

EL CONGRESO INTERNACIONAL DE FISICA TEORICA
CELEBRADO EN LA UNIVERSIDAD DE WASHINGTON, SEATTLE,
E.U.A.

Marcos Moshinsky

Instituto de Física, Universidad de México
Instituto Nacional de la Investigación Científica

Por iniciativa de la Universidad de Washington, y con el apoyo de diversas Instituciones de los Estados Unidos y de la Unión Internacional de Física Pura y Aplicada, se celebró un Congreso Internacional de Física Teórica en la Universidad de Washington, Seattle, E.U.A. , del 17 al 21 de Septiembre de 1956.

Este Congreso tuvo como antecedente el Congreso que, también sobre Física Teórica, tuvo lugar en el Japón en 1954. Los progresos de las diferentes ramas de la Física Teórica son tan rápidos, que es imposible para el investigador aislado mantenerse al corriente, aún en el supuesto de que recibiera todas las publicaciones existentes. Es por ello que los congresos como el de la Universidad de Washington sirven para dar una idea de conjunto de los campos mas activos en la Física Teórica, y permiten al investigador orientar sus trabajos para que estos resulten particularmente fructíferos. Por esta razón es de desearse que congresos de este tipo se celebren periódicamente.

La organización del Congreso estuvo a cargo del Prof. H. Manley, Director del Departamento de Física de la Universidad de Washington, y de sus colaboradores los Dres. J. S. Blair, E. M. Henley y B. A. Jacobsohn. El programa fué elaborado con la colaboración de los distinguidos físicos J. R. Oppenheimer, A. Pais, L. I. Schiff, F. Seitz, V. F. Weisskopf y E. P. Wigner.

La lista original de invitados incluía a 145 físicos a los que posteriormente se agregó un número aproximadamente igual de observadores. Desde luego predominó la delegación Norteamericana (75 invitados), pero también hubo una numerosa delegación Japonesa (30 invitados), de Inglaterra (8), Francia (6), URSS (4), Alemania (4), Austria (3), Israel (3), India (2), Holanda (2), Suiza (2), Suecia (2), Brasil (2), Canada (2), Italia (1), Dinamarca (1), Bélgica (1). La delegación Mexicana estuvo integrada por el Dr. Manuel Sandoval Vallarta y el autor de estas líneas.

I. SESIONES DEL 17 DE SEPTIEMBRE

El Congreso se inició el lunes 17 de Septiembre con una sesión presidida por el Prof. E. P. Wigner (Universidad de Princeton). El primer trabajo de esta sesión fué el del Prof. V. Bargmann (Universidad de Princeton), y versó sobre los progresos en el campo de la Teoría de la Relatividad. Como puntos de interés resaltaron, el hecho que la desviación hacia el rojo debida al campo gravitacional ha sido confirmada en las estrellas enanas blancas, y también que ya está dentro de las posibilidades experimentales checar esta desviación con experimentos en los que se utilice un satélite artificial. Los problemas en el campo de la relatividad general conciernen por un lado, a la teoría unificada del campo, y por otro a la cuantización del campo gravitacional. Bargmann indicó la evolución sufrida en lo que al campo unificado se refiere desde la teoría en el espacio de 5 dimensiones de Kaluza, hasta las últimas investigaciones de Einstein y de Schrödinger. Desgraciadamente no se han encontrado aún soluciones a las ecuaciones propuestas, que sean interpretables en términos de situaciones físicas bien definidas. En lo que se refiere a la cuantización del campo gravitacional, puntualizó las dificultades producidas por las condiciones de constricción que deben satisfacer las g_{ij}

Después del trabajo de Bargmann, el tema de la sesión cambió al campo de

la Física Nuclear, donde el Prof. V. F. Weisskopf (M.I.T.) hizo una presentación de los principales problemas. Uno de los problemas básicos de la Física Nuclear es el de comprender el comportamiento de los nucleones cuando estos se encuentran muy próximos entre sí. La distancia media entre los nucleones dentro del núcleo es del orden de 1.6×10^{-13} cm, mientras que los experimentos de Stanford (de los cuales hablaremos más adelante), indican que el protón tiene un radio de 0.7×10^{-13} cm. De aquí surgen dos puntos de vista opuestos. Uno de ellos, el de Brueckner y sus colaboradores, afirma que al ser menor el radio de los nucleones que la distancia entre los mismos, las interacciones en la materia nuclear deben interpretarse a partir de las fuerzas entre pares de nucleones que nos son conocidos. La otra, propuesta por Teller y sus colaboradores, considera que la distancia entre nucleones es demasiado pequeña comparada con el radio de los mismos, para que se pueda hablar de interacciones entre pares de nucleones, y más bien los nucleones se ven afectados por un potencial común de la materia nuclear que les rodea.

