

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

**FILOSOFIA**  
Y  
**LETRAS**

*REVISTA DE LA FACULTAD  
DE FILOSOFIA Y LETRAS*

**28**

*OCTUBRE-DICIEMBRE*

**1947**

*IMPRESA UNIVERSITARIA*

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

Rector:

**DR. SALVADOR ZUBIRÁN**

Secretario General:

**FRANCISCO GONZÁLEZ CASTRO**

**FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS**

Director:

**DR. SAMUEL RAMOS**

# FILOSOFIA

Y

# LETRAS

REVISTA DE LA FACULTAD DE  
FILOSOFÍA Y LETRAS DE LA  
UNIVERSIDAD N. DE MÉXICO

PUBLICACION TRIMESTRAL

DIRECTOR-FUNDADOR:

*Eduardo García Máynez*

Correspondencia y canje a Ribera de San Cosme 71  
México, D. F.

Subscripción:

Anual (4 números)

En el país . . . . .	\$7.00
Exterior . . . . . ds.	2.00
Número suelto . . . . .	\$2.00
Número atrasado . . . . .	\$3.00

## Sumario

### ARTICULOS

		Págs.
Juan David García Bacca	<i>La evolución de la física, como serie monótona creciente de inventos conceptuales</i>	217
Antonio Gómez Robledo	<i>La teoría de las pasiones en Descartes y en la tradición filosófica</i>	249
Aníbal Sánchez Reulet	<i>Ser, valor y existencia</i>	265
Oswaldo Robles	<i>El pensamiento ético de José Vasconcelos</i>	277
Juan Hernández Luna	<i>La Universidad de Justo Sierra</i>	291
Leopoldo Zea	<i>Antecedentes historicistas en Hispanoamérica</i>	309
Vicente Gaos	<i>Diez años de poesía española</i>	329

RESEÑAS BIBLIOGRAFICAS

	Págs.
Emilio Uranga . . . . .	337
<i>El mundo histórico social.</i> (Juan Roura Parella.) . . . . .	
Emilio Uranga . . . . .	339
<i>Discursos.</i> (Justo Sierra.) . . . . .	
Juan David García Bacca . . . . .	343
<i>Physique collective. (Principes fondamentaux de physique théorique.)</i> (Destouches.) . . . . .	
Juan David García Bacca . . . . .	346
<i>Correspondencia de Leibniz con Arnauld.</i> . . . . .	
Joaquín Sánchez Mac Gregor . . . . .	349
<i>Tres filósofos del Renacimiento. (Bruno, Galileo, Campanella.)</i> (Rodolfo Mondolfo.) . . . . .	
Noticias de la Facultad de Filosofía y Letras.—J. H. Luna . . . . .	355
Publicaciones recibidas . . . . .	359
Registro de revistas . . . . .	362

## LA EVOLUCION DE LA FISICA, COMO SERIE MONOTONA CRECIENTE DE INVENTOS CONCEPTUALES \*

De entre las muchas maneras como se puede exponer la historia de la física, unas más vulgares e insignificantes que otras, voy a desarrollar en esta conferencia una de ellas, a la que he dado el título, entre enigmático y pretencioso, de "serie monótona creciente de inventos conceptuales".

a) Cabría un primer tipo de exposición de la historia de la física como serie y en función de los grandes "inventos técnicos": aparatos, máquinas, experimentos...

b) Un segundo tipo de exposición de la historia de la física pudiera hacerse en función de los "inventos conceptuales", de las grandes ideas renovadoras; y sería cuestión de detenido estudio si la forma de tal función se "asemeja" al tipo de función continua clásica o al tipo de una función discontinua, a lo Dirichlet o Fourier...

c) Pero en los dos tipos anteriores de exposición de la historia de la física se trataría de un caso, más o menos curioso, de evolución histórica de una ciencia especial, sin que tal historia tuviera repercusión "cósmica", sin que se pudiera hablar de "la importancia histórica de la física para la historia universal de la cultura humana". Y es precisa y definitivamente este último punto de vista el que, completando ahora el título de esta conferencia y condensando en él los títulos que quisiera presentar para merecer vuestra atención, vuestra aprobación o vuestras críticas "científicas", habría de decir: "la evolución de la física como serie monótona creciente de inventos conceptuales con trascendencia decisiva para la historia de la cultura humana".

En la conferencia presente me limitaré, que otra cosa no es posible, a aludir a las fases más salientes de tal tipo de evolución.

---

\* Conferencia leída en el Primer Congreso de Física Mexicano.

## I

La filosofía alemana ha puesto en circulación, entre otras, una palabra, rompecabezas para traductores e intérpretes: la de *Weltanschauung*. Vuestro gran filósofo y admirado amigo mío, el maestro Antonio Caso, la ha traducido por *cosmovisión*, respetando delicadamente, como él sabe hacerlo, la contextura verbal de tal palabra. Los intérpretes disponen, por gracia de estado, de una mayor libertad; y por amigo de la libertad me acojo al oficio de intérprete. ¿Qué es eso de *Weltanschauung*? (Me permito advertir a ustedes que la excursión por los campos de la filosofía va a ser muy breve; y es sólo para caer de más alto y con más energía sobre el tema propuesto.)

Decimos en castellano: fulano “me mira con buenos ojos” (o con malos ojos, que es manera muy común como se nos mira y se nos ve a más de uno de los que “cantamos ciertas verdades” a ciertas personillas).

*Weltanschauung* de una época histórica, de una clase social, de un individuo quiere decir eso mismo: tal época, tal clase social, tal individuo mira el mundo y todas sus cosas con ojos “morales”, “estéticos”, “religiosos”, “mágicos”, “matemáticos”, “sociológicos”, “materialistas”...

“El mirarle a uno con buenos o malos ojos” no altera, crea o aniquila las propiedades reales que uno pueda tener, sino que tan sólo deja que pasen a primer plano unas y no otras y confina algunas o muchas a segundo, tercero o enésimo plano. Y así tal vez convendría traducir la palabra *Weltanschauung* por “sentido total del universo”, sentido que se da al universo y sus cosas, con fuerza parecida a las frases castellanas: echar una cosa a mala o buena parte, dar mal sentido, interpretar algo en buen sentido.

Pero sea de esto lo que fuere, digo —para caer ya sobre el tema— que la evolución de la física ha hecho cambiar más de una vez “el sentido total del universo”, la manera como se mira el mundo y sus cosas.

## II

Para que presenciéis —con un cierto orgullo, secreto y bien fundado— la influencia cósmica que ha tenido vuestra ciencia, distingo compendiosamente las épocas siguientes:

*A.—Epoca histórica en que el sentido total del universo  
es mítico-religioso*

Es claro que el viento soplaba en tiempos de Homero tan sometido a leyes como en el nuestro, y que el rayo saltaba entre las nubes y la tierra según las mismas leyes que en el nuestro, y que las tempestades del mar se desencadenaban según las mismas leyes que las actuales, pero el griego homérico y aun el de muchos siglos adelante miraba el universo físico y sus cosas con ojos religiosos, y creía firmemente ver que era Eolo quien disponía a su antojo del viento, que era Júpiter quien tenía en sus manos el rayo, y que era Neptuno quien a su real voluntad y talante disponía las tempestades del mar. Y creía además que con plegarias, sacrificios, ofrendas, podía obtener de tales dioses tiempo favorable para navegar él, tiempo malo para sus enemigos, realizar la frase castellana "mal rayo te parta" o detener el sol para poder acuchillar mejor a sus enemigos — caso que refiere el Antiguo Testamento.

¡Estaría aviada la física, en cuanto ciencia, si los físicos mirasen aún el mundo con tales ojos! Si, por ejemplo, durante un eclipse famoso, tan cuidadosamente aprovechado por Eddington para poner a prueba una de las consecuencias observables de la teoría relativista, le hubiese dado a algún brujo, mago, santo o devoto impertinente por pedir a su dios o a sus dioses que no se produjese el eclipse, porque así convenía para una peregrinación, para una fiesta pública, para algún asunto de los de "la gloria de Dios", tal como cada cual la interpreta; y si, lo que es peor, como se cuenta por acaecido en otros tiempos, tal dios accediese a tales súplicas.

Por suerte para la ciencia física, los dioses y los santos se portan ya tan discretamente, que ni los unos se meten por causa alguna a alterar, caso de que pudieran, el orden del mundo, ni los otros piden ya semejantes milagros; y toda la influencia de tal interpretación mítico-religiosa del universo físico queda reducida a una proposición físicamente inverificable: "si Dios quisiera, podría alterar a voluntad el orden del universo físico". Ahora que tales milagros físicos —detener el curso del sol, abrir las aguas de un marecillo, enviar sequías cual castigo, hacer llover a petición de un profeta . . . — sospechosamente ya no se producen desde los tiempos en que desapareció, por obra y valentía de unos sabios, la interpretación mítico-religiosa del universo físico.

Pero no crean, señores, que tal interpretación o sentido mítico-religioso del universo haya desaparecido por una ley natural, semejante a la que prescribe que el sol, tras un cierto número de horas, tiene que ponerse y trasponer el horizonte. El sentido mítico-religioso del universo desaparece por asesinato, por un cierto crimen o sacrilegio perpetrado con indecible audacia por unos hombres muy más valientes que los guerreros.

