

# EL HOMBRE Y LA CIENCIA FISICA

Por *NIELS BOHR* (\*)

PREMIO NOBEL DE FISICA

Constituye un gran honor para mí poder dirigir la palabra a esta asamblea convocada por las Naciones Unidas con el propósito de fomentar la cooperación internacional en el empleo, en beneficio de la humanidad, de las inmensas fuentes nuevas de energía que se ponen a nuestra disposición con la exploración del mundo atómico. Agradezco también que se me haya invitado, a que, como introducción a esta serie de conferencias nocturnas en las que se discutirán algunos de los aspectos más amplios de la nueva gran ciencia que nos ocupa, hable de la lección general que se desprende, dada nuestra posición de observadores de la naturaleza de la que nosotros mismos formamos parte, del estudio de este nuevo campo de experiencia.

No intento hablar de las consecuencias prácticas de lo que forma el objeto principal de la Conferencia, pero, como es natural, todos nosotros sentimos vivamente la responsabilidad que va unida a todo progreso de nuestros conocimientos y a todo aumento de nuestro dominio sobre las fuerzas naturales. La civilización entera se encuentra en estos momentos ante un problema gravísimo, que exige un reajuste de las relaciones entre las naciones para conseguir que desaparezcan las amenazas sin precedente que pesan sobre el mundo y para que todos los hombres en común se esfuerzen en lograr que lleguen a ser realidad las promesas que nos ofrece el progreso de la ciencia en cuanto a la realización del bienestar de toda la humanidad.

El hecho de que tengamos que tratar de las consecuencias de esfuerzos y labores que no tienen fronteras nacionales, constituye un buen augurio para que se reconozcan los intereses comunes y para que reine un espíritu de confianza mutua. En verdad, los frutos de las investigaciones científicas, que a través de la historia tanto han enriquecido nuestra vida, son herencia común de la humanidad. La exploración de nuevos campos del saber ha aclarado cada vez más la posición del hombre en el universo, y la ciencia atómica, tan apartada de la experiencia de cada día, nos ha dado una lección que trasciende en mucho

del dominio de la física. Mostrándonos la necesidad de ampliar nuestro sistema conceptual para lograr una comprensión armónica de fenómenos que en apariencia son contradictorios, esta lección puede también contribuir a hacer más comprensiva nuestra actitud respecto de las relaciones entre las sociedades humanas de distintas tradiciones culturales.

Es sabido que las primeras vagas ideas sobre la constitución atómica de la materia remontan hasta la antigüedad, pero los que dieron a estas ideas una base más firme fueron los grandes progresos de la física y de la química que siguieron al Renacimiento. Sin embargo, hasta muy recientemente, todo el mundo consideraba que la teoría atómica era una hipótesis de la que no se podía dar una prueba directa. Es más, se creía que nuestros órganos sensoriales y los instrumentos de que disponemos, compuestos a su vez de innumerables átomos, eran demasiado bastos para permitir la detección de partículas atómicas aisladas, pero el maravilloso progreso de la técnica experimental, no sólo ha hecho posible observar los efectos de los átomos aislados, sino que nos ha permitido penetrar dentro de la estructura de los propios átomos.

La ciencia atómica moderna es el resultado de una cooperación internacional muy intensa, en la que el progreso ha sido tan rápido y la colaboración tan estrecha, que muchas veces es imposible distinguir las aportaciones individuales a la empresa común. No quiero mencionar nombres de ningún hombre de ciencia viviente, pero estoy seguro que todos nosotros, unánimemente, deseamos rendir homenaje a la memoria de Ernest Rutherford, que con tanta energía exploró el nuevo campo que los descubrimientos importantísimos de Roentgen, Thompson, Becquerel y los Curie habían abierto a la investigación. Recordemos, no sólo los descubrimientos fundamentales de Rutherford sobre el núcleo atómico y sobre su transmutabilidad, sino, por encima de todo, el genio con que durante tantos años supo guiar el desarrollo de esta nueva rama de la ciencia física. Lamentamos también profundamente la ausencia de Enrico Fermi, cuyo nombre quedará para siempre unido al advenimiento de la «era atómica».

