

EL EXPERIMENTO COMO MEDIO EN LA INVESTIGACION DE LA NATURALEZA

por el Dr. HENNING MÜLLER
De la Universidad de Maguncia

Podría tentarnos la idea de iniciar una consideración sobre el experimento con una definición del mismo. Mas habría el peligro de lastrar con ello de antemano, con una falsa o inadecuada definición, las reflexiones que siguen. Indudablemente en las distintas esferas científicas el experimento es valorizado de distinto modo y en diversa forma aplicado. De un experimento único pueden obtenerse inequívocas conclusiones y por una experimentación en masa puede llegarse apenas a resultados sólo valorizables estadísticamente. Frente al criterio de libre aplicación del experimento tenemos el de la limitada aplicación de los métodos experimentales. Todas estas características no podrán ser desentrañadas a través de una esclarecedora o analítica definición del concepto "experimento". Parece, pues, más acertado y adecuado no entorpecer nuestras consideraciones con una definición de antemano propuesta.

Vamos, pues, al tema. Nos da el punto de partida el problema de si es posible lograr un avance efectivo en las ciencias naturales procediendo a poner en trance de respuesta a la naturaleza por recurso a un experimento, abstracción hecha de las ideas reconocidas, o justamente puestas en tela de juicio, en relación con la esfera objetiva de que se trate, y considerando que la apremiada respuesta, dentro del cuadro de una teoría aparentemente incommovible, como consecuencia de una indeseable ambigüedad, en opinión del experimentador no podría ser obtenida o sólo se obtendría una respuesta falsa. La pregunta sobre la posibilidad de avance que plantea este problema —punto de partida de las consideraciones que siguen, como advertimos ya—

si es rectamente comprendida, es obvio que, siempre y en cualquier ocasión, será contestada afirmativamente, aunque inconscientemente acaso. Más aún: está generalmente extendida la convicción de que en la esfera de la investigación de la naturaleza es imposible, sólo sobre la base de un hallazgo empírico, lograr un avance por pura reflexión, es decir, renunciando a una ulterior cooperación del objeto y que sólo quien pregunte a la naturaleza y la ponga en trance de respuesta —quien experimente, pues— puede alcanzar nuevos resultados. Para que no haya duda: toda reflexión afortunada sobre conexiones en la esfera de las ciencias naturales ha de tener por fundamento un complejo de hallazgos empíricamente comprobados. Ahora bien, la historia de la ciencia natural ha demostrado que por la reflexión sobre tales hallazgos —incluso no es raro que sólo por dicha reflexión— puede iniciarse el proceso de un avance que en algunos casos sólo mucho más tarde es reconocido unánimemente como tal avance, como auténtico progreso. Quiere decirse, pues, que para que se logre un progreso los hallazgos empíricos exigen, por lo general, ser aprehendidos bajo un punto de vista supraordinado: exigen una teoría.

El investigador de la naturaleza recurre para su tarea a diversos métodos, si bien no rigurosamente disociables: el descriptivo, el experimental y el teórico. Sería mejor decir que cree (fortalecido en esta fe por la experiencia) poder describir un objeto científico (generalmente todo un complejo de fenómenos) con uno de estos métodos, o bien, lo que es ya algo más, investigarlo. Naturalmente hay muy distintos criterios sobre lo que se llama co-

múnmente "investigación"; ni siquiera puede darse por indiscutiblemente sentado de antemano qué es lo que "investigación" y "progreso" significan... y mucho menos qué valor tiene el "investigador". El papel que el investigador mismo representa en la ciencia natural en ninguna parte se manifiesta con tanta claridad como en el terreno de esta problemática. Diríase que para la explicación de estos conceptos quien sobre ellos especula se orienta por la evolución histórica, con lo que no debe olvidarse que una fase evolutiva determinada puede valorizarse de modo completamente distinto. Quiere decirse que la misión de la ciencia de la naturaleza ha sido valorizada, en distintas épocas, de modo completamente distinto y que el acento de la investigación misma aparece desplazado, siempre de nuevo, en el terreno metódico.

