

LÍNEAS GENERALES DE UNA RECONSTRUCCIÓN RACIONAL DE LOS CONCEPTOS FÍSICOS FUNDAMENTALES

Juan David García Bacca

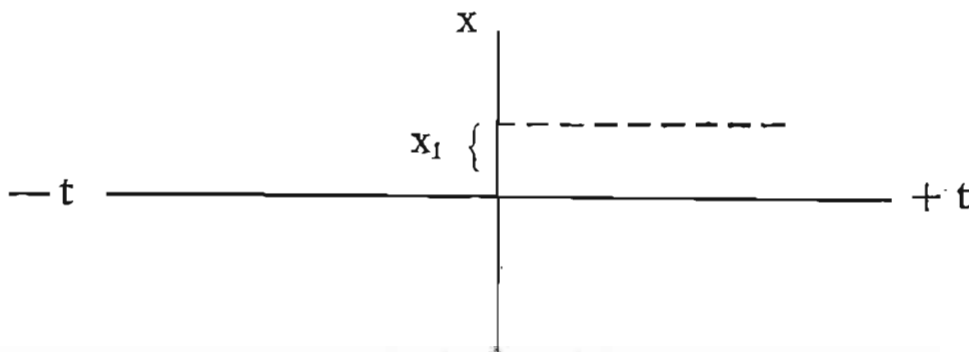
Universidad de Caracas

I

EXTENDIMIENTO DE ESPACIO Y TIEMPO

I. 1) Nos servimos, para comenzar, de las nociones “corrientes” de espacio y tiempo, cual de “metalenguaje” para hablar del lenguaje “objetal”, adecuado a los objetos de la física.

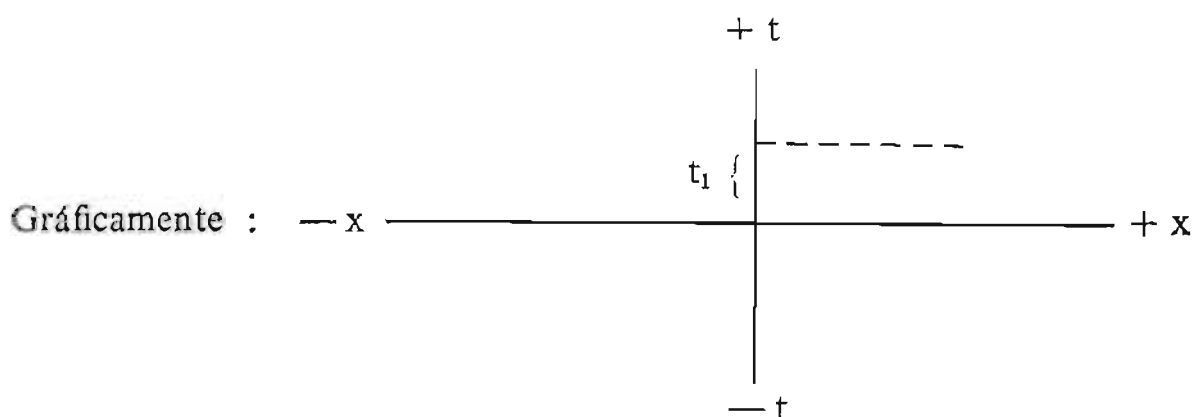
I. a) *Extendimiento de espacio en tiempo.* Sea S una magnitud espacial cualquiera (longitud, superficie, volumen) y T el tiempo (en sus dimensiones: presente-pasado-futuro). La fórmula, de estilo funcional, $S(T)$, indicará el extendimiento del espacio en el tiempo, es decir: la *duración* de S . ¿Cuánto dura S en T ? La pregunta no tiene sentido referida al espacio matemático, abstracto, formal. ¿Cuánto tiempo dura el que la circunferencia tenga centro...? El espacio *comienza* a tener significado “físico”, o significancia para la física, cuando comience a tener sentido la pregunta: ¿cuánto dura, o cómo dura, una cierta longitud, volumen...? La física clásica aproximó, sin hacerse previamente cuestión, espacio matemático y físico, diciendo que “toda magnitud *dura* —de suyo—, ilimitadamente”:



x_1 permanece tal para $-\infty < t < \infty$; $x_1 = f(t) =$ constante, para cualquiera valor de t . El espacio, —y, por tanto, las dimensiones de un objeto real: masa, luz...— dura, de suyo, *por sólo ser magnitud, ilimitadamente* (analogía de la *lex inertiae*). Y diremos que *el extendimiento del espacio en el tiempo es ilimitado*. De ahí: a) que la física clásica tienda naturalmente a integrar toda función espacial entre $-\infty < t < \infty$; b) que la *lex inertiae*, tanto en la física clásica como en la einsteiniana, introduzca un “perseverare in statu suo”; c) que el cambio de presente, pasado, futuro... (de $-t$ a $+t$) no influya nada en las dimensiones; d) que las magnitudes físicas espacializadas (masa, luz...) no se alteren por sólo considerarlas durando infinitamente ($-\infty < t < \infty$), finitamente ($a < t < b$) o infinitesimalmente (dt).