A pesar de que con nuestras ideas físicas tradicionales hemos podido ampliar y utilizar en gran medida nuestros conocimientos sobre los átomos, nos hemos encontrado, sin embargo, al mismo

(\*) Expresamos nuestro agradecimiento al Profesor Bohr, así como a la Oficina de Prensa de la Organización de Naciones Unidas en la «Conferencia internacional sobre la utilización de la energía atómica con fines pacíficos», en Ginebra, por su bondad al concedernos la publicación de la versión castellana de la disertación del Premio Nobel danés, pronunciada el 9 de agosto de 1955, en la Sala de Asambleas del Palacio de las Naciones.

tiempo con que las ideas de la física clásica adolecen de unas limitaciones insospechadas que hacen necesario revisar el fundamento de la aplicación absoluta de algunos de nuestros conceptos más elementales. El primer paso decisivo en esta cuestión fué, como es bien sabido, la formulación de la teoría de la relatividad, mediante la cual Albert Einstein, cuya reciente muerte todo el mundo deplora, ensanchó el horizonte de la Humanidad y dió a nuestra visión del mundo una unidad que va mucho más allá de la que hasta entonces cabía esperar. Abandonando las ideas tradicionales sobre el espacio y el tiempo absolutos, el principio de la relatividad ofreció el medio de formular leyes físicas generales independientes del punto de vista del observador; a este respecto, una de las cosas que más debemos tener presente es el descubrimiento que hizo Einstein de la equivalencia entre la masa y la energía, que ha constituido una guía certera para las investigaciones atómicas.

Sin embargo, para poder incorporar dentro del sistema teórico los resultados de experimentos efectuados con partículas atómicas, ha habido necesidad de separarse aún más de las concepciones mecánicas que desde los tiempos de Newton constituían la base del conocimiento de los fenómenos físicos; este abandono de las concepciones mecánicas ha conducido también al reconocimiento de que la descripción determinista tiene una aplicación limitada. No me refiero solamente al hecho de recurrir a consideraciones estadísticas para explicar las propiedades termodinámicas de sistemas físicos que contienen un gran número de átomos, sino, sobre todo, al descubrimiento del quantum universal de acción a que llegó Max Planck, en el primer año de este siglo, gracias a su penetrante análisis de las leyes de la radiación térmica. Este descubrimiento, que marca una época, reveló que los procesos elementales tienen como carácter especial el de su totalidad, que va mucho más allá que la antigua doctrina de la divisibilidad limitada de la materia, y demostró que las teorías de la física clásica, que conciben a los fenómenos físicos como una cadena continua de fenómenos, son idealizaciones sólo aplicables a fenómenos en los que las acciones son de tal magnitud que permiten desdeñar el quantum individual.

Esta condición se cumple ampliamente en los fenómenos que tienen lugar en una escala corriente, e incluso en la interpretación de experimentos que permiten la medición de las masas y de las cargas de partículas atómicas, pero en los fenómenos cuánticos, propiamente dichos,

nos encontramos con regularidades de un carácter completamente nuevo, a las que se deben las propiedades fundamentales de la materia. Una muestra de hasta qué punto estas regularidades escapan a la posibilidad de un análisis según los métodos de la física clásica, es el uso de imágenes tan contradictorias como ondas y corpúsculos en la descripción de varios aspectos del comportamiento de los objetos atómicos.

Especialmente, después del descubrimiento del núcleo atómico, las pruebas acumuladas sobre las propiedades de los elementos, permitieron proseguir la investigación de los procesos atómicos. El resultado hizo comprender la estabilidad peculiar de la ligazón electrónica en los átomos, que no podía ser explicada con el armazón de la mecánica clásica. Por lo tanto, el establecimiento de una interpretación lógica de los fenómenos atómicos representaba una tarea muy difícil, que sólo pudo llevarse a término de una manera progresiva, mediante los esfuerzos concertados de toda una generación de especialistas en física pura.