Claro que al experimento va siempre unida la observación, otra cosa es difícilmente concebible. En cambio es posible la observación sin el experimento: pensemos tan sólo en la astronomía. Por otra parte una teoría deberá tener siempre por fundamento un hallazgo empírico, ya sea logrado por la vía de la observación o de la experimentación, circunstancia que los científicos que trabajan experimentalmente algunas veces olvidan, aunque parecezcan que apoyan la hipótesis en la primacía de la experimentación. La observación está limitada, frente al experimento, por la restricción de que el proceso de la naturaleza que es objeto de investigación permanece, abstracción hecha del *minimum* accesible, ajeno al influjo del investigador, de modo que —si se exceptúa un pequeño remanente, que de momento no vamos a considerar— se desenvuelve sin intervención exterior, en cierto modo por sí mismo, independiente de la observación. En el experimento desaparece restricción semejante: se maniobran artificialmente condiciones en virtud de las cuales aquellos influjos que se cree —aquí se sitúa un punto decisivo— carecen de importancia para los

problemas a que ha de responder el experimento, son eliminados. Detengámonos aquí un instante. Por lo general no se realiza un experimento sin obedecer a un plan. Base del experimento es, casi siempre, un problema determinado, cuya respuesta ha de ser independiente de una serie de influjos eliminados en gran medida; para que sea acertada la interpretación dada ulteriormente, esta premisa, en cierto sentido arbitraria, debe ser certera. Aquí reside, indudablemente, una decisiva dificultad de la tarea experimental.

Séanos permitido aludir aquí —como entre paréntesis— al hecho de que existe la ciencia natural teórica autónoma: en primer término una física teórica. Que la biología teórica no pueda aún reclamar para sí una posición de rango parecido no se debe a una diferencia fundamental, como a menudo se pretende, sino, sobre todo, al estado en que todavía se encuentra esta ciencia complicadísima.

Una referencia a la evolución histórica será aquí oportuna. En la antigüedad preclásica el principal método de una investigación de la ciencia natural, en gran medida no consciente aún, era la observación. Si hacemos caso omiso de los anteriores filósofos de la naturaleza, podríamos considerar a Aristóteles como el primer teórico de las ciencias naturales. En todo caso la primacía del pensamiento tiene tal relieve en la ciencia natural griega, que —vista desde hoy— los éxitos comparativamente exigüos de esta época pueden atribuirse a la indiscutible desproporción entre la cooperación productiva científica de los componentes empíricos por una parte y los componentes especulativos por otra.

La ciencia natural, que trabaja con medios cuantitativos y experimentales, es de fecha mucho más reciente. Sólo a partir de Roger Bacon va cobrando gradualmente auge el método de añadir a la observación y la reflexión la directa consulta a la naturaleza misma como medio de investigación.

Tal vez no sea errado ver en Roger Bacon

algo así como un teórico del experimento, cuya importancia científica reside, menos en el impulso que la ciencia le deba en virtud de investigaciones propias, que en el hecho de haber sido el primero que elevó a la categoría de principio la necesidad de una acción recíproca constante entre experiencia y reflexión. Más aún, en tiempos posteriores a Bacon, en los que hoy se sitúan los comienzos de la investigación natural, estaban muy lejos todavía los investigadores —con excepciones bien escasas, como un Galileo, un Kepler— de ser dueños de la capacidad de disociar en su tarea lo esencial de lo contingente. Faltaba aún el seguro sentido que otorga el principio fundamental, en la ciencia natural moderna generalmente reconocido, de que una conexión entre premisas por lo demás semejantes es de valor tanto más alto cuanto de modo más general pueda formularse y cuanto mayor sea la esfera de la experiencia que domine. La extraordinaria importancia de las leyes de Kepler reside en el hecho de que no sólo caracterizan todo movimiento real de los planetas, sino todo movimiento imaginable. Una importante peculiaridad de la ciencia natural de tipo moderno consiste en una tendencia que puede caracterizarse por el hecho de que aquellos procesos descritos en el cuadro de una teoría y que son consecuentemente objeto de investigación experimental, parecen substraerse más y más a la percepción inmediata. Acaso la siguiente reflexión esclarezca lo que aquí quiere decirse.