En rigor y en realidad, desde este punto de vista, *el espacio no se extiende en el tiempo: no llega a formar un “bloque” con él* (intervalo). Pero comenzamos por suponer aquí que tiene sentido real-físico hablar de *extendimiento del espacio en el tiempo* (duración de una magnitud), —o la función simbólica (vagamente cuantitativa): $S(T)$.

1. b) *Extendimiento del tiempo en el espacio*. ¿Hasta dónde llegan los límites de lo “simultáneamente presente”, de lo “simultáneamente futuro”, de lo “simultáneamente pasado”? La noción de simultaneidad no tiene sentido respecto de sólo tiempo; comienza a tenerlo al vincularla con el espacio (dimensiones). ¿Qué volumen puede estar presente dentro de un segundo?; ¿qué fenómenos son simultáneamente futuros dentro de un siglo (futuro)?; ¿cuántos fenómenos están siendo simultáneamente pasados dentro del año pasado ya? O bien: ¿todos los fenómenos (cosas) pasados caen dentro de un solo e ilimitado pasado; todo lo futuro (cosas o acaecimientos) caen dentro de un solo e ilimitado futuro; todos los fenómenos (cosas) presentes caen dentro de un solo e ilimitado presente; es decir, una sola simultaneidad (presente, pasada, futura) abarca a todo?



Si, vgr., t_1 es un segundo (presente), ¿respecto de ese segundo están siendo todas las cosas del mundo (en cuanto espaciales) simultáneas? Si t_1 es una duración de 10^{-13} sec., ¿todo es *simultáneo* con tal duración? En la extensión mentada por la frase “lo simultáneo con 10^{-13} sec. ¿cabe, en principio todo? Eddington habla de “World wide instants”, de “instantaneous state of the World” (The Nature of physical World, págs. 42-43, ed. 1953). Tal es el prejuicio de la física clásica. La relatividad sostendrá que la simultaneidad tiene límites espaciales; es decir, que “este” instante (este segundo, esta hora, este siglo...) no abarca o se extiende sin más a todo el espacio (sea grande, pequeño, o ilimitado...).

Mas admitamos, por de pronto, que si *un* instante (tan pequeño como queramos: 1 sec., 10^{-13} sec., 10^{-24} sec...., dt.) y el *mismo* instante se extiende (o puede extenderse) a todo el espacio (a todo lo espacializado en él: masa, luz...) es que, en el fondo, espacio y tiempo son independientes o no forman un bloque real. Vale, simbólicamente: $|t| = \phi(x) = \text{constante}$, para $-\infty < x < \infty$; lo cual viene a decirnos que t es independiente de x . La relatividad, al restringir el campo de variabilidad de x , afirma que espacio y tiempo constituyen un bloque (intervalo); y nos hallamos ante un escenario (*frame*, sistema físico de referencia), propio de la física, y no ante un “spatium absolutum” (solutum ab, o independiente del tiempo), y ante un “tempus absolutum” (desligado del espacio).

Ponemos, pues:

AXIOMA I. A). *El espacio se extiende en el tiempo, dando los dos un bloque de límites finitos. S(T),*

$a \leq t \leq b$. Bloque “espacialoide” (Raumartig). La condición de bloque quedará simbolizada, cuando convenga hacerla resaltar, por $[S(T)]_a^b$;

AXIOMA I. B). *El tiempo se extiende en el espacio, formando los dos un bloque de límites finitos, $T(S)$, $a' \leq s \leq b'$. Bloque “temporaloide” (Zeitartig, Minkowski). Símbolo del bloque: $[T(S)]_{a'}^{b'}$. Dos axiomas de acercamiento de los conceptos —claros, distintos— de espacio y tiempo, a lo físico. Nos falta aún un tercer paso.*

