

tudes narcisistas. Pero este peligro desaparece, si somos precisamente conscientes de los niveles con que operamos y los empleamos con oportunidad. El ideal de la comunicación con el paciente está representado por las conceptualizaciones descriptivas y las valoraciones intrínsecas. Pero el empleo de los otros dos niveles son recursos correctores y complementarios, cuyo uso determinan la oportunidad y la destreza.

En ciertas ocasiones, un paciente necesita que se le presente una valoración de tipo sistémico, para satisfacer la demanda de comprensión intelectual de algún problema. Otras veces, necesitará que se le proporcionen juicios de carácter comparativo, con objeto de ayudarlo a situarse de modo más realista dentro de su marco vital. Sin embargo, la mayoría de las veces se mostrará más apto e interesado en la asimilación de observaciones que se refieran a él como ser individual.

Después de esta somera revisión, podemos resumir diciendo que el primer nivel de conceptos, valoraciones y signos tiene correspondencia predominante con la ciencia. Es el lenguaje de los libros y estudios técnicos, que poco se emplea cuando se habla psicoanalíticamente con el paciente, aunque en la mente del analista se mantenga de continuo como trama estructural. Recordemos que la lectura de libros psicoanalíticos no suele tener efecto curativo; sin embargo, la comprensión intelectual, la curiosidad o la esperanza pueden ser estimuladas por ella. Aunque es el nivel que proporciona mayor seguridad, resulta inevitablemente general, vago, e incapaz de proporcionar una adecuada comunicación con el paciente.

El segundo nivel de valoraciones y conceptos permite una relación más directa y significativa, pero es solamente al alcanzar el nivel de lo intrínseco, descriptivo y señalador, cuando puede decirse que el analista establece la relación más singular y valiosa con su paciente.

Es fácil comprender que el lenguaje empleado no puede ser técnico ni rígido sino que estará matizado por las características personales del analista y determinado por su capacidad expresiva.

Estas consideraciones plantean interesantes problemas con respecto al narcisismo, al desarrollo del pensamiento psicoanalítico y sus relaciones con otras ciencias, y a la psicodinamia de la transferencia, que nos limitamos por ahora a señalar, ya que el objeto de este trabajo ha sido, principalmente, traer a la mente del analista el interés por algunos de los múltiples problemas que la lógica y la comunicación imponen a diario, tanto a su pensamiento científico como al trato con sus pacientes.

LA ANALOGÍA EN LA CIENCIA*

Robert Oppenheimer

ESCUCHÉ lo que el presidente Newcomb dijo para explicar el porqué se me pidió hablar aquí, pero no lo entendí claramente. He pensado acerca de esta cuestión desde entonces, y en respuesta al honor y al placer de haber sido invitado a venir, he aceptado. Me preguntaba qué podía hacer un físico profesional en esta tribuna, un físico profesional algo viejo y no tan animado, pero un físico después de todo.

Al principio pensé que su invitación tendría alguna relación con el Instituto de Estudios Avanzados. Ahí hemos tenido unos cuantos miembros que son psicólogos; tenemos un comité consejero formado por miembros de esta Asociación Psicológica a quienes apreciamos y en quienes confiamos, y esperamos que esto continúe. He aprendido mucho de ellos, y con frecuencia he hecho amigos. Pero no tenemos un programa de psicología; no tenemos un departamento de psicología. De hecho, tenemos sólo dos escuelas. Una se llama Escuela de Matemáticas y la otra, Escuela de Estudios Históricos, y puede ayudar a revelar las limitaciones de mi propio alcance si describo muy brevemente cuáles son éstas. Podrán reconocer mis puntos débiles, que se justificarán después, cuando prosiga con mi charla.

La Escuela de Matemáticas y la Escuela de Estudios Históricos tienen ambas, por supuesto, el problema de filtrar la inmensa, fascinante, incipiente, inmanejable complejidad de nuestra experiencia. Pero toman por vías bien diferentes. La Escuela de Matemáticas se preocupa por las relaciones, las formas, con la estructura lógica y la aplicación de estos patrones y su descubrimiento a las ciencias empíricas. Y así sucede que los psicólogos son miembros de la Escuela de Matemáticas.

La Escuela de Estudios Históricos utiliza una clase diferente de filtración. Cuando estuve, no hace mucho, en Inglaterra, hablé con Namier, que ha emprendido la recopilación de las biografías parlamentarias de todos los miembros del Parlamento, desde su origen hasta ahora. De los primeros Parlamentos, casi nada está disponible, en los anales, acerca de la mayoría los miembros, así que es difícil escribir de esto. Y actualmente es difícil escribir las biografías porque hay demasiados tomos acerca de cada uno; sólo en los siglos XVI, XVII y XIX, hubo la cantidad de material apropiado al alcance humano. La filtración de la historia es, desde luego, una muy especial. No sólo reduce el volumen de evidencia y experiencia disponibles, sino que se vale de personas que vivieron una vez quienes por sus acciones, sus evaluaciones, su tradición han seleccionado las cosas que permanecerán llenas de significado a través de los años.

* Presentado en la sexagesimatercera Reunión Anual de la Asociación Psicológica Americana, San Francisco, California, septiembre 4 de 1955. Publicado con la autorización de su autor recientemente fallecido.



Es frecuente en la historia que sólo el punto único, el que no tiene ninguna relación satisfactoria, completa y formal con patrones más generales es lo interesante. En la Escuela de Matemáticas sólo puede haber cosas lo suficientemente generales de manera que pueda reconocerse la estructura. Necesito añadir que un matemático que ha contribuido tan grandemente a la lógica, Gödel, ha dicho con respecto a las matemáticas, que es puramente un accidente histórico que se desarrollaran a lo largo de líneas cuantitativas. Éste, que es uno de los temas que he tomado como texto para hoy, puede moderar algo la austeridad de las dos escuelas de enseñanza. Con todo, tomándolo en conjunto, sólo puedo describir las relaciones del Instituto con la psicología, por medio de una historia.