Uno de los motivos por que Sócrates fué condenado a muerte y murió, fué por haber dicho que el sol era una piedra y que la luna no pasaba de ser una tierra como la nuestra.

Ya no corremos nosotros peligro de que se nos condene a muerte por semejantes afirmaciones; pero esta seguridad ha sido conquistada cruentamente contra la interpretación mítico-religiosa del universo, y por tal libertad se ha pagado, cual precio, la vida de Sócrates. Y no ha sido éste el único caso histórico, como veremos; y ojalá sean los últimos.

Pero apretemos un poco más las cosas.

Supongamos que las coordenadas espaciales,  $x_1$ , de un fenómeno físico se hallen expresadas por funciones:

1.  $x_1 = f_1(t, t_0; x_1^0, x_1^0)$ ; donde  $t$  es el tiempo;  $t_0$  el tiempo inicial;  $x_1^0$  las coordenadas espaciales para  $t = t_0$ , y  $x_1^0$  las velocidades iniciales, también para  $t = t_0$ .

Si las leyes físicas dependen, además de estas variables propia y estrictamente físicas —coordenadas, tiempo y sus derivadas—, de una voluntad divina, demoníaca, de brujerías, magias y ceremonias, la forma de una ley física sería:

2.  $x_1 = f_1(t, t_0; x_1^0, x_1^0) + A(D)$ , donde  $A(D)$  es una función divina, o función de un poderío diabólico, mágico..., notándose el efecto de la intromisión de tal función arbitraria extrafísica en las  $x_1$  — en las posiciones, velocidades, aceleraciones, impulsos, energía, fuerzas...

Designemos por  $dx_1$  la variación, físicamente constatable, de las funciones normales o naturales de  $x_1$  cuando interviene  $A(D)$ , la arbitrariedad divina, diabólica, mágica...

3.  $dx_1 - x_1$  mediría simbólicamente o serviría de signo o señal para apreciar el influjo de  $A(D)$ , de la función de arbitrariedad extrafísica.

Si no fuese "posible" —y nótese que digo "posible"—, so pena de contradicción, más que un solo tipo de leyes físicas, a la manera como

durante muchos siglos, y precisamente durante aquellos en que se elabora una cierta filosofía y una cierta teología para definir eso de "milagro", entonces el influjo o intervención de A(D) sería físicamente constatable; como, si suponemos que la geometría de Euclides es la *única lógicamente posible*, y que, por tanto, el espacio real sólo *puede* ser euclídeo, cualquier desviación de ella sería un milagro físico, una intromisión de una potencia extra y suprageométrica. Con una adición capital: si la geometría de Euclides fuera la única lógicamente posible —es decir: la única posible, si se quiere evitar una contradicción—, cualquier contravención a ella presentaría el carácter de contradicción. Es decir: tal contradicción sería lógicamente imposible y el correspondiente milagro iría contra los principios de la lógica, y sólo podría verificarlo un Dios o potencia que no fuera del tipo de inteligencia subsistente, Razón absoluta, Verdad, sino Voluntad absoluta, Déspota transcendente. Y no han faltado grandes teólogos católicos de otros tiempos más honrosos para la teología, para teologías sin apologética o gendarmería, que pongan la esencia divina en la voluntad omnipotente, en la Omnipotencia, y que afirmen tener Dios poder sobre los mismos principios lógicos. Y si no se sostiene tal tipo de poderes y de seres extra y supralógicos, no cabe dar sentido alguno al milagro ni es posible milagro alguno.

Además, la diferencia:  $dx_1 - x_1 = P(x_1)$  es una cierta función de los  $x_1$ . O sea: algo que se manifiesta en tiempo y en espacio — en que no caiga lluvia cuando había de llover, en que dure el día unas horas más de lo que habría de durar, en que cambie de lugar un monte, en que sosiegue antes de tiempo una tempestad marina...

Mientras no se conoció ni tuvo por posible otra geometría que la de Euclides, una fórmula como  $\alpha + \beta + \gamma > 2R$  ( $\alpha, \beta, \gamma$ ; los tres ángulos de un triángulo;  $R$ , recto) era fórmula absurda y contradictoria, de manera que el exceso sobre  $2R$  era un error lógico. Ahora, tras muchos siglos, se sabe que la contradicción es sólo *relativa* a la geometría de Euclides, mas de concordancia lógica perfecta dentro de otra geometría.

Pues bien: mientras se piense, como en la filosofía natural griega y escolástica, que las leyes físicas sólo pueden ser de *una* manera, la diferencia  $P(x_1)$  será un absurdo o contradicción, y por tanto el milagro será imposible para un Dios que sea, por esencia, Inteligencia o Razón absoluta, y resultará posible para un Dios de tipo Voluntad omnipotente, Amor ab-

soluto. Pero al revés: si se admite la posibilidad de *muchos* tipos de leyes físicas, jamás se sabrá cuándo se halla uno ante una excepción o milagro. El remedio de fijar *uno solo* de los órdenes físicos *posibles* como *único real*, por respecto al cual se mida y conozca lo anormal o milagroso, resulta parecidamente ineficaz. Basta conocer un poco a fondo la teoría de la relatividad generalizada, para saber que la distinción básica entre geometría y fuerzas puede verificarse de muchas maneras, que la fijación de la geometría *real*, frente a las posibles, no es un dato absoluto, sino dependiente de un conjunto inicial de *definiciones de coordinación* (Zuordnungsdefinitionen), arbitrarias dentro de amplios límites.

No se puede decir, por ejemplo, que en nuestro universo valga la geometría de Euclides o la de Riemann, así en forma absoluta, sino sólo en forma condicional: en el universo actual vale la geometría de Riemann, "si" se aceptan tales y tales *definiciones* para la medida y el transporte de los cuerpos; y valdrá la de Euclides, "si" se aceptan tales otras. (Véase Reichenbach, Raum-Zeitlehre.) En este caso no se puede hablar de *orden normal* del mundo, como de un *único orden real*, respecto del cual se pueden fijar ciertos fenómenos como anormales o milagrosos.

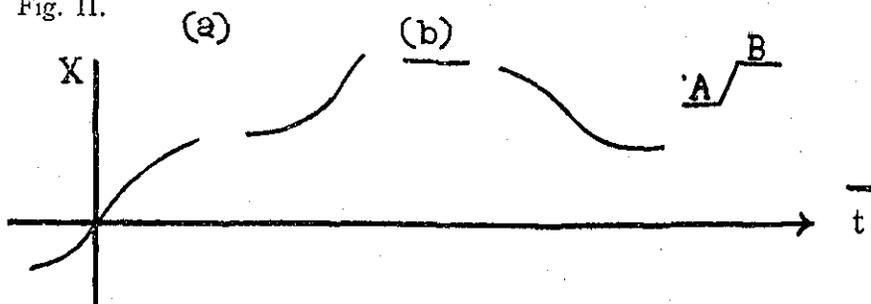
Pero la cosa no termina aquí. Podría suponerse que una intervención divina, diabólica o mágica diese a cualquiera forma de las leyes físicas la forma de función discontinua, de modo que si las leyes físicas —sean cuales fueren, inclusive con los perfiles relativistas— tuvieran una forma del tipo general de la figura I,

Fig. I.



A(D) —milagro, brujería o magia— produciría discontinuidades del tipo de la figura II,

Fig. II.



en que, por ejemplo, la recta A sería una permanencia del sol en el cielo más de lo prescrito por la ley astronómica *normal*.

Ahora bien: podemos prescindir de la distinción entre *leyes normales* u orden actual, y leyes posibles; el caso es que la matemática moderna ha hallado la manera de dar una forma funcional perfecta a *curvas* del estilo de la Fig. II —hágase con series de Fourier o no—, y tan ley matemática son las leyes cuya estructura se parezca a la de la Fig. I como a la de la Fig. II. Los fenómenos puntiformes en vacío (trayectos cero), como los de líneas en vacío (b), como los en escalón discontinuo, A, B, etc., son *regulables* e incardinables a una ley matemática, definible y dominable perfectamente con la operación *paso al límite*, con el dominio que los matemáticos han logrado sobre ciertos tipos de *infinito*.

Pues bien: si un milagro físico —conseguido por el medio que sea: divino, diabólico, mágico...— ha de conocerse o notarse *físicamente*, tendrá sin remedio que presentarse en espacio-tiempo y en sus funciones derivadas, y por más cosas raras que haga, por más continuidades que rompa se asemejará en el peor y más complicado de los casos a funciones del estilo de la Fig. II, que la matemática sabe dominar perfectamente. En este caso bastará decir que la ley real es de forma *arbitraria*, en el sentido matemático de la palabra, introducir lo que se dice *milagro* como un vulgar tipo de discontinuidad (puntiforme, lineal, vacío puro...), y la nueva forma de la ley natural será tan natural como la de la Fig. I.

Mas si ha costado mucho tiempo tratar como igualmente matemáticas *curvas* estilo I y II, no me hago ilusiones sobre el tiempo que tardará en implantarse en ciertas cabezas y filosofías la teoría expuesta sobre un

orden del mundo tal que el milagro sea cosa "rara" (probabilísticamente hablando), mas *normal*: una complicación más de lo normal.

