidamente; esto es irremediable. El temperamento es una constante psíquica en el hombre. Pues bien, esta propiedad de la razón, de estar inserta en la vida, es lo que Ortega ha llamado *razón vital*.

Está ahora de moda en los medios filosóficos un neo-empirismo, representado por grupos de pensadores muy dinámicos y bastante numerosos que tratan de despojar a la razón de su carácter absoluto, atribuyéndola un ser evolutivo y, por lo tanto, variable, como todas las demás facultades humanas. Veamos cómo razonan.

Los conceptos *cerrados* deben proscribirse de la ciencia, la cual no debe contener más que conceptos *abiertos*. Cerrados son los conceptos de *absoluto* y de *necesario*. Todo en el mundo físico es contingente y relativo (3.^a vía de Santo Tomás) y si la razón es «razón del hombre» será tan relativa y contingente como él. Sólo hay la necesidad *formal* de los primeros principios lógicos o matemáticos. Parece que todos coincidimos en la subjetividad del conocimiento sensible. ¿Y el racional, no estará también afectado «de un cierto grado de subjetividad»? ¿No es también la razón «del hombre»? Si en otros astros hubiese habitantes, ¿no podrían haber construido otra ciencia? ¿Y otra lógica? ¿Es legítima la imposición apriorística de una lógica pura, a estilo de la de Husserl, valedera para todo ser creado y para todo tiempo y lugar? Se suele argumentar con la «unidad del entendimiento» en favor de la lógica única; pero... ¿entendemos bien qué es eso de la unidad del entendimiento?

Los pensadores a que aquí nos referimos quieren sustituir la razón *hecha*, formada de una vez para siempre, como Minerva salió armada de todas las armas de la cabeza de Júpiter, por la razón *haciéndose* en la ciencia. El término originario es para ellos la ciencia, la razón es término derivado. Lo mejor será que dejemos la palabra a estos filósofos: «Si la aritmética, en sus lejanos desenvolvimientos, se revelase contradictoria, se reformaría a la razón para

(37) Louis de Broglie: *Materia y Luz*, pág. 195. Madrid, 1942.

(38) Destouches: *Obra citada*, pág. 53.

borrar la contradicción y se guardaría intacta la aritmética. La aritmética ha dado pruebas suficientes de exactitud y de coherencia, tan numerosas que no se puede pensar en abandonarla. No es la aritmética la que está fundada en la razón, es la razón la que está fundada en la aritmética» (39). «No existe en ninguna parte, ni en nuestro espíritu, ni fuera de él, un sistema de referencia universalmente valedero...» «No hay un fundamento normativo anterior a toda actividad cognoscitiva.» «Se parece olvidar que el lugar natural de donde todos nuestros juicios son sacados es el del conocimiento actual, en su actual integridad y en su actual objetividad. El árbitro natural de nuestras construcciones mentales es el espíritu mismo en la totalidad de sus medios adquiridos e innatos. El fundamento natural del pensamiento es su asiento actual, y no alguna imaginaria posición normativa inicial» (40). Claro está la posición psicologista de estos pensadores. De ello vamos a tratar a continuación.

La resurrección del psicologismo.—Cuando a principios del siglo aparecieron las *Investigaciones Lógicas* de Edmund Husserl, pensaron muchos que la crítica de tan profundo pensador era el golpe de gracia dado al psicologismo, al que consideraron muerto y enterrado por obra y gracia de la obra husserliana. Los filósofos se equivocaron una vez más y precisamente hoy estamos asistiendo a un poderoso retoñar del psicologismo en la doctrina del *empirismo lógico*, representado, principalmente, por pensadores de tipo científico y matemático (41).

Estos vaivenes del pensamiento filosófico nos hacen recordar lo que Juan de Salisbury afirmaba del problema de los universales, y los no menos célebres *ignorabimus* de Du Bois Reymond. ¿Nos encontramos aquí ante posiciones primarias del pensamiento, no demostrables por la razón? ¿Se trata de un problema irresoluble, o acaso de un problema mal planteado? La existencia de una *lógica pura* (Husserl) y de reglas de valor *necesario* y *absoluto* del pensamiento, ¿en qué se fundan? ¿O no tienen un fun-

damento, sino que son un supuesto, un punto de partida? ¿Entre «cómo pensamos» (psicología) y «cómo debemos pensar», lógica normativa o arte, hay lugar para una tercera posición, como quiere Husserl? Estas preguntas (mil veces tratadas, y creídas resueltas por los filósofos, vuelven continuamente al pensamiento sin darse por vencidos.

El problema de la lógica lo plantea Husserl (42) en estos claros y terminantes términos:

1.º Si la lógica es una disciplina teórica o una disciplina práctica (un «arte»).

2.º Si es una ciencia independiente de las demás ciencias y, en especial, de la psicología y la metafísica.

3.º Si es una disciplina formal o, como suele decirse, si se refiere a la «mera forma del conocimiento» o debe tomar en consideración también su «materia».