Hace unos veinte años visité por vez primera el gran laboratorio en Nueva York, en donde el profesor Rabi y sus colegas estaban empezando a realizar los experimentos más emocionantes sobre rayos moleculares, y disfruté mucho mi visita. Pero al salir, noté que sobre la puerta se leía en letras algo polvorientas, "Laboratorio de rayos cósmicos", y le pregunté a Rabi: "Pero, ¿qué es lo que pasa"? "Bien", contesto, "como ves no los dejamos afuera".

Termino, así, de hablar del Instituto, y mi segundo pensamiento es más bien simple. Es el decir unas cuantas cosas de la física que son, creo, interesantes y que espero puedan ser útiles si no son tomadas demasiado literalmente y muy en serio, también en los diversos campos de la psicología. Sé que es una terrible trampa de oso hablar de la filosofía de la ciencia; sólo voy a hacerlo en un sentido muy limitado.

Se pensará que las dos ciencias difícilmente podrían estar más separadas. En todos los esquemas jerárquicos son puestas aparte. La psicología, para todo el que trabaja en este terreno, se siente ser un nuevo tema en el cual el progreso verdadero y la objetividad real son recientes. La física es quizá tan antigua como las ciencias; la física tiene fama de poseer un gran cuerpo de certidumbres coherentes y conectadas. Esto no existe en la psicología, y sólo tenemos delante el principio de ella, los comienzos de las cosas que después serán unidas.

Pero siempre he tenido el sentimiento de que había formas en las que las dos ciencias tenían una comunidad; en cierto sentido, por supuesto, todas las ciencias la tienen. Una muy simple es que cada una de ellas responde a una curiosidad humana primitiva, permanente y penetrante: Qué son los cuerpos materiales y cómo se comportan, por un lado, y cómo se comporta la gente y animales que se parecen a los hombres, cómo sienten, piensan y aprenden. Éstas son las curiosidades de la vida común y nunca serán suprimidas. Ambas ciencias, por esta razón, difícilmente pueden emitir juicios importantes, de especie técnica, que no parezcan tener algo que ver con nuestros puntos de vista de la realidad en metafísica. Ambas tienen manifiestamente, y continúan teniendo, un efecto fresco e inspirativo en la teoría del conocimiento, en la epistemología.

Existen otras formas que nos hermanan. En los últimos diez años los físicos han hecho un aspaviento extraordinario acerca de los inmensos poderes que, en gran parte debido a sus esfuerzos, pero también a otros esfuerzos, están en posesión del hombre, poderes notables e impresionantes para una destrucción es-

pantosa y en gran escala. Hemos hablado de nuestras responsabilidades y de nuestras obligaciones para con la sociedad en términos que me suenan muy provinciales, porque el psicólogo difícilmente puede hacer nada sin darse cuenta de que para él, la adquisición de conocimientos le abre las más aterradoras perspectivas de controlar lo que la gente hace, cómo piensa, cómo se comporta y lo que siente. Esto es cierto para todos los que entre ustedes practican esta profesión, y a medida que el cuerpo de la psicología gana en certidumbre, sutileza y habilidad, puedo ver que el encarecimiento del físico, de que lo que descubre sea usado con humanidad y sabiamente, parecerá más bien trivial comparado con esos ruegos que tendrán ustedes que hacer y por los que tendrán que ser responsables.

Por supuesto, el punto es que a medida que la relevancia de lo que encontramos para el bienestar y destino humanos se vuelve más aguda y más manifiesta, nuestras responsabilidades de explicación, de comunicación, de enseñanza, crecen. Éstas son más bien responsabilidades de estar seguros que somos entendidos, que responsabilidades de tomar decisiones; son nuestras responsabilidades de poner las bases en el entendimiento de esas decisiones.

Nos parecemos también en otros aspectos. La utilidad práctica de nuestras profesiones nos da con frecuencia la impresión de que estamos en lo correcto por razones indebidas, y de que nuestra verdadera naturaleza es muy diferente de nuestra presencia pública. Ambos nos enfrentamos con el problema de la necesidad de mantener intacta la pureza de la investigación académica y abstracta y, al mismo tiempo, de nutrir y ser nutridos por la práctica. En la física, por supuesto, nuestra deuda con la tecnología e ingeniería es ilimitada. Creo que será también así en la psicología.

Ambas ciencias, todas las ciencias, aparecen como refinamientos, correcciones y adaptaciones del sentido común. No hay métodos científicos únicos, simples, que uno pueda recetar, pero ciertamente hay rasgos característicos que cualquier ciencia debe tener antes de pretender ser una ciencia. Uno, es la búsqueda de la objetividad. Me refiero a ello no sólo en un sentido metafísico, sino en un sentido muy práctico, como la búsqueda de la seguridad de que nos entendamos unos a otros y de que todos los médicos calificados quieran decir esencialmente la misma cosa. El lenguaje del sentido común es inherentemente ambiguo; cuando el poeta lo usa, o el retórico, explota la ambigüedad, e incluso cuando hablamos en la vida diaria, casi necesitamos de la ambigüedad para comunicarnos, pero en la ciencia tratamos de deshacernos de esto, tratamos de hablar en términos simples, y de igualar con hechos lo que hablamos, de tal manera que podamos diferir por lo que hace a hechos, pero estemos en condiciones de resolver las diferencias. Esto es, por supuesto, el primer paso en la búsqueda de la certidumbre. Pero la certidumbre no es todo. Cuando pasamos del sentido común a las cosas científicas, también pasamos hacia la generalidad usando el análisis, usando la observación y, finalmente, usando el experimento. Y también hacemos algo que es incluso más característico: buscamos lo novedoso, lo trascendente, buscamos representaciones de experiencia que no se encuentran en la vida común y corriente. Son característicos en la física los

instrumentos que nos permiten trascender la experiencia elemental diaria, el telescopio que nos permite mirar el cielo profundamente; los enormes aceleradores que son, hoy, la extensión lógica del microscopio, permitiéndonos mirar en una escala más y más fina la estructura de la materia.

