

## INDUCCION Y FILOSOFIA DE LA CIENCIA (\*)

La transformación de los datos concretos de los sentidos en los conceptos universales del entendimiento se realiza por medio de un proceso cognoscitivo conocido en filosofía con el nombre de inducción. La explicación epistemológica de cómo se realiza este proceso cognoscitivo en la física plantea uno de los problemas más debatidos actualmente en la filosofía de la ciencia. Por una parte, el entendimiento depende de los datos que suministran los sentidos. Por otra, el contenido de los conceptos de la física es, generalmente, superior al de los datos suministrados por los sentidos. Whitehead en su conocido estudio "La Ciencia y el Mundo Moderno" dice que la teoría de la inducción es "la desesperación del filósofo y, sin embargo, toda nuestra actividad se basa en ella" (1). Idea que Bertrand Russell comparte plenamente: "El principio de inducción... plantea algunos de los problemas más debatidos y difíciles en la filosofía" (2).

La inducción que venimos investigando no es la inducción de los conceptos comunes, de los universales obtenidos por la acción abstractiva del entendimiento, y que se basan en la experiencia ordinaria. Lo que buscamos es más bien la inducción que origina las leyes y teorías científicas, la que descubre las hipótesis y los principios de la ciencia.

La inducción Baconiana, equivalente a la inducción que los científicos llaman "por enumeración", es para muchos la raíz de la ciencia y del empirismo moderno. Las hipótesis y las leyes, dicen, se

---

\* Este pequeño trabajo de nuestro colaborador se publica a la vez este año en la Revista ARBOR.

(1) ALFRED N. WHITEHEAD, *Science and the Modern World*, Mentor (Nueva York, 1959), p. 29.

(2) BERTRAND RUSSELL, *The Problems of Philosophy*, Galaxy (Nueva York, 1959), p. 69.

descubren a través de una observación cuidadosa y de una ingente acumulación de datos sensibles. Los principios de la física, es decir, leyes y teorías, se derivan de ellos. La verdad, sin embargo, es que la inducción Baconiana es incapaz de derivar las leyes y teorías de la física actual. "La inducción Baconiana, dice Reichenbach, es demasiado simple y se funda en la confianza en el sentido común" (3). Es demasiado simple e incapaz de la inducción porque, aunque los conceptos comunes están directamente relacionados con los datos de la experiencia, estos conceptos corresponden solamente a una concepción rudimentaria de la ciencia física. Pero no corresponden a la ciencia actual que gradualmente se va desarrollando más y más alejada de los datos sensibles. La acumulación cuantitativa de datos no es garantía suficiente de inducción, como la experiencia prueba, ya que ninguna ley física de importancia ha sido descubierta así. En cambio a veces ocurre que unas pocas observaciones de importancia, cualitativamente significativas, en manos de un físico de talento, pueden "sugerir" una nueva ley. Por ejemplo, la ley correspondiente al efecto foto-eléctrico  $\frac{1}{2}mv^2 = h\nu - \Phi$ , descubierta por Einstein con unos pocos datos experimentales. Aunque es cierto que ninguna ley se deriva exclusivamente de los datos, el elemento humano es siempre un factor importante en el descubrimiento.

Reichenbach define la posibilidad de la inducción científica fundada en la teoría de la probabilidad: "El principio de la inducción está totalmente aceptado en la ciencia y nadie puede dudar de su existencia" (4). Esta opinión ha sido impugnada violentamente por Popper que afirma que el principio de la inducción conduce a inconsistencias lógicas (5). Sin embargo conviene aclarar que lo que Reichenbach va buscando no es el principio de inducción, sino más bien la justificación de las teorías. Distingue claramente entre la esfera del descubrimiento y la esfera de la justificación, y dice: "La lógica

(3) HANS REICHENBACH, *The Rise of Scientific Philosophy*. Universidad de California, (Berkeley, 1959), p. 84.

(4) HANS REICHENBACH, *Erkenntnis*, 1, 1930, p. 67.