Con ello se habría acabado la interpretación mítico-religiosa del universo, que ha recibido a lo largo de los siglos tantos feos y remiendos, que ya no se atreve ni a hablar en público de milagros *físicos*. (Si los hay biológicos o morales, en eso no me meto ahora.)

Termino este punto con la afirmación: *la condición que hace posible y ha permitido construir una física matemática es la eliminación, gradual o total, de una interpretación mítico-religiosa del universo físico.*

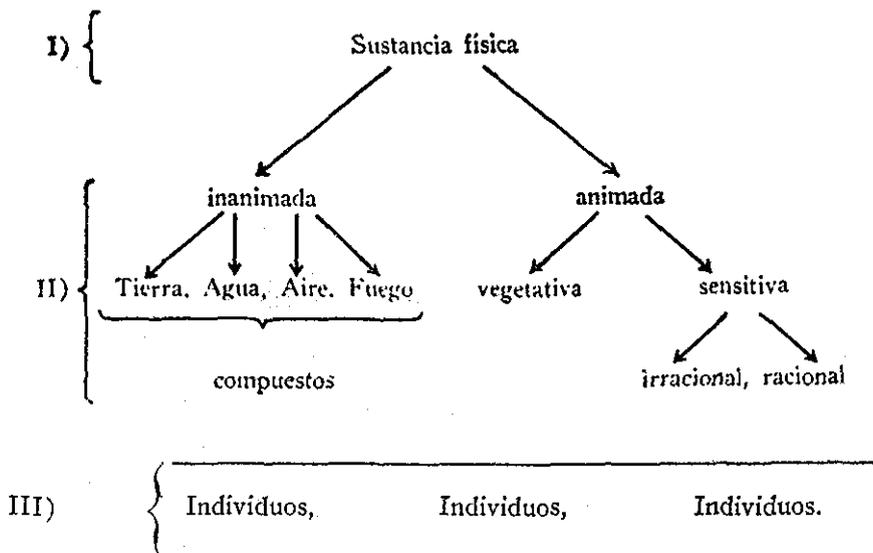
B.—*Epoca histórica en que el sentido del universo es "natural"*

La primera herida histórica, gravísima mas no mortal, que recibió la interpretación mítico-religiosa del universo físico, le vino de manos de los filósofos griegos y en especial de Aristóteles.

El nuevo "sentido total del universo" (Weltanschauung), los ojos con que mira y ve el mundo, son ojos "naturales". Y Aristóteles entiende por *natural*, o por físico, que es el término correspondiente a *natural* en griego, aquella cosa que posee intrínsecamente, por dentro, como propias, las *cuatro causas*: material-formal, eficiente-final. Sér físico o ser una cosa lo que es por modo de sér físico, equivale a ser lo que es en sí y para sí, sin causas externas, por desarrollo intrínseco y espontáneo. Lo cual equivalía a mirar el universo con ojos *biológicos*. Y efectivamente, como consta por la historia de la filosofía, todos los sistemas filosóficos de los griegos, de Tales a Aristóteles inclusive, conservan más o menos pronunciado un componente de *hylozoísmo*, de animación de la materia, resto quizá del animismo primitivo de las tribus helénicas.

A partir de tal concepción de materia básica animada y provista por dentro de todas las causas necesarias para una autoevolución, ordenó Aristóteles el universo de las cosas, no según una escala *periódica* de los elementos, sino según un *árbol* — que esta denominación recibirá más tarde, y se llamará árbol de Porfirio. Y todavía la conservan ciertos manuales de filosofía, sin darse cuenta de que tal nombre, él solo, condena la interpretación que suelen dar a la filosofía griega.

El esquema de tal árbol es:



Y he distribuído el árbol porfiriano (referido a materia sustancial física) en *tres capas*, casi equivalentes a raíz, tronco y frutos o semillas (individuos). No voy a dar aquí, en una conferencia a un Congreso de Física, la justificación filosófica de esta triple estratificación, sino a aludir brevemente a sus repercusiones en la historia de la física.

Los individuos en cuanto tales no poseían propiedades físicas, pues la individualidad —según opinión de Aristóteles, conservada por grandes sectores de la escolástica— no entraba en la *esencia*. Cada clase de cuerpo poseía propiedades reales distribuídas entre los géneros y las diferencias específicas. Así, según Aristóteles y la escolástica medieval, la Tierra, en virtud de su diferencia específica, tendía esencialmente, sin causa alguna externa, hacia abajo; es decir, la caída hacia el centro del mundo era su propiedad característica. Por el contrario, el Fuego, en virtud de su diferencia específica, subía por esencia y sin causa alguna externa, hacia el Cielo, es decir: el Fuego no estaba sometido a la gravitación. Tampoco lo estaba el Aire, sólo que el logos o “cuenta y razón” con que el Aire, por esencia, subía a lo alto, era otro que respecto del Fuego. Nos hallamos ante una física en la que “no todos los cuerpos son iguales ante la ley”. La ley de gra-

vitación, por ejemplo, no es ley universal. No hablemos de aquella distinción entre cuerpos corruptibles e incorruptibles, sublunares y supralunares, conservada por la escolástica medieval y revestida de sutiles razones, cual la famosa distinción de Cayetano entre materia primera pura (la de los cuerpos celestes) que se une con su forma muy más íntima e inmediatamente que la materia primera de los cuerpos corruptibles, etc. Cosas que los escolásticos posteriores han olvidado sospechosamente, cual si dentro de un sistema coherente se pudiera borrar o amputar impunemente lo que no conviene o no concuerda con la ciencia natural postgalileana. Algún día pienso publicar los textos con que la escolástica del Renacimiento recibió las innovaciones físicas de Galileo, Newton, Descartes... ¡Y pensar que no faltan escolásticos, de la filosofía perenne, que en nombre de la escolástica defienden ahora a Newton frente a Einstein!

Un célebre dominico español, el P. Urbano, inteligente defensor de las teorías relativistas en España, se lo recordó valientemente a ciertos señores escolásticos de mi patria cuando, en nombre de no sé qué doctrinas *perennes*, defendieron a Newton contra Einstein. ¡Los enemigos de ayer amigos de hoy contra otro enemigo de hoy! Que esto pase en política es bien lamentable, ¡pero que pase en filosofía perenne!

Y me permito preveniros en este punto, porque de imponerse cierta filosofía contra la que lucharon valientemente vuestros antepasados y que ahora pretende difundirse como arma política de no sé qué *órdenes* contra otros *órdenes*, no tardaría la historia de la física en constatar un tremendo retroceso ideológico.

La diversidad incompatible entre los diversos géneros y sobre todo la diversidad suprema impuesta por las diferencias específicas, traía y trajo como consecuencia la no existencia de leyes universales unitarias; una ley de caída de los cuerpos, por ejemplo, como la galileana, según la cual *todos*, sean los que fueren y tengan los géneros y diferencias específicas que quieran, todos caen según una misma ley para el espacio recorrido, para la velocidad, para la aceleración, no cabía intrínsecamente, so pena de contradicción, en una filosofía natural aristotélico-escolástica. Sólo esta ley real basta para echar por tierra toda la teoría aristotélico-escolástica de materia y forma, pues demuestra escandalosamente que ni los géneros ni las diferencias específicas de las cosas poseen propiedades físicas. Pero no hay peor sordo que el que no quiere oír.

Otra distinción aristotélico-escolástica, perniciosa y entorpecedora, una entre otras muchas, para la creación de nuestra física matemática, es la de *categorías* o predicamentos, es decir: conceptos primarios e irreducibles entre sí — *primo diversa*, como traducirán los escolásticos medievales la frase aristotélica "*áneu symplokés*", sin conexión.

Entre los conceptos primarios, no derivables unos de otros e irreducibles entre sí, se contaban los de cantidad, cualidad (calor, color, peso . . .), acción, pasión, lugar, tiempo. Lo cual está a más de un millón de años de luz de nuestra física, en la que se reduce o proyecta todo sobre las variables espacio-tiempo, eliminado todo factor cualitativo, y no conservando sino lo *medible* espacialmente.

Es decir: nuestra física surge por eliminación de la distinción categorial aristotélico-escolástica, y sin tal eliminación la física matemática post-galileana no resulta posible. A su vez: el *hecho* y los hechos o hazañas de la física matemática son una refutación decisiva de toda filosofía natural aristotélico-escolástica.

Pero no desconozcamos desagradecidamente uno de los méritos históricos de la filosofía natural aristotélica: el de haber destronado el sentido mítico-religioso del universo material, enseñándonos a mirarlo con "ojos naturales".

### C.—El sentido matemático-individualista del universo

Entre aquella frase del Salmista: "Los cielos cantan por lo largo la gloria de Dios", "*Caeli enarrant gloriam Dei*", característica de una concepción mítico-religiosa del universo, y aquella otra de Galileo: "El mundo está escrito en caracteres matemáticos" —y no dice, por tanto, sino una inmensa lección de matemáticas—, la distancia conceptual franqueada es inconmensurable, e inasequible por una evolución continua. Tal distancia ha podido ser recorrida porque al hombre occidental le han nacido dos nuevos tipos de ojos: los ojos "naturales" y los ojos "matemáticos"; y con estos dos tipos de ojos ha visto el universo con "otros" ojos y ha visto otras cosas que los ojos mítico-religiosos ni habían visto ni ven todavía, aunque se sirvan de la *técnica* moderna, creación de los ojos matemáticos.