Necesito ser cauteloso al citar paralelos en psicología, pero ciertamente el uso de la hipnosis, el uso de las drogas, son extensiones típicas hacia reinos desconocidos de la experiencia humana, que sólo sacan a luz características de fenómenos psicológicos que se han perdido, en su mayor parte, en la experiencia de día con día. Hay un ejemplo que puede ser sólo la idea de un físico de lo que es un experimento perfecto. Es el trabajo que fue hecho en McGill en los últimos años sobre los efectos de reducir los estímulos sensoriales, con arreglos muy simples, para cambiar el nivel de la estimulación; éstos producen los más sorprendentes y atterradoramente grandes, aunque esencialmente temporales, cambios en la memoria, en la vida intelectual y cognoscitiva de los sujetos. Esto es, de nuevo, un ejemplo de llevar algo a un extremo que en verdad se encuentra en la experiencia ordinaria, pero que sólo la paciencia y el abstraccionismo de la investigación probablemente pongan de manifiesto.

Venimos del sentido común; trabajamos por un largo tiempo; luego le desenvolvemos al sentido común nociones retinadas, originales y extrañas y enriquecemos lo que los hombres saben y cómo viven. Y aquí, supongo, el héroe verdadero es el maestro.

Escogí como tema "Analogía en la ciencia". De lo que voy a hablar es de la analogía como un instrumento de la ciencia y, en un grado menor, algunos ligeros rasgos de analogías entre las ciencias; en mayor grado, el segundo tema ha llevado a mal entendimiento y a limitaciones. Por lo que hace al primer tema, la analogía es ciertamente una herramienta indispensable e inevitable para el progreso científico. Quizá debería aclarar qué es lo que quiero decir con eso. No entiendo por ella una metáfora, ni alegoría, ni siquiera semejanza, sino una clase especial de semejanza que es la de estructura, de forma, una semejanza de constelación entre dos clases de estructuras, dos grupos de particulares que son manifiestamente muy diferentes, pero que tienen paralelos estructurales. Tiene que ver con relación e interconexión. Desearía citarles un comentario escolástico sobre analogía, en una traducción de Penido: "En un sentido muy general, la analogía presupone dos condiciones ontológicas: una pluralidad de seres reales y, por lo tanto, entre ellos una diversidad esencial. El monismo es el enemigo nato de la analogía; y, en el mismo corazón de esta multiplicidad, de esta desigualdad, una cierta unidad."

Es un asunto acerca del cual podríamos discutir, si estos elementos estructurales son inventados por nosotros, o si son descubiertos en el mundo. Encuentro muy artificial decir que son inventados, en el sentido de que significan más un artefacto, que las peculiaridades que unen y describen. Puedo relatar un incidente en la larga historia de la astronomía y de la física, que hace esto muy vívido para mí. Con propósitos prácticos, para la profecía y el ritual, los babilónicos idearon un método de predecir qué días sería primero visible la luna; de predecir los eclipses lunares y ciertos sucesos astronómicos más raros.

Hicieron esto por medio de métodos puramente matemáticos. Observaron cuándo pasaban las cosas y obtuvieron un patrón de ello. Eran muy eficaces. Se hicieron tan certeros que sus métodos aún estaban en uso en la India el último siglo. para predecir eclipses en un lapso de treinta minutos, utilizado estos métodos de dos mil años de antigüedad. Los babilónicos. no sólo fueron muy diestros, sino que disfrutaron mucho con ello, y lo hicieron por el gusto de hacerlo; mucho después de que las razones prácticas habían desaparecido, publicaron estas tablas, aparentemente de la misma manera que nosotros publicamos artículos sobre la constitución interna de las estrellas, porque es interesante. Hicieron todo esto sin ninguna mecánica celeste, sin ninguna geometría; nada se movía, no había ningún objeto circulando en órbitas; no había leyes de movimiento; no existía la dinámica; esto sucedía exclusivamente en el campo de los números.

Ustedes saben cómo predecimos hoy en día los eclipses y los primeros ascendientes. Me parecería muy mal pretender que las regularidades matemáticas, que fueron las bases de las predicciones babilónicas, fueron algo que ellos inventaron; me parecería igualmente erróneo el no reconocer en la mecánica celeste, como la conocemos, una descripción mucho más profunda y comprensiva de las regularidades en el mundo físico. Lo creo no sólo porque es un poco más útil, no solamente porque une más materias, sino porque revela un aspecto de las regularidades del mundo que no fue visto por los babilónicos.

Quizá deba citar ahora a Charles Pierce, para seguir adelante: "No obstante, como la metafísica es una materia mucho más curiosa que útil, el conocimiento de la cual, como la de un arrecife hundido, nos sirve principalmente para permitirnos alejarnos de ella, no molestaré al lector con más ontología ahora".

Ya sea que hablemos o no de descubrimiento o invención, la analogía es inevitable en el pensamiento humano, porque llegamos a cosas nuevas en la ciencia con el equipo que tenemos, que es como hemos aprendido a pensar, y sobre todo, como hemos aprendido a pensar acerca de la relación de las cosas. No podemos, al llegar a algo nuevo, tratar con ello excepto sobre las bases de lo familiar y de lo antiguo. El conservadurismo en la investigación científica no es una cosa arbitraria; es la carga con que operamos; es el único equipo que tenemos. No podemos aprender a sorprendernos o a sentirnos asombrados ante algo, a menos que tengamos una idea de cómo debería de ser, y este punto de vista es ciertamente una analogía. No podemos saber que hemos cometido un error, a menos que podamos cometerlo, y nuestro error es casi siempre en la forma de una analogía con otro terreno de la experiencia.