(5) KARL POPPER, *The Logic of Scientific Discovery*, Basic (Nueva York, 1959) dice: "I should still contend that the principle of induction is superfluous, and that it must lead to logical inconsistencies... For the principle of induction must be universal statement in its turn... To justify it, we should have to employ inductive inferences; and to justify these we should have to assume an inductive principle of a higher order; and so on. Thus the attempt to base the principle of induction on experience breaks down, since it must lead to an infinite regress". p. 29.

trata solamente de la justificación de las teorías.. Y la justificación de las mismas por medio de los datos sensibles es el objeto de las teorías de la probabilidad" (6). Es decir, la inducción en este sentido no es relación entre la observación y el descubrimiento de los principios, entre lo singular y lo universal. Es más bien una relación entre los principios de la física y la correspondiente verificación experimental de los mismos por medio de los datos de la observación. Aunque inducción y verificación están relacionadas, pertenecen, sin embargo, a dos procesos cognoscitivos diferentes. Nosotros, conservando la significación tradicional, llamamos inducción nada más al descubrimiento de leyes y teorías, no a la correspondiente verificación experimental de las mismas.

La inducción característica de la física es la inducción que tanto físicos como filósofos llaman inducción por intuición o imaginación. La inducción no es un resumen de los datos, sino más bien una descripción o explicación de los mismos. La distancia que existe entre los datos científicos por una parte, y el contenido físico de las teorías e hipótesis por otra, es tan manifiesto que un proceso inductivo, tal como lo imaginó Stuart Mill, es imposible de defender en la física actual. La concepción de los principios, dice este autor, es imposible que la realice la inteligencia a no ser que antes se lo hayan suministrado a ella. Víctima del mismo error fueron Newton, Ampère, y la mayoría de los físicos del siglo XIX, que, de buena fe, creyeron en la posibilidad de derivar las leyes y teorías exclusivamente de los datos empíricos existentes. Sin embargo, si la inducción se considera como un proceso intelectual conducente a la formación de la física —leyes, teorías e hipótesis—, deducidos exclusivamente de los datos experimentales, entonces, la inducción científica es imposible.

1) La historia de la ciencia nos enseña —basada en el examen crítico del descubrimiento de hipótesis, leyes, empezando por las de Newton y terminando por la del último físico teórico—, que no existe un sólo físico que haya derivado y descubierto las hipótesis basado "exclusiva y totalmente" en los datos empíricos existentes. El descubrimiento de las hipótesis es simultáneo con un fenómeno psicológico digno de tenerlo en cuenta, a saber, los físicos totalmente absorbidos por la investigación no se dan cuenta del subjetivismo que inculcan en las leyes y teorías científicas. Newton, por ejemplo,

---

(6) HANS REICHENBACH, *The Rise of Scientific Philosophy*, p. 231.

dice: "Todavía no he podido deducir de los fenómenos las razones de las propiedades de la gravedad y yo no invento hipótesis. Porque todo aquello que no se deduce de los fenómenos se llama hipótesis, y las hipótesis, sean metafísicas o físicas, sean mecánicas o de cualidades ocultas, no son permitidas en la filosofía experimental. En filosofía, las proposiciones se deducen de los fenómenos y se generalizan por inducción. Así es como llegamos a conocer la impenetrabilidad, la movilidad, el ímpetu de los cuerpos y las leyes del movimiento, así como la gravedad" (7).

Estas palabras debieran servirnos de meditación. Las leyes de Newton fueron ciertamente deducidas por argumentos basados en la experiencia. Pero no nos engañemos con las palabras del físico inglés. Estas leyes contienen hipótesis, que —la teoría de la relatividad lo ha demostrado, a pesar de la afirmación del mismo Newton, "yo no invento hipótesis"— no son consecuencias de los datos, ni fueron derivadas totalmente de la realidad. Fueron inventadas, poco a poco, por el genio excepcional del físico británico. Todavía hoy, tres siglos después de su descubrimiento, no se ha probado empíricamente la existencia de la fuerza de la gravedad, base de la gravitación universal.

Ampère nos asegura que la teoría que descubrió y lleva su nombre fue totalmente deducida de la experiencia. Pierre Duhem, con la maestría que le caracteriza, prueba que "lejos de ser el caso de que la teoría electrodinámica de Ampère fue totalmente deducida de la experiencia, la experiencia jugó un papel mínimo en su formación. Fue sencillamente la ocasión que despertó la intuición de este físico de genio; el resto lo hizo él" (8).