Weisskopf indicó los puntos que favorecen a las consideraciones de Brueckner tales como la influencia de las interacciones entre pares de partículas en la ordenación de niveles de energía; la disminución del camino medio libre de los neutrones en la materia nuclear al aumentar la energía de estos; las interacciones de los mesones π con los nucleones que llevan a la conclusión que las cantidades de movimiento de los nucleones dentro del núcleo sufren fuertes fluctuaciones, etc. Sin embargo, todavía no se puede afirmar con seguridad que la teoría de Brueckner pueda explicar los dos hechos cruciales de la estructura nuclear:

1) El hecho que la materia nuclear presenta una densidad esencialmente uniforme a lo largo de la tabla periódica, así como el valor experimental de esa densidad.

2) El hecho de que muchos aspectos de los estados base o de los estados poco excitados de los núcleos, puedan explicarse en el supuesto que los nucleones se muevan esencialmente en un potencial común.

El punto de vista de Johnson y Teller podría explicar los dos hechos cruciales arriba mencionados, pero a costa de sacrificar las interacciones individuales entre nucleones, en cuyo caso tendría como dificultad precisamente aquellos hechos

que están de acuerdo con la teoría de Brueckner.

Tanto en la teoría de Brueckner como en la de Johnson y Teller, aparece para el movimiento del nucleón dentro de la materia nuclear, un potencial dependiente de la velocidad. Los efectos de ese potencial sobre el modelo de capas han sido discutidos por Lawson, y llevan a conclusiones similares a las de potenciales ordinarios. En vista de ello, Weisskopf puntualizó el interés de encontrar fenómenos físicos a través de los cuales se pudiera checar la existencia de este potencial dependiente de la velocidad.

Weisskopf también discutió los procesos relacionados con las reacciones nucleares, e indicó la existencia de muchos otros procesos de interacción que suplementan a la interacción por medio del núcleo compuesto.

La sesión de la tarde del 17 de Septiembre, fué presidida por el Prof. S. Hayakawa (Universidad de Kioto), y versó también sobre los problemas de estructura y reacciones nucleares. El primer trabajo de esta sesión fué el del Prof. J. H. Jensen (Universidad de Heidelberg), quien resumió el desarrollo histórico del modelo de capas del núcleo y los principales éxitos que se había anotado. Puntualizó que la existencia de acoplamiento spin-orbita fuerte en las interacciones puede demostrarse en forma independiente, a través de los experimentos de polarización en la dispersión de nucleones por núcleos.

Posteriormente el Prof. B. R. Mottelson (Universidad de Copenhague), hizo una exposición sobre los efectos colectivos en los fenómenos nucleares, efectos que provienen de agregar al modelo de capas del núcleo ciertos grados de libertad asociados con las vibraciones del modelo de la gota de líquido. Uno de los resultados más importantes es el de la aparición de niveles de rotación que han sido comprobados por el estudio de la radiación emitida por los núcleos. Indicó también el interés de encontrar las relaciones entre el momento de inercia y el parámetro de deformación en los núcleos.

Finalmente habló el Dr. A. Lane (Laboratorios de Harwell, Inglaterra), sobre las reacciones nucleares. En particular, indicó el éxito que ha tenido la proposición de un potencial complejo ("bola de cristal empañada") en la interpretación de las interacciones de los neutrones con los núcleos. Hizo ver los progresos que se

han logrado en la explicación tanto de la parte real como la parte imaginaria de este potencial complejo, a partir de la teoría general de las reacciones nucleares.

II. SESIONES DEL 18 DE SEPTIEMBRE

La sesión matutina del 18 de Septiembre estuvo presidida por el Prof. G. E. Uhlenbeck (Universidad de Michigan), y tuvo por tema la Mecánica Estadística.