1. c) *Extendimiento de la “realidad física” en $S(T)$ y en $T(S)$ o formación del bloque físico real.* Designemos realidad física por ρ y diremos; son posibles: 1) $\{ \rho[S(T)] \}$; 2) $\{ \rho[T(S)] \}$. Es decir: una realidad física (masa, luz...) puede: 1) extenderse en el bloque “temporaloide”, $[T(S)]$, y 2) en el bloque “espacialoide”, $[S(T)]$. La física clásica suponía ingenuamente (mas de manera bien eficaz en sus deducciones y aplicaciones) que una realidad física puede, en principio, estar en cualquier parte del espacio, ocupar cualquier volumen (falta de límites esenciales o finitos en cuanto densidad, dilatación...), durar indefinidamente. O sea: la masa (realidad física) es otro absoluto, independiente e indiferente a espacio y tiempo; la luz puede, en principio, ocupar todo el espacio; la energía total del universo puede durar, en principio, ilimitadamente (ley de conservación). En el fondo ideológico clásico rige el pre-juicio de que realidad física (concreta: materia, luz, campos...), espacio y tiempo son tres absolutos. O dicho negativamente: *no forman un bloque finito*. Aquí afirmamos o ponemos:

AXIOMA I. C) *La realidad física se extiende, en principio, en los dos bloques finitos $[S(T)]$ y $[T(S)]$, constituyendo los bloques finitos, ya propiamente físicos: $\{ \rho[S(T)] \}$ y $\{ \rho[T(S)] \}$. Los límites se indicarán por $a'' \leq \rho \leq b''$.*

Estos axiomas nos permiten definir explícitamente;

DEF. I. 11. *Realidad física es toda realidad que forme con S, T uno de los bloques $\{ \rho[S(T)] \} \cdot \{ \rho[T(S)] \}$. El bloque $\{ \rho[S(T)] \}$ se denominaría bloque material; el*

$\{ \rho [T(S)] \}$, bloque energético. Por ejemplo: no es realidad propiamente física la conciencia, que si bien parece extenderse en T, no se extiende en S; ni el acto de ver, que si es cierto se extiende en T y en S (campo de visión, duración de un golpe de vista, de un encandilamiento...), no parece que llegue a formar un bloque con ninguna materia, colores, espacio dentro de límites fijos; si llegara a formarlo, sería, por definición, realidad física.

DEF. I. 12. *Por sistema físico de referencia entenderemos los bloques "totales" formados por $S(T)$ y $T(S)$. Habrá, pues, un sistema físico de referencia "espacialoide", y otro "temporaloide". "Lo referido a ellos es la realidad que, en tal estado de separación abstracta frente a S, T, recibirá la denominación de "objeto físico".*

AXIOMA I. D. Los bloques prefísicos $S(T)$ y $T(S)$ forman un bloque prefísico total: $[S(T), T(S)]$; bloque de dimensiones finitas en S y en T.

DEF. I. 13. *Entenderemos por "intervalo de referencia" el bloque $\{ S(T), T(S) \}$. Tal bloque es el sistema propio de referencia física. A pesar de su complicación no llega a ser real, a tenor de la def. I. 11. "Intervalo" indica, en su unidad de palabra, el estado de triple cerradura (valla, *vallum* en latín) dentro (inter) del cual se hallan S, T en forma ordenada.*

AXIOMA I. E. *Los bloques de realidad física $\{ \rho [S(T)] \}$ y $\{ \rho [T(R)] \}$ constituyen un bloque total, de dimensiones finitas en S, T, con un límite finito total $[\{ \rho [S(T)] \}, \{ \rho [T(S)] \}]$. Posee cuatro cerraduras en total (de la importancia de este número de cerraduras no se hará uso en el presente trabajo).*

Lo cual, según el Axioma I. C, diría: que el bloque material $\{ \rho [S(T)] \}$ y el bloque energético $\{ \rho [T(S)] \}$ se sueldan, dando un *bloque físico total*, que no es pura suma o agregado, y es plenamente real. Si corresponde, o podemos "identificarlo", por definición, con Universo o sistema cerrado es punto de que se tratará más adelante.

II

CONSECUENCIAS INMEDIATAS

II. 1) *El intervalo de referencia* $\{ [S(T)], [T(S)] \}$ (def. I. 13), *por formar un bloque* (Axiom. I. D.), *prefija las líneas generales o condiciones cuantitativas generales de una geometría cinemática para la física.*

En principio son formas aceptables, o conceptualmente posibles, de tal bloque:

a) $x^2 + y^2 + z^2 - c^2t^2 = s^2$, en que la propiedad de *bloque* queda formulada por la de "invariancia"; y a $S(T)$ corresponde $x^2 + y^2 + z^2$; y a $T(S)$, c^2t^2 . Son, pues, correspondencias, en principio posibles:

$$\begin{aligned} \{ [S(T)] , [T(S)] \} &\sim x^2 + y^2 + z^2 - c^2t^2 = s^2 ; \\ [S(T)] &\sim x^2 + y^2 + z^2 \\ [T(S)] &\sim -c^2t^2 \end{aligned}$$

El punto encima de un signo matemático, como \sim , indica una cierta correspondencia entre la forma cuantitativa lata (izquierda) y la cuantitativa rigurosa (derecha).