En la física moderna, los dos principios de la teoría especial de la relatividad no fueron derivados de los datos de observación. El físico alemán Juan Stark dice que la teoría está basada en el dogma de que la velocidad de la luz es la misma en todos los sistemas de referencia; y Philipp Frank asegura que los principios de esta teoría "no fueron derivados de los datos de la experiencia, y ni siquiera de los experimentos imaginados y llevados a cabo por los físicos ac-

(7) ISAAC NEWTON, *Principia*. Cf. FLORIAN CAJORI, *Sir Isaac. Newton's Mathematical Principles of Natural Philosophy*, Universidad de California (Berkeley, 1949), p. 547

(8) PIERRE DUHEM, *The Aim and Structure of Physical Theory*, Universidad de Princeton, (Princeton, 1954), p. 199.

tuales" (9). Existen ciertos datos que sugieren esos principios. Einstein inventó el resto, ciertamente la parte más importante. Las leyes electromagnéticas de Maxwell tampoco fueron derivadas de la observación de los fenómenos. Son más bien el resultado de la intuición excepcional del autor de la mismas. El átomo de Bohr, que según Einstein "constituye la expresión máxima de musicalidad en la esfera del pensamiento", no está fundado principalmente en los datos experimentales, sino más bien "en el tacto e instinto único de Bohr" (10). La mayoría de las partículas elementales han sido preanunciadas teóricamente antes de su descubrimiento en los reactores. El principio de Pauli, que dice que el número cuántico de dos o más electrones no puede nunca ser el mismo, fue también descubierto siguiendo argumentos teóricos (11). La hipótesis cuántica de la emisión de energía en un cuerpo negro también contiene más de lo que los hechos de la observación sugieren. Los tres axiomas de la teoría cuántica, a saber: "(i) A cada observable  $p$  corresponde un operador  $P$  (ii) Los únicos valores posibles que la medida del observable  $p$  puede tener son los valores propios de la ecuación  $P \psi = p \psi$ . (iii) Cuando un sistema se encuentra en el estado  $\Phi$  el valor medio de una serie de medidas del observable  $p$  está dado por la fórmula  $\bar{p} = \frac{\int \Phi^* P \Phi d\tau}{\int \Phi^* \Phi d\tau}$  en donde  $P$  es el operador correspondiente a  $p$ " (12), tampoco están derivadas de los datos experimentales ya que suponen mucho más que lo que los datos contienen. El principio de complementariedad de Bohr no fue derivado de la experiencia. La hipótesis dualista de la materia debida a Luis de Broglie fue descubierta a priori. Toda la historia de la física demuestra la imposibilidad de deducir teorías y leyes exclusivamente de los datos empíricos. Aún más, en la física contemporánea los investigadores consideran útil y hasta

(9) PHILIPP FRANK, *Philosophy of Science*, Prentice Hall (Nueva Jersey, 1957), p. 186. Con relación al primer postulado de la teoría especial de la relatividad, H. DINGLE, *Mon. Not. R. A. S.*, 1959, 119, 67, dice que no existe en el momento presente evidencia experimental a favor o en contra del postulado.

(10) ALBERT EINSTEIN, *Albert Einstein: Philosopher Scientist*, Tudor (Nueva York, 1957), p. 47.

(11) WOLFGANG PAULI, *Exclusion Principle and Quantum Mechanics* (Neuchâtel, 1947), Ed. du Griffon, p. 21.

(12) R. LINDSAY AND H. MARGENAU, *Foundations of Physics*, Dover (Nueva York), pp. 404-411.

necesario ir más allá de los datos. El elemento subjetivo es un factor importante tanto en el descubrimiento como en la formación de las teorías físicas. En muchos casos concretos fue ciertamente útil asumir la existencia de objetos y elementos mucho antes de que se conociera el procedimiento conducente a su descubrimiento experimental, como, por ejemplo, en el caso del anti-protón.

2) La observación física de los datos no es neutral. La observación se realiza siempre con la ayuda intelectual que suministran las teorías físicas existentes. Y es difícil, por no decir imposible, romper totalmente con una tradición científica que se impone inconscientemente en toda nuestra actividad mental. Y como las teorías físicas contienen sin excepción elementos subjetivos, el físico inicia su investigación basada en un grupo de principios que no son totalmente objetivos, y que en multitud de ocasiones no pueden ser verificados experimentalmente. La observación física es sólo parcialmente empírica. Por consiguiente las teorías y las leyes empíricas deducidas de ellas llevan indeleblemente el sello de un subjetivismo inicial que influye toda la física.