Comenzó la sesión por una presentación que el Prof. L. Van Hove (Universidad de Utrecht), hizo de los problemas actuales en la Mecánica Estadística. En lo que se refiere a procesos en equilibrio termodinámico, indicó que la Mecánica Estadística dá predicciones correctas en el límite en que el número de partículas tiende a infinito, y que esto ocasiona problemas en el uso del método de perturbaciones para el potencial de interacción. El potencial de interacción puede ser pequeño (comparado con la parte separable del hamiltoniano) entre pares de partículas, pero grande para el sistema si el número de partículas tiende a infinito. Aplicó estas consideraciones a los problemas de los cambios de fase.

En el campo de la Mecánica Estadística de procesos que no están en equilibrio termodinámico, los problemas son mas numerosos. Indicó Van Hove las descripciones cuasi termodinámicas de Onsager, los análisis efectuados con ayuda de los teoremas ergódicos, de la ecuación de Boltzman, etc..

Posteriormente tuvo lugar una mesa redonda integrada por Uhlenbeck, Van Hove, Onsager (Universidad de Yale), Husimi (Universidad de Osaka), Prigogine (Universidad libre de Bruselas), y J. de Boer (Universidad de Amsterdam), en la que algunos de los problemas propuestos por Van Hove fueron discutidos.

En la sesión de la tarde fué de particular interés la conferencia del Prof. R. Feynman (Instituto Tecnológico de California), sobre Superconductividad y Superfluidez. El fenómeno de Superfluidez se presenta en el He^4 y está asociado con cambios bruscos en la viscosidad y en el calor específico del fluido a temperaturas cercanas al cero absoluto. La predicción de esas discontinuidades, considerando el fluido como un gas que obedece a las estadísticas de Bose, no ha tenido el éxito que pudiera esperarse. El fenómeno de Superconductividad que se presenta en los conductores a temperaturas cercanas al cero absoluto, también está correlacionado con

cambios discontinuos del calor específico a la temperatura crítica. Indicó Feynman que a pesar de la antigüedad de estos fenómenos, (la Superfluidez fué descubierta en 1911 y la Superconductividad en 1905), todavía no han podido explicarse dentro del campo de la Mecánica Cuántica ordinaria.

Una de las sesiones nocturnas de ese mismo día fué la mesa redonda sobre el problema de los dos nucleones, y en ella participaron M. Levy (Ecole Normale Supérieure, Paris), K. A. Brueckner (Universidad de Pennsylvania), Ter Martirosyan (URSS), A. Klein (Universidad de Harvard), M. Moshinsky (México), y otros. Brueckner hizo un resumen de lo que sabemos sobre las fuerzas nucleares a partir de la dispersión de nucleones por nucleones. Indicó que en estados tripletes de momento angular par, existe una fuerte fuerza tensorial con un alcance mayor que el de la fuerza central. También hay un centro repulsivo de radio $\simeq 0.5 \times 10^{-13}$ cm. Para estados singulete de momento angular par, la mayor parte de los datos vienen de la dispersión entre protones a 32 Mev. y sugiere una fuerza de muy corto alcance con un centro repulsivo de las mismas dimensiones que la anterior. Para el estado triplete de momento angular non, hay una fuerza no-central que presenta una singularidad muy marcada a cortas distancias. Es probable que se trate de una fuerza tensorial repulsiva a grandes distancias, pero que no es monotónica. Indicó también que se necesitaba determinar quince parámetros a partir de los datos, utilizando exclusivamente potenciales independientes de la velocidad, lo cual da idea de la complejidad de los cálculos.

Klein presentó algunos intentos de derivar el potencial entre pares de nucleones, por lo menos la parte del potencial fuera del centro repulsivo, a partir de la teoría de campo, pero los métodos que empleó fueron criticadas por Ter Martirosyan.

Moshinsky indicó la posibilidad de determinar la intensidad y alcance de las fuerzas dependientes de la velocidad, a partir de sus efectos en la estructura nuclear. En efecto, el orden de los niveles en el modelo de capas para fuerzas entre nucleones que sean dependientes de la velocidad, difiere considerablemente del orden predicho para fuerzas ordinarias.

III. SESIONES DEL 19 DE SEPTIEMBRE

La sesión matutina fué presidida por el Prof. J. R. Oppenheimer (Instituto de

Estudios Superiores de Princeton), y se dedicó a los problemas en la Teoría de Campo, y particularmente a la Electrodinámica Cuántica.