En el formalismo matemático de la mecánica cuántica, que contiene las teorías de la física clásica como caso límite, las variables cinemáticas y dinámicas son sustituidas por operadores simbólicos sujetos a una algorítmica no conmutativa que contiene la constante de Planck. El formalismo desafía, pues, la representación gráfica y aspira directamente a la predicción de observaciones que pueden llevarse a cabo en condiciones bien definidas. Estas predicciones, de acuerdo con el hecho de que dentro de un mismo tipo de experimentos pueden producirse generalmente varios procesos cuánticos diferentes, son de carácter esencialmente estadístico. Contrastando con el empleo anterior de la estadística, para dar cuenta del comportamiento de sistemas mecánicos con varios grados de libertad, el empleo de consideraciones probabilísticas en la física cuántica representa una desviación clara de la descripción determinista, inherente a la indivisibilidad de los procesos elementales.

Como es sabido, mediante el formalismo mecánico cuántico, se ha podido dar una explicación teórica detallada de una inmensa cantidad de observaciones experimentales relativas a las propiedades físicas y químicas de la materia, que dependen de la unión de los electrones con los núcleos atómicos. En especial, se ha podido encontrar una explicación completa de la variación periódica de estas propiedades, el descubrimiento de las cuales se debe a la sagaz intuición de Mendeleef. También por lo que se refiere a la constitución y a las propiedades de los propios nú-

cleos, se han realizado grandes progresos en la interpretación de los resultados experimentales, que aumentan constantemente. A este respecto conviene recordar especialmente cómo la ley que gobierna la disminución espontánea de la radiactividad, descubierta extraordinariamente pronto, se incorpora de una manera mucho más armónica en la explicación estadística de la mecánica cuántica.

A pesar del valor explicativo de los métodos teóricos cuánticos, el renunciamiento a las exigencias tradicionales en las explicaciones físicas, ha dado lugar a que muchos duden de si hemos dado con una explicación exhaustiva de los fenómenos atómicos. Se ha dicho, por ejemplo, que la explicación estadística debe ser considerada como una aproximación provisional, que eventualmente sería sustituida por una teoría determinista más detallada. La viva discusión surgida sobre este problema básico ha estimulado grandemente el análisis de nuestra posición como observadores de la Naturaleza, y especialmente ha extremado la prudencia necesaria en la aplicación a un nuevo dominio del conocimiento, de conceptos adaptados a nuestra orientación en condiciones ordinarias.

Desde luego, incluso cuando los fenómenos trascienden del margen de las teorías de la física clásica, la descripción del dispositivo experimental y el registro de las observaciones, debe ser dado en un lenguaje sencillo, con el adecuado complemento de términos técnicos. Es muy lógico que sea así, porque la misma palabra «experimento» se refiere a una situación en la que podemos comunicar a otros lo que hemos hecho y lo que hemos aprendido. En cambio, en los fenómenos cuánticos propiamente dichos, no es posible hacer la separación tajante, característica de la concepción mecanicista de la Naturaleza, entre el comportamiento de los objetos sometidos a investigación y su interacción con los instrumentos de medida. No solamente el registro de los fenómenos atómicos implica algún dispositivo amplificador de funcionamiento esencialmente irreversible, como la producción por el impacto de un electrón de una marca permanente en una placa fotográfica. Especialmente, sin embargo, todo intento de controlar la interacción entre objetos atómicos y los instrumentos que sirven para especificar el dispositivo experimental, implicaría un cambio en las condiciones de observación incompatible con la ocurrencia del fenómeno de que verdaderamente se trata.

La totalidad esencial de los fenómenos cuánticos, imposibilita el hablar de un modo que no sea

ambiguo de los atributos de los objetos independientemente de las condiciones en que están observados. Así, los resultados obtenidos en diferentes condiciones experimentales, pueden mostrar un tipo de relación completamente ajeno a la física clásica. Sin embargo, por contradictorios que, desde el punto de vista clásico, puedan parecer los distintos fenómenos, deben ser considerados como complementarios en el sentido de que tan sólo juntos agotan todos los conocimientos que podemos alcanzar referentes a los objetos atómicos.