4.º Si tiene el carácter de una disciplina *a priori* y demostrativa o el de una disciplina empírica e inductiva.

«Propiamente, continúa Husserl, sólo hay dos partidos. La lógica es una disciplina teórica, independiente de la psicología y a la vez formal y demostrativa, juzga el uno. Para el otro es una tecnología que depende de la psicología...» La solución de Husserl es *objetivar* los *pensamientos* para sacarlos del dominio de la psicología y concederles, bajo el nombre de *significaciones*, una existencia apriorística.

De las *Investigaciones Lógicas* a hoy han pasado muchos años. Los modernos admiten una tercera posibilidad. La lógica es formal y apriorística, pero de carácter postulacional, es decir, convencional. Del psicologismo y del postulacionismo pasamos a hablar.

Según Piaget: «Una psicología matematizada y luego axiomatizada, ¿qué sería sino lógica? Si unimos ambos extremos, psicología y lógica, cerramos el círculo de las ciencias. Lo que ocurre es que la psicología es aún una ciencia muy atrasada en su desenvolvimiento, apenas en estadio experimental. ¿Por qué la lógica, cuya técnica deductiva ha adquirido una precisión rigurosa, y la psicología de la inteligencia, cuyos métodos se conforman a las reglas de la objetividad experimental, no colaboran a la manera de la matemática y de la física?» (*Classes, relations et nombres*.)

¿Qué motivos hay para suponer, continúan estos filósofos, una lógica única, modélica y apriorística, que se le impondría al hombre y al ángel y fuera de la cual no hubiese posibilidad de verdad? Levy Bruhl ha hablado, en su *Mentalidad Primitiva*, de un estadio prelógico del pensamiento (otros dicen *a-lógico*) propio de los pueblos primitivos y de las mentes infantiles, un pensamiento que se conoce con el nombre de *pensamiento mágico* y que es costumbre oponer al *pensamiento lógico* del hombre adulto y civilizado. Esto es inexacto, dicen los psicólogos, los salvajes no carecen de lógica,

(39) J. L. Destouches, citado por G. Bachelard: *La philosophie du non*, pág. 144.

(40) F. Gonseth: *Les conceptions modernes de la Raison*. Conversaciones de Amersfoort (1938). Actualités Hermann, núm. 849.

(41) J. Piaget: 1. *Classes, relations et nombres: «Essai sur les groupements de la logistique et sur la reversibilité de la pensée.»* París, Vrin, 1948.

2. *Le développement de la notion de temps chez l'enfant.*

3. *La géométrie spontanée de l'enfant.*

4. «Les notions de mouvement et de vitesse chez l'enfant.» Los tres en Presses Universitaires de France.

G. Mannoury: *Les fondements psycho-linguistique des Mathématiques*. «Bibliothèque Scientifique». Editions du Griffon, Neuchâtel, 1947. El original alemán en la revista «Erkenntnis», 1947.

Louis Kattsoff: *A Philosophy of Mathematics*. A return to a Psychologism. The Iowa State College Press, 1948.

Catherine Chamic: *Psychologie du savoir*. Formation, structure et évolution du savoir Scientifique. Actualités Hermann, núm. 1.113.

(42) E. Husserl: *Investigaciones Lógicas*. Vol. I, pág. 27 Trad. española de la «Revista de Occidente.»

tienen otra lógica. Es injusto y privilegiado el reservar este nombre a determinada forma del pensamiento. La lógica de los primitivos, la lógica de los sentimientos, la lógica de los místicos y la lógica del infinito, tan distinta de la de lo finito, reclaman sus derechos. Eso es psicología, no lógica, dicen Husserl y sus discípulos. Parece que llegamos aquí a un punto muerto de la discusión.

El principio de contradicción.— Se suele decir en filosofía que «los principios», por el mero hecho de serlo, y por su simplicidad, son evidentes. Lo simple es, por naturaleza, verdadero. «Tratándose de elementos simples el *logos* no puede errar, pues se encuentra ante relaciones que son manifiestas y notorias por sí mismas...» «Verdades en cierto modo connaturales a la mente...» «Se los ha llamado también *dignidades o axiomas*» (43). Esta afirmación cartesiana de «*simplex sigillum verum*», no deja de ser muy discutible. Los modernos contestan por sí mismos: ¡Claro que son evidentes por sí mismos, como que son *puestos*, es decir «*postulados*»!

Todos los principios han sido discutidos, y de ello hemos hablado ya en otro lugar. El principio de contradicción, que otros prefieren llamar de no contradicción, parecía inatacable, mas también ha llegado hasta él la marea revolucionaria. Se le suele presentar como un principio puramente formal, como una ley del pensamiento (no del pensar), sin el cual desaparecería toda posibilidad de razonamiento. El pensamiento real de los hombres puede ser contradictorio, así ocurre con el pensamiento de los locos y acaso con el de los salvajes, pero el principio, en sí, es normativo, es ideal. No es que no se pueda *pensar* que A sea, a la vez, A, y no A, pues se puede. El principio tiene valor objetivo y significa que A no puede ser no A. Es ley de los pensamientos, no del pensar. Pero es ley de los pensamientos porque los pensamientos expresan algo, una realidad u objetividad, y, en último término, el principio de contradicción es la forma lógica del principio de identidad. Si una cosa es *imposible*, la proposición que lo expresa es *contradictoria*.