Durante mucho tiempo se creyó comprender tanto mejor un complejo de fenómenos naturales cuanto más corta fuera la cadena causal que conectase los procesos determinantes de las leyes en cada caso con las percepciones en cada caso logradas. Se consideraban los fenómenos que en este sentido pudiesen ser largamente percibidos en forma inmediata como evidentes. Sin duda vale esto para aquellos fenómenos que en la esfera de la mecánica pueden ser suficientemente descritos, lo que trajo

consigo que pareciera siempre satisfactorio lograr, en esferas completamente distintas de la ciencia natural, caracterizar procesos de modo formalmente parecido. Se creía, con ello, haberlos comprendido, llegándose por aquí a conceptos que de manera algo sumaria y poco feliz se calificaron de mecanicistas. La moderna ciencia natural hace mucho que abandonó estas ideas, que hoy nos parecen algo primitivas, y con todo el respeto que le inspira el importante papel que desempeña el pensamiento humano en el planteamiento de una teoría en la esfera de la ciencia natural, no cree que la naturaleza deba tolerar siempre una descripción evidente en sentido humano, que ha de considerársela como algo dado y que la física teórica, por ejemplo, como prototipo de ciencia natural, se desarrolla necesariamente en la medida en que es determinada por la totalidad de sus objetos.

Así, pues, diremos que objeto de la moderna investigación natural no son —por lo menos no lo son en primer término— las percepciones (que es lo que los experimentos pueden transmitir de modo inmediato), sino los hechos que como secuela de las percepciones (secuela no en el sentido de la constructibilidad de relaciones causales) creemos verificar con ayuda de la reflexión. A menudo suele pasarse por alto esta circunstancia a pesar de su incuestionable evidencia, debido acaso a la extraordinaria problemática a que nos lleva el problema con ella apenas esbozado, ciertamente, de si puede haber una realidad allende el mundo de los fenómenos. Y a él tan sólo estamos vinculados por nuestros sentidos. Claro que no va a discutirse aquí, en su plena generalidad, este problema. De lo que aquí se trata es sencillamente de la comprobación de que no son las impresiones de los sentidos transmitidas por un experimento las que por sí solas constituyen conocimiento de la naturaleza y que antes bien la reflexión debe intervenir necesariamente. En este sentido la importancia del experimento aparece limitada

como la de un medio en la investigación de la naturaleza.

Acaso convenga que elucidemos a continuación algunos puntos de vista especiales —arbitrariamente desglosados de la multiplicidad de lo cardinal— que parecen tener importancia en conexión con el problema de los signos característicos del experimento científico. El rango de un experimento está determinado por el planteamiento del problema que le sirve de base, no por las dificultades que se oponen a su realización. Quiere con ello decirse que la problemática que ha de conducir a un experimento de relieve científico no debe traer su origen de la mera curiosidad, ni de la simple aspiración a aumentar el caudal de los conocimientos. Valga aquí un ejemplo. Si un científico fotografía espectros atómicos en gran amplitud y se reduce a guardar las placas en su archivo, con sólo ello en nada se profundiza el conocimiento científico, ni se hace avanzar en nada a la ciencia natural; ni siquiera queda atenuado este juicio alegando, por ejemplo, las dificultades superadas. Cosa distinta es que un experimentador, basado en no infundadas dudas sobre la exactitud de la imagen de Bohr sobre los procesos en el átomo, verifique sus mensuras con el objeto de substituir la imagen de Bohr por otra más depurada, con cuya ayuda acaso pudieran eliminarse eventuales discrepancias. Si la mensura de los espectros sólo ulteriormente hiciera surgir la duda sobre la validez universal de la teoría establecida, quedaría disminuido el logro del experimentador por la mácula del éxito casual. Podemos, pues, decir que la problemática determina el rango del experimento. Por otra parte corresponde el rango de la problemática al valor de la teoría —juzgada, por ejemplo, desde el punto de vista de la universalidad y la simplicidad— puesta a prueba por el experimento.