Esto no quiere decir que la analogía sea el criterio de la verdad. Uno nunca puede establecer que una teoría es correcta, diciendo que es como otra teoría que es correcta. El criterio de la verdad debe provenir del análisis, debe provenir de la experiencia y de esa clase de objetividad muy especial que caracteriza a la ciencia, o sea, que estemos bien seguros de entendernos unos a otros y de que podemos verificar cosas entre nosotros. Pero la verdad no es todo, la certidumbre no es el todo de la ciencia. La ciencia es una experiencia inmen-

samente creadora y enriquecedora y está llena de novedad y exploración; es con objeto de llegar a éstas que la analogía es un instrumento indispensable. Incluso el análisis, o la habilidad de planear experimentos, incluso la habilidad para separar las cosas y ponerlas aparte, presupone bastante estructura, y esta estructura es característicamente analógica.

Permítaseme citar unas cuantas palabras pertinentes y elocuentes de William James. Las escribió en uno de sus últimos informes sobre el pragmatismo, en un tiempo en que su propio buen sentido y astuta observación, sabiduría y humanidad, le hicieron percibirse del hecho de que, decir sólo que una idea era cierta porque daba resultado, era una descripción más bien pobre de lo que estaba ocurriendo en la ciencia; que algo faltaba en ese reporte. Dijo así:

El punto que ahora les apremio para que observen especialmente es la parte que desempeñan las verdades más viejas. La omisión de tomarlas en cuenta es el origen de mucha de la crítica injusta encaminada contra el pragmatismo. Su influencia es absolutamente la de controlar. La lealtad a ellas es el primer principio —en muchos casos es el único principio, ya que, con mucho, la manera más usual de tratar un fenómeno tan nuevo, que significaría un rearrreglo serio a nuestra concepción, es el hacer caso omiso de quienes los atestiguan o injuriarlos.

Deseo ahora presentar cinco ejemplos del uso de la analogía en la física atómica. No todos les serán igualmente familiares; quizá sea esta una exposición demasiado débil, ya que algunos de los ejemplos son muy nuevos, incluso a tal punto que no sé qué tan certeras sean las analogías; todavía no hemos encontrado el punto decisivo en el que estén equivocadas.

Las analogías en la física pueden muy bien engañar a biólogos y psicólogos, debido al enorme papel que la estructura formal, más bien rígida, juega en la física. Esta estructura no es quizá necesariamente cuantitativa, aunque en realidad mucho de ella lo es. Nuestra habilidad para apuntar relaciones sinópticas en forma simbólica, nuestro uso de las fórmulas, nos permite hablar de una vasta experiencia —experiencia muy variada, muy detallada— en una forma taquigráfica, y señalar agudamente los errores, corregir el error en ocasiones alterando solamente una palabra que cambia todo el sentido. Estos ejemplos, por tanto, no significan paradigmas sino más bien son una ilustración del hecho de que, en la que la ciencia considerada como una de las más rigurosas y ciertas nos hemos valido de un instrumento muy desacreditado debido a que, si es usado indiscriminadamente, puede confundir el invento con la confirmación y la verdad:

Permítaseme proporcionar un primer ejemplo que no es de física atómica, que es casi de pre-física, porque trata con cosas muy conocidas y, no obstante, ilustra la naturaleza del papel de la forma en el uso de la analogía en la física. Esto tiene que ver con Jean Buridan y la escuela de París del siglo XIV y la teoría del ímpetu. ¿Cuál fue su clásico punto de vista? En física la palabra "clásica" tiene un significado especial; significa error, significa un punto de vista erróneo que se tenía por cierto hasta hace muy poco. El punto de vista

clásico era que el estado natural de la materia es el reposo, y que donde se encontraran cuerpos en movimiento se necesitaba buscar la causa. Esto era el punto de vista escolástico; era el punto de vista de Aristóteles. De hecho, se basa en una gran cantidad de observaciones. No está bien apoyada por la observación de los proyectiles; la noción de que el aire empuja la bala, se vuelve menos plausible mientras más se observa. Buridan y sus colegas dieron un paso al hacer una nueva analogía, probablemente el paso más grande de la historia de la ciencia occidental. Ellos decían: es cierto que la materia tiene un estado natural, pero éste no es el reposo. Es cierto también que cuando ésta se aparta de su estado natural, debe atribuirse a la intervención de una causa. Pero el estado natural es uno de ímpetu constante, uno de constante *momentum*, uno de velocidad uniforme. Y con eso los principios de la mecánica racional y de la ciencia física racional se establecieron. Parece un cambio pequeño, el remplazar la coordinada por la velocidad; y, no obstante, es un cambio en toda la manera de pensar acerca del mundo físico.

Enumeraré ahora las cinco ilustraciones provenientes de la física atómica: lo que ha ocurrido a la idea de las ondas; lo acontecido con las ideas de la física clásica en el terreno atómico, el así llamado principio de correspondencia; la analogía entre el decaimiento radioactivo y la emisión de la luz, que debemos a Fermi; la analogía entre las fuerzas electro-magnéticas y las fuerzas nucleares, entre la electrodinámica y la mesodinámica y un tópico que sólo llamaré rareza porque eso es todo lo que sé acerca de él.

Tomemos la teoría de las ondas. Se originó en la observación de cambios regulares, rítmicos en la materia, las ondas en el agua, y fue desarrollada por una exploración física, fácilmente conducida, de las ondas sonoras que presenta un cambio periódico, un cambio regular en la densidad del aire u otro medio. Ambos fenómenos exhiben una característica. Si dos ondas coliden se pueden suprimir una a la otra o se pueden reforzar. Muestran interferencia. Tienen otra propiedad abstracta: si las ondas pasan a través de un orificio o alrededor de un obstáculo que sea pequeño comparado con la longitud de la onda, entonces el obstáculo, o el orificio, no lanza una aguda imagen de la sombra, pero se presentan efectos que hacen borrosa la imagen, fenómeno este llamado difracción. Las ondas se superponen; la suma de las dos ondas es lo que se obtiene sumando algebraicamente y no aritméticamente; se puede obtener cero si se suman ondas igualmente positivas y negativas; esto, también, es interferencia.