La observación directa —que fue la observación propia del siglo XIX y característica de la física clásica— ha ido desapareciendo gradualmente, especialmente en la física atómica y nuclear. La mayoría de la observación actual es observación indirecta. Los átomos y los elementos nucleares no pueden ser observados directamente, sino solamente sus efectos, como en el caso de las partículas elementales. Lo que el físico realmente observa son huellas, trayectorias, no las partículas elementales en sí misma. Los átomos y las partículas elementales son tan mínimas que caen fuera de la región que los sentidos pueden detectar. Los sentidos ven huellas, trayectorias; el entendimiento, utilizando el principio de causalidad, infiere la existencia de las partículas y algunas de sus propiedades. Esto presupone un cambio radical en el desarrollo de la física, ya que la ausencia de la observación directa de los elementos físicos se compensa con una mayor influencia del elemento subjetivo intelectual, en la formación de las hipótesis y teorías. Y como la observación actual de la física está casi exclusivamente constituida por observación indirecta, la observación estricta de las teorías de los datos es, en este caso, de una imposibilidad absoluta. Por lo cual William Kneale llama a las hipótesis correspondientes a esta observación "hipótesis transcendentales". Y a la inducción correspondiente a ellas "inducción secundaria".

ria", señalando así la imposibilidad de una inducción directa de las hipótesis y teorías físicas (13).

3) Las leyes físicas están derivadas parcialmente de la realidad. Pero la derivación de las mismas implican siempre una transformación de la realidad, ya que las leyes presuponen una selección e idealización de los elementos que componen la realidad física. Esta propiedad de las leyes no es consecuencia de la naturaleza de la realidad, sino de la limitación de nuestro conocimiento. La realidad física se muestra ante el científico potencial, compleja, oscura y por consiguiente difícil de aprehender. Para superar esta dificultad el científico simplifica la naturaleza, la hace asequible, adaptada a las posibilidades intelectuales de los físicos teóricos. La simplificación de la realidad se realiza mediante un doble proceso mental que implica: (i) La selección de los factores inteligibles que componen la realidad física, así como la correspondiente omisión de aquellos otros que obstaculizan la comprensión de la misma. (ii) La consiguiente idealización de los elementos seleccionados a fin de ajustarlos a la posibilidad matemática de los científicos.

La primera aproximación de un péndulo, por ejemplo, omite la resistencia del aire. La simple ecuación diferencial que describe su movimiento es:  $\frac{d^2 x}{dt^2} + p^2 x = 0$ , cuya solución general es  $x = A \cos pt + B \sin pt$ , en donde  $p = \sqrt{g/l}$ . El período del péndulo está dado por la fórmula  $\tau = 2\pi \sqrt{l/g}$ . Esta fórmula implica una selección y una aproximación; selección, porque se ha suprimido el aire; simplificación, porque aún así la fórmula no es una expresión exacta del problema planteado.

La segunda aproximación matemática utiliza las funciones elípticas, mucho más difíciles de resolver matemáticamente. La fórmula del período es  $\tau = 2\pi \sqrt{l/g} \left(1 + \frac{\alpha^2}{16}\right)$  más exacta que la anterior. La segunda aproximación física considera la resistencia del aire equivalente a una fuerza que se opone al movimiento del péndulo. En el caso de resistencia ligera la solución general aparece en la forma si-

(13) WILLIAM KNEALE, "Induction, Explanation and Transcendent Hypotheses", en *Readings in the Philosophy of Science*, Appleton (Nueva York, 1953) p. 354, "I propose to call hypotheses about things of this kind transcendent, because I think it is necessary to indicate quite clear that they are concerned with things which are not observable even in principle".

guiente  $x = 1 - nt$ .  $[A \cos Pt + B \sin Pt]$ , más cercana a la realidad, pero implicativa todavía de una aproximación. Y así sucesivamente.

Las leyes físicas son expresiones de un mundo ideal, simbólico y aproximado; "dos obstáculos inevitables hacen impracticable el procedimiento puramente inductivo", dice Pierre Duhem. "En primer lugar, ni existe ley experimental que el físico puede utilizar, a menos que haya sufrido antes una metamorfosis que la transforme en una ley simbólica; y esta metamorfosis presupone la existencia de un grupo completo de teorías. Además, la ley experimental no es exacta, sino tan sólo aproximada, y por consiguiente susceptible de una infinidad de posibles traducciones simbólicas" (14).