Aquí atacan de nuevo los psicologistas. La realidad es contradictoria, la nueva física que hemos examinado lo pone de manifiesto, y el lema de Viktor Von Weizsäcker, que encabeza este epígrafe, quiere expresar la irracionalidad esencial del mundo y de la vida. ¿Dónde se da la *coincidentia oppositorum* o identidad de los contrarios? Recordemos la doctrina heraclítica y su versión hegeliana donde las oposiciones de la tesis y de la antítesis se resuelven y unifican en la síntesis.

Stephane Lupasco (44) afirma que la lógi-

(43) Zubiri: *Naturaleza, Historia, Dios*, pág. 63 y 64.

(44) S. Lupasco: *Logique et Contradiction*: Presses Universitaires de France, 1947.

Alfred Korzblsky: *Science and Sanity*: An Introduction to non aristotelian systems and general semantics; New York, 1933.

Véase nuestro trabajo *Nuevas Lógicas*. «Revista de Filosofía», Madrid, 1951.

ca de la contradicción no se opone a la lógica aristotélica, sino que la engloba y la amplía, lo mismo que ha pasado con la geometría y el álgebra. Como dicen los matemáticos, la generalización de un *campo* se hace suprimiendo postulados. Las consecuencias de ésto, continúa Lupasco, no serán catastróficas, como pensarán los filósofos de la escuela, al revés, abre perspectivas insospechadas y fecundas.

Ya hemos hablado del carácter postulacional de los principios según los lógicos citados. Así, cuando Hilbert somete los postulados a la condición de la no contradicción ésto significa sencillamente establecer un «postulado de los postulados». La no contradicción significa sencillamente: «respetemos las reglas del juego, porque si no no podremos jugar».

El principio de contradicción y el de exclusión de tercero son dos modos distintos de decir lo mismo (*).

— Ningún objeto es a la vez rojo y no rojo. — Contradicción.

— Todo objeto es rojo o no rojo. — Exclusión de tercero.

Que toda proposición sea verdadera o falsa es cierto, pero lo es porque hemos establecido esta convención puesto que hemos definido antes la proposición como «un enunciado del cual tiene sentido decir que es verdadero o falso». Pero la restricción a dos valores es completamente convencional según estos filósofos modernos. De la negación de esta limitación han salido las lógicas plurivalentes, que no invalidan, sino que amplían la lógica aristotélica, como ya hemos dicho.

RESUMEN

Creemos poder resumir las afirmaciones fundamentales de nuestro trabajo en los siguientes enunciados:

Caracteres de la Ciencia actual:

1.º La ciencia, como obra humana, no es perfecta sino «indefinidamente perfectible».

2.º La ciencia se compone de dos factores, experiencia y razón. Las distintas épocas y las diferentes escuelas han hecho predominar, ya uno ya otro, de ambos factores.

3.º En la ciencia no hay nada necesario, todo en ella es contingente. El conocimiento del necesario, hasta donde esto sea posible, pertenece a otra esfera.

4.º En la ciencia no hay nada absoluto, todo es relativo.

5.º Consecuencia del anterior. La ciencia no debe contener nada metafísico. Pero se apoya en ciertos postulados metafísicos, principalmente en estos dos: Creencia en un mundo real, y posibilidad de su conocimiento. Sin estos postulados la ciencia carecería de objeto.

6.º El conocimiento científico es de carácter simbólico.

7.º Matematización. La ciencia aspira a la forma matemática.

Caracteres de la Física actual.

1.º El contenido de la ciencia física está constituido por las medidas. «Medir», ese es su objeto.

2.º Los objetos físicos se reducen a sus estructuras matemáticas.

3.º Relativismo de las nociones físicas fundamentales (espacio, tiempo, movimiento, masa y energía).

4.º Discontinuidad de la realidad física.

5.º Indeterminismo de los fenómenos.

6.º Complementariedad de la realidad.

7.º Carácter estadístico de las leyes.

8.º Sustitución de la matemática del continuo (análisis) por la del discontinuo (probabilidad y estadística).

9.º Carácter místico e incomprensible de sus objetos y de sus fórmulas.

10.º La física, como la ciencia en general, se basa en estos postulados: A) Existe una realidad exterior al hombre e independiente de él. B) Esta realidad física «tiene una manera de ser». C) La «manera de ser» de esta realidad es el *cambio continuo* (πάντα ῥεῖ). D) El hombre puede captar «a su manera» algo de esta realidad.