

EL PRESTIGIO DEL CIELO Y SU DECADENCIA ACTUAL

La física clásica padece de un defecto que en otros órdenes se ha tenido a veces por una virtud: mirar siempre al cielo. Este “siempre” ha resultado ser un “demasiado”. La astronomía no puede servir de estrella polar para la física.

Es un poco triste — y se presta a románticas añoranzas — tener que renunciar al “modelo” astronómico, tan sobrio y eurítmico de líneas, tan bello y deslumbrador en sus componentes y movimientos.

Tal supervaloración le viene al cielo de muy atrás. El oído histórico — este maravilloso analizador armónico que en nuestra época comienza a afinarse — separa múltiples componentes dentro de la voz de los siglos, concorde en atribuir al cielo una preeminencia religiosa, metafísica y científica, que hace de él palacio de la divinidad, primer motor y causa de los acontecimientos del mundo sublunar y “modelo” universal de explicación para la física. El influjo mágico del cielo decrece con el correr del tiempo. Desde Galileo su valoración es laica: su nuevo nombre, astronomía. Mas no por eso deja de continuar atrayendo la atención de los físicos y dirigiendo sus teorías.

Caracterizando esquemáticamente esta evolución diría que el cielo va perdiendo a lo largo de los siglos, primero su supremacía religiosa (ya en Platón y Aristóteles), luego la metafísica (con Galileo y Newton), y en nuestros días la física (con Bohr, Heisenberg, Schrödinger, Einstein...).

Se podría, pues, exponer el nacimiento y evolución de la física en función del prestigio decadente del cielo. La física moderna sería el “ocaso de los dioses celestiales”.

Este sencillo y breve artículo contendrá exclusivamente y en rasgos generales la evolución del prestigio del cielo en la física clásica y moderna.

El modelo astronómico ha orientado a la física clásica hacia tres grandes direcciones conceptuadas, el mecanicismo, el intuicionismo y la megalomanía.

1) El mecanicismo clásico admite la caracterización siguiente: una interpretación y descripción física del universo y sus leyes pertenecerá al tipo de explicación mecánica si los conceptos primarios empleados son los de espacio y tiempo, y como secundarios se adoptan los que salen de los dichos por determinadas operaciones matemáticas (diferenciación, multiplicación por constantes...); son por ejemplo, los de velocidad, aceleración, fuerza, cantidad de movimiento, acción... Para los no matemáticos resultará esta definición un poco abstracta. Vaya otra más concreta: el mecanicismo es la interpretación *visual* de lo físico: para la vista son datos evidentes y primarios, el punto o *lugar* que ocupan los objetos, la *figura* de sus perfiles, sus *distancias* mutuas, el movimiento visto como cambio de *lugar*, el tiempo visualizado en el *desplazamiento espacial* de una saetita, de una sombra, las fuerzas interpretadas como entidades sin más oficio que cambiar los cuerpos de *lugar*, variar el paso, ritmo o dirección de los movimientos. Un fenómeno físico se reduce según esto, a dibujar silenciosamente en el encerado del espacio la línea escueta, límpida, inequívoca de una trayectoria. Un fenómeno físico no es sino una sesión de dibujo. La física, ciencia de la visión *geométrica* del cuadro del universo.

Y es claro que mirada la física desde este punto de vista el cielo aparecía como “modelo” supremo: el firmamento hace de fondo geométrico invariable, encerado delicadamente azulado de día, discretamente negro de noche, con finisi-

mos puntos luminosos prendidos en él, a distancias inmutables unos, trazando sutiles curvas otros, formando letras de contornos cabalísticos, cuyo sentido, dirá audazmente Galileo, se reduce al de una lección gráfica de geometría. No es preciso hacer aquí recuento de los éxitos obtenidos por el modelo astronómico, por el sistema solar, como tipo de explicación física de los fenómenos, e inclusive como tipo para construir la física como ciencia. No hay duda de que han sido numerosos y sorprendentes. En el lenguaje severo de la ontología se podría decir que el espacio es la única categoría de la física clásica. La palabra "categoría" conserva el empaque de su origen griego. Démosle una interpretación humilde vertiéndola por concepto fundamental. No quiere, pues, significar la afirmación dicha que no se emplee en física clásica más concepto que el de espacio: sino tan sólo (lo que es no poco) que todos los demás no tienen valor explicativo en física si no dan una proyección espacial y tan sólo en la medida y proporción en que la tengan. La física no es sino la radiografía espacial de lo físico. Y en ello quedan cifradas sus excelencias y sus tremendas limitaciones: sus excelencias griegas y cartesianas, claridad, distinción, visualidad: sus limitaciones, simplismo conceptual, atemporalismo, cubismo físico. A mi cuenta y riesgos llamaría a la física clásica "idealismo geométrico". Parodiando a Spinoza, la física clásica sería la física "more geometrico demonstrata".