b) $ds^2 = g_{11}dx_1^2 + g_{22}dx_2^2 \dots + g_{44}dx_4^2 \dots + 2g_{12}dx_1dx_2 \dots + 2g_{34}dx_3dx_4 \dots$. En este caso el carácter del bloque resalta más aún, puesto que las funciones $g_{11}, g_{22} \dots g_{44} \dots g_{34}$ lo son de espacio y tiempo; que, por ejemplo, en el caso ya clásico de Schwarzschild, será:

$$ds^2 = -\gamma^1 dr^2 - r^2 d\theta^2 - r^2 \sin^2\theta d\phi^2 + dt^2,$$

donde es $\gamma = 1 - \frac{2m}{r}$. Estas formas del bloque $\{ [S(T)],$

$[T(S)] \}$ son, en principio, posibles. Mas no son, ni tan sólo prefísicas, las que separen espacio de tiempo, aun cuando den un invariante espacial

$ds^2 = dx_1^2 + dx_2^2 + dx_3^2 = dx'^2_1 + dx'^2_2 + dx'^2_3$, para transformaciones convenientes de $x = f(x'_1, x'_2, x'_3)$ etc. y un invariante (bloque) temporal $dt'^2 = dt^2$; $t' = f(t)$.

Que tales bloques —espacial puro, temporal puro—, característicos de la física clásica, no estén actualmente admitidos en física nos indica que, en principio, vale el Ax. I. D. No caben, pues, sino bloques espacialoides y temporaloides, fundidos en un bloque total espacio-temporal; bloque cuádruple cerrado que llena el contenido conceptual de “intervalo” (inter-vallum). Así que las consideraciones hechas en I permitirían descartar la concepción newtoniana, y prefiar las *líneas generales* conceptuales, o el *estilo* conceptual de la relatividad.

II. 2) Dentro siempre de la línea conceptual que va de “latamente cuantitativo” a “estrictamente cuantitativo”, podemos poner:

$\{[S(T)], [T(R)]\} \doteq [S(T) \dot{-} T(S)]$, y estudiar el “perfil” de tres casos:

a) $[S(T)] \dot{-} [T(S)] \doteq 0$. Es decir: caso en que el bloque es cero, por compensarse el subbloque espacialoide con el temporaloide. Ambos subbloques son de “dimensión” velocidad; y la condición de igualdad lata \doteq con cero nos sugiere que ambos subbloques son, cada uno, una constante; y el que sean dos subbloques distintos (espacialoide, temporaloide), aunque del mismo estilo dimensional (velocidad), nos sugiere que se da una constante c' que los *igual*a a cero; o sea, que podemos escribir: a') $[S(T)] - c' [T(S)] = 0$. Y suprimimos el punto sobre el signo $=$ para indicar que se da mayor aproximación a una ecuación estrictamente cuantitativa. c' tiene la dimensión de velocidad, y la llamaremos con Eddington “velocidad fundamental” (cf. *Mathematical Theory*

of Relativity, pág. 19 edic. 1954). Si ponemos $c' = \frac{S}{T}$,

podremos escribir a') de este modo: a'') $T [S(T)] - S [T(S)] = 0$; que nos dirá haber en tal caso una perfecta simetría entre los dos subbloques. O sea: que en ellos T puede substituirse por S y al revés. Si damos un paso más —que no es

analítico sino sintético—, e identificamos tal velocidad fundamental con la de ese objeto concreto físico que es la luz (cf. Eddington, loc. cit.), diremos: un segundo se extiende en 300.000 km., [T(S)]; y 300.000 km. se extienden en 1 sec., [S(T)]. O en otra forma: un segundo prefísico (y no un segundo de un fenómeno de conciencia...) abarca un espacio de 300.000 km.; y a su vez un espacio prefísico (no un espacio geométrico puro) es el dominio de simultaneidad de 1 sec.; o 300.000 km. son espacio simultáneo con 1 sec.

Hay que desacostumbrarse —si se quiere pensar físicamente, y no abstractamente—, de concebir 1 sec. (por ejemplo) como sucesión, y no como *bloque de duración*, cual presente “a la vez”. El concepto de un *dt* (infinitesimal de tiempo) no es concepto físico; lo cual resaltaré cuando tratemos del bloque propiamente físico, es decir: de un espacio que es espacio *de* una (materia, energía, campo...); de un tiempo que sea tiempo *de* una materia (de un átomo, emisión, nebulosa...). Porque hasta ahora nos hallamos en plan prefísico, en un sistema de referencia, que, siendo una relación —A es sistema de referencia para B—, pide dos términos, de los que hemos estudiado solamente uno: “A es sistema de referencia para...” En este terreno prefísico tiene cierto sentido hablar de bloques infinitesimales de [S(T)] y de [T(S)], de *ds*, de *dt*. De ahí que el concepto de bloque finito —de un segundo, presente como bloque, como unidad de presencia; de un 10^{-13} sec., presente en bloque, sin sucesión interior—, no resulte fácilmente comprensible. Pero de estas dificultades se tratará por su orden.