Dentro de su alcance, la teoría mecánica cuántica nos ofrece la formulación matemática adecuada de la noción de *complementaridad*. Así, la no conmutatividad de los operadores que simbolizan las variables cinemáticas y dinámicas de la física clásica, corresponde a las condiciones experimentales, mutuamente exclusivas y que permiten el uso no ambiguo de estas variables. En particular, todo fenómeno cuántico que incluya el registro de la posición de una partícula atómica en un momento dado, implica un cambio de momento y de energía, en principio incontrolable, entre la partícula y las escalas fijas y los relojes sincronizados que sirven para definir la trama de referencia. De modo inverso, el registro de fenómenos regidos por la conservación de momento y de energía, implica necesariamente renunciar a la coordinación detallada del espacio-tiempo. Estas circunstancias encuentran una expresión cuantitativa en las *relaciones de indeterminación* que especifican la latitud recíproca para concretar las variables canónicamente conjugadas.

La libertad de experimentación, presupuesta en la física clásica, se mantiene, desde luego, y corresponde a la variación de condiciones experimentales prevista en la estructura matemática del formalismo de la mecánica cuántica. Sin embargo, mientras en la física clásica, la supuesta divisibilidad ilimitada de los fenómenos ofrece la posibilidad de interferir e incluso de invertir el curso de los acontecimientos por medio de experimentos apropiados en medida no restringida, la totalidad de cada fenómeno cuántico implica una restricción de esta interferencia. En particular, todas las características de la reversibilidad se reducen a un equilibrio estadístico suficiente para justificar el razonamiento termodinámico.

El renunciamiento en física cuántica a las exigencias tradicionales de las explicaciones físicas recuerda, en la teoría de la relatividad la renuncia a los conceptos de espacio y tiempo absolutos, la aplicación de los cuales está restringida por el límite superior de la velocidad de propagación de

todas las señales físicas, representada por la velocidad de la luz. De modo análogo, el insospechado límite inferior para el uso no ambiguo del concepto mecánico de *acción*, excluye la combinación no restringida de la coordinación espacio temporal, y equilibrios de momentos y de energía, en los cuales está basada la descripción determinista de la física clásica. En ambos casos, nos encontramos con pasos irreversibles en la descripción de experiencias físicas, basada en el reconocimiento de características esenciales de nuestra situación como observadores, que ha exigido tramas más amplias para el análisis y la síntesis de los fenómenos naturales.

La importancia de la lección epistemológica que nos ha dado la exploración del mundo de los átomos tiene que ser considerada teniendo en cuenta la influencia que la concepción mecánica de la Naturaleza ha ejercido sobre el pensamiento en general a través de los siglos. Sobre todo, el reconocimiento de una limitación inherente en el margen de la descripción determinista dentro del campo de la experiencia, relacionado con las propiedades fundamentales de la materia, nos estimula a buscar situaciones análogas en otros terrenos del conocimiento donde la aplicación mutuamente exclusiva de conceptos, cada uno indispensable en una descripción completa de la experiencia, reclama un modo complementario de descripción.

Cuando nos apartamos del terreno propio de la física, nos encontramos de repente con la antigua y muy debatida cuestión del lugar que ocupan los organismos vivientes en la descripción de los fenómenos naturales. Al principio no se estableció una distinción clara entre la materia animada y la inanimada, y es bien sabido que Aristóteles, al afirmar el carácter total de los organismos individuales, se colocó en oposición con el punto de vista de los atomistas, e incluso al ocuparse de los fundamentos de la mecánica, conservó conceptos como intención y potencia. Sin embargo, con los grandes descubrimientos realizados en anatomía y en fisiología durante el Renacimiento y especialmente con el advenimiento de la mecánica clásica en la descripción determinista, de la cual se elimina toda referencia a intención, surgió por sí sola una concepción completamente mecanicista de la Naturaleza.