Y una nueva consideración. Evidenciase la necesidad de la investigación experimental justamente cuando la situación científica está

caracterizada por la convicción de que, en un sentido muy general, una teoría no es exacta o lo es contingentemente. Al no poder anticiparse el resultado de un experimento, si hacemos abstracción de la extendida curiosidad de aprender algo nuevo, no existe, de momento, motivo alguno para llevarlo a cabo. Su resultado sería valorizado simplemente como hecho informativo. Si tales experimentos se realizan, no obstante, es porque manobran una situación que condiciona nueva investigación, cabalmente nueva investigación teórica. Cosa distinta ocurre cuando ha ido tomando cuerpo la no infundada convicción de que una teoría establecida es falsa y que ello podrá demostrarse por determinado experimento. O cuando se argumenta que es posible describir los fenómenos de una esfera aceptablemente delimitada de (por lo menos) dos maneras exactamente y que es por lo tanto necesario alcanzar una decisión recurriendo a un nuevo experimento. Quedamos, pues, en que, al no ser posible predeterminar el resultado de un experimento, no apremia la necesidad inmediata de llevarlo a cabo. En cambio un experimento significa avance en la situación científica cuando puede pronosticarse el resultado sobre la base de una teoría establecida, pero existen motivos para suponer que el resultado no confirmará el pronóstico, o cuando basándose en distintas teorías el pronóstico puede ser formulado de diversa manera y es necesario decidir. Un hallazgo experimental no explica, pues, generalmente, nada: necesita —si ha de tener trascendencia científica— explicación. Será, por lo general, tanto más importante cuanto menos de acuerdo esté con acreditados y aparentemente seguros conceptos sobre un complejo de fenómenos aceptablemente delimitados. Quiere decirse que un experimento cuyos resultados puedan interpretarse sin dificultad en el cuadro de una teoría acreditada es realmente superfluo: el investigador de la ciencia natural espera del resultado del experimento una pre-

gunta que requiera una respuesta que regularmente deberá ser formulada por la vía de nueva investigación teórica. Un poco toscamente expresado: son importantes aquellos experimentos cuyos resultados parecen completamente incomprensibles.

Un nuevo punto de vista. Parece ocurrir que por un experimento se proyectarían siempre relaciones que vinculan percepciones entre sí sobre nexos que relacionan hechos entre sí. Constituye esto, por así decirlo, el acto elemental de la investigación en la ciencia de la naturaleza, a la que correspondería en una más general y por ello, naturalmente, menos matizada formulación, el enunciado de que el conocimiento de la naturaleza se basa en una acción conjunta del percibir y el pensar. Es seguro que un experimento es dispuesto siempre en conexión con determinadas reflexiones. Cuando a Galileo, por ejemplo, sus observaciones le indujeron a creer que era falso probablemente, o no seguramente exacto, cuando se decía que en la caída de los cuerpos la velocidad dependía, en cada caso, del peso del cuerpo, lo que le interesó fue idear un experimento que pudiera confirmar su convicción de la inexactitud de la opinión imperante. Sus ensayos sólo le suministraron por lo pronto, naturalmente, relaciones entre percepciones. Es, por lo tanto, decisivo el próximo paso: la proyección de estas relaciones entre percepciones sobre relaciones entre hechos. Quiere, pues, decirse, que para poder hablar de un conocimiento en la esfera de la ciencia natural se requiere la proyección de una relación que vincula entre sí he-

chos naturales sobre un complejo de impresiones de los sentidos que parecen engendrados por la naturaleza. Claro que no es aquí el proceso natural en su totalidad, sino determinados fenómenos a él vinculados los que —como puntos fijos en cierto modo— provocan una impresión de los sentidos, siendo percibidos así en forma más o menos inmediata. Quiere decirse que para poder valerse, por así decirlo, de impresiones de los sentidos, incluso sólo como punto de partida para la aprehensión de un proceso natural, debe ser construido este proceso por la vía de la combinación espiritual de tales impresiones. Un proceso natural es engendrado por el pensamiento: ¿en este sentido no es algo “dado”!

Una referencia aun, para terminar, al punto —en uno u otro lugar ya mencionado— que en conexión con la valorización del experimento como un medio para la investigación de la naturaleza, parece ser decisivo.

La moderna ciencia natural manifiesta una tendencia evolutiva que hace aparecer cada día más debilitada la trascendencia de la investigación experimental en cuanto es cultivada con el exclusivo objeto de recopilar hallazgos empíricos. Positivamente expresado quiere esto decir que la ciencia natural está caracterizada por la acción conjunta de un componente empírico y un componente especulativo. La importancia del experimento como medio de investigación en la ciencia natural reside en el hecho de que puede recusar ciertos conceptos sobre la génesis de vivencias de la percepción aptas para ser reproducidas.