Segundo caso posible: b) [S(T)] \neq [T(S)]. Expliquémoslo: El subbloque espacialoide es diferente del subbloque temporaloide. Un metro de... (recordemos que aún no hemos introducido lo propiamente físico que es ρ) puede durar un segundo, un día, un año..., no porque dure un instante cada vez, y se vaya sumando tal sucesión de “presentes instantáneos”, de relámpagos de duración, hasta dar una suma total en que *realmente* todos los sumandos son ya cero, menos uno (el último); sino porque 1m (1 sg) , 1 m (1 día) , 1 m (1 año) ... forman un bloque de presencia, por real unión de

S con T; en cambio, 1 sec. no abarca un metro; o los límites de simultaneidad de 1 día no son, sin más, 1 metro; no todo lo de 1 m es simultáneo con 1 día. El bloque [S(T)] no es lo mismo que el bloque [T(S)]. Su diferencia reside justamente en que, para 1 m., 1 día está *presente en bloque* (sin sucesión), mientras que 1 día no se extiende a todo el metro; no está siendo *simultáneo* con él. Lo cual nos fuerza a distinguir dos cosas, entre otras, confundidas frecuentemente (excepciones: Aristóteles, Physik. D, 219 b 10; Kant, al distinguir en el tiempo *Zeitreihe*, *Zeitinhalt*, *Zeitordnung*, *Zeitbegriff*; *Kritik der reinen Vernunft*, A 145 ed. Schmidt): 1) *duración*, 2) *simultaneidad*. Es falso que porque a, b, c, d... duren cada una un día, por ejemplo, *su bloque* dure un día. Es verdad que si $a = 1$, $b = 1$, $c = 1$... $a + b + c = 1 + 1 + 1 = 3$, porque vale (axiomáticamente) $(a) + (b) + (c) = (a + b) + (c) = (a) + (b + c) = (a + b + c) = a + b + c$. Es decir: a, b, c no son magnitudes cerradas sobre sí; el paréntesis no hace ni significa propiedad alguna (propiedad asociativa es justamente la propiedad de no tener cerradura propia; (a) no significa nada, ni (b)... ¿Mas de dónde sacamos que la *duración* de diversos objetos sea sumable? ¿Que el existir (duración) no sea algo tan de cada una de las cosas (fenómenos), que la suma no sea, sin más, posible, sino sólo bajo determinadas condiciones y entre ciertos límites? No consta, pues, sin más, que *los presentes* de diversos objetos sean sumables en *un presente*; de modo que si *a* está durando ahora (en este *su* segundo) y *b* está durando ahora (en este *su* segundo), $(a + b)$ estén durando ahora (en *este mismo* segundo), o sean *simultáneos*. “El mismo *ahora*” (*ahora* en este segundo, *ahora* en este día, *ahora* en este 10^{-13} sec.), dice Aristóteles, “puede estar relleno, realizado (*einai*) con diversas cosas”; es decir: hacer simultáneas a diversas. Si tenemos, pues, que duran —por ejemplo 1 sec.—, cada una de las cosas, a, b, c, d, e..., y sucede además (por el motivo que fuere —punto que no nos corre prisa decidir en este instante)— forman (a, b, c, d, e...), un Todo diremos que a, b, c, d, e..., además de durar cada una 1 sec., duran *simultáneamente*.

$D(a), D(b), D(c) \dots \doteq D(a, b, c, d)$. D , símbolo de "duración". Pudiera suceder como con $1, \sqrt{-1}$, que no pueden dar un valor total simple, como lo dan $(1) + (1)$, a saber: 2. Si vale $D(a), D(b), D(c), D(d), D(e) \dots$, mas no vale $D(a, b, c)$, diremos que $D(d), D(s) \dots$ no son simultáneos. Lo cual no significa, y nótese bien, que no estén siendo en un *mismo presente*; son *copresentes*; mas no llegan a formar un *bloque*: el de simultaneidad; como $1, \sqrt{-1}$ no dan un bloque, a pesar de estar ambos siendo números.