Es verdad que la estructura y el funcionamiento de los organismos suponen una ordenación de procesos atómicos, que algunas veces se ha considerado difícil conciliar con las leyes de la termodinámica, que implican una aproximación continua hacia el desorden entre los átomos que cons-

tituyen un sistema físico aislado. Sin embargo, si se tiene suficientemente en cuenta la circunstancia de que la energía libre necesaria para mantener y desarrollar los sistemas orgánicos afluye continuamente del medio ambiente mediante la nutrición y la respiración, resulta claro que en los organismos animados no se infringe en este particular ninguna de las leyes físicas generales. Como ya hizo notar Boltzman, el elemento esencial de irreversibilidad, implicado en la descripción de las funciones orgánicas, constituye la verdadera base de nuestra noción de la dirección del tiempo.

Durante los últimos decenios, nuestro conocimiento de la estructura y del funcionamiento de los organismos ha progresado enormemente, y en particular ha quedado demostrado que las regularidades cuánticas desempeñan, en muchos aspectos, un papel fundamental. Estas regularidades constituyen desde luego la base de la notable estabilidad de las estructuras moleculares complejísticas que forman los componentes esenciales de las células que transmiten las propiedades hereditarias de las especies. Además, las mutaciones inducidas resultantes de la exposición de los organismos a las radiaciones penetrantes ofrecen una aplicación brillante de las leyes estadísticas de la física cuántica. También la sensibilidad de los órganos de percepción, tan importante para la integridad de los organismos, se ha encontrado que se aproxima al nivel de los procesos cuánticos individuales, y, es claro que los mecanismos de amplificación desempeñan, en la transmisión de los mensajes nerviosos, un importante papel que recuerdan los dispositivos de registro utilizados en los experimentos de la física atómica.

Toda esta evolución ha puesto otra vez en primer término, aunque de una nueva manera, la cuestión de abordar mecánicamente los problemas biológicos, pero al mismo tiempo se ha planteado imperiosamente la cuestión de si una comparación entre los organismos y los sistemas físicos muy complejos y refinados, tales como las construcciones industriales modernas o las máquinas de calcular electrónicas, constituye una base adecuada para describir entidades autorreguladas, como son los organismos vivientes.

Volviendo a la lección general epistemológica que nos ha dado la física atómica, hemos de tener en cuenta, en primer lugar, que los fenómenos aislados que se estudian en la física cuántica no son directamente análogos a los procesos biológicos que suponen un intercambio continuo de materia y de energía entre los organismos y su medio ambiente. Además, cualquier combinación de condiciones experimentales, que permita con-

trolar las funciones biológicas hasta el punto necesario de poder ser bien descritos, en términos físicos sería incompatible con el libre transcurso de la vida. Así, a pesar de la técnica cada vez más perfeccionada para estudiar el metabolismo, especialmente por medio del ingenioso método de los elementos *trazadores*, en el que se utilizan los isótopos radiactivos actualmente disponibles en gran abundancia, tenemos que constatar que por lo que respecta a la vida orgánica, las posibilidades de interferencia, o reversión en el curso de los acontecimientos, están todavía más limitadas que en el estudio de los procesos atómicos individuales. Recordemos de paso que el tratamiento médico, por eficaz que resulte, aspira esencialmente a ayudar al organismo a recobrar la salud o a reanudar sus funciones normales.

La insistencia sobre este punto sugiere una actitud en el problema de la vida orgánica que proporciona el debido equilibrio entre la manera mecanicista y finalista de abordar las cuestiones. En realidad, del mismo modo que el quantum de acción en la explicación de los fenómenos atómicos aparece como un elemento que no puede ser definido en términos de mecánica clásica, en la ciencia biológica la noción de vida es elemental, en el sentido de que se aplica a situaciones en que no se cumplen las condiciones necesarias para un análisis físico exhaustivo. Hemos de reconocer, como un hecho, que la manera práctica de enfocar las investigaciones biológicas se caracteriza por el modo *complementario* en que se emplean argumentos basados en todos los recursos de que dispone la ciencia física y química y conceptos que se refieren directamente a la integridad del organismo, que trasciende del campo de estas ciencias.