Inició la sesión el Prof. Tomonaga (Universidad de Tokio), haciendo una exposición histórica del desarrollo de la Electrodinámica Cuántica. Las divergencias que se presentan en la teoría de campo ha sido uno de los problemas básicos, y surge aún en la teoría clásica del campo electromagnético en interacción con los puntos carga. Entre los intentos de eliminar las divergencias figuran la teoría de campo no lineal de Born, los conceptos de campos cohesivos de Pais, las ecuaciones de onda de un orden superior al segundo de Bopp, las teorías no locales, etc.. El procedimiento que más éxito ha tenido para obtener información física en la teoría de campo, es el de la renormalización, que permite eliminar las divergencias en una forma covariante.

El proceso de renormalización ya estaba implícito en un trabajo de Dancoff, anterior a la guerra, pero no fué sino algunos años mas tarde que Tomonaga y Schwinger, independientemente, establecieron las bases en una forma bien definida. Respecto al futuro, Tomonaga indicó la posibilidad de dos puntos de vista, uno optimista que confía en utilizar la teoría de campo como la conocemos actualmente, eliminando las divergencias por renormalización, o mejor aún empleando exclusivamente reglas como las relaciones de dispersión que no contienen a las divergencias. El otro punto de vista es pesimista, y pone en entredicho todas las teorías en que la interacción entre los campos sea puntual.

Posteriormente, Wichmann (Instituto de Estudios Superiores de Princeton), discutió el acuerdo entre la Electrodinámica Cuántica y el experimento. Indicó que debemos restringirnos a procesos de baja energía, si queremos utilizar la Electrodinámica Cuántica aislada, pero que con esta restricción el acuerdo de la teoría y el experimento en el efecto Lamb, en el momento magnético del electrón, en el positronio, etc., es excelente.

A continuación Yennie (Universidad de Stanford), expuso las investigaciones que sobre el radio y estructura de nucleos y nucleones se hacen con ayuda del acelerador de electrones de Stanford. Indicó la interesante posibilidad de poder medir el radio, por así decirlo, del nucleón desnudo, a diferencia del radio que se conoce ac-

tualmente, que incluye la contribución de la nube mesónica que rodea al nucleón.

Lehmann (CERN), hizo una exposición sobre las condiciones de causalidad y su importancia en la Teoría de Campo moderna. En vista de las dificultades que se presentan en la aplicación detallada de la Teoría del Campo, es conveniente explorar las consecuencias de principios generales tales como el de causalidad. El principio de causalidad se utilizó por primera vez en el campo electromagnético, donde llevó a una relación entre la amplitud de dispersión hacia adelante y la sección total. Relaciones similares pueden encontrarse para otros campos, y han resultado sumamente útiles para explicar algunos aspectos de las interacciones entre mesones y nucleones.

El último trabajo de esta sesión, y uno de los más interesantes del Congreso fué presentado por el Prof. Schwinger (Universidad de Harvard). Este trabajo versó sobre la posibilidad de construir una Teoría de Campo que explicara en forma unificada, las propiedades de los hiperones y de los mesones κ . Schwinger se basa en una analogía entre el campo electromagnético y el campo de mesones π , para suponer un acoplamiento de los mesones π no sólo con los nucleones, sino también con los mesones κ . Además, los mesones π serían el agente dinámico de una "hipercarga" Y , en la misma forma que el campo electromagnético es el agente dinámico de la carga ordinaria. El número de hipercarga Y está relacionado con la extrañeza S de Gell-Mann ($S = Y - 1$ para hiperones). Los diferentes mesones κ están asociados con los valores ± 1 de la hipercarga, mientras que el nucleón tiene hipercarga 1. Tanto los mesones κ , como los nucleones, tienen spin isotópico $T = \frac{1}{2}$.

De las consideraciones anteriores Schwinger deduce que los hiperones estarían caracterizados por los siguientes valores de spin isotópico e hipercarga: Λ ($T = 0, Y = 0$), Σ ($T = 1, Y = 0$) y Ξ ($T = \frac{1}{2}, Y = -1$), y junto con el nucleón podrían considerarse como un cuadruplete que degeneraría en un solo estado, si los acoplamientos $g_{\pi N}$ entre mesón π y nucleón, $g_{\kappa N}$ entre meson κ y nucleón $g_{\kappa\pi}$ entre mesones κ y π , fueran cero. La interacción entre los mesones κ y π que Schwinger necesita para su teoría unificada de hiperones y mesones κ , le lleva en forma natural, a abandonar el concepto de una paridad definida asociada con el mesón κ . Este fué uno de los puntos que se prestó a más discusiones en su teoría.