4) Finalmente, y ésta es la razón principal, la metodología de la ciencia moderna ha puesto de manifiesto —en contra de la opinión de Newton que lo rechaza— la importancia de las hipótesis en la formación de los sistemas teóricos. El físico se guía en su investigación por los datos experimentales, por aquello que la experiencia sugiere, pero no encuentra en ello principio explicativo de los mismos. Por lo cual inventa libremente los principios; después acude de nueva a la naturaleza para corroborar la verdad o falsedad de los mismos.

La carencia de observación directa, por una parte, y el uso de las teorías conocidas de la matemática y de la analogía por otra, justifican esta inducción incompleta. El físico teórico usa de estos elementos del mismo modo que el detective usa de los datos de un crimen. El detective, a fin de proseguir la investigación, necesita de una hipótesis; luego teniendo en consideración todos los datos y procediendo con lógica, concluye hipotéticamente en el nombre del presunto criminal (15). El científico, de modo análogo, considera los datos experimentales existentes, y movido por ellos, establece libremente las hipótesis explicativas de los mismos. Luego deduce matemáticamente las leyes y conclusiones implícitamente contenida en esos principios hipotéticos, que tienen que ser verificados experimentalmente en la realidad. El proceso inventivo se inicia en la rea-

(14) PIERRE DUHEM, *Op. cit.*, p. 199.

(15) N. R. HANSON, *Patterns of Discovery* (Cambridge, 1958, Universidad de Cambridge, p. 107. "Newton was not an actuary who could squeeze a functional relationship out of columns of data; he was an inspired detective who, from a set of apparently disconnected events (a bark, a footprint, a stain), concludes 'The gamekeeper did it'".

lidad y en ella se termina. El resto, como dice Eddington, tiene lugar en territorio extraño.

El rasgo característico de los sistemas físicos actuales es la invención. Algunos científicos llaman a este sistema inventivo "imaginación creadora"; es, más bien, imaginación guiada por el entendimiento. Einstein ha sido quizá el físico que más ha contribuido a aclarar y divulgar el carácter inventivo de la física actual. Además acusa a los filósofos de ignorar la epistemología de la física: "no es éste el puente lógico entre los fenómenos y los principios físicos... El físico teórico acusa a los epistemólogos de no considerar debidamente esta característica de la ciencia" (16).

Pero la defensa del carácter inventivo de las hipótesis físicas es una cosa, y otra totalmente diferente la defensa de la epistemología Leibniziana, conocida en filosofía como la "armonía pre-establecida". "Esto es lo que Leibniz describe felizmente como la armonía pre-establecida... El deseo de comprobar esta armonía pre-establecida ha sido la fuente de la imperturbable paciencia con la cual Planck se ha dedicado totalmente a la investigación de los problemas fundamentales de la ciencia" (17). La armonía pre-establecida presupone un cierto paralelismo, una correspondencia entre el mundo externo y nuestras concepciones mentales: "Se percibe lo que pasa fuera, dice Leibniz, por mediación de lo que pasa dentro, que es como un espejo de las cosas externas; en virtud de esa armonía que Dios ha pre-establecido en la más bella y admirable de todas sus producciones, por la cual cada simple substancia es por naturaleza —por así decirlo— como una concentración, un espejo viviente de todo el universo" (18).

No sólo las hipótesis científicas, sino también los conceptos comunes serían invenciones de la mente humana: "estoy convencido, dice el físico alemán, que aún se puede afirmar más. Los conceptos que utilizamos en nuestras expresiones lingüísticas son todos —desde el punto de vista lógico— creaciones libres del pensamiento que no pueden ser obtenidos inductivamente de nuestras experiencias sen-

(16) ALBERT EINSTEIN, *Essays in Science*, The Wisdom Library (Nueva York, 1933), p. 4. También en p. 15, "These latter (the concepts), by the way are free inventions of the human intellect, which cannot be justified either by the nature of the intellect or in other fashion a priori".

(17) ALBERT EINSTEIN, *Ibid.*, p. 4-5.