Este equipo abstracto de propiedades es persistente; la luz es también un movimiento de ondas, pero no hay materia en el movimiento, no hay sustrato. Fue una gran señal de progreso para la física el reconocer esta disanalogía. Todavía hay movimiento, y lo que se mueve son cosas físicamente mensurables, cosas más bien abstractas, campos eléctricos y campos magnéticos. Nuevamente encontramos interferencia, difracción y superposición, las mismas características abstractas, y de nuevo el principio, el patrón infinitamente regular, infinitamente repetido, como el caso especial de una onda.

Ejemplos más extremadamente abstractos son las ondas de la mecánica atómica, de la mecánica ondulatoria, debido a que estas ondas, en primer lugar, están en un espacio multidimensional, y están representadas por números complejos, de manera que no son directamente mensurables; en realidad son bastante inobservables. No hay nada que medir en el mundo físico que corresponda a estas ondas. Están indirectamente conectadas con la observación, pero, de nuevo, tienen estas mismas propiedades abstractas, interferencia, linealidad, superposición, difracción, y cuando se habla de ellas, se utilizan las mismas matemáticas que para el sonido y las ondas de luz aunque el descubrimiento decisivo no es el hecho de que se puedan usar las matemáticas, sino el hecho de que la estructura y las relaciones sean las mismas: Si se dice lo que son, estas ondas representan, no materia, no fuerzas, no campos eléctricos sino esencialmente el estado de información acerca de un sistema atómico.

En cada punto, los primeros científicos han tratado de formular una teoría como las primeras teorías, la luz, igual que el sonido, como una onda material; las ondas de la materia como las ondas de luz, como una onda real, física; y en cada caso se ha encontrado que hubo que ampliar un poco la estructura para encontrar la disanalogía que permitió el preservar lo que era correcto acerca de la analogía.

El segundo ejemplo de analogía es uno masivo; es, creo, la mayor experiencia para los físicos en este siglo, mayor aún que la relatividad, es el descubrimiento de la mecánica atómica. Aquí, nuevamente, en una forma muy característica de la teoría científica, un gran conservadurismo persistió y guió el desarrollo. ¿Qué es todo esto? Cuando uno llega a los dominios atómicos, y éste es un dominio de pequeñas acciones, de distancias limitadas e impulsos limitados, de cosas tales como las que uno encuentra en los átomos y núcleos; entonces la basteza de todo el mundo físico, su estructura atómica granular, por primera vez se empieza a manifestar. Ésta no es aún la granulación de las partículas fundamentales, sino la granulación de la física atómica misma, del *quantum* de la acción. Esto significa que cuando uno trata de estudiar tal sistema, hay aspectos de él que son accesibles al experimento pero que no son compatibles o simultáneamente accesibles al experimento. Un ejemplo famoso es, en las relaciones de incertidumbre, que uno puede determinar la ubicación de algo en el tiempo y en el espacio, pero si uno lo hace, utiliza una disposición experimental que hace imposible el saber exactamente cuál es el impulso o la velocidad o la energía del sistema. Se puede hacer lo opuesto: se puede estudiar el impulso y luego perder toda cuenta de dónde está el objeto. Y uno puede, por supuesto, transigir con el conocimiento limitado de ambos; pero uno no puede combinarlo; y llamamos a éstos los aspectos complementarios de un sistema atómico y el carácter complementario de las observaciones fundamentales. Eso significa que no podemos hablar acerca del átomo como lo hacemos de un sistema mecánico clásico. No podemos decir que los objetos en él están aquí y se están moviendo en ciertas órbitas, etc., de hecho, en los átomos ordinarios no hay órbitas. En los átomos, tal y como se encuentran ordinariamente, hay algo enteramente diferente hay estados estacionarios que tienen una estabilidad, una unicidad, una

reproductibilidad, que no tiene ninguna contraparte en la física clásica, que no existiría de no ser por un revolucionario rasgo característico nuevo.

Se puede hablar acerca de estos estados estacionarios en una forma consistente; se puede describirlos con exactitud y predecirlos, pero se tiene un amplio campo de la experiencia conocida de los cuerpos en movimiento, de la materia en movimiento. Algunas veces la gente dice que esta teoría atómica se caracteriza por el hecho de que no podemos observar un sistema sin alterarlo. Pero eso no es completamente cierto. No es la alteración lo que causa el problema, sino el hecho de que los medios de observación se verían frustrados como tales si tratáramos de llevar cuenta del desarreglo que estamos haciendo. De esta suerte, se trata de un asunto ligeramente más sutil. Algunas veces la gente dice que el electrón tiene una posición y *momentum*, pero no podemos medirlos simultáneamente. Mas esto tampoco es cierto, porque sólo el acto de observación, el apareamiento del átomo con el equipo de medición física, hace lógicamente permisible el atribuir una posición a un electrón. No podemos obtener la respuesta correcta diciendo que el electrón tiene una posición, y ya que no sabemos qué es, promediamos. Si lo hacemos, obtenemos una respuesta errónea. Tenemos que admitir que, a menos que la situación sea una creada por nuestra operación física en el sistema atómico para verificar, para manifestar, para objetivar la localización del electrón, entonces no será localizado; de hecho, no tendrá ningunas propiedades, aparte de lo que le hagamos.

Todo esto es extraordinariamente radical y extraordinariamente distinto a la mecánica de Newton. Pero, ¿qué dicen los físicos? Antes de que se hallara la respuesta, se dijo que algo estaba ocurriendo aquí que limitaba las ideas clásicas; no son del todo aplicables, pero en cualquier situación en la que sí son aplicables, sabemos que son correctas, y, por lo tanto, cualesquiera que sean las leyes que sigan vigentes en el dominio atómico deben fusionarse con las leyes de la mecánica clásica. Debe haber una correspondencia de uno a uno, una analogía; de otra forma, al aprehender una percepción de este nuevo dominio, excluiríamos todo lo que alguna vez supimos, y excluiríamos cosas que son ciertas. Esta afirmación se llama el principio de correspondencia. Permítaseme dar un ejemplo de cuán extremadamente compacta es esta corrección de la analogía, que ha revolucionado todo; de cómo uno trata con la analogía en una ciencia altamente formalizada.