IV. SESIONES DEL 20 DE SEPTIEMBRE

La sesión matutina fué presidida por el Prof. Pais (Instituto de Estudios Superiores de Princeton), y versó sobre las teorías mesónicas y las partículas elementales. Inició la sesión el Prof. Yukawa (Universidad de Kioto), haciendo una exposición general sobre las teorías mesónicas. Indicó en primer lugar, que algunas de las consideraciones que lo llevaron a proponer originalmente la teoría mesónica no son válidas para los mesones tal como los conocemos. Como ejemplo citó a la desintegración beta que no puede ser encuadrada dentro del marco de la teoría mesónica actual, en la que tenemos dos tipos de mesones π y μ , y el primero, que es el realmente importante en las interacciones nucleares, es pseudo escalar, mientras que las desintegraciones beta se efectúan predominantemente por un acoplamiento escalar o tensorial.

La extensión de las teorías mesónicas a otras partículas elementales, ha necesitado la introducción del concepto de "extrañeza". Indicó que la necesidad de un nuevo concepto es un proceso normal en el desarrollo de nuestro conocimiento de las partículas elementales, haciendo ver que, por ejemplo, el concepto de partículas de spin $\frac{1}{2}$, extraño en la física clásica, adquiere un significado perfectamente definido en la Mecánica Cuántica.

Uno de los puntos fundamentales en las teorías mesónicas es el de poder dar un significado bien definido al concepto de extrañeza. Ha habido muchas interpretaciones, tales como la de Schwinger citada arriba, Pais, Gell-Mann, etc., pero ninguna de ellas es enteramente satisfactoria. En las interacciones entre campos mesónicos debemos distinguir entre acoplamientos fuertes y débiles. En los primeros parece haber un número mayor de leyes de conservación que en los segundos. Por ejemplo, la conservación de extrañeza es violada en la desintegración de partículas elementales, y la conservación de spin isotópico es violada en las interacciones electromagnéticas. Pudiera inclusive suceder que en las interacciones débiles hubiera violaciones de leyes de conservación mas fundamentales, como la paridad o el momento angular.

Indicó finalmente Yukawa algunos intentos de aplicar la teoría de campos no locales a la posible explicación de los diferentes tipos de comportamiento que presentan los mesones.

A continuación, el Prof. Low (M.I.T.) habló sobre las interacciones de los mesones π con los nucleones. Indicó desde luego que los procesos de interacción directa de mesones con nucleones, podrían ser más útiles a la comprensión de las interacciones, que los procesos virtuales de interacción que se presentan a través de las fuerzas entre nucleones. Desde luego las propiedades del mesón π (spin 0, paridad non, spin isotópico 1), norman las interacciones entre el mesón y el nucleón.

En la dispersión de mesones π por protones, el punto mas sobresaliente es la resonancia que se observa en la sección para una energía del mesón π en la vecindad de 200 Mev. Para esa energía sólo entrarían en juego momentos angulares orbitales 0 y 1, y como por otro lado los spines de mesón y nucleón son 0 y $\frac{1}{2}$ respectivamente, los estados de importancia para la energía de resonancias son $s_{\frac{1}{2}}$, $p_{\frac{1}{2}}$, $p_{\frac{3}{2}}$. El carácter pseudo escalar del mesón π favorece un estado $p_{\frac{3}{2}}$ para la resonancia. La comparación de las secciones de dispersión de mesones π positivos y negativos por protones muestra que la resonancia ocurre para un estado de spin isotópico $T = \frac{3}{2}$.

Entre los objetivos de una teoría mesónica debe de estar el de predecir una resonancia a la energía en que se observa, y obtener teóricamente la forma de la resonancia, así como los detalles finos de la dispersión, esto es, las secciones en los estados $s_{\frac{1}{2}}$ y $p_{\frac{1}{2}}$. Los intentos de explicación se han hecho a través de la teoría pseudo escalar y del método de Chew. Desde luego, debido al acoplamiento fuerte entre mesones y nucleones, no es posible usar un método de perturbaciones, y solo resultados como los obtenidos del principio de causalidad son confiables. De la relación entre la dispersión hacia adelante y la sección total es posible afirmar que la teoría mesónica pseudo escalar es compatible con la presencia de la resonancia a la energía de 200 Mev.