El fracaso del modelo astronómico en los dominios del átomo —cielo infinitesimal al alcance de la mano— nos va haciendo abrir los ojos. Los minúsculos juguetes astronómicos ideados por Rutherford, Bohr, Sommerfeld, (teoría atómica y cuántica primitiva), arrastran en su caída no sólo unas cuantas fórmulas matemáticas de tradición respetabilísima, sino el tipo mismo de ciencia física clásica. Acabo de aludir a la demostración de este aserto.

La física moderna se ha liberado de los defectos clásicos por un medio un poco paradójico: echando nudos en las categorías. ¡Suerte de que no me puede oír el buen viejo de

Aristóteles!. Eso de nudo categorial comienza por sonar mal en oídos metafísicos clásicos. Y es que el cambio del tipo científico no puede acontecer sin que retiemble en sus fundamentos mismos la metafísica. Pero este fenómeno de propagación sísmica rebasa los límites de un humilde artículo.

Digo, pues, que la física clásica se distingue de la moderna por dos nudos categoriales. El primero lo echó — o se le hizo entre los dedos sin darse mucha cuenta, Einstein; el segundo lo hizo Plank, en un arranque valeroso de salvar ante todo los fenómenos, húndase lo que se hunda. Y este sí que fué grave pecado contra la física clásica, pues se cometió a plena luz y lo hizo la luz. Para fijar la terminología llamaré al nudo einsteiniano, nudo categorial infinitesimal; al de Plank, nudo categorial finito.

Pero y ¿qué es eso de nudo categorial?. Al fijar y recontar las categorías dice Aristóteles que han de tomarse “sin conexión”. Hago gracia al lector de los términos griegos. Los escolásticos vertieron la frase por “diversidad primaria”. Las diez categorías (sustancia, cantidad, cualidad, relación ...) son primaria e irreductiblemente diversas: no convienen entre sí en predicados o aspectos unitarios, como hombre y caballo en la animalidad, 2 y 3 en ser números naturales. Juntemos a este aspecto general del cuadro aristotélico de las categorías o conceptos ontológicos primarios, un prejuicio metafísico de alcance hasta ahora insospechado.

No puede formarse un ser compuesto (y paralelamente no puede entenderse) sino suponiendo que hay una entidad que hace de sujeto a perfeccionar y otra u otras de formas que perfeccionan: en todo compuesto ha de haber siempre potencia y acto. Digamos metafísicamente que un nudo real (ser compuesto) se constituye en la filosofía clásica (Aristóteles y escolásticos) por *subordinación de entidades*. En rigor, pues, no hay nudo sino jerarquía de realidades. No voy a hacer aquí la historia de las categorías. Digo solamente que el segundo aspecto de unión entitativa por y para perfeccionamiento desaparece poco a poco de la filosofía y cada compo-

nente del ser va cobrando independencia y poseyendo perfecciones propias. Así ya en Suárez: no digamos en Descartes y Leibniz. La metafísica hacía aquí de altavoz del individualismo renacentista. Desaparece, pues, de la filosofía el poquísimos aspecto de nudo, que permitía hacer un compuesto de varios elementales, y nos queda la plena independencia de las categorías, su diversidad primaria. El modelo metafísico de explicación de los seres será un atomismo entitativo y conceptual. Así en Descartes y Leibniz. Ausencia e imposibilidad de nudos categoriales. Los escolásticos medievales — que supieron de metafísica más de lo que algunos se imaginan — afirmaban que en el ser compuesto la potencia es ininteligible sin el acto e inversamente: es decir, no puede realizarse ni entenderse sin el otro, son pares de conceptos (y entidades) que Bohr llamará complementarios. La explicación de un ser hecha desde el punto de vista del acto es tan incompleta y unilateral como pretender explicar la luz por el concepto de onda solamente.

Nació, pues, la física moderna en un ambiente de plena independencia categorial, de autonomía entre los conceptos. Empero resulta evidente que los fenómenos y los seres físicos exigen para su explicación más de una categoría: así el movimiento pide como conceptos explicativos, los de espacio y tiempo; la fuerza, masa, espacio y tiempo...