Caben en principio dos casos:

1) $D(a), D(b), D(c), D(d) \dots \rightarrow D(a, b, c \dots)$; o sea, $[S(T)] \rightarrow [T(S)]$. 2) $D(a, b, c, d, e, \dots) \rightarrow D(a), D(b), D(c) \dots$ O sea: $[S(T)] \leftarrow [T(S)]$. Es decir: 1) formación de un bloque (más o menos grande) o surgimiento de simultaneidad (de la relación de simultáneo: a es simultáneo con b , b es simultáneo con c , luego a es simultáneo con $c \dots$). El estado de $D(a), D(b)$, es estado de "anterior" o futuro respecto de $D(a, b, c, \dots)$, o de presencia simultánea; 2) deshacimiento del bloque de simultaneidad en duraciones sueltas, que continúan siendo *copresentes* con $D(a, b, c \dots)$, mas sin formar el bloque de *simultaneidad*.

Todo lo físico es, pues, copresente —pues está regido por leyes de conservación; *mas no todo se suelda en simultáneo* (en bloque de presencia o de presencia en bloque). Lo pasado, en física, no es algo aniquilado; y lo futuro no es algo que aún no exista.

Frente a simultaneidad hay sucesión (futuro-pasado); *frente a duración no hay sucesión, sino copresencia de todo* (conservación). La duración es esencialmente una ("wesentlich einig", Kant) o continua; toda delimitación dentro de ella es arbitraria o división ideal, más que lo es dividir por la vista el mar en metros cúbicos; mas la simultaneidad es realmente dividente, discontinua. El tiempo, tomado en bulto, no es algo homogéneo, y menos aún uno. Es doble, cual superficie de dos caras; una, la de duración, y por ella es continuo, infinitesimalmente divisible; sin límites intrínsecos, sin paréntesis aislantes, sin "quanta"; mientras que el tiempo

mismo, por su cara de simultaneidad (y sucesión) es divisible, discontinuo, "cuántico".

¿Qué sentido podemos atribuir a las frases: simultáneamente futuro (bloque especial de cosas copresentes, mas *aún no* simultáneas); simultáneamente pasado (bloque especial de cosas copresentes, mas *ya no* simultáneas)? Es punto que desborda los límites de este trabajo.

Volvamos ahora al examen de b).

Dado o supuesto que lo físico se conserve, el bloque de copresencia [S(T)] es siempre mayor o igual ($\cdot \supseteq$) al [T(S)]: al bloque de lo simultáneamente copresente.

$$[S(T)] \cdot \supseteq [T(S)].$$

Y definiremos:

DEF. II. 11. *Un objeto físico se dirá que se halla en estado "temporaloide", si el dominio de lo simultáneo (presente, doblemente unido: por presencia —duración— y por simultaneidad) tiende a extenderse hacia el dominio total de la "copresencia" (presente simplemente unido). Una masa —acéptese como probable caso de estas abstractas consideraciones—, es temporaloide, pues sus partes o elementos están doblemente unidos (duración doblemente firme) en el tiempo: por copresencia (imperdible, ya que nada se crea o aniquila), y por simultaneidad: por ella "dura" tanto.*

DEF. II. 12. *De un objeto físico se dirá que se encuentra en estado "espacialoide", si dentro del dominio (inextensible) de la copresencia [S(T)] se va reduciendo al dominio de lo simultáneo (de lo temporal doblemente unido). Una trayectoria es, vgr., un caso posible, o admisible como tal, de objeto físico espacialoide. Por extraño que parezca, toda la trayectoria está copresente (y por eso, entre otras cosas, es integrable, tiene máximos o mínimos...); mas el ámbito de lo simultáneo se reduce a un punto solo de trayectoria. Está el objeto en cada momento en un lugar. Esto vale sobre todo para los objetos llamados macroscópicos; mas para los microscópicos no vale. Aquí los linderos de lo simultáneo tienden a coincidir con los de copresencia; no hay trayectorias;*

el cuerpo (protón, neutrón...) está *en casi* todas las partes. De nuevo no hace falta, para dar perfecta explicación de este punto, estudiar el extendimiento de la realidad (ρ) en tales bloques o en el bloque total espacio-temporal.