Cada ley de la mecánica clásica puede ser escrita de tal forma que sea válida en la mecánica atómica: la velocidad es proporcional al *momentum*; el cambio en el tiempo del *momentum* es proporcional a la fuerza, la energía se conserva. Todas estas cosas tienen cabida siempre que haya un cambio en la forma, siempre y cuando digamos que el *momentum* y la coordenada no son números sino objetos tales que, cuando multiplicamos el *momentum* por la coordenada y cuando multiplicamos la coordenada por el *momentum* no obtenemos la misma respuesta y que la diferencia entre estas dos respuestas es una constante atómica imaginaria, universal. Si sólo escribimos esta fórmula, entonces todo lo que teníamos antes es formalmente idéntico a lo que tenemos ahora. Esto no es sólo una ilustración poderosa del uso de la analogía o la disanalogía

en una ciencia formal; jugó un papel decisivo en la exploración y descubrimiento del mundo atómico. Tendremos que volver a otros aspectos de este gran desarrollo. Séame permitido revisar de prisa y más brevemente los otros tres ejemplos.

Los núcleos radioactivos, casi todos los que son hechos artificialmente y muchos naturales, se desintegran al emitir electrones. Esto nos confundió, ya que estaba bien claro que no había electrones en el núcleo. Entonces hizo Fermi la sugestión de que se podría describir esto como se describe la emisión de la luz o *quantos* de luz de los átomos. Nadie diría que hay un *quanto* de luz en el átomo, pero aun así observamos que emite luz; y él hizo una teoría a este respecto. No era exactamente correcta; la analogía no era del todo perfecta, pero con un pequeño ajuste, que tomó unos quince años de comparación con los detalles del experimento, obtuvimos una descripción y una teoría que funciona bien.

El físico japonés Yukawa propuso una analogía algo más valiente, cuya suerte todavía no está enteramente clara. Propuso una similitud entre las fuerzas eléctricas y las nucleares. La forma en que uno describe las fuerzas entre los cuerpos eléctricamente cargados es, por supuesto, que un cuerpo cargado forma campos eléctricos, y estos campos eléctricos se propagan a otros cuerpos, y les dan algún *momentum* para moverse. Las fuerzas nucleares, que no son electromagnéticas, sino muy fuertes y espectaculares, dijo Yukawa, se deberían probablemente a un campo de una nueva clase; reemplazando el campo eléctrico habría este nuevo campo, y reemplazando los *quantos* de luz, habría nuevas clases de partículas. Usando argumentos generales de relatividad y complementariedad, de la teoría del *quantum*, llegó a la conclusión de que debido a que las fuerzas entre los nucleones son de corta escala, estas nuevas partículas tendrían una masa que sería cientos de veces mayor que la del electrón, y de otras particularidades de las fuerzas nucleares sacó conclusiones acerca de la naturaleza de estas partículas. Ellas fueron halladas en los rayos cósmicos; son llamadas mesones. La analogía con que Yukawa comenzó ha sido refinada; se ha descubierto que hay muchas diferencias entre la mesodinámica y la electrodinámica. Actualmente no se está del todo seguro de cuáles son todos los puntos clave de diferencia o disanalogía. Algunos de ellos han sido descubiertos, pero parecen ser los más triviales; no obstante la teoría, tal y como está ahora, tiene algún valor profético; ha traído el orden y la claridad a una parte, por lo menos, de la física nuclear; ha mantenido a la gente trabajando, ocupada por veinte años en un arduo, extraño y rarificado trabajo sin provecho. Ha sido un evento de gran importancia en la física y no sé por ahora cómo describir los límites de esta analogía, porque no es perfecta. Si tuviéramos un seminario de física hablaría de esto durante una hora, pero aún así no sabría.

No obstante, los problemas están probablemente conectados con mi quinto ejemplo. Es cierto que estos mesones de Yukawa fueron descubiertos, pero no mucho después de eso, en los últimos cinco años, se han encontrado muchos otros objetos —unos seis objetos manifiestamente diferentes—, y quizá se descubrirán más, que también son bastante estables y duran, y que no son mesones

simples, del tipo de los que Yukawa consideró. Casi seguramente, su intervención en el cuadro, intervención que no está prevista en la analogía por donde empezamos, proporcionará un indicio al nuevo punto, pero su existencia presenta un problema diferente. Cada vez que en física se encuentra uno con una situación en que algo no ocurre, o muy despacio, se lo encuentra interesante, y el gran punto era el porqué estas nuevas partículas no decaen rápidamente. Si decaen, pero les toma un tiempo excesivamente largo, y se separan en productos que uno esperaría que emergieran en seguida.

Tenemos mucha experiencia con reacciones que ocurren lentamente o que no ocurren; y la razón característica para esto es que algo no tiende a cambiar, como la energía de un sistema, o la carga total: algo se conserva. Cada vez que esto sucede, también ocurre que el hecho de que algo es variable e invariable, es matemáticamente idéntico con la declaración de que algo no influye en el comportamiento del sistema. Ejemplos de lo que puede no influir en el comportamiento de un sistema, pueden ser su posición en el espacio o su orientación en el espacio, o alguna circunstancia algo más abstracta. Así, la primera cosa que hicimos todos fue el tratar de encontrar la característica de estas nuevas partículas que no tendían a cambiar. Esto no ha sido difícil, y una teoría de bastante éxito ha sido desarrollada, para explicar algunas de las grandes peculiaridades en este campo. No tenemos un buen nombre para lo que no tiende a cambiar, y el inventor de ello lo llama "extrañeza".

Estos cinco ejemplos no tienen como objeto agotar, sino solamente ilustrar, el uso poderoso, el uso inevitable de la analogía en una ciencia bien desarrollada, altamente organizada, formalizada y coherente. Tengo necesidad de señalar que en cada caso una inmensa cantidad de experiencia de medición, de observación y de análisis ha servido tanto para la corrección de las analogías como para su confirmación.

Cuando me vuelvo hacia la cuestión de las analogías entre las ciencias, hablo de algo muy diferente. Está, primero que nada, el factor de que hay con frecuencia situaciones que no son analogías en absoluto. Hay congruencias cuando, en dos ciencias diferentes, por técnicas diferentes, lenguaje diferente, conceptos diferentes, resulta que el mismo tema ha sido explorado desde dos distintos lados. Y cuando acontece que hay un trazo de una descripción en el otro, generalmente una descripción contiene más elementos que la otra, es más rica; la otra puede ser entonces más económica y más conveniente. Ejemplos: la teoría química de la valencia y la física atómica, que son idénticas excepto que la física atómica da un reporte de fenómenos, como la resonancia, a los que era difícil enfrentarse dentro de la estructura de la teoría química clásica. Otro ejemplo, más nuevo y quizá todavía no tan bien explorado o entendido, se encuentra en la genética clásica, por una parte, y el descubrimiento de las sustancias genéticas DNA, RNA, etc., las que están por el momento, muy cerca de establecer una correspondencia de uno a uno pero en las que la descripción bioquímica resultará más rica, más pertinente a la dinámica y más sutil.

Éstos son grandes eventos de la ciencia; cuando suceden, hay regocijo y cuando no, hay esperanza. Son los grandes eventos que traen coherencia

y orden y gran estructura al despliegue de la vida científica. Pero probablemente entre las ciencias de muy diferente carácter, las analogías directamente formales en su estructura no es probable que sirvan de ayuda. Ciertamente, lo que los seudonewtonianos hicieron con la sociología fue un asunto risible; y cosas similares han sido hechas con las nociones mecánicas de cómo debe ser explicado el fenómeno psicológico. Sé que cuando los físicos entran en el campo de la biología, sus primeras ideas de cómo funcionan las cosas son indescribiblemente ingenuas y mecánicas; son como marcharían las cosas si los físicos las operaran, pero no como actúan en la vida. Sé que cuando oigo la palabra "campo" usado en física y en psicología, me entra un nerviosismo que no sé del todo a qué atribuir. Creo que las analogías formales deben ser tomadas con una gran precaución especialmente cuando comparamos temas, en los que las ideas de codificación, de la transferencia de información o ideas de propósito son inherentes y naturales, con temas en los que éstas no son inherentes y naturales.

Pero por todo eso desearía decir algo acerca de lo que la física tiene que devolver al sentido común y que éste parecía haber perdido; no porque esté seguro que estas ideas son herramientas importantes en la investigación psicológica, sino porque me parece que el peor de todos los posibles mal entendidos sería que la psicología fuera influida a modelarse a sí misma en la imagen de una física que ya no está presente, que ha sido dejada atrás.

Heredamos, digamos a principios de este siglo, una noción del mundo físico como uno causal, en el que cada evento podía ser explicado si éramos ingeniosos, un mundo caracterizado por el número, en donde todo lo interesante podía ser medido y cuantificado, un mundo determinista, un mundo en el que era inútil y no había sitio para la individualidad, en el que el objeto de estudio estaba simplemente ahí y el cómo se le estudiaba no afectaba el objeto, no afectaba la clase de descripción que se diera de él, un mundo en el que la objetivación iba mucho más allá de sólo su propio acuerdo con lo que dábamos a entender por medio de palabras y lo que estábamos hablando, en el que la objetivación era significativamente prescindible de cualquier intento de estudiar el sistema sujeto a consideración. Era sólo el objeto real conocido; ahí estaba y no había nada de carácter epistemológico de lo que debiera uno preocuparse. Este cuadro extremadamente rígido dejaba fuera una gran cantidad de sentido común. No sé si estos elementos que faltaban servirán de ayuda, pero por lo menos su regreso puede ampliar los recursos con que se puede contribuir a cualquier ciencia.

¿Cuáles son estas ideas? En nuestro hablar natural, indocto y, sobre todo, en todo hablar indocto acerca de problemas psicológicos, tenemos cinco o seis cosas que hemos vuelto a aceptar en la física con completo rigor, con completa objetividad, en el sentido de que nos entendemos unos a otros, con una completa falta de ambigüedad y con un éxito técnico perfectamente fenoménico. Una de ellas es sólo esta noción de que el mundo físico no está completamente determinado. Son predicciones que pueden hacerse acerca de ello, pero son estadística, y en cualquier caso tienen en sí la naturaleza de la sorpresa, del

milagro, de algo que no puede ser explicado. La física es profética, pero dentro de límites; su mundo es ordenado, pero no completamente causal.

Otra de estas ideas es el descubrimiento de los límites de lo que podemos objetivar sin referencia a lo que realmente estamos hablando en un sentido operacional y práctico. Podemos decir que el electrón tiene una cierta carga y no tenemos que discutir si lo estamos viendo para decir eso, siempre lo tiene. No podemos decir que tenga un lugar o un movimiento. Si lo decimos, atribuimos algo de lo que nosotros mismos estamos experimentando —no quiero decir como personas, sino como físicos.

Un tercer punto está estrechamente relacionado con esto, es la inseparabilidad de lo que estamos estudiando y los medios que se utilizan para estudiarlo; la conexión orgánica del objeto con el observador. De nuevo, el observador no es en este caso un ser humano, pero en psicología, el observador algunas veces lo es.

Y luego, como consecuencia lógica de esto, está la idea de totalidad, de integridad. Los físicos newtonianos, la ciencia clásica, era diferencial. Todo lo que funcionaba podía ser desmenuzado en elementos más y más finos y analizado así. Si uno mira un fenómeno atómico entre el principio y el fin, el fin no estará allí, será un fenómeno diferente. Cada par de observaciones que toman la forma de "sabemos esto, por lo tanto predécimos que", es una cosa global, que no puede ser descompuesta en sus partes.

Finalmente cada evento atómico es individual. Su esencia no es reproducible.

Este es todo un fardo de ideas que siempre usamos: individualidad, integridad, las relaciones sutiles de lo que es visto, la manera como es visto, lo indeterminado y la acausalidad de la experiencia. Y sólo diría que si la física pudiera llevarse todas estas cosas por tres siglos y luego devolverlas en diez años, bien podemos decir que todas las ideas que ocurren en el sentido común son justas como puntos de partida, no garantizadas para trabajar, pero perfectamente válidas como el material de las analogías con el que empezamos.

Todo el negocio de la ciencia no radica en penetrar en reinos desconocidos de la experiencia normal. Hay un enorme trabajo de analizar, de reconocer similitudes y analogías, de obtener el sentimiento del panorama, un sentido enormemente cualitativo de relaciones de familia, de taxonomía. No es siempre ponderado el tratar de cuantificar; no es siempre evidente que midiendo haya uno encontrado algo que valga mucho la pena de medir. Es verdad que para los babilónicos valía la pena medir —anotar— las primeras apariciones de la luna porque tenía un valor práctico. Sus predicciones, sus profecías, y su magia no operarían sin ello, y sé que muchos psicólogos tienen la misma clase de razón para querer medir. Es una verdadera propiedad del mundo real la que están ustedes midiendo, pero no es necesariamente la mejor manera de avanzar hacia el verdadero entendimiento de lo que está sucediendo, y desearía hacer esta intensa súplica de aceptar un pluralismo con respecto a los métodos que, en las necesarias primeras etapas de clasificar una experiencia inmensamente vasta, podrán ser fructíferos y provechosos. Pueden ser útiles no tanto por

conseguir objetividad, no por una búsqueda de certidumbre que nunca será completamente lograda, pero hay un lugar para el uso de los métodos naturalistas, para el uso de los métodos descriptivos. He quedado inmensamente impresionado por el trabajo de un hombre que nos visitó el año pasado en el Instituto, Jean Piaget. Si se observa su trabajo, sus estadísticas realmente consisten de uno o dos casos. Es sólo un comienzo y, sin embargo, creo que él ha contribuido mucho a nuestro entendimiento. No es que yo esté seguro que él está en lo correcto, pero nos ha dado algo que vale la pena averiguar si es correcto. Y hago esta súplica no para tratar muy duramente a los que les cuentan una historia, después de haber observado cuidadosamente, sin establecer que están seguros que la historia es toda la historia y la historia general.

Por supuesto, bajo esa luz miro a la inmensa disciplina de la práctica, que con todos sus escollos, con todo el peligro de llevar a soluciones prematuras e incorrectas, sí da una increíble cantidad de experiencia. La física no estaría donde está, la psicología no estaría donde está, si no fuera por tanta gente dispuesta a pagarnos por pensar e investigar sobre sus problemas.

En todo esto es cierto que hay otra cosa que los físicos y los psicólogos tienen en común: vamos a tener una vida bastante complicada. La súplica que he hecho de un acercamiento plural a la exploración, de una definición mínima de objetividad, significa que vamos a aprender muchísimo; va a haber muchas maneras diferentes de hablar acerca de las cosas: la escala desde una práctica casi no entendida al pensamiento recóndito y abstracto, va a ser enorme. Significa que habrá muchos psicólogos, como está habiendo muchos físicos. Cuando trabajamos solos tratando de entender algo, es correcto que estemos solos; y creo que en los pensamientos realmente decisivos que hacen avanzar a la ciencia, la soledad es una parte esencial. Cuando estamos tratando de hacer algo práctico, es bueno tener un exceso de talento, tener más marineros de los que se necesitan para hacer zarpar el barco y más cocineros de los que se necesitan para preparar la comida; la razón es que de esta manera cierta elegancia, cierto ponderar apropiadamente las alternativas guían la ejecución de la tarea práctica.

Nos estamos preocupando, por muchas razones, acerca de cómo nuestra comunidad científica debe ser nutrida, y bastante gente, que es lo suficientemente capaz, habrá de venir y trabajará con nosotros. Y luego, por otro lado, estamos preocupados acerca de cómo vamos a continuar entendiéndonos unos a otros, y no acabar totalmente frustrados por la complejidad e inmensidad de nuestras empresas.

Creo que hay buenas razones, de una clase inherente, aparte de la compulsión competitiva del mundo comunista, por las que haríamos bien en tener más y mejores científicos. Sé que la exhortación, dinero y patrocinio, harán algo respecto a esto, pero no creo que sea todo lo que se va a necesitar. Creo que si es que vamos a tener algún éxito, deberá ser porque, como una parte de nuestra cultura, el entendimiento, la vida de la mente, la vida de la ciencia, en sí, como un fin pero también como medio, es apreciada, es disfrutada y es atesorada. Creo que tiene que ser una cosa mucho más amplia en la comunidad como un

todo, si es que vamos a disfrutar con la comunidad como un todo las saludables relaciones sin las cuales los poderes de desarrollo del entendimiento científico, predicción y control son realmente cosas monstruosas.

Puede no ser tan simple el tener en la comunidad, a la larga, alguna experiencia genuina de los placeres del entendimiento y del descubrimiento. Puede no ser simple porque lo que requiere no es meramente que esta experiencia sea agradable, sino que tenga un toque de virtud, que no sólo la consideración de los fines, de los productos, de las realizaciones, situaciones, sino la textura de la vida misma, su belleza momentánea y su nobleza, merezcan alguna atención, y que entre las cosas que contribuyen a ello estén la vida de la mente y la vida de la ciencia.

Tratemos de que así sea.