(18) LEIBNIZ, *The Leibniz-Clarke Correspondence*, Universidad de Manchester (Manchester, 1956), p. 83.

sibles" (19). Esto es ciertamente erróneo, así como la negación de la posibilidad de la inducción de los conceptos comunes de aquello que no cae dentro de la esfera de los sentidos. El ciego de nacimiento no conoce el significado del color. Por eso, Bertrand Russell, en cuyo honor Einstein escribió la frase citada, considera falsa la interpretación epistemológica del sabio alemán respecto del origen de los conceptos comunes: "Si uno pudiera imaginar seres inteligentes viviendo en el sol, en donde todo es gaseoso, seguramente no tendrían concepto de número. Probablemente conocerían las matemáticas, pero la rama más elemental sería la topología... Quizá, por otra parte, Heráclito no hubiera inventado su filosofía si hubiera vivido en un país nórdico en donde los ríos se hielan durante el invierno. Por consiguiente, la tendencia general de estas reflexiones plantea serias dudas sobre la idea de que los conceptos se obtienen independientemente de la experiencia de los sentidos" (20).

Por tanto, la teoría de la armonía pre-establecida no puede ser la solución de la teoría física en general, ni de la inducción científica en particular (21). Una armonía entre realidad y mente, externa e interna, es una hipótesis aceptada en filosofía solamente por unos pocos. Es aceptable utilizar la matemática como instrumento de la física, con todas las posibilidades que ello supone. Pero no es lícito establecer a priori la correspondencia entre pensamiento y realidad. No existe tal armonía y, si existiera, las teorías serían completas y acabadas, en contra de lo que la historia nos enseña acerca de lo difícil que es la comprensión de la realidad mediante las teorías, por muy buenas que éstas sean.

El físico teórico es como un artista; utiliza la imaginación e inteligencia, y ayudado por la matemática, las teorías existentes y la analogía, trata de adivinar, poco a poco, por medio de un doble movimiento, ascendente y descendente, la estructura de la realidad física. Por consiguiente, como resumen de lo que venimos diciendo, citemos estas luminosas palabras debidas a Max Born: "Tengo el convencimiento de que no existe lo que pudiéramos llamar la ruta filosófica de la ciencia, con jalones epistemológicos fijos. No; esta-

(19) ALBERT EINSTEIN, "Remarks on Bertrand Russell's Theory of Knowledge", en *The Philosophy of Bertrand Russell*, Tudor (Nueva York, 1951), p. 287.

(20) BERTRAND RUSSELL, "Reply to Criticism", *Ibid.*, p. 697.

(21) Para una crítica de la armonía pre-establecida ver: CLARKE, "The Leibniz-Clarke Correspondence" p. 116.

mos realmente en la selva y tanteamos el camino poco a poco, edificándolo conforme avanzamos. No existen signos informativos en las encrucijadas, sino que son nuestras avanzadillas las que los establecen. Las ideas de Eddington y Milne, por ejemplo, constituyen esos jalones. La dificultad estriba en el hecho de que apuntan a dos direcciones diferentes. Dos teorías que pretenden estar establecidas a priori, pero que son ampliamente diferentes y hasta contradictorias'' (22).

Precisamente porque no existe inducción completa, es posible descubrir diversas teorías explicativas de los mismos hechos empíricos, como las de Eddington y Milne. La carencia de una auténtica inducción explica el carácter dialéctico de la física moderna. Las teorías científicas se van acercando a la realidad poco a poco, a través de aproximaciones sucesivas. La complejidad y potencialidad de la naturaleza por un lado, y la dificultad de comprender intelectivamente las esencias de las cosas sensibles por otro, justifica el carácter apriorístico e inventivo de las hipótesis, y la consiguiente verificación experimental a posteriori. El rasgo inductivo de la ciencia incipiente ha sido reemplazado por las invenciones dialécticas de la ciencia actual.

Los físicos que se dedican a la investigación teórica, aquello que descubren los principios de esta ciencia, conocen bien este importante rasgo del proceso científico. Pero no muchos filósofos, más acostumbrados a la inducción espontánea originativa de los conceptos comunes.

La metodología de la física y de la filosofía son ciertamente diferentes, aunque el sujeto es común en ambas. Estudian la misma realidad siguiendo caminos diferentes.

ANTONIO MORENO, O. P.

Universidad de Notre Dame, Indiana. EE. UU.

---

(22) MAX BORN, *Experiment and Theory in Physics*, Dover (Nueva York, 1956), p. 44.