II. 2. *Estructura del espacio físico; bloque S(T)*

Hemos visto que el tiempo físico incluye dos componentes, casi dos caras de la misma superficie (metafórica): a) copresencia (sin sucesión), b) simultaneidad (presencia-sucesión). Dentro de la copresencia no hay límites que introduzcan o delaten discontinuidad, sino simples e ineficaces delimitaciones. Empero la simultaneidad aporta límites, impone discontinuidad. Respecto del espacio físico hemos de decir análogamente: a) tiene continuidad; b) configuración. Dentro de la copresencia de todos los objetos físicos no tiene sentido real hablar de segundo frente a hora, de hora frente a día... Todo ello: segundo, día, hora... no pasa de *delimitaciones* arbitrarias de un continuo, marcadas por la sola mente. El espacio físico es *continuo*, a semejanza del geométrico; mas no es del todo igual; a diferencia de él, forma el espacio físico un continuo, es decir: a la unidad de continuidad puramente geométrica se sobrepone la unidad física, proveniente de la *copresencia*. Un círculo físico pide que todos sus componentes estén siendo "a la una" (unidad geométrica) y siendo "a la vez" (copresentes). Un círculo o línea *físicos* no puede prolongarse a voluntad, o cortarse, o reducirse en dimensiones...; dos puntos físicos no determinan una recta física; una dirección geométrica no es un vector físico. En tal continuo espacial físico caben ciertamente delimitaciones, como dentro de la copresencia, mas no son *límites reales*. La geometría del espacio no es, sin más, geometría *física*. Y vemos una razón por qué. En el espacio interestelar, tal como lo veo, puedo trazar líneas, figuras...: todo ello según axiomas de la geometría; por tanto todo ello geoméricamente necesario, mas sin valor físico. Inclusive puedo imaginar en él relaciones o transformaciones como

$$x'_1 = x'_1(x_1, x_2, x_3, x_4) \text{ etc;}$$

llegará un momento en que tenga que restringirlas por criterios físicos. El espacio físico es *un* continuo “doblemente uno” (sus elementos son “a la una” y “a la vez”). Mas no basta con lo dicho para tener un espacio plenamente físico; hace falta “configuraciones”, es decir: la ulterior unidad real impuesta por la simultaneidad; una esfera física no es simplemente una esfera geométrica, hecha de puntos unidos por una ecuación o función, todos “a la una”, dando una *figura* definible por “una” definición, sino la esfera física es esfera cuyos elementos existen “a la vez” (copresentes); y eso “a la vez” es forma de unidad no geométrica; pero sobre todo hace falta que sean *simultáneos*. Un átomo se compone “a la una” de varios elementos (protones, neutrones...); entran todos *a la vez* (están copresentes) y se mantienen unidos *simultáneamente*.

DEF. II. 13. Diremos que un objeto físico es “*fisicamente uno*” si posee configuración, entendiendo por “configuración” la cerradura especial doble impuesta a ciertos elementos reales suyos por la copresencia y por la simultaneidad. O bien: una figura geométrica (espacial) resultará *configurada* por virtud de una doble unificación: de copresencia y simultaneidad. Lo cual viene a decirnos que el tiempo es el que causa las configuraciones o cambia una figura geométrica en física. La configuración introduce, pues, *real discontinuidad*, frente a la discontinuidad puramente geométrica o abstracta. Dos puntos — m', m'' —, determinan necesariamente una recta, según el axioma I.1 de Hilbert; mas que tal recta los una de manera que valga $m'.m''/r^2$, es decir: que la distancia geométrica resulte línea de fuerza de unión (atracción), dando un real sistema gravitatorio, es algo nuevo que pide, aparte de la continuidad espacial (m', m'' unidos dentro de un plano por una línea recta), el que sean “a la vez” y “simultáneamente”. Y la simultaneidad, por pedir más que la copresencia, exigirá nueva ley de gravitación, habiendo, por tanto, dos formas de la ley de gravitación; a) una (Newton) para lo físico — m', m'', r — tomados “a la una”, y “a la vez” (o sea en cuanto simplemente copresentes); b) otra (Einstein), para copresencia restringida por simultaneidad. Y respecto del

átomo, parecidamente, dos leyes de composición: una, en que los elementos entren a la una y a la vez: unidos y copresentes (Rutherford); otra, en que los elementos estén unidos “a la una” (“a la vez”) y “simultáneamente”, introduciendo la simultaneidad una configuración especial —discontinuidad, niveles... Clasifiquemos, pues, los órdenes de cerraduras (paréntesis):

1. *Tiempo.* Cerradura producida en el tiempo por la sola *copresencia* (de un conjunto de elementos), $[S(T)]$, (C_1) . Cerradura impuesta en el tiempo por la simultaneidad (de un conjunto de elementos), $[S(T)]$, (C_{12}) . *Las dos cerraduras son físicas.*

2. *Espacio.* Cerradura producida y caracterizada por unidad puramente geométrica (dada por una ecuación, función...); por no ser, de suyo, ni próxima ni remotamente física, recibirá el símbolo de C_0 .

Cerradura producida en un conjunto de elementos por la sola copresencia, $[T(S)]$, (C_2) . Cerradura producida en el mismo conjunto de elementos por la simultaneidad, $[T(S)]$, (C_{21}) .