Los físicos clásicos hallaron una solución elegante a este problema de innegable dificultad metafísica: “una explicación será física si se sirve únicamente de la categoría — espacio — y de las demás exclusivamente en la medida en que admitan una proyección o radiografía espacial”. O con otras palabras más corrientes: es física sólo lo que puede ser medido *espacialmente*. Física clásica es, pues, medida espacial: o geometría métrica. Para hacer un nudo, prueban los matemáticos, que son menester al menos tres dimensiones; para cechar un nudo categorial pediremos al menos, dos categorías: como la física clásica no dispone sino de una podremos caracterizarla llamándola física sin nudos, unifilar. Esta caracte-

rización da de vez a tres vertientes, física, metafísica y matemática. ¡Sugestivo tema de filosofía de las ciencias que no puedo desarrollar aquí!

La física clásica “espacializó” las demás categorías por procedimientos sumamente ingeniosos. No sé si hay muchos que se admiren como corresponde de la “espacialización” que del tiempo nos hace el reloj más vulgar y primitivo. Por rodeos más o menos habilidosos el físico clásico viene a dar siempre en una “escala graduada”. Tal es el sublime simplismo conceptual y metodológico de la física clásica. Decía que la física moderna ha echado o se le han hecho nudos en las categorías. Y el primero que se pilló los dedos en uno fué Einstein. Eso de “unión de espacio y tiempo”, de “universo de Minkowsky”, de “Weltpunkt” se parece algo a las fórmulas mágicas: la fe les presta eficacia, la razón las paraliza. No recuerdo que ningún filósofo haya dado explicación satisfactoria del poder mágico que en física tienen la fusión relativista de espacio y tiempo. El altavoz de lo físico, que es el físico, por mucho que haga, en siendo físico por vocación y estructura mental, no puede oírse a sí mismo. Tal vez no interesaría mucho a Einstein la afirmación, grávida en sugerencias para un metafísico, de que la relatividad supone e introduce un nuevo tipo de categorías; que lo físico forma una región categorial, en terminología de Husserl. Bohr habla a veces de la complementaridad de conceptos. Que aguarde un poco: el nudo categorial correspondiente es mucho más complejo y enredado que el relativista.

¿Qué es eso de unión de espacio y tiempo?. Voy a esca-
motear a los lectores la explicación metafísica: eso de “región categorial”, de “axiomas regionales” son nociones que se llegan a entender después de muchas horas de estudiar un libro no fácil de Husserl; y todas las habríamos de movilizar para una explicación medianamente satisfactoria. Dos metáforas, una técnica, otra manual, nos ayudarán. Un objeto material cualquiera, un árbol, una casa... nos ofrece un conjunto de perspectivas, múltiples según los puntos de vista, incompa-

tibles entre sí, fundidas con todo en la unidad del objeto. Piénsese en los variados aspectos que presenta una casa vista desde la calle, desde los tejados vecinos, desde un aeroplano que varíase continuamente de dirección, de velocidad, de curvatura. El espacio y el tiempo, dice la relatividad, no se han entre sí como una casa y el concepto de libertad, ni siquiera como una casa y otra casa; sino son aspectos, perspectivas parciales de una misma y única realidad. Fenómenos puramente espaciales o sólo temporales no existen realmente con independencia mutua, como no se da un objeto material con solo anverso o solo reverso. El tiempo físico no es una entidad real, absoluta, que entra tan sólo en física en la medida en que puede ser espacializado; la realidad física íntegra es en unidad sintética espacio-tiempo. El predominio de uno de los dos componentes, la presencia al parecer de fenómenos sólo temporales o sólo espaciales, es únicamente un "corte gnoseológico"; algo que hace el conocedor en cuanto conocedor; algo que adviene a lo físico en cuanto que es objeto conocido, no en cuanto es "ser". Lo físico tal cual es en sí podemos compararlo a la superficie cónica, íntegra, lisa: los fenómenos espaciales y temporales a los cortes o secciones cónicas: una sección cónica, por ejemplo la circunferencia o la elipse, no es algo real preexistente, predibujado en la superficie cónica, inscrito en su definición; no son algo del ser que se llama superficie cónica, sino de la superficie cónica en cuanto objeto conocido. Lo mismo hay que decir de los fenómenos físicos en cuanto perspectivas parciales de lo físico íntegro y sin cortes. La pluralidad categorial de la física clásica era pura y simplemente una pluralidad de lo físico en cuanto objeto conocido, no de lo físico en cuanto ser: y éste es precisamente el que interesa al físico y a la física moderna, que como la filosofía actual, torna al ser de vuelta del conocimiento.

Pero el problema que surge entonces no es pequeño; casi casi equivale a querer ver una casa desde ninguna perspectiva particular; verla, sin verla de frente, o desde encima, o

desde un lado. Nos hallamos en plena gnoseología física, es decir, frente al modo peculiar de conocer lo físico impuesto por lo físico mismo, contra cualesquiera tendencias categoriales del entendimiento humano orientado por intereses vitales. Segundo punto a enlazar con el primero: sensismo o intuicionismo clásico, frente a simbolismo abstracto de la física moderna.

II) *Intuicionismo clásico y simbolismo moderno.* — Desde Platón nos viene un prejuicio que ha encontrado en Husserl una formulación y consagración oficial; a saber, la intuición sensible puede ser punto de partida de una intuición eidética, de una visión de esencias; y al revés una intuición eidética puede hallar su cumplimiento intuitivo en una intuición sensible. O si queremos de otra manera: lo sensible encarna lo ideal, un cierto número de esencias; y estas esencias encarnadas o aprisionadas por lo sensible son las mismas que el entendimiento capta en sus intuiciones no sensibles. De ahí la posibilidad de recorrer el doble camino indicado; de ahí una cierta continuidad, mejor continuación, entre sentidos y entendimiento. A esa encarnación o toma de cuerpo de lo ideal (lo matemático, lo lógico...) en lo sensible se han dado muchos nombres; presencia, participación, imitación (Platón), información (Aristóteles y escolásticos); o muchas interpretaciones, vgr. lo sensible es oscurecimiento transitorio e insensencial de lo inteligible (Leibniz). Hartmann nos hablará en sus últimas obras de identidades categoriales dentro de ciertos límites señalados por irracionalidades. Todo es lo mismo. Dentro de ciertos límites (finitos o no) lo sensible encarna lo ideal, la intuición sensible y la intelectual se continúan y perfeccionan. Con esta idea tienen, al parecer, explicación los éxitos de la física teórica. Si lo matemático y lo lógico toman pie y cuerpo en lo sensible no es de extrañar que las deducciones lógicas y los teoremas matemáticos permitan una pre-visión de los fenómenos, que se podrá siempre, con apriori esencial, convertir en "visión". Solución al enig-

ma de experimentar las "fórmulas matemáticas de la física teórica". No agüemos demasiado pronto tan satisfactoria solución. Añado un detalle más: la física clásica (no quiero meterme con Husserl, aunque también va para él y contra él) admite la existencia de "intuiciones típicas" y "objetos típicos", que son "ejemplos" ejemplificadores de los "ejemplares ideales". Unos casos: parece evidente que una circunferencia sensible trazada con regular cuidado es una encarnación de la circunferencia ideal; que lo que llamamos línea recta, paralelas, triángulo sensible... son configuraciones sensibles de los respectivos objetos ideales; perfiles y expresión material del alma ideal presente, que son las fórmulas u objetos ideales correlativos. Coordinar o hacer corresponder la figura típica de una circunferencia a la fórmula matemática de una línea recta, abierta al infinito; o la de recta, a la fórmula de una espiral nos parece absurdo: y sin embargo los matemáticos saben que dentro de ciertos límites muy amplios todo eso es posible. La relatividad nos habla de definiciones de coordinación entre lo geométrico y lo analítico. Una figura geométrica por muy bien delimitado e inequívoco que sea su perfil no se relaciona con ninguna ni menos con una sola ecuación o fórmula algebraica o analítica que sea su fórmula, ni inversamente. La fórmula de la circunferencia no tiene nada que ver con la figura circunferencia, ni la fórmula de la recta con la figura sensible de la recta, ni siquiera con intuiciones más o menos idealizadoras de estas entidades geométricas. Husserl puede que proteste: que se las entienda con los matemáticos, con los relativistas y con la física cuántica moderna.

En la física clásica se dan, pues, intuiciones sensibles típicas de objetos típicos, unívocamente relacionados con objetos ideales bien determinados, categorialmente intuibles. A este presupuesto gnoseológico y ontológico de la física clásica he llamado intuicionismo. La física moderna, relativista y cuántica, descoyunta sin compasión lo sensible de lo ideal; más exacto, lo visible de lo ideal. A este paso va a llegar tiem-

po en que los ciegos sean los mejor dotados para experimentar lo físico y hacer física teórica; pues la física va pareciendo cada día más un hacer, faena del tacto, que un conocer de tipo visual e intuitivo.

No resulta ahora difícil darse cuenta en principio de la dificultad radical que implica la comprensión profunda de la física teórica moderna en su auténtica y verdadera modernidad. Hay que cambiar la mentalidad y hasta la manera de mirar el mundo sensible. Y esto último no es broma.

Claro que el presente artículo no va a tomarse la faena de dar consejos de epistemotecnia, de esa técnica sutil y arcaica que adiestra las facultades cognoscitivas para las nuevas maneras de conocer y las abre a los nuevos objetos, o a aspectos intactos de los usuales. Esta pedagogía ontológica está aun en mantillas. Me basta haber aludido a su necesidad con ocasión de la física moderna.

Ahora se puede comenzar a vislumbrar un poco la solución de la dificultad que encontramos hace rato respecto de la fusión de espacio y tiempo, el nudo categorial einsteiniano.

La física clásica creía poder realizar intuiciones sólo espaciales (vgr. de una distancia entre dos cuerpos) o sólo temporales (vgr. la duración de un suceso); en términos más científicos, la fórmula cuadrática que mide la distancia entre dos puntos es un invariante; y el intervalo entre dos sucesos es por su parte, e independientemente otro variante. De la independencia que parecen presentar a las ideas de espacio y tiempo la realización de intuiciones independientes en que parece dársenos objetos sólo temporales o sólo espaciales, concluyó que en lo físico mismo el espacio se distingue realmente del tiempo. Pero lo físico mismo, en cuanto ser, se ha encargado de desengañar al conocimiento: unos experimentos muy finos han impuesto la fusión sintética de espacio y tiempo. El invariante básico encierra indisolublemente espacio (distancia) y tiempo (intervalo). Desde este momento no cabe una intuición física que se termine en solo espacio o en solo tiempo. Y como el conjunto de ambos parece inintuible

para el tipo intuitivo que gastamos, nos hallamos ante un caso de conocimiento de objetos y teoremas ideales (matemático, lógico) que se refieren, que aluden, que mencionan lo sensible, y que sin embargo, no es posible verificar, cumplir, ver intuitivamente en lo sensible. No sé qué dirá Husserl a todo esto. Al físico moderno le trae sin cuidado. Si, pues, lo sensible se halla por estructura desligado de lo inteligible, ¿qué oficio atribuiremos en el reino de lo sensible a la experimentación? ¿Qué relación hay entre lo que vemos en plan de hombres vulgares y lo que ve el hombre en plan de físico? No voy a entrar en la cuestión: solamente haré dos indicaciones. Lo sensible tal cual se presenta a la intuición sensible es a lo más metáfora, símbolo, alusión a lo ideal. Cuando Góngora llama a los pájaros cítaras de pluma, o al chorro de agua de un surtidor lanza de cristal, no se puede decir que la visión sensible inmediata y clara de tales objetos nos presente la interpretación metafórica hallada y vista por el ojo del poeta. Y sin embargo no hay duda de que lo real permite el doble paso de Góngora, de pájaros y chorros de agua a cítaras y lanzas de cristal; e inversamente estos aspectos hallan un cierto cumplimiento y realización en los objetos mentados. Mas tal cumplimiento no es del mismo orden que según la mentalidad clásica, había entre un pájaro y la ecuación algebraica que describiese el perfil de su cuerpo. Para el clásico la fórmula algebraica y la figura geométrica correlativa se encarnan en el perfil del pájaro, son visibles en él, abstraíbles de él, intuibles tras una reducción fenomenológica. Para el moderno el perfil del pájaro se ha a los objetos ideales dichos, a lo más, como el perfil del pájaro y la forma de una cítara. Y es claro que en este aspecto no se requiere para hacer física abrir desmesuradamente los ojos: sino una cierta facultad poética, una sensibilidad mental a las alusiones, un genio del simbolismo. La relación simbólica respeta más delicadamente que la presencia, participación y demás modos clásicos de relación entre lo ideal y lo sensible, la distinción óptica entre ideal y real. El papel de lo sensible queda, pues, muy reduci-

do en la física moderna. Volvemos un poco a Kant y a los neokantianos de Marburg respecto del oficio y valor de la sensible. Esto como indicación para los técnicos.

Y ahora puedo brevísimamente, sin detrimento de la claridad, aducir un buen número de confirmaciones ideológicas. Desaparición en la física moderna del predominio del "cielo", del "sistema astronómico", del modelo atómico de Rutherford, Bohr, Sommerfeld (teoría cuántica antigua), de las imágenes de órbitas, colocación en el lugar, distancias, velocidades, radios... entre protones y electrones (eliminados por Heisenberg en la teoría cuántica moderna), eliminación de todas las teorías mecánicas en termodinámica (aquellos choques individuales, de moléculas en movimiento rectilíneo, de oscilaciones que no veíamos por "cortos de vista" pero que eran de suyo visibles...) etc. etc. Y en su lugar, advienen elementos no intuibles o simbólicos, cálculo e interpretaciones probabilísticas, operadores, espacios de configuración, topología en vez de métrica, contar en vez de medir. La evolución conceptual de la física va, pues, de intuicionismo a simbolismo.

El nudo categorial einsteiniano no resulta comprensible sin una renuncia a la intuición sensible clásica. Y ahora resulta claro que el atonismo categorial clásico proviene del influjo potente del modo de mirar y ver de los metafísicos y físicos de los siglos pasados. Las diez categorías metafísicas de Aristóteles son diez, no por un motivo ideal, limpio de polvo y paja sensibles: sino por una razón muy llana y terrestre.

He llamado al nudo categorial einsteiniano nudo categorial infinitesimal: y es hora de que en dos palabras digamos qué es eso de infinitesimal. La unión de espacio y tiempo se verifica en cada lugar del universo, por muy pequeña que sea la distancia entre dos puntos y el intervalo entre dos momentos de tiempo. No hay ni distancias finitas mínimas ni intervalos temporales mínimos o cuánticos. El espacio-tiempo no es cuántico. Si dispusiésemos de unos ojos relativistas podría-

mos ver realizada esta función en cualquier trozo del universo por pequeño que fuese.

Este nudo einsteiniano, echado entre espacio y tiempo, trae consigo el que queden añudadas muchas cosas que andaban sueltas en la física clásica. Por ejemplo, se funden en un solo vector —“impulso del universo”— la cantidad de movimiento y la energía. En general se funden en un solo tensor entidades clásicamente independientes. ‘

Unas palabras del nudo categorial finito. La constante de Planck, el mínimo de acción, une indisolublemente energía y tiempo; o bien, cantidad de movimiento y longitud: es decir, categorías geométricas (espacio, coordenadas...), cinemáticas (velocidad, tiempo...), y dinámicas (energía, cantidad de movimiento, masa...). Llevadas a intuición conceptual parecen irreductibles e inconexas: mas lo físico da la preeminencia a un complejo de ellas: el todo, el nudo, es anterior físicamente a las partes, aunque éstas, desde el punto de vista ideal, sean anteriores e independientes entre sí. Inmediatamente voy a indicar en qué se conoce esta preeminencia física de tales complejos o nudos categoriales sobre las categorías sueltas de la física clásica.

El nudo definido por el cuanto de acción de Planck es finito. Lo cual significa que la constante de Planck es una magnitud determinada, mínima e invariable; caben múltiplos de ella, mas no fracciones. Es un nudo que ya no pasa por el entramado continuo, infinitamente fino, de las coordenadas, velocidades, cantidad de movimiento, energía, impulso, acción... y demás magnitudes físicas tenidas por continuas, de trama infinitesimal; sino que se agarra en ellas, las desgarras, las cuantifica directa o indirectamente, les da estructura de retícula.

La idea metafísica fundamental que nos ha de guiar en todo lo siguiente es la de que lo físico, en su originalidad, comienza por ser un “todo finito”, un “nudo”; que no tiene sentido físico ninguna magnitud o categoría de menos componentes que los nudos categoriales físicos; o al menos que

ningún concepto clásico suelto (sea matemático, cinemático o dinámico) posee valor físico si no se somete a los nudos categoriales físicos. Aquí como en biología el todo es antes que las partes; y los elementos para llegar ser partes han de sufrir una total transformación. Con esta idea por delante resultará fácil comprender el sentido filosófico de las transformaciones impuestas a la física clásica por la teoría de Planck.

No tiene sentido físico hablar de puras y simples coordenadas; es decir, la pura y simple colocación en el lugar carece de sentido en física, en una física sobre lo físico realmente diverso de lo matemático puro. Heisenberg dirá que es imposible fijar la posición de un cuerpo sin que otras magnitudes físicas fundamentales resulten totalmente desdibujadas; o sea, sin que desaparezca el objeto físico en cuanto físico. Tal es la venganza de lo físico frente al experimentador que pretenda reducirlo a matemático puro; evaporársele de entre las manos. Pero tales pretensiones unicategoriales sólo puede abrugarlas quien piensa que en lo físico es antes absolutamente lo simple que lo compuesto; los hilos que el nudo; cuando la verdad es todo lo contrario. Lo físico comienza con una pluralidad ideal, mas con unidad real.

La velocidad, tal cual la define la cinemática clásica, tampoco posee sentido físico. Es demasiado elemental: en rigor, como dije, no la compone sino una sola categoría, el espacio y el tiempo espacializado. La cinemática resulta un tratado puramente matemático.

Planck creyó al principio que el nudo físico elemental (no he de decir que no le dió este nombre) correspondía a la energía: la energía poseía estructura cuántica (cuantificación de la energía). Mas no tardaron en apercibirse los físicos, en trato abierto y leal con lo físico, que la cuantificación corresponde en rigor a la acción, es decir, a una magnitud física más compleja que la energía, pues incluye energía y tiempo; en el nudo físico finito entran más hilos.