Pero la afirmación de que el universo posee "sentido" matemático no se concreta ni primaria ni exclusivamente al aspecto que voy a llamar

plásticamente *tipográfico*, a saber: que, por más que a primera y segunda vista el universo real parezca estar escrito con botánica y zoología, con tantos y tales tipos de animales y plantas, con mineralogía o mil clases más o menos vistosas de piedras, en colores diversos, con calores y temperaturas, sequedad y humedad y mil otras cualidades y apariencias nada matemáticas —geométricas o algebraicas—, a los ojos “matemáticos” de los felices que los tengan aparece escrito en caracteres matemáticos; que si los signos de nuestros números y los de las operaciones matemáticas son evidentemente arbitrarios y sus figuras nada tienen que ver con el contenido, no hay mayor inconveniente en que las figuras de las cosas naturales, por muy alejadas que a la vista mítico-religiosa, a los ojos “naturales” aparezcan, estén con todo sirviendo de *símbolos* matemáticos, diciéndonos un conjunto armonioso de teoremas. Sólo los ojos de otras mentalidades no ven tal sentido, como los ojos vulgares no ven en una página de nuestros libros de matemáticas más que trazos raros e insignificantes.

Y digo que lo grande y original de la interpretación matemática del universo no se cifra ni precisa ni primariamente en la anterior afirmación, aun siendo como es original y grandiosa, sino en estotro: las matemáticas son ciencia *formal*, lo cual quiere decir que, entre otras leyes, vige en ellas la de *sustitución*, en virtud de la cual en el contexto o contextura de relaciones puras que es toda fórmula se puede poner un objeto por otro —un número negativo por uno positivo, un irracional en vez de un racional . . .—, pues el contexto de relaciones no se funda en la sustancia, esencia, género o diferencia específicos de los números, sino en la especial manera como están entretajadas las relaciones para dar ese *nudo* firme que es una fórmula. Si, pues, resulta que la interpretación matemática del universo es tan fecunda que ha llegado a proporcionarnos una *técnica racional* de éxitos resonantes y crecientes en el *dominio efectivo* de lo real, por hallarse constituida tal interpretación matemática por *fórmulas*, habrá que concluir que, respecto de ellas, vale una ley de sustitución física, en virtud de la cual valgan para *todo cuerpo*, sean cuales fueren su género y su diferencia específica o su esencia. Y así pasa en efecto: que, por muy diferentes específicamente que sean en la concepción natural del universo un árbol, un caballo, un hombre y una piedra, *todos* caen según una misma ley, para *todos* valen los mismos principios de la mecánica general, de la termodinámica . . . Y nótese que valen los *mismos* para *todos*,

sin que *cada uno* los diferencie, altere o acomode a su tipo de esencia o especie; lo cual quiere decir que los aspectos específicos, inferiores al llamado género *cuerpo material*, ya no cuentan para nada en física. O dicho al revés: que *cuerpo material* no es género que pueda ser *real* y *físicamente* diferenciado por diferencias específicas físicamente reales.

El *cuerpo físico* es, pues, *material bruto y en bruto*, material esencialmente amorfo y no conformable en especies; no es materia primera de que se hagan *especies físicas*.

Y precisamente por este descubrimiento del carácter *bruto y en bruto* que tiene la realidad física, se hundió la filosofía natural aristotélico-escolástica, y surgió en su lugar la maravilla de la técnica moderna.

Esa realidad especial, no física, que llamamos, por ejemplo, *vida sensitiva*, no se da en forma *bruta y en bruto*, sino que para *vivir* es preciso que se diferencie y tome la forma de una especie determinada: de caballo, de sardina, de oruga, de amiba... Es decir: la vida sensitiva es *real* y *vive* por la forma específica, y por este motivo no es posible un intercambio de formas de vida específicamente diversas, de modo que valga un principio semejante al que rige en física sobre la transmutabilidad de las energías entre sí, de la materia y energía entre sí, dentro de un principio general de conservación.

Y piénsese un momento que sin esta propiedad de intercambiabilidad legal entre materia y energía, y de energías entre sí, no sería posible la técnica moderna. Pero, al revés, la biología no sería posible sin la propiedad inversa: sin la no conmutabilidad e intercambiabilidad legal, sistemática y sin pierde de *vida*, entre los diversos tipos de vida.

Con el descubrimiento de Galileo quedó la ciencia natural escindida incurablemente ya en dos dominios: el biológico y el físico, inversos en estructura y en leyes.

Cuando escribo la fórmula vulgar:

$$(a + b) (a - b) = a^2 - b^2,$$

y dentro de esta contextura o tejido especial de relaciones (+, -, =) introduzco los casos  $a = 3, b = 2$ , o  $a = 5, b = 3$ ... los pares (3, 2), (5, 3) ... quedan estructurados o entretejidos según la textura especial de la fórmula dicha,

$$(3 + 2) (3 - 2) = 3^2 - 2^2 ; (5 + 3) (5 - 3) = 5^2 - 3^2 \dots ;$$

mas no se crea que la fórmula *general* quede ya *especificada* y definitivamente especializada, digerida y asimilada por (3, 2), (5, 3)... sin reversión posible, cual alimento hecho *carne* de una especie animal, sino que la fórmula *general* hace sólo de *molde* que moldea el material —(3, 2), (5, 3)...—; mas ni el molde se asimila y digiere el material, ni el material digiere el molde.

Tal es el tipo de lo físico material y de sus leyes: está *moldeado* por leyes matemáticas, mas no es *con-formado* por forma alguna sustancial ni especificado por diferencias específicas ni organizado por géneros. Es *material bruto y en bruto*, moldeable por lo matemático. Y por lo matemático precisamente, pues en lo matemático vale, por ser sistema de estructuras relacionales, un principio de *sustitución*, de moldeamiento transitorio.

Ahora bien: respecto de una realidad de tipo *material bruto y en bruto* que sólo admite *moldeamiento* —no con-formación, ni especificación—, no se puede hablar ni de causas eficientes ni de formales ni de materiales ni de finales; pues las causas material-formal no se dan como molde y material, ni la eficiente y final, acopladas esencialmente con la material y formal, tienen nada que ver con una realidad *bruta y en bruto*, por *esencia bruta y en bruto*, que no puede (eficientemente) ser especificada, ni la causa final puede establecer un orden esencial de medios y fines en un material que sea por esencia e irremediabilmente material bruto y en bruto.

Y si ni la causalidad eficiente-final ni la material-formal son *reales* en el universo *físico*, cae por su base no sólo la teoría aristotélico-escolástica de materia y forma, sino aquello del orden de causas "*essentialiter subordinatae*", y no queda sino un orden de causas "*accidentaliter ordinatae*"; y los que hayan leído la *Summa Theologica* en cierta cuestión, "*utrum Deus sit*", saben cuáles son las consecuencias que para este caso saca allí Santo Tomás mismo.

Los escolásticos y teólogos de tiempos de Galileo presintieron allá en lo íntimo de su conciencia —que es el epicentro de ciertas crisis intelectuales—, que con la física matemática se les venían abajo muchas cosas y muy fundamentales.

Y por esto algunas aserciones astronómicas, inofensivas al parecer, de Galileo —cual la de que la Tierra no está inmóvil ni es el centro del mundo, que el sol es el centro y el que está inmóvil...—, fueron condenadas en Roma por formalmente heréticas o por erróneas en la fe o por

próximas a herejía o por estúpidas en filosofía. Y a no ser por la hábil maniobra de Galileo, le hubiera costado la cabeza, como a Sócrates. El que Galileo se jugase la suya nos ha dado la seguridad, al menos relativa, de que por afirmar tales proposiciones no tendremos nosotros que jugarlos la nuestra. Mas no echemos al olvido la lección ni pequemos de desagradecidos ni juguemos inconscientemente con ciertas cosas, al parecer muy remotas de la libertad del pensamiento físico, en realidad muy próximas y amenazantes.

Y os lo dice un español que no podría pronunciar algunas de las afirmaciones históricas que está haciendo, si se hallase en su desventurada patria, y que puede hacerlas en este país de *hadass*, donde *todavía* florece la libertad del pensamiento físico-astronómico. (Y claro que otras libertades también; mas me permito deciros en voz baja y en tono de secreto aviso: ¡ojo!, ¡mucho ojo!)

Si la materia física es, fundamentalmente, material bruto y en bruto —masa en bruto, energía en bruto...—, se explica sin gran dificultad el *hecho* histórico de que el progreso de la física vaya trayendo consigo la eliminación gradual y, al parecer, ininterrumpible de las *distinciones* más o menos específicas que todavía guardaba la física clásica. Así han ido cayendo por *no físicas* o por desprovistas de realidad física las distinciones entre movimiento uniforme y reposo, entre calor y luz, entre materia y energía, entre espacio y gravitación, entre corpúsculos y ondas... Y de esta *sucesión* de desapariciones de diferencias, convenientemente ordenada, sacaríamos que su límite es un "material bruto y en bruto", realísimo entre lo real, que se asemeja curiosa y sospechosamente en su estructura a aquella materia primera platónica (*egmaguëion amorphon*), no informable por idea alguna que pueda llegar a hacer de esencia suya; material *eterno* de que el mismo Dios cósmico, el Demiurgo, *tiene* que echar mano para construir el universo. Sólo que en nuestra física, y con reverencia desconocida por ciertos reverendos, Dios deja de tener que hacer de *hipótesis útil*, de hipótesis de trabajo físico.