Un objeto, por tanto, no es plenamente físico si no está cerrado según (C_{21}) ; al menos, con Einstein, tienen que plantearse aparte las cuestiones (C_2) , (C_{21}) , (C_1) y (C_{12}) . Habrá casos en que la diferencia entre (C_2) y (C_{21}) , (C_1) y (C_{12}) sea insignificante; otros, en que llegue a notable; vgr. corrimiento del perihelio de Mercurio —más ampliamente se nota en las diferencias entre la teoría y fórmulas de la gravitación en Newton y Einstein.

Decimos, pues:

DEF. II. 14. *La realidad o material físico, ρ , se caracteriza y se nota (en aparatos, instrumentos...) por la doble o simple cerradura (doble o simple delimitación) (C_1) , (C_{12}) ; (C_2) , (C_{21}) .*

Estudiemos, para terminar este trabajo, los bloques $\{ \rho [S(T)] \}$, $\{ \rho [T(S)] \}$; o más detalladamente

(C_1) , (C_{12}) ; (C_2) , (C_{21}) .

III

MATERIAL FÍSICO

DEF. III. 11. Los bloques $\{\rho[S(T)]\}$ o C_1 , $\{\rho[T(S)]\}$, o C_2 definen campos o materia acampada (campos espacialoides o temporaloides). Los bloques $\{\rho[S(T)]\}$ o C_1 , $\{\rho[T(S)]\}$ o C_{21} definen elementos físicos (temporaloides o espacialoides).

Explicación: $S(T)$ denota el bloque físico en que el espacio tiene sus elementos (S) en simple copresencia (T), sin límites *realmente* discontinuos; es un bloque de presencias, de suyo continuo. El material que a él se acople estará, por de pronto, distribuido de manera continua, sin límites recortantes; cabrán, a lo más, delimitaciones arbitrarias (líneas de fuerza, niveles clásicos, no cuánticos) “Unter Feld versteht man, nach Einstein, eine Substanz die nicht die Eigenschaft hat, dass ihre Teile von Natur aus definiert sind” (*Reichenbach, Ziele und Wege, Handbuch der Physik*, Springer, vol. IV, pág. 58).

“Eine feldartige Substanz können wir zwar auch in Teilen zerspaltet denken... aber es ist von Natur aus nicht vorgegeben *wie* die Zerspaltung in Weltlinien vorzunehmen ist” (*ibid.*). Así que $\{\rho[S(T)]\}$ simboliza una magnitud acampada en tal bloque, como simultáneamente acampada en $[T(S)]$. Campo de simultaneidad de ρ . Es claro que los bloques $\{\rho[S(T)]\}$ y $\{\rho[T(S)]\}$ indican la estructura peculiar de *elementos*, o sea: de objetos tan bien y justamente delimitados que introducen discontinuidad en $S(T)$ y en $T(S)$, sea tal discontinuidad por niveles (celdas) energéticos (estilo cuántico), o por elementos especiales (protón, neutrón...).

AXIOMA III. 1. Se dan dos bloques totales, propia e inmediatamente físicos (por tanto observables, experimentables):

- 1) $\{\rho[S(T)]\}$, $[T(S)]$;
- 2) $\{\rho[S(T)]\}$, $T(S)$.

1) indica la *estructura* general de un campo real *cuantificado físicamente* y además *individualizado*, es decir: *elementos-en-campo-propio* (masa en campo gravitatorio, electrón en campo electromagnético) "The assumption is made that for each type of elementary particle there exists an associated field of which the particles are the quanta" (*Elementary Particles*, E. Fermi, 1. edic. 1951).

(1) es el equivalente, sólo que real físicamente, del intervalo relativista (cf. II. 1).

(2) simboliza el campo físico de ρ , mas simplemente cuantificado; es decir, sin partículas.

* * *

Cerremos aquí estas consideraciones con unas finales:

a) Este proceso conceptual merece el nombre de *taxeológico*, es decir: expresión de orden (taxeos) de construcción de conceptos (logos) con la mirada puesta en su progresivo acercamiento a la realidad física.

b) Tal 'construcción ordenada de conceptos es anterior a la fase topológica, anterior ésta a su vez a la afín y a la métrica (cf. respecto de la Relatividad, Schrödinger, *Space-Time Structure*, págs. 2, 3, edic. 1950).

c) Hay que exigir, como es natural, que entre la fase *taxeológica* y la *topológica* (y siguientes) se pueda establecer una conexión definida y legal. Creo que este trabajo da una idea, modestamente ejemplar, de tal tipo de conexión.

d) Este tipo de relación metodológica entre fase *taxeológica* y *topológica* no entra en las clasificaciones corrientes de general a especial, de formal a particular. (Cf. Husserl, *Formale und transzendentale Logik*, Ideen, págs. 32 ss., edic. M. Nijhoff, vol. III 1950.)