En el estudio de ese comportamiento innato y condicionado de los animales y del hombre nos encontramos con situaciones análogas, en lo que se refiere a la comprensión de la experiencia, que reclaman la aplicación de conceptos psicológicos. Incluso en la pretendida manera de abordar estas cuestiones según el comportamiento, es casi imposible evitar esos conceptos, y la propia idea de conciencia se impone por sí misma cuando tratamos del comportamiento en un grado tan alto de complejidad que su descripción implica virtualmente una introspección por parte del organismo individual. A este respecto, es interesante hacer constar que mientras en las primeras fases de la ciencia física cabía referirse directamente a estas características de los acontecimientos de la vida ordinaria que permiten una explicación causal sencilla, desde los orígenes del lenguaje se ha utili-

zando una descripción esencialmente *complementaria* de los estados de nuestra mente. De hecho, la rica terminología adaptada a este propósito no indica un curso discontinuo de los acontecimientos, sino más bien experiencias separadas que se excluyen mutuamente y que en cierto modo recuerdan los fenómenos *complementarios* de la física atómica. Del mismo modo que, estos fenómenos para ser definidos requieren distintos dispositivos experimentales, las diversas experiencias psicológicas se caracterizan por distintas posiciones de la separación entre el contenido sobre el que se concentra la atención y el telón de fondo que indicamos con la palabra «nosotros».

Desde un punto de vista puramente biológico, apenas podemos interpretar las características de los fenómenos psíquicos, a no ser concluyendo que toda experiencia consciente capaz de ser retenida por la memoria corresponde a una impresión residual en el organismo, que equivale a un registro irreversible del transcurso de los procesos en el sistema nervioso. Es verdad que estos registros, en los que intervienen numerosísimas células cerebrales, son esencialmente distintos de las estructuras permanentes de las células aisladas que intervienen en la reproducción genética. Sin embargo, desde el punto de vista finalístico no sólo podemos subrayar la utilidad de los registros permanentes, en su influencia sobre nuestras reacciones a los estímulos subsiguientes, sino también la importancia de que no pesen sobre las generaciones siguientes las experiencias actuales de los individuos, sino que dependan tan sólo de la reproducción de las propiedades del organismo que han resultado útiles para la adquisición y la utilización de conocimientos. En todo intento de proseguir la investigación, debemos estar dispuestos, desde luego, a encontrarnos a cada paso con dificultades crecientes, y es muy significativo que los conceptos sencillos de la ciencia física pierdan en mayor grado su aplicabilidad cuanto más nos acercamos a los aspectos de la vida orgánica relacionados con las características de nuestra mente.

Para ilustrar este razonamiento, podemos referirnos al antiguo problema del libre albedrío. En una manera determinista de enfocar las cosas, este concepto no tiene cabida, pero es evidente que la palabra «volición» es indispensable para una descripción exhaustiva de los fenómenos psíquicos. No sólo tenemos, por decirlo así, la sensación de ser capaces de sacar el mejor partido posible de las circunstancias, sino que además, si intentamos pronosticar lo que otra persona decidirá en una situación determinada, hemos de esforzarnos en conocer todos sus antecedentes, hasta

tal punto, que realmente nos coloquemos nosotros mismos en su lugar.

Una base lógicamente coherente para hablar del «libre albedrío» nos la proporciona el reconocimiento de que las situaciones psicológicas en las que tenemos una sensación de volición y en las que ponderamos los motivos de nuestras acciones, constituyen un ejemplo típico de relaciones *complementarias*. Así, se deja también el margen adecuado para el uso de palabras como aspiraciones y responsabilidad, que separadamente son tan poco definibles como otras palabras indispensables para explicar la variedad y potencialidad de nuestra situación.