No es menester decir explícitamente que con la sucesión histórica dicha, convergente hacia *material bruto y en bruto*, caen por su base, por falta de realidad física, las contraposiciones de actividad-pasividad, determinación-indeterminación tan explotadas por la teoría escolástica de *materia y forma*.

Sería materia de otro estudio el perfilar cuidadosamente si la *sucesión de diferencias evanescentes*: a) reposo-movimiento uniforme, b) reposo-cualquier clase de movimiento, c) calor-color-luz, d) materia-radiación, e) clases de materia entre sí, f) espacio-tiempo, g) gravitación-geometría real, h) corpúsculo-onda, i) individuo-campo..., tiende como a límite a: *material bruto y en bruto* o a un límite anterior a tal estado de bruto y en bruto. Pero en el camino ya recorrido se han quedado, como trastos inútiles físicamente, utilizados aún por ciertos filósofos, muchas cosas y teorías.

#### D.—*El sentido matemático-campal del universo físico*

Los manualitos de filosofía, y los que según ellos escriben, nos dicen muy seguros que la teoría atómica se encuentra ya en Demócrito. En la filosofía contemporánea con Demócrito y aun en la inmediatamente posterior, la palabra *atómico*, *átomo* actuaba como calificativo o predicado de idea, de *eidos*. Y así Platón habla constantemente de ideas atómicas, *átomon eidos*, refiriéndose a las ideas del mundo inteligible puro, una vez que por la *diáiresis* o división eidética se haya puesto a cada idea en sí y para sí. Los fragmentos físicos de Demócrito son tan escasos —como puede verse en la recopilación Diels-Krantz—, que casi nada permiten conjeturar sobre sus ideas acerca de la constitución de una física atómica; más bien hacen sospechar que empleaba la palabra *átomo* dentro de un contexto de significaciones medio filosóficas. Así en la obra que habla más de átomos: *Sobre ritmos diversos o sobre ideas*, y en otra obra, *Kranthyintria*, cosas a meter en la cabeza, confirmaciones, da a átomos y vacío un valor óntico y no propiamente físico, aparte de que lo que “aparece” es para Demócrito materia de opinión (*doxa*). Y si juntamos estas breves sentencias, conservadas en las doxografías casi por casualidad, con la significación de átomo en Platón, sacaremos la conclusión de que los átomos de Demócrito tienen más bien una significación ontológica que estrictamente física.

Hasta llegar a una interpretación matemática del concepto de átomo, será menester que pasen el mismo número de siglos que ha sido menester para llegar a la interpretación matemática del universo. Será preciso llegar a Galileo, Newton, Descartes, Leibniz.

L A E V O L U C I O N D E L A F I S I C A

Para contraponer los dos aspectos: individualista y campal de la física teórica, consideremos la *Lex secunda* de Newton o la fórmula básica de la mecánica clásica, escrita de dos maneras:

$$\begin{array}{ll} \text{(I)} & \text{(II)} \\ \vec{F} = m \cdot \vec{a} & m \frac{d^2 x}{dt^2} = F(x, y, z) \end{array}$$

La forma I, vectorial, puede interpretarse "individualísticamente", diciendo: dada una masa,  $m$ , bien individualizada —es decir, separada de las demás y con contornos definidos—, el vector aceleración,  $\vec{a}$ , se le aplica en un punto determinado, y el producto de tal escalar bien individualizado —en volumen, densidad...— por el vector aceleración, aplicado en un punto, es igual al vector "fuerza",  $\vec{F}$ , que también se aplica en el mismo punto, bien determinado, de la masa,  $m$ , para producir el vector aceleración,  $\vec{a}$ .

En cambio, la fórmula II —que es, naturalmente, la misma que I— hace resaltar el aspecto *campal*, *Feldtheorie*, pues la fuerza está expresada por una función de las coordenadas,  $F(x, y, z)$ , definida en un dominio entero; y dice la fórmula II que, al presentarse dentro del "dominio" (campo), definido por  $F(x, y, z)$ , la masa individualizada,  $m$ , se produce un efecto *local* y *momentáneo*,  $\frac{d^2 x}{dt^2}$ : la aceleración en el punto  $(x, y, z)$ .

Aquí se presenta, pues, el vector  $\vec{a}$  como manifestación *local* de un *campo* o dominio entero que se extiende muy más que la masa,  $m$ , y que, para  $F(x, y, z)$  espaciales, "puede abarcar el universo entero, mientras que  $\frac{d^2 x}{dt^2}$ ,  $m$ , se hallan definidos, confinados o individualizados en una parte y punto del espacio.

Físicos teóricos de la altura de un Green y un Laplace presintieron que la forma II era secundaria o derivada frente a otra forma en que no resaltasen tanto *circunstancias* tales como que se dé una masa  $m$  y que a ella se le aplique la fuerza  $F$ ; e hicieron pasar estos aspectos *individuales* — $m, a, F$ — a segundo plano, destacándose en el primero el potencial: una

especial función de las coordenadas,  $\varphi(x, y, z)$ , tal que por derivación salían de él las *fuerzas explícitas*, aplicadas a la masa que casualmente se hallase en el *campo*,

$$F_x = -\frac{\partial\varphi}{\partial x}, \quad F_y = -\frac{\partial\varphi}{\partial y}, \quad F_z = -\frac{\partial\varphi}{\partial z}.$$

No sólo la introducción del potencial, cuando es posible, hace pasar a segundo plano los aspectos *individualistas* —que resaltan en una física en que predominen los de velocidad, aceleración, choque, camino recorrido, energía cinética, órbitas..., como en la física de Galileo, Descartes, Newton, Leibniz, Euler...—, sino que parecido resultado se consigue además por la introducción de las coordenadas generalizadas de Lagrange, impulsos generalizados, fuerzas generalizadas, ya que no son siempre ni coordenadas en sentido ordinario, ni impulsos ni fuerzas ordinarias, sino magnitudes como los ángulos de Euler, que no parecen poseer directamente propiedades físicas ni individualizadas; y así Lagrange conseguirá dar una forma nueva a las ecuaciones fundamentales de la mecánica,

$$\frac{d}{dt} \left( \frac{\partial T}{\partial \dot{q}_i} \right) - \frac{\partial T}{\partial q_i} = Q_i$$

donde en  $T$ , o energía cinética, quedan *resumidas* masa y velocidades generalizadas; es decir, fundidos en una noción no demasiado individualizada dos aspectos muy más individuales en todo: en espacio, en lugar, volumen...

De parecida manera: la forma que adoptan estas ecuaciones, cuando da la buena ventura de que exista un potencial,  $V(q_1, q_2, q_3 \dots)$ ,

$$\frac{d}{dt} \left( \frac{\partial L}{\partial \dot{q}_i} \right) - \frac{\partial L}{\partial q_i} = 0,$$

donde es  $L = T - V$ , teniendo en cuenta las relaciones

$$Q_i = \frac{\partial V}{\partial q_i}, \quad 0 = \frac{\partial V}{\partial \dot{q}_i},$$

permite que desaparezcan del primer plano conceptual aspectos reales ciertamente —supongámoslo, pues la relatividad tendrá mucho que decir

aquí—, mas *individuales* y *locales*, ocupando tal primer plano conceptual el aspecto  $L = T - V$ , el de *potencial cinético* según la denominación de Helmholtz.

Y si introducimos los impulsos generalizados por medio de la relación

$$p_i = \frac{\partial L}{\partial \dot{q}_i}$$

y definimos la función de Hamilton,  $H(p, q)$ , por  $H = \sum p_i \dot{q}_i - T + V = \sum p_i \dot{q}_i - L$ , las ecuaciones fundamentales adoptarán la forma canónica

$$\dot{q}_i = \frac{\partial H(p, q)}{\partial p_i}, \quad p_i = \frac{\partial H(p, q)}{\partial \dot{q}_i},$$

donde hasta los mismos componentes individuales,  $p_i, \dot{q}_i$ , están expresados por una función  $H$  que abarca un *campo* entero, y  $p_i, \dot{q}_i$  están como sumergidos en él.

Pero la evolución de los principios de la mecánica en la dirección de expresión formal o preeminencia de lo individual y local sobre lo campal, hacia otro tipo de expresión en que predomine lo campal o cósmico sobre lo individual o local, llevará a formular *explícitamente* las ecuaciones que definen el *campo* y las originalidades de cada clase de campo — escalar, vectorial, tensorial; gravitatorio, electromagnético...

Y aparecen ecuaciones diferenciales como la de Laplace:

$$\Delta \varphi = 0$$

y la de Poisson:

$$\Delta \varphi = \rho(x)$$

para el campo gravitatorio. Y antes de continuar adelante y complicar un poco más las cosas, definamos explícitamente qué deba entenderse por *campo* de una magnitud  $X$ .

Por campo de una magnitud física  $X$  se entiende el conjunto o compendio de todas las coordinaciones entre los valores de  $X$  y los puntos de un espacio  $R$ . Pero, dicha así la cosa, no presenta la gravedad filosófica que efectivamente tiene y que me interesa hacer resaltar ante vosotros.

Durante una larga época de la historia de la física se pensó que el tipo de realidad física fundamental se asemejaba a cuerpos sólidos discontinuos de superficie bien definida —por ejemplo, a esferillas de radio peque-

ñísimo—, y no se pensó que el tipo de realidad física fundamental pudiera más bien asemejarse a la de un líquido de grandes dimensiones, a un mar inmenso, 1) en que no existen *gotas*; 2) en que gota que cae, gota que pierde sus contornos individuales y se funde con la masa íntegra del agua; 3) en que toda delimitación, corte o *herida* se restaura inmediatamente en virtud de la tensión superficial que parece mantener toda la masa del agua en forma de *bloque*. Y con esta frase he soltado el secreto.

El tipo de realidad física *básica* y en estado *básico* (o natural), ¿no sería el de realidad *en forma de bloque*? Es decir, ¿en forma de *campo*?

Si así fuera, los individuos o aspectos individuales serían físicamente secundarios, transitorios y solubles, cual efectivamente parecen serlo. El punto de vista de campo, y sus ecuaciones, serían lo primario y primariamente real; y tal sostiene la teoría relativista, y no otra cosa significa esa fusión entre gravitación y geometría real.

Más aún: Einstein mismo ha proclamado la *disolución de la sustancia individual*. Y sostiene que por *Campo* (*Feld*) debe entenderse una sustancia que no tiene la propiedad de que sus partes se hallen definidas por virtud de la naturaleza de la sustancia misma. Y así es posible pensar objetos físicos en los que el concepto de movimiento, uno de los más individualizados, no tenga aplicación, y que no se compongan de partículas cuya trayectoria individual podamos seguir a lo largo del tiempo. (Cf. A. Einstein, *Aether und Relativitaetstheorie*, p. 10. J. Springer, 1920. Cf. Reichenbach, *Ziele und Wege der physikalischen Erkenntnis*, en vol. IV del "Handbuch der Physik", Springer, p. 58.) Podemos imaginar, dice Reichenbach, que una sustancia de tipo *campal* se halle dividida en partes; mas no está por naturaleza predefinida y determinada en ella una *única* división en partes.

Y si ahora juntamos este nuevo carácter de la sustancia o realidad física con los anteriores, diríamos que el tipo de realidad física es de una *realidad bruta-en-bruto-y-en-bloque*. O, si queremos: es un tipo de realidad en bruto que no admite otros moldeamientos como apropiados ni otra conformación que la de forma *campal*, mas no la individual.

Y entre este tipo de realidad *campal* o *acampada en el espacio* o *acampada en espacio-tiempo* (Einstein) y aquel otro tipo de *universal real*, defendido siglos ha por ciertos filósofos, se dan sospechosas analogías que no voy a tratar aquí.

Y ¿no se podría dar al tipo de realidad *campal* el nombre de *continuo físico*? Y ¿no sucederá que así como en matemáticas el continuo es el que

plantea los más tremebundos problemas, el que se come y supera toda la vulgar enumerabilidad de los conjuntos de elementos bien individualizados —el de los números enteros, el de los racionales, el de los algebraicos—, acontezca igual en física: que esas realidades llamadas *campos* o *continuos reales físicos* sean las que devoren las realidades de tipo más o menos individual — masas, órbitas, átomos, velocidades, aceleraciones, fuerzas? ...

Pero no voy a seguir por este camino que nos descaminaría de la finalidad, sencilla y limitada, de esta conferencia.

Termino con dos puntos:

1) En la teoría de la relatividad generalizada se emplea frecuentemente la operación diferenciación *covariante* —desarrollada especialmente por Langevin—, que consiste en un tipo de diferenciación *campal*, pues interviene en ella el campo en que se hace tal diferenciación; es decir, los coeficientes típicos del campo métrico,  $g(m, n)$ , o ciertas funciones de ellos como son los  $G(i; r, k)$ .

La derivada ordinaria, individualista, se obtiene en el caso particular de que el tensor de Riemann Christofel sea cero. Nótese aquí la subordinación de una operación, clásicamente individualista, a un campo o continuo especial.

2) En relatividad generalizada el problema del movimiento no se plantea como problema individual, como fenómeno que pueda suceder a un elemento de modo que se pueda hablar, así en absoluto y en desconectación de todo lo demás, de "su" velocidad, de "su" aceleración, de "la" fuerza correspondiente, sino que toda ecuación o sistema de ecuaciones de movimiento (*Bewegungsgleichungen*) tiene que ir acompañada y complementada por una ecuación o sistema de ecuaciones de *campo* (*Feldgleichungen*), y en las ecuaciones de campo entran de una u otra manera los coeficientes de la métrica fundamental,  $g(m, n)$ , en forma de funciones especiales,  $G(i; r, k)$ .

Y los coeficientes  $g(m, n)$  han recibido la denominación de *potenciales gravitatorios*. Es decir: la física relativista se halla centrada con/en realidades físicas, típicas y básicas, en realidades del tipo *campo y continuo físico*.

Creo que con los datos anteriores se puede dar una significación concreta a la frase: *sentido matemático-campal* del universo.

Los individuos y fenómenos más o menos individualizados que en tales campos y continuos reales flotan, como barcos en el mar, como granos de sal en el mar, están en peligro constante de desaparecer por una especie de *disolución*, sin pérdida en el valor absoluto de realidad del universo. Las leyes de *constancia* valen primariamente respecto de los campos y continuos físicos; y son estos tipos de realidades los que aseguran la firmeza, la eternidad del universo, los que hacen que nos sintamos seguros en él, por una sensación de *seguridad en bloque*, semejante a la que se nota al nadar en el mar o en un volumen *continuo* de agua suficientemente grande.

No puedo detenerme a aludir a las consecuencias filosóficas de la primacía física de tales tipos de realidades continuas o campales, a la constancia y seguridad supratemporal que dan a nuestro mundo real. Bastan muy elementales conocimientos de física teórica para apreciar la ventaja y la significación de que las realidades físicas fundamentales sean de tipo campo o continuo físico, pues inmediatamente traen vinculado un potencial que permite mostrar el cumplimiento de un *principio de conservación*, de un principio de independencia frente al tiempo, principio tanto más amplio cuanto el campo y los componentes del potencial sean más generales. Así pasa con la amplificación inmensa del principio de conservación en la Relatividad.

Las realidades o la realidad física fundamental se mantiene en sí y por sí *en bloque*. Es sustancia real absoluta, y por su estructura no necesita de causa alguna de tipo físico; es, al revés, ella la que hace físicamente posibles las causas físicas reales y sus efectos reales, las fuerzas y los movimientos por ellas producidos.

Y este sentido *matemático-campal* del universo podría explicar muchas cosas de "otros" órdenes bien alejados, si un Freud físico encontrase la clave de trasposición.

Pero, en fin, quédese esto aquí.

#### E.—El sentido matemático-probabilístico del universo

El sentido matemático-campal del universo conduce y ha conducido, desarrollado lógicamente, 1) a un determinismo absoluto (*física clásica*), 2) a una disolución total de los tipos de individuos físicos, a una desaparición de las sustancias individuales (*relatividad generalizada*).

No hay sustancia individual que pueda resistir en un universo en que el tipo de realidad fundamental sea el de *continuo*, el de *realidad bruta en bruto y en bloque*.

Poco es lo que podemos contribuir los filósofos al progreso de la física —fuera de esa cooperación negativa que se llama no estorbar con prohibiciones o condenaciones *a priori*—; tal vez nuestra mayor aportación pudiera consistir en aclarar ciertos conceptos que físicos geniales manejan como las abejas: con admirable clarividencia instintiva, mas sin clarividencia lógica.

Mucho me halagaría poder ofreceros en esta conferencia una aportación parecida; me temo que no me va a ser posible, entre otros motivos por falta de tiempo.

Y me refiero a una tríada de conceptos filosóficos de ontología general, que han pasado a ser no sólo *patrimonio común*, sino *prejuicio* no menos dilatado: los de posible-real-necesario.

Enumero brevísimamente algunos de los aspectos incluidos en esta tríada de conceptos:

### 1. Orden de preeminencia óntica o real

Lo simplemente posible es menos sér que lo real, y lo simplemente real es menos sér que lo necesario.

Posible.  $\begin{matrix} < \\ \rightarrow \end{matrix}$  real  $\begin{matrix} < \\ \rightarrow \end{matrix}$  necesario, forman, por tanto, una sucesión creciente “en ser”.

### 2. Orden de preeminencia causal

Lo posible no pasa a real sino por un sér real ya; y un sér simplemente real no ha pasado de posible a real ni puede mantenerse como simplemente real sino en virtud de un sér necesario.

### 3. Las tres modalidades son indisolubles entre sí

a) No es *posible* un posible tal que no pueda ser *realizado*; lo posible incluye esencialmente la posibilidad de ser realizado.

b) Todo lo *real* es *posible*.

c) *Lo necesario es una realidad* tal, que es real en virtud de la sola y simple *posibilidad*; o sea que si no es real, no es ni siquiera posible.

Pero, dichas así las cosas, parecen de evidencia inmediata e inofensiva. Y no es así; enumero algunas afirmaciones complementarias de repercusiones físicas inmensas.

1.1 No se dan cosas o fenómenos que sean pura y simplemente reales; no hay algo así como *simples hechos*, cosas que sean lo que son en forma de *hecho*, sin vinculación con lo necesario, con algún Necesario — llámese como se llamare, motor primero, causa primera, Dios . . .

1.2 No se dan cosas o fenómenos reales cuya manera o modo de ser sea el de *probabilidad*, sin que probabilidad tenga que significar un modo de ser real intermedio entre posible y necesario, y tenga que sujetarse a la condición de tender por un extremo hacia lo necesario — máximamente probable igual a necesario—, y por el otro hacia lo no-real o lo imposible físicamente — mínimamente probable igual a no real o físicamente imposible.

En efecto: la ontología clásica —no digamos sólo la aristotélico-escolástica, sino tratados de ontología modernísimos, como los *Grundzüge der Ontologie* de Hartmann, su gran volumen *Möglichkeit und Wirklichkeit*— no reconoce valor ontológico sino a las tres modalidades:

posible < real < necesario ,

por este orden óntico y según las propiedades 1, 2, 3 ; más las dos afirmaciones complementarias 1.1, 1.2.

Lo *probable* no es reconocido aún como *modo de ser* independiente de los otros tres modos, sino como coordinado con ellos, como modo del ser real de ciertos seres reales, y siempre dependiendo y sostenido por una necesidad, aunque la tal sea el orden lógico en sí.

Ahora bien: la física probabilística y el cálculo de probabilidades parecen sugerirnos algo completamente opuesto, que resumo en las afirmaciones siguientes:

1.11 El genuino, auténtico y original tipo de realidad física es el de *realidad fáctica*, sin que tal tipo de realidad fáctica esté formando un eslabón entre posible y necesario, de modo que para ser real esté necesitando una causa necesaria o haya necesitado de ella para ser real o sin su concurso deje de ser real.

1.12 Por pertenecer lo real físico al tipo de simple hecho y por ser tal su cuasi-esencia, puede dejar de ser, pasar a ser, cambiar de un estado

## L A E V O L U C I O N D E L A F I S I C A

a otro; pueden acaecerle fenómenos *sin causa, porque sí*. En el mundo físico puede pasar cualquier cosa *sin más ni más*.

Ahora que no se vaya a concluir simplísticamente que con tal tipo de realidad fáctica simple no haya leyes. No hay leyes necesarias, pero sí probabilísticas; y precisamente un tipo de realidad fáctica permite una sucesión bien variada de probabilidades, sometidas todas ellas a dos condiciones:

1.13 a) La probabilidad, modo de ser propio del ser real físico, puede crecer; *mas no puede pasar de un límite superior finito, de un máximo, que no coincide ni puede coincidir con necesidad*. Es decir: la probabilidad máxima de que pase tal cosa o tal otra no permite argüir a una causa necesaria.

1.13 b) La probabilidad, modo de ser original del ser físico, puede disminuir, mas no puede pasar de un límite inferior finito, de un mínimo, que ni coincide ni puede coincidir con Nada, o lo imposible. No se puede hablar en física de *aniquilación*, ni de *creación*.

1.14 Probabilidad es algo abismáticamente diverso de *contingencia*. Contingente, contingencia es un modo de ser y de notarse dependiente, conservado, sustentado por otro que, al cabo de más o menos pasos, tendrá que ser un Necesario. Rigurosamente hablando, en la serie modal clásica:

posible → real → necesario ,

habría que poner:

Nada → contingente → necesario ;

significando Nada el estado de una realidad "contingente" no sustentada o conservada actualmente por un Necesario; y contingente o realidad contingente, una realidad sustentada y conservada por un Necesario, y, de consiguiente, participando de su necesidad. Y si se trata de un ser real *consciente contingente*, habrá de notar en su conciencia que está siendo conservado por un Necesario, o con frase de San Pablo: *In Ipso vivimus, movemur et sumus*; en El, en Dios, en el Necesario, nos notamos vivir, movernos y ser. Y quien no se note así, firme en virtud del Firme, necesario por participación actual de un Necesario, que no hable de teologías.

Ahora bien: las leyes físicas, tal como se nos van apareciendo, son de tipo *probabilístico*, y la realidad o hechos físicos se presentan a la observación y experimento como "simples hechos", reglados por una probabilidad mayor o menor.

Un Necesario no aparece por parte alguna; resulta hipótesis inútil en física.

1.15 La escala de los modos del ser físico debiera formularse así: a) minimum de probabilidad, b) probable, c) maximum de probabilidad, en que ni el mínimo coincide con la Nada ni con lo radicalmente contingente, con creatura, ni el máximo probabilístico coincide con necesidad de ninguna clase. Y se dan dentro de la física fenómenos y leyes en que el desplazamiento e instalación *espontánea* de la probabilidad corre de a) a c); por ejemplo, el aumento de probabilidad afirmado en la ley de la entropía.

De modo que las series

A) Nada  $\rightarrow$  contingente  $\rightarrow$  Necesario ,

B) Mín. (prob.)  $\rightarrow$  probable  $\rightarrow$  Máx. (prob.) ,

son independientes entre sí. Si interfiere la A con la B —por ejemplo, si es verdad eso del concurso divino, de la necesidad de una conservación, del carácter de creatura de todos los tipos de realidad—, tal interferencia y sus leyes pertenecerán a otra clase de conocimiento y de ciencia, que caen fuera de los intentos de esta conferencia, y más allá de la ciencia física.

Pero es claro que la separación de las dos series A , B , complica algún tanto el problema a filósofos y teólogos.

1.16 Uno de los problemas más urgentes de la teoría del conocimiento físico consiste en distribuir ordenadamente entre los estadios de probabilidad (a, b, c) , los datos y leyes físicas. Que la dirección de toda la física moderna —y no de ciertas partes solamente, como hace unos años: el cálculo de errores, la teoría de los gases...— vaya hacia una interpretación probabilística total, es cosa que ha pasado ya a ser convencimiento común de todo físico dedicado a los fenómenos y leyes cuánticas.

El dominio a) correspondería a los fenómenos y magnitudes microscópicas —cuantos, átomos...—; el dominio c) a los macroscópicos, y el b) o de tránsito daría lugar a un estudio semejante al principio de correspondencia de Bohr, que pretendería ligar máximo de probabilidad con necesidad física, física cuántica con física clásica determinista.

Empero el principio de indeterminación de Heisenberg muestra que el máximo de probabilidad no puede llegar a necesidad o determinismo; el paso de a) a b) y a c) es una función monótona de los números cuánticos, de manera que para los fenómenos microscópicos se aparta notablemente de

necesidad, mientras que para los macroscópicos se aproxima a necesidad, sin poder con todo pasar de un límite superior finito, menor que 1.

Estas afirmaciones equivalen, en forma negativa, a decir que no vale ya el principio clásico de causalidad determinista, lo cual a su vez quiere decir: 1) que no hay necesidad física; 2) que el universo físico y su tipo de realidad es la de *simple hecho*, mas que no todos los hechos son de igual jerarquía, sino que hay hechos más probables y otros menos probables, y un conjunto de leyes probabilísticas que unen los dominios a, b, c. Sólo que ciertas memorias, sospechosamente selectivas, se quedan con 1, y no piensan o no entienden el 2.

1.17 Todo fenómeno o suceso probabilístico —juego de dados, de ruleta, mediciones astronómicas, mediciones atómicas...— puede descomponerse en dos factores, según una idea de Poincaré: en factores probabilísticos y factores métricos. O con una formulación más amplia de Reichenbach (*Handbuch der Physik*, vol. IV, p. 70): la regularidad natural (*Naturngesetzlichkeit*) incluye, como compartes básicas, causalidad y probabilidad, de modo que todo suceso surge por confluencia de dos factores, unos *racionales* y otros pertenecientes a un resto de *irracionalidad* inagotable. Factores causales son simplemente los factores predominantes, los de mayor probabilidad; y se asemejarán tanto más a causas cuanto más se acerquen al máximo de probabilidad, propio del universo en que nos hallamos.