La teoría propuesta por Chew hace suposiciones drásticas respecto del retroceso de los nucleones al emitir mesones, y hace caso omiso de los antinucleones, pero puede llevar a un desarrollo de la sección en forma que aparezcan como parámetros, un alcance efectivo y una longitud de dispersión. De los valores de estos parámetros se obtiene una resonancia en la región en que esta ha sido observada.

La sesión matutina finalizó con un trabajo del Prof. L. Michel (Instituto de Lille, Francia), sobre las interacciones débiles. Indicó que los últimos resultados experimentales y teóricos sugieren para el espectro permitido de la radiación un acoplamiento escalar si las reglas de selección son las de Fermi, y tensorial si las reglas de selección son las de Gamow-Teller. Los datos experimentales no están en contradicción con la posibilidad de que las constantes de acoplamiento escalar, tensorial y pseudo escalar, sean iguales, lo cual sería favorable al punto de vista de una interacción universal de Fermi. Sin embargo, puntualizó que una interacción universal de Fermi ocasionaría problemas en conexión con la desintegración del mesón π si consideramos a este último como un estado ligado de nucleón y anti-nucleón.

La sesión de la tarde también fué presidida por Pais, y se inició con un trabajo de Yang (Instituto de Estudios Superiores, Princeton), sobre las nuevas partículas. Después de enumerar algunas de las propiedades de los hiperones y mesones κ (véase por ejemplo el artículo de A. M. Shapiro Rev.Mod.Phys. 28, 164, (1956)), procedió a dividir las interacciones entre las partículas en tres tipos: Fuertes (constantes de acoplamiento entre 1 y $1/10$), electromagnéticas (constantes de acoplamiento $e^2/\hbar c = (1/137)$) y débiles (constante de acoplamiento entre 10^{-2} y 10^{-4}). Las leyes de conservación dependen del tipo de acoplamiento. La conservación del número de nucleones, de carga y de conjugación de carga, es común a todas las interacciones. La conservación de la extrañeza se aplica solo a interacciones fuertes y electromagnéticas, y la conservación de spin-isotópico solo a interacciones fuertes. Entre los problemas que presentan las nuevas partículas está la determinación de su spin y paridad, y la explicación del porqué la extrañeza no se conserva en las interacciones débiles. De nuevo las diferentes formas de desintegración de los mesones κ le sugiere a Yang la posibilidad de tener que abandonar el concepto de una paridad definida para las partículas extrañas.

Para el futuro inmediato espera Yang muchos cálculos con acoplamientos específicos, ya que, a pesar de la poca confianza que tenemos en las teorías mesónicas, necesitamos una orientación en el campo experimental. La importancia del estudio de las nuevas partículas puede medirse por el hecho que el 60 % del tiempo de

operación del Cosmotrón de Brookhaven, está dedicado a experimentos en los cuales intervienen las partículas extrañas.

Dalitz (Universidad de Birmingham), complementó el trabajo de Yang indicando cómo un análisis teórico de los datos experimentales sugiere que los mesones τ y θ , que tienen la misma masa, pero diferentes formas de desintegración, no corresponde a estados de igual paridad y spin.

V. SESIONES DEL 21 DE SEPTIEMBRE

Las sesiones matutinas se dividieron en varias secciones en las que se discutieron problemas de Estado sólido, Teoría de Campo y Modelos Nucleares. Entre los trabajos de interés en la sección de Modelos Nucleares, Teller (Universidad de California), indicó el efecto de un potencial dependiente de la velocidad sobre el modelo de capas del núcleo; Tomonaga y Hayakawa derivaron algunas propiedades del modelo colectivo del núcleo a partir del modelo de capas, y Brueckner especificó el programa por medio del cual trata de obtener la energía de amarre, la densidad, compresibilidad y deformabilidad de la materia nuclear, a partir de las interacciones entre pares de nucleones.

La sesión de clausura del Congreso fué presidida por el Dr. Manuel Sandoval Vallarta, y tuvo por tema a las fuentes de energía en el Universo y el origen de la Radiación Cósmica. Inició la sesión el Prof. Salpeter (Universidad de Cornell), quