

## NOTAS Y TEXTOS

### NOTA SOBRE LA NUEVA FISICA UN PROBLEMA DE FILOSOFIA DEL SR. ZUBIRI

Con este título ha publicado en *CRUZ Y RAYA* el Sr. Zubiri un erudito artículo, del cual voy a ocuparme: pero para evitar prolijidad me ciño al último párrafo, "Problema fundamental" en que trata Z. de resumir las conclusiones del trabajo. Mi crítica se refiere al concepto de indeterminación, al de causa, al de naturaleza y al de ley física, sin otro fin que el de aclarar esas nociones que hoy necesitan precisarse evitando cualquier ambigüedad y guardando todo el respeto y consideraciones debidas con el autor, me fijaré exclusivamente y a secas en las afirmaciones estampadas en la moderna Revista.

Dice así: "Indeterminación parece lo más opuesto al carácter de todo conocimiento científico. Planck rechaza por esto con indignación este concepto: renunciar a la determinación sería renunciar a la causalidad y con ella a todo lo que ha constituido el sentido de la ciencia desde Galileo hasta nuestros días. Si nuestras medidas sobre el átomo son indeterminadas, eso querrá decir que nuestra manera de interrogarles es indeterminada. Caso de existir, la indeterminación sería para Planck un carácter del estado actual de nuestra ciencia, pero en modo alguno un carácter de las cosas".

A este parecer tan sensato de Planck añade Z. las observaciones siguientes: "Pero esta actitud de Planck, sea cualquiera la suerte ulterior que a la física esté reservada, denuncia bien a las claras el equívoco a que el principio de Heisenberg da lugar. Ante todo, no es forzoso interpretar dicho principio como una negación del determinismo. Es posible que las cosas estén relacionadas entre sí por vínculos determinantes". No sólo es posible, sino que es necesario mientras no se trate de causas libres. Por vínculos determinantes entiende Z. "Que el estado del electrón en un instante del tiempo determine unívocamente su curso ulterior". Pero téngase presente que durante el curso puede recibir del campo nuevas determinaciones y variar el curso inicial.

"Lo que el principio de Heisenberg afirma es que semejante determinación carece de sentido físico por la imposibilidad de conocer exac-

tamente este estado inicial. Si esta imposibilidad fuera accidental, es decir, si dependiera de la finura de nuestros medios de observación, tendría razón Planck". No ya la falta de finura sino el medio necesario, la onda luminosa es la causa de no conocerse el estado inicial del electrón. Pero aunque para nosotros sea desconocida intuitivamente la posición real del electrón, no deja de tener la suya y cambiarla independientemente de nuestra observación: en todo lo cual sigue teniendo razón Planck, ya que como muy bien dice Z. p. 72 "la relación entre un fotón y un electrón es tan real como la ley de la gravitación o el principio de inercia".

"Pero si es una imposibilidad absoluta para la física, esto es, si se halla fundada en la índole misma de la medición en cuanto tal, el presunto determinismo real escaparía a la física". Una cosa es lo medido, el movimiento del electrón, el cual en cada caso particular lleva su dirección y velocidad del todo determinada, esto es, sujeta a condiciones fijas por los agentes que le han movido no al azar sino en virtud de la naturaleza de las causas; y otra cosa es la medición, que supone un conocimiento de lo observado y tan perfecto que llegue a poder medir las variaciones en un sistema de unidades ya prestablecido. Esta medición puede sernos imposible por medios directos: y como la medición dice algo fijo, algo regular conforme a las unidades de medidas, mientras no nos sea posible la medición diremos que para nosotros la medición escapa a nuestros métodos físicos. Aunque lo medido sea determinado, la medición no lo será. Cuando se trata del determinado físico, se trata de lo medido, no de la medición.

"Dejaría de tener sentido físico (el presunto determinismo real). En tal caso el principio de indeterminación no sería una renuncia a la idea de causa, sino una renuncia a la antigua idea de la causalidad en el sentido que el movimiento estaba determinado por las condiciones de la causa real y mundial: y esto no deja de ser verdad, sea o no medible el movimiento.

"Este y no otro es el alcance preciso del principio de indeterminación. No se trata de una afirmación sobre las cosas en general, sino sobre las cosas en tanto que son objeto de la física. Y precisamente por esto, porque es física pura, denuncia en toda física anterior una mezcla de lo que es física y de lo que no lo es". Parece que en este insistir en el objeto de la física adopta Zubiri la teoría del físico vienés Felipe Frank en su "Philosophie der Wirklichkeit" para el cual la verdad de la física no consiste en la adecuación de nuestra experimentación

con la realidad objetiva de los procesos físicos, sino la adecuación de nuestra experimentación con las fórmulas matemáticas previamente establecidas. Cualquiera puede ver que las fórmulas en tanto tendrán valor científico en física, en cuanto sinteticen y generalicen los resultados experimentales. No depende el valor de la experiencia de que la fórmula esté bien establecida y adaptada, sino al revés, la fórmula será buena si se adapta a los casos experimentales, aun a los casos singulares.

¿Quiere Z. decir que la experiencia mientras no esté cobijada bajo una fórmula matemática no se la considera como del dominio científico, sino que está en período de preparación para su estudio, el cual sólo se da por terminado cuando se logra relacionar los fenómenos entre sí con vínculos matemáticos? No hay nada que objetar a ese pensamiento.

“Porque, y esto es lo segundo que habría que responder a Planck no está dicho que la idea de *naturaleza en el sentido de la física*, sea la idea de la *naturaleza* de las cosas *simpliciter*. Más aún: el haber distinguido ambas ideas e intentado dar un sentido físico a la física fué la gran obra de Galileo. Preparada ampliamente en la ontología de Duns Scot y de Ockam, pero sólo explícita y madura en la obra del pensador pisano. En Galileo hay una distinción radical entre la naturaleza en el sentido de naturaleza de las cosas, y la naturaleza en el sentido de la física: y análogamente una distinción entre la causalidad como relación ontológica y la causalidad física. Esta quiere medir variaciones. Aquélla concebir el origen del ser de las cosas. Ello ha bastado para que una variación incontrolable, es decir, que no variara en nada nuestra experiencia, perdiera sentido físico: tal, el hecho de suponer dotado el universo entero de un movimiento rectilíneo y uniforme. La física no puede ocuparse del origen de las cosas, sino de la medida de sus variaciones: no es una etiología sino una dinámica. Fuerza no es causa de ser, sino razón de una variación de estado. En este sentido, el movimiento de inercia no necesita fuerza ninguna. No solamente pues, no es la idea de causa la que dió origen a la ciencia moderna, sino que ésta tuvo su origen en el exquisito cuidado con que eliminó aquélla. Esta renuncia fué para los representantes de la antigua física el gran escándalo de la época: ¿cómo es posible que la física renuncie a explicar el origen de todo movimiento? Esta heroica renuncia engendrará sin embargo la física moderna. No es lícito, pues, hacer aspavientos de escándalo frente al principio de Heisenberg: haría falta

examinar lealmente si no llega a dar a la física su último toque de pureza”.

Bien se distingue en todo este párrafo el cambio mismo y el sujeto ontológico del cambio; ¿pero es que sólo el sujeto tiene su causa y no la tiene el cambio o variación de estado? Precisamente todo cambio supone un estado anterior y otro estado nuevo: todo estado por serlo tiende a prolongarse indefinidamente: este es el concepto de inercia generalizado. Luego todo cambio de un estado a otro supone y requiere una causa exterior al sujeto del cambio que le haga pasar de un estado a otro, del movimiento A al movimiento B.

Fundándose en este concepto de estado y de cambio Geysler Das Gesetz der Ursache (München 1933 p. 45) hace ver la necesidad del principio de causalidad. Causa es no solamente la causa que al sujeto del cambio, al mundo, le hizo salir del estado de mera posibilidad al de existencia real por el acto Creador de infinita virtud, sino también causa es todo agente que al sujeto preexistente del cambio le hace sufrir una variación, sea ésta medible con precisión o no lo sea.

“Estas afirmaciones reales no constituyen afirmaciones sobre lo que las cosas son, así sin más. Yo puedo, por ejemplo, decir que las cosas han existido siempre, o que han sido creadas por Dios: que ninguna contiene en sí el principio del movimiento, o que algunas se mueven a sí mismas: que su esencia es la *extensio* (Descartes) o la *vis* (Leibnitz) etc. Bien mirada, ninguna de estas afirmaciones es una verdad física. Son, es verdad, afirmaciones que recaen sobre los cuerpos. Pero no es exacto decir sin más que la física es la ciencia de los cuerpos. La física no considera los cuerpos en cuanto son. No es a ellos a los que se aplica el método a que antes aludía”.

Para evitar toda sombra de dualismo científico creo oportuno recordar que es verdad y no como quiera sino verdad obligatoria, de creer el dogma de la creación del mundo confesado en todos los Credos, y por lo mismo no puede ser indiferente el admitirlo o no admitirlo: sea o no sea objeto de la física, lo cual es una impertinencia en asunto tan grave. Tales no son meras afirmaciones que recaen sobre los cuerpos, sino verdades que no se deben ignorar ni rechazar. La física, si es que desea restringir su esfera de actividad a los cambios medibles, no por eso puede dejar en duda la verdad de la creación del mundo y en tiempo finito. La física puede suministrar a la filosofía cristiana datos para confirmar por su lado la verdad de la creación y creación en tiempo finito sabida por la revelación.

La física clásica se había venido ocupando de los cuerpos en cuanto sujetos a cambios y mediante el cálculo vectorial examinaba la relación entre el impulso del agente aplicado en un punto determinado del espacio y en el instante de tiempo actual con el efecto y movimiento resultante. La física moderna y en esto consiste su finura y pureza de perfección, aun a pesar de ver la imposibilidad de aplicar ese método ya por causa que la misma luz empleada para el examen hace variar la posición inicial del electrón, ya por causa de la pequeñez del electrón y del campo estudiado, el infratómico, ha sabido no obstante estudiar ese mundo ultramínimo analizando los efectos y por ellos con la riqueza y fecundidad de sus manifestaciones, espectros, condensaciones de moléculas de vapor de agua etc., señalar la trayectoria aproximada del electrón, y las modificaciones producidas en los campos electromagnéticos etc. De modo que ya no por intuición directa que es imposible ver los últimos elementos corpóreos, sino por deducción y raciocinio sacando por los efectos las causas, ha podido en fórmulas de maravillosa unidad sintetizar lo grande de las ondas que corren por el espacio etéreo y lo pequeño de las ondas productoras de los diversos espectros. Que las fórmulas no consiguen siempre un grado de precisión absoluta? No importa, no poco ha sido alcanzar el grado de buena probabilidad. Y en esto ha consistido el adelanto de la Física moderna, no en renunciar al principio de causalidad. No es indiferente decidirse sobre negar o no la existencia de la causalidad (p. 72): de no existir ésta no ejerciera la luz sobre el electrón la influencia que le hace cambiar de posición, base de la indeterminación de Heisenberg y si es la base del problema, ¿cómo se afirma que "cualquiera sea la decisión sobre este punto (la causalidad), no afecta en lo más mínimo al principio de indeterminación?" (p. 72).

"El principio de indeterminación es más bien uno de esos principios de ontología racional que quieren definir el sentido primario de los vocablos *natural* y *naturaleza*, esto es, el sentido del verbo *existir* dentro de la física. Y esta es la cuestión que hay que analizar con un poco de precisión..."

La palabra *naturaleza* significaba, pues, movimiento que emerge del fondo mismo del ser que se mueve "p. 73". *Naturaleza* no es el movimiento sino la raíz y causa de ese movimiento. Múltiple a la verdad ha sido el significado de la palabra *naturaleza*. Conimbricenses en sus comentarios a la física de Aristóteles enumeran y explican las diversas acepciones del vocablo. La divina mente creadora de las cosas,

la universalidad de los seres creados, la esencia de los seres, el nacimiento y generación de los vivientes orgánicos y de ahí se trasladó el vocablo para significar el principio interno de la actuación de los cuerpos.

Bien anota Toledo (Comentarios a la física de Aristóteles) la diferencia entre Platón y Aristóteles en el concepto y realidad de Naturaleza. Platón opinaba existir una fuerza difundida universalmente por los cuerpos que los regía y ordenaba, imaginando una sustancia dimanada de la divina y repartida en fragmentos, y por ellos comunicada a los diversos cuerpos, una en su origen y múltiple en la comunicación posterior, porque cada cuerpo recibía su partecita sobreañadida a su esencia. Aristóteles solo admitía en los cuerpos su materia y forma y los accidentes dimanados de esos principios constitutivos del ser corpóreo. Los neoescolásticos admiten además de la materia y forma y accidentes propios, la participación de una energía accidental sobreañadida y no sustancial, como la fuerza de impulsión, la energía térmica que se comunica de un cuerpo a otro en constante intercambio como último resultado de cualquier modificación corpórea.

Conforme a esas concepciones diversas de la naturaleza, diversamente la definen: diremos con los neoescolásticos que naturaleza es el principio de producir modificaciones ya en otros cuerpos cuando se trata de operaciones transitivas, propias de los cuerpos inanimados; ya en sí mismos cuando se trata de operaciones inmanentes propias de la vida. El principio de los cambios, o es una forma sustancial si se trata de operaciones constantes y específicas; o es una forma accidental recibida de fuera con el intercambio de actuaciones mútuas entre unos y otros cuerpos. Mientras reside esa forma accidental en el cuerpo, aunque sea extrínseca su procedencia, le es interior por ser accidente sacado de la materia como modificación que afecta al cuerpo intrínsecamente y cual resultado de la acción del agente externo. De todos modos siempre es principio inmediato de actividad, de causalidad, de eficiencia más o menos trasmutativa. La trasmutación puede ser en los cuerpos sustancial por cambio y sustitución de formas sustanciales, puede ser accidental y de accidentes absolutos como los impulsos; y de modales como el movimiento local, la mínima de las trasmutaciones, por ser el lugar intrínseco y ubicación el modo que limita la presencia corporal a cada determinada región del espacio y la presencia es por su misma índole variable y extensa en los cuerpos.

El movimiento lo definió Aristóteles diciendo que era el acto de un

ser que respecto de esa perfección estaba en potencia de tenerla y continúa estándolo respecto a nuevos grados de esa perfección hasta alcanzarla en un grado determinado. Es el cambio que trae la recepción continuada y gradual de una perfección capaz de continuación e intensidad creciente o decreciente como el calor, la impulsión, el movimiento local. No es un aparecer de algo que estaba oculto, sino producción de entidades nuevas en sujeto preexistente. Falso es, por tanto, que todo movimiento en el fondo, aunque sea visto desde el punto de vista matemático como pura variación y función del tiempo, "quede despojado de toda idea de generación o destrucción" (p. 78). Porque el que en matemáticas por la abstracción suya que se ciñe a ver meras relaciones, el movimiento quede despojado de la idea de generación, no da derecho para afirmar que el movimiento no sea en el fondo de su mismo ser otra cosa que mera función del tiempo. Es en el fondo un cambio realizado de nuevo en un cuerpo y producido por causalidad de un agente.

"La naturaleza ya no es orden de causas, sino norma de variaciones, lex, ley. Y toda ley es obra de un legislador. La Naturaleza es entonces una ley que Dios impuso al curso de las cosas. Nuestro concepto de ley natural tiene este doble origen ontológico y teológico. El curso de las cosas es tal que el estado que poseen en cada instante determina unívocamente el estado ulterior. La Naturaleza es en este sentido una *costumbre* de Dios. Esto es, el carácter formal de la ley es la determinación. Por esto puede ser captado con seguridad y certeza por el hombre en la función matemática" (p. 78).

Quien prescinde de la causalidad no puede dar cuenta del porqué es ordenado y constante entre ciertos límites el proceso de los fenómenos físicos: mas quien admite la causalidad y la tiene presente, explica la constancia y orden regular del proceso por el orden y constancia de las causas. Para lo cual es de saberse (se trata de los fenómenos independientes del libre albedrío humano) que cada fenómeno por regla general se debe no sólo a una causa particular sino a un conjunto de causas, y que requieren un conjunto de condiciones y disposiciones entre los cuerpos en que radican los cambios. En el macrocosmos el conjunto de causas es mejor conocido y de menor complicación y el arte de experimentar consiste para el físico en aislar suficientemente las causas para poder investigar el efecto debido principalmente a cada una de ellas. En el microcosmos el conjunto es muy complicado, está situado en un campo muy reducido, no tenemos medios para aislar cada una de las múltiples y poderosas causas que intervienen y por

tanto el efecto observado no se debe a una sola sino al conjunto de ellas.

Ahora bien: el conjunto de causas y condiciones por regla general es muy diverso con diferencias mínimas, pero que dada la eficacia de las causas son suficientes para no haberse constancia física observable. No obstante, las variaciones se contienen dentro de marcos pequeños por la misma autolimitación de los procesos físicos y en esto hay lugar para aplicarles el cálculo de probabilidades, con el cual se echa el sello de orden y constancia a los procesos que dejados al azar no había razón de limitarlos entre variaciones de la curva de probabilidad.

Y así la curva de probabilidad en la talla humana del adulto está limitada por la misma naturaleza del organismo humano entre 1,40 m. y 2,10 m.: si las variaciones se rigieran por el azar sus límites serían indeterminados.

En el juego de billar por ejemplo podemos prescindir con la imaginación de los jugadores. Si pudiéramos colocar sobre la mesa del billar una máquina fotográfica que automáticamente sólo sacara la fotografía de los movimientos de las bolas, los centenares de las jugadas de una tarde darían la preferencia a unas respecto de otras, las posiciones iniciales de las bolas estarían comprendidas dentro de cierta región de la mesa y las finales tendrían con las iniciales en cada jugada ciertas relaciones, y todo ello con tal variedad que se puede afirmar con seguridad que no habría dos jugadas absolutamente iguales. Todas estarían comprendidas dentro del perímetro de la mesa. Pero aunque pueda estudiarse de ese modo el complejo de trayectorias de las bolas del billar, no por eso hay derecho para poner en duda el principio de causalidad, esto es, no podemos en el juego real prescindir de los jugadores: ellos son los que han movido las bolas: en ellos hay que considerar su vista por la que ven el sitio donde están las bolas y el perímetro de la mesa, la inteligencia con que calculan en cada caso el resultado previsto, la destreza en realizar la jugada premeditada etc.

En nuestro caso de los elementos electrónicos son bolas de billar demasiado pequeñas para ser vistas directamente, sus posiciones iniciales se alteran al enviarles la onda luminosa para que las veamos: no podemos seguir con observación directa el camino seguido por los electrones, pero podemos deducirlo por los efectos y con el cálculo de probabilidad. Y lo acontecido en el juego de billar, tampoco con los electrones podemos en realidad dejar de admitir las causas que han determinado en cada caso particular su movimiento.

No es dificultad el que no podamos obtener dos trayectorias absolutamente iguales para negar la existencia de las causas, y creer que los electrones se mueven por que sí, al azar, y sin que haya quien eficientemente los mueva para cada caso. Si tomamos por norma la repetición y constancia de los fenómenos debidos a causas complejas y condiciones múltiples, no podemos observar la regularidad de una ley constante: quien se guíe en su método científico con la norma de la experiencia pura no podrá afirmar la constancia de los procesos físicos, constancias que identifica con la ley natural, sino sólo podrá afirmar una constancia relativa de aproximación probable. Pero quien no se contente con lo observado sino que atienda a todo el proceso real con sus lazos de causalidad, de una parte distinguirá de la ley propiamente dicha la constancia relativa, y definirá en consecuencia la ley por la inclinación y determinación de las causas y complejos de ellas para realizar sus efectos, y no la definirá por la uniformidad del proceso. La determinación de las causas para realizar sus efectos es constante mientras Dios no intervenga con un milagro: la regularidad de los procesos mismos no es constante y absoluta. No menos determinado es el efecto mil veces repetido idénticamente que los efectos múltiples y singulares que se hayan dado sólo una vez en el universo. Los procesos más bien son de aproximación probable y exigen para su constancia relativa la constancia de las causas y condiciones que intervienen, pero que en su conjunto difícilmente se ven con idénticas relaciones de complejidad.

Ley de Naturaleza es la participación de la ley eterna de Dios en las causas no libres, en virtud de la cual están determinadas a producir siempre los mismos efectos en igualdad de condiciones. De esta manera no se puede identificar la constancia observada y norma experimental con la causalidad y ley interna que enlaza invariablemente (siempre salvo el caso del milagro) cada efecto parcial con su causa peculiar. Ley no es la costumbre de Dios (que costumbre dice algo irreflexivo) sino el orden impuesto por la sabiduría de Dios en la gobernación de todas las causas del mundo para establecer y conservar el orden cósmico, y el orden es el bien próximo a que atienden todas las energías cósmicas en el plan divino de la creación.