Si he entrado en estos problemas generales de carácter biológico y psicológico, que a todos nos son familiares, ha sido sólo con la intención de recordar las características comunes de la investigación científica y para poner de relieve una actitud que se caracteriza por la aspiración de armonizar experiencias aparentemente contradictorias incorporándolas dentro de una estructura conceptual más amplia. Este modo de enfocar la cuestión puede quizá también contribuir a fomentar la comprensión recíproca entre sociedades humanas de distintas tradiciones culturales, y antes de terminar este discurso me permitiré añadir algunas observaciones sobre esta cuestión.

A este respecto, cabe referirse a las analogías y a las diferencias que presentan las sociedades humanas y las animales. En el reino animal, nos encontramos con comunidades de tipos muy distintos, que corresponden a las necesidades de las diversas especies. Especialmente, entre los insectos, nos encontramos a veces con una división de funciones entre los individuos, llevada hasta tal extremo, que en varios aspectos la sociedad entera parece un organismo único, mientras que en muchas especies de aves y de mamíferos que viven en grupos, más o menos divididos en familias, se trata más bien de una conducta innata que recuerda varias de las costumbres de las comunidades humanas, que responden tanto a la necesidad de conservar a los individuos como a la de proteger a la sociedad.

Sin embargo, la diferencia esencial entre estas sociedades animales y las comunidades humanas es que nuestras tradiciones culturales no tienen nada que ver con una conducta biológicamente heredada, sino con las maneras de reaccionar de los individuos adultos, transmitidas de generación en generación por una educación dirigida de una manera más o menos consciente. A este respecto, es decisivo darse cuenta de hasta qué punto se ha eliminado en la vida humana la conducta instin-

tiva. En la terminología que da la ciencia moderna, podemos decir incluso que palabras como «instinto» y «razón» tienen aplicaciones *complementarias* mutuamente exclusivas.

Las culturas humanas que se han desarrollado aisladamente unas de otras, presentan diferencias profundamente arraigadas no sólo por lo que se refiere a la adaptación a condiciones externas como el clima y los recursos naturales, sino también respecto de las tradiciones que han conservado, y que muchas veces constituyen un obstáculo para la comprensión mutua. A veces incluso se han comparado las diversas culturas con los distintos modos de describir los fenómenos físicos, según el punto de vista del observador. Sin embargo, el gran progreso científico que representa la teoría de la relatividad implica la posibilidad, para todo observador, de predecir, utilizando conceptos corrientes, de qué manera otro observador dará cuenta de una experiencia física. Precisamente la dificultad de apreciar las tradiciones de otras naciones partiendo de la tradición nacional propia, indica que la relación entre las culturas puede ser considerada más bien como *complementaria*. Pero en todas estas comparaciones no se tiene en cuenta que toda cultura está evolucionando constantemente. Contactos especiales entre distintas comunidades culturales pueden ejercer una influencia recíproca tan intensa que dé por resultado una cultura común con una perspectiva más amplia.

El desarrollo de la ciencia desempeña un papel cada día más importante como elemento unificador de las culturas humanas. No sólo todo progreso del conocimiento, donde quiera que se realice, beneficia a la humanidad entera, sino que la cooperación en la investigación científica ofrece quizá más que cualquier otra cosa posibilidades de establecer estrechos contactos y comprensión mutua. Estas oportunidades tienen importancia especial en el actual momento crucial de la historia. Es más, el establecimiento de una cooperación entre todos los pueblos, en un ambiente de confianza, que tan urgentemente necesitamos hoy, depende esencialmente del libre acceso a toda información y de la discusión sin trabas de todos los problemas de interés humano.

Todos nosotros estamos unidos por la esperanza de que esta conferencia, donde están reunidos representantes de tantas naciones para el intercambio de conocimientos, marque un hito en la cooperación científica y tecnológica. Confiamos en que la oportunidad que ahora se nos ofrece de conocernos y de tratarnos en esta gran ocasión, contribuya esencialmente al anhelo común de la elevación de la cultura en todos sus aspectos.