Nos hallamos ante un caso evidente de ontología regional: lo físico posee una original manera de formar sus cate-

gorías — por nudos —, frente a las categorías análogas de otras regiones del ser (espacio geométrico frente a espacio físico; velocidad cinemática frente a velocidad física...) No paran aquí los cambios impuestos a la física clásica por las teorías cuánticas modernas. Menciono uno solamente para no alargar en demasía este artículo.

La física clásica, unicategorial, dispone las nociones y principios de una manera que voy a llamar “unifilar”. Partamos del espacio: el tiempo no entra en la física clásica sino por su proyección o radiografía espacial; la velocidad sale por derivación matemática del espacio según el tiempo y sus componentes han de proyectarse sobre las coordenadas; es decir, espacializarse; no salimos, pues, de una categoría; enredamos más o menos artística y habilidosamente el hilo del espacio, sin añadir nuevos. Nunca obtendremos un nudo categorial. La aceleración sale por derivación de la velocidad; si la multiplico por una constante, la masa, obtengo la fuerza definida como una función de las coordenadas; es decir, una nueva espacialización (definición básica de la dinámica de Newton); la energía se define por la velocidad y la masa; las ecuaciones de la dinámica, bajo cualquiera de sus formas, expresarán transcripciones espaciales de la energía cinética y potencial, de las aceleraciones, de la cantidad de movimiento a lo largo de un camino (Maupertuis), de la energía gastada durante un tiempo (Hamilton)... Espacio y siempre espacio. Física unifilar: semejante en su estructura a esos trabajos de aguja que pueden deshacerse íntegramente tirando de un cabo del hilo con que se hicieron; no hay en ellos nudo que lo sea definitivamente.

La física moderna invierte totalmente la disposición clásica de conceptos, principios y teoremas derivados. La acción es antes que todas las nociones anteriores clásicamente; el principio de la mínima acción adquiere una preeminencia matemáticamente inexplicable sobre los demás de la física teórica, que para valer “físicamente” han de someterse directa o indirectamente a una cuantificación; la dinámica es

físicamente anterior a la cinemática y a la geometría física. Siempre el compuesto mínimo y original de lo físico es anterior a lo idealmente más simple. La física moderna se desarrolla bajo el signo de la "acción cuantificada".

Toda metáfora es ineludiblemente unilateral: la del nudo que venimos empleando, se presta a un error gravísimo, a una interpretación pluralística. Si hacemos pasar la acción por el prisma clásico del análisis conceptual nos dará como espectro o franja de conceptos, los de espacio, tiempo, velocidad, masa, energía. Por una tendencia mental muy clásica y muy griega, nos inclinaremos a pensar que de esos conceptos, así en plural, se compone anteriormente a nuestro análisis la noción física de acción. Manera simplista de interpretar las cosas, semejante a la explicación clásica de la preexistencia de los colores en la luz blanca antes de pasar por el prisma. Según este modo de ver no habría nudo esencial; basta tirar de cada hilo en particular o del único físico que es el espacio. Aquí entra de lleno la complementariedad de conceptos (Bohr). Dos conceptos (o dos entes ideales) son *físicamente complementarios*, si la realidad física exige la realización simultánea de ambos, pero de manera que tal encarnación de lo ideal en lo real esté acotada dentro de límites fijos, dentro de los cuales los dos conceptos o determinaciones son reales de vez y aun puede predominar uno sobre otro; mas en traspasando tales límites la realidad de uno implica la desrealización o indeterminación de su complementario o conjugado". La definición resulta un poco abstracta y complicada. Un ejemplo, ya clásico, la aclarará. Para caracterizar una magnitud física se requieren de vez dos conceptos, el de lugar y el de cantidad de movimiento; uno geométrico, otro dinámico. La realidad física exige su empleo simultáneo; el principio de la mínima acción de Maupertuis incluye el producto de la cantidad de movimiento por la longitud del camino recorrido; el cuanto de acción de Planck fija los límites dentro de los cuales se puede determinar y conocer de vez experimentalmente ambos aspectos de lo real. Podemos proponernos medir