Pero el acercamiento al límite no acontece en el cálculo de probabilidades como en el análisis puro; por ejemplo, en la sucesión vulgar  $1/2, 2/3, 3/4, 4/5 \dots n/n+1 \rightarrow 1$ , a partir de un cierto valor de  $n$ ,  $n_1$ , la diferencia  $1 - n_1/n_1+1$  puede hacerse menor que una cantidad  $\epsilon$  tan pequeña como queramos; y los valores superiores a  $n_1$ :  $n_2, n_3, n_4, n_5, \dots$  dan una sucesión de diferencias cada vez menores,

$1 - n_1/n_1+1 > 1 - n_2/n_2+1 > 1 - n_3/n_3+1 > 1 - n_4/n_4+1 \dots$ ; en un paso *probabilístico* al límite puede suceder que para un valor  $n_1$  de  $n$ , la diferencia con el límite sea menor que  $\epsilon$ , y que para otro valor de  $n$ ,  $n_2 > n_1$ , la diferencia con el límite sea mayor que  $\epsilon$ . Si, por ejemplo, he echado un dado 60, 600, 6 000 veces, podrá suceder que efectivamente haya salido la cara de tres puntos 9, 99, 999 veces, formando la sucesión  $9/60, 99/600, 999/6\ 000 \rightarrow 1/6$ , siendo las diferencias cada vez menores  $1/6 - 9/60 = 1/60$ ;  $1/6 - 99/600 = 1/600$ , etc., pero podrá suceder muy bien que, tirando 60 000 veces, salga el tres no precisamente

9 999/60 000 veces, como convendría para un acercamiento progresivo y monótono hacia el límite —y como sucede en el caso lím.  $n/n+1 \rightarrow 1$ —, sino que salga, v. gr., 9 909/60 000; y hasta es probable, con una probabilidad mayor que cero, que el 3 no salga ninguna, aunque en los grupos de saques anteriores —60, 600, 6 000 . . .— haya salido el 3 un número tal de veces que su probabilidad y frecuencia se vaya aproximando cada vez más insistentemente al límite 1/6.

Pues bien: si las leyes del universo son probabilísticas y además dejan necesariamente un margen finito de indeterminación, sin poder llegar a necesidad física, podrá suceder cosa parecida: que un grupo de fenómenos y de casos que, según cierto número de experiencias y experimentos parecía converger a un límite, definir una ley, de improviso presente diferencias notables que pudieran hacernos dudar de la realidad física de tal ley, si nos guiásemos por una mentalidad determinista. Y por esto, y por extrañío que parezca, resulta mucho más segura una ley probabilística que una ley determinista; pues una ley de tipo probabilístico engloba dentro de la misma ley las llamadas excepciones —milagros—, y una ley determinista es destruída por las excepciones; y desde el momento en que se admitiera un universo determinista y además potencias extrafísicas con poder sobre lo físico, nos hallaríamos en un universo mucho más inseguro que uno de estilo probabilístico.

Pasaría lo que en una mesa de juego de dados: si se deja el juego a su libre curso, es claro que cuanto sea mayor el número de veces que se eche el dado crecerá la probabilidad de que salga igual número de veces cada cara, quedando siempre un margen finito de inseguridad; pero la inseguridad de las apuestas crecería muy más que en tal juego libre, si estuviere de pie junto a la mesa de juego un Señor que pudiera invertir los dados a voluntad y hacer salir en cualquier momento la cara que viniese en gana a sus inescrutables designios.

Nos hallaríamos en este caso, no ante un universo probabilístico, sino en un universo arbitrario y atrabiliario, en que la constancia misma de las leyes sería una arbitrariedad: a saber, la ausencia de intromisión voluntaria y voluntariosa de un Señor.

1.18 Pero el esquema de 1.15 :

Mín. (prob.) — probable — Máx. (prob.)

no sólo da una especie de marco para clasificar las leyes según su dirección —hacia el Máx. (prob.), para la ley de la entropía, o como los coeficientes  $q(m, n)$  de las matrices de Heisenberg, que dan un espectro de las diversas probabilidades de paso entre niveles energéticos, espectro que puede extenderse a todo el dominio a-b-c —, sino que la física cuántica ha llegado a poder clasificar diversos tipos de estadísticas que nos indican entre otros aspectos filosóficamente interesantes, estos dos:

1. Que lo físico es un *colectivo*; que las cosas físicas, sobre todo las microscópicas, van como los de Ovejuna: todos a la una, o muchos a la una; que no tiene sentido real hablar de un solo electrón, de un solo fotón, de un solo cuanto...; que si nube o rebaño son colectivos transitorios y accidentales, nube de fotones es el estado o modo natural de andar por el mundo físico los fotones, y no lo es el de andar de uno en uno. En cambio, la noción de individuo o mónada —de realidad que podría poseer todas sus propiedades aunque estuviese sola y fuese única en el universo, cual dicen algunos que es cada hombre— no puede extrapolarse y aplicarse al tipo de realidad física. Lo físico no es individuo; es uno-de-tantos, dos-de-tantos, muchos-de-tantos; mas no se puede hablar, así en separación y singularidad, de uno, de único, de solo, de individuo.

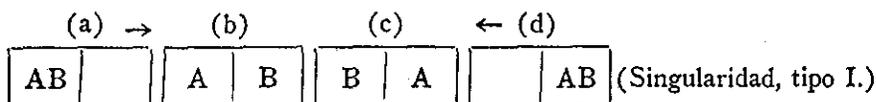
Y en efecto: en las obras de fundamentación conceptual del cálculo de probabilidades, cual las de R. v. Mises y Reichenbach, se introduce explícitamente, como fundamental, el concepto de colectivo.

2. Empleemos la palabra "singular" para designar el tipo de realidad física que sustituye al de "individuo". Lo singular no es ni inteligible ni definible, ni puede darse fuera de un "colectivo".

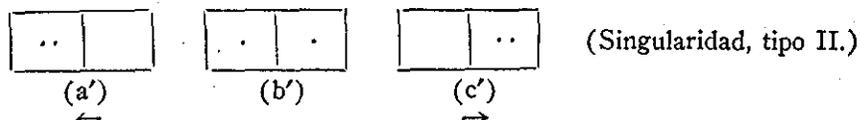
Y digo que se dan por ahora tres tipos de colectivos que definen cada uno un tipo de distribución probabilística; es decir, de definición del grado de singularidad o independencia relativa de un singular o varios, dentro del colectivo al que sin escape pertenecen.

*Primera estadística.*—La clásica de Maxwell-Boltzmann. Tomemos, para simplificar, el caso de dos celdillas —v. gr., dos niveles de energía— y dos corpúsculos o singulares, A, B. Según la estadística clásica forman "un" colectivo real las dos celdillas y los dos corpúsculos, de modo que estos cuatro elementos tienen que entrar de vez; mas los singulares A, B tienen, para servirme de una frase corriente, tanta "personalidad", que

continúan distintos aunque se hallen encerrados en una y la misma celdilla —caso (a), (d)—; y las celdillas, a su vez, tienen tanta “personalidad”, que son capaces de hacer distinguir como dos casos diversos el (b) y el (c):

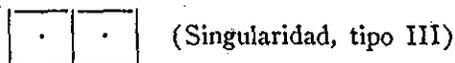


*Segunda estadística.*—Según Bose-Einstein, no es posible individualizar o conceder tanta “personalidad” física a las partículas A, B, de modo que no caben sino tres casos *físicamente* distintos; y en vez de A, B conviene ya emplear puntos, según una indicación de P. Jordán —cf. “Handbuch der Physik”, vol. iv, pp. 534-535—:



Es decir: sólo cuentan en física como reales los casos: (a'), en que haya dos celdas y dos partículas en una de ellas; (c'), en que haya dos celdas y dos partículas en la otra celda; (b'), en que haya dos celdas y una partícula en cada una; pero ya no se puede distinguir físicamente qué partícula se encuentra en una y cuál en otra. Nos hallamos ante un caso de pérdida de *un* carácter individualizador; o dicho al revés, nos hallamos con individuos que lo son menos que el caso considerado por Boltzmann.

*Tercera estadística.*—Por fin, para Fermi-Dirac los casos (a'), (c') presuponen más “personalidad” real para los dos corpúsculos de la que efectivamente muestran los fenómenos, porque en ciertos fenómenos reales —v. gr., para la explicación de lo que acontece con los electrones en metales, conductibilidad, paramagnetismo . . .— hay que atribuir a los corpúsculos una personalidad física tan pequeña, una autodefensa de su distinción tan débil, que sólo cuando se hallan en celdillas diferentes se mantienen diferentes; es decir, que sólo queda cual caso real:



Los demás casos presuponen demasiada singularidad física.

## L A E V O L U C I O N D E L A F I S I C A

Notemos que se dan fenómenos reales en que los elementos que intervienen parecen poseer singularidad de tipo Boltzmann, v. gr., los moleculares; otros de tipo Bose-Einstein, otros, por fin, de tipo Fermi-Dirac. Y según estos tipos de singularidad dentro del colectivo correspondiente:

Singularidad I > Singularidad II > Singularidad III, definiciones tan fundamentales en física como la de distribución de la energía, tendrán fórmula radicalmente distinta.

Mas no quiero continuar por este camino que, por deslizarse ya deductivamente, corre por sí mismo.

Filosóficamente no están aún valorados estos tipos de singulares dentro de colectivos típicos. Y se puede estudiar qué fenómenos singularizan más que otros, así, en el sentido activo de singularizar.

Esta interpretación matemático-probabilística del universo físico es la que actualmente domina en física; y por el grado de elasticidad conceptual que la caracteriza y por la valentía que para inventar exige, podemos augurar los mayores éxitos a *vuestra* ciencia.

\*

\* \*

Ya veis cuántos y cuántos dioses han caído al paso triunfal de la ciencia física, y cuántos y cuántos han bajado a la categoría de ídolos.

Haced con ellos, a lo más, un museo de antigüedades; mas no dejéis que se os suban otra vez a dioses.

JUAN DAVID GARCÍA BACCA