con exactitud creciente, (es decir, conocer la realización de una de las dos categorías parciales) la cantidad de movimiento que lleva un cuerpo; por ejemplo, un electrón, un fotón; mas apenas pasamos de los límites fijados por el cuanto de acción la categoría complementaria, la posición en el lugar, se vuelve totalmente indeterminada; no sabremos en qué punto del espacio se halla el cuerpo en cuestión, pues como demuestra la teoría cuántica, la probabilidad de hallarlo es igual para todas las partes del espacio. E inversamente; una fijación absolutamente exacta de la posición de un cuerpo lleva consigo una indeterminación total de la categoría dinámica, cantidad de movimiento; no podremos saber si el cuerpo está en reposo o si se mueve con la velocidad de la luz. En la misma relación de complementariedad se hallan los conceptos de corpúsculo y onda. Hay que emplearlos de vez para explicar la naturaleza de la luz, de los electrones, . . . mas sin exagerarlos unilateralmente. La física clásica, en fuerza del prejuicio de la independencia categorial, o no existencia de nudos categoriales, sostenía sin más y con lógica perfecta que es posible determinar una magnitud con infinita finura sin que por eso se desdibujen las demás. La complementariedad de conceptos no tiene sentido alguno ni para la física clásica ni para la lógica correspondiente. Y esto último es sobremadenera grave; hay que construir lógicas regionales; por de pronto, una lógica física que no será un "caso" de aplicación de la lógica clásica sino algo diverso; una lógica no-aristotélica. Quede esto como alusión y sugerencia.

El cielo había de nuevo descaminado a los físicos; a la mirada natural presenta como independientes la colocación en el lugar y el movimiento de una masa; el orden estático espacial, la localización inmóvil de puntos luminosos y el aspecto dinámico, el movimiento del sol y de los planetas. No sólo esto: sugiere también la preeminencia de lo geométrico, del espacio en su función ordenadora, sobre lo dinámico. Casi naturalmente referimos y proyectamos el movimiento de los astros sobre el fondo y encerado del firmamento, que es eso,

algo firme que fundamenta, explica, da sentido a lo variable y movable.

En la física moderna se invierte esta valoración ya clásica en muchos órdenes: la de lo estático y permanente sobre lo dinámico y cambiante.

III) *Megalomanía y finitismo*.— El cielo sugiere demasiado clara e insistentemente la infinitud, la ilimitación. Y lo peor no es que la sugiera; es que la presenta como natural, como algo realizado, intuible. El rayo visual no tropieza en ninguna parte, no se siente confinado, reflejado, emparedado. No es que vea la infinitud espacial como algo actualmente infinito, basta que tenga conciencia más o menos clara de la ilimitación del cielo como de algo abierto por donde progresar sin miedo a tropezarse con barreras. La física clásica no tuvo nunca grandes escrúpulos de dejar escapes al infinito en muchas de sus fórmulas; es una física abierta, megalómana.

Si el cielo no aparece como acotado no hay porqué las leyes gravitatorias hayan de preocuparse de los límites; en lenguaje técnico, las ecuaciones de Newton no poseen condiciones en el límite. Einstein será el primero que las introduzca con plena conciencia; tal será el oficio de las constantes cosmológicas. La geometría de Euclides, abierta por estructura, pasará durante mucho tiempo como la geometría natural del universo; la línea recta será la línea natural, geodésica; nada de curvatura que pueda causar una inflexión o cierre sobre sí mismo. Con ello la cinemática y la dinámica disponían de una magnífica pista: la velocidad puede crecer indefinidamente, sin límite superior; las fuerzas, el potencial, sólo se anulan en el infinito, en lo inasequible por definición, o sea, nunca. Al físico clásico no le escandalizó demasiado que la constante de la entropía fuese infinita: al fin se trataba de una constante arbitraria de integración!. En la teoría clásica de la radiación se llegaba a un infinito encerrado en un espacio finito; la cosa era ya demasiado fuerte. Planck se decidió heroicamente a imponer el finitismo; el cuanto de

acción, una magnitud insignificante con veintiséis ceros antes de la primera cifra significativa, pero esencialmente finita. ahuventó al infinito. Esto es lo que faltaba a la física clásica. constantes resueltamente finitas, magnitudes que no se puedan aumentar o disminuir continuamente, sin límite superior e inferior. Frente a megalomanía, finitismo.

La relatividad ha señalado la velocidad de la luz como límite superior de toda velocidad; ha cerrado el espacio; ya no se puede correr cuanto se quiera y como se quiera. En dirección opuesta, hacia lo infinitamente pequeño, Planck ha señalado un tope mínimo: su cuanto de acción, que al cuantificar directa o indirectamente las magnitudes físicas acota lo físico por su extremo inferior. Ni infinitamente grande, ni infinitamente pequeño; ni megalomanía, ni micromanía: ni infinito, ni cero: pura y simplemente, finito.

Aunque no terminen con estas tres las direcciones, en definitiva erradas, que el cielo ha sugerido y casi impuesto a los físicos y aun falte la más importante — el individualismo — no es posible extender más este artículo que debe tener también, para ser moderno, su módulo de cuantificación; un límite superior y otro inferior. Y comienzo a tener el presentimiento de que he llegado al límite superior fijado por la conciencia de mis lectores.

París, 18 de Marzo de 1937.

DAVID GARCIA

Prof. de filosofía de las ciencias
en la Universidad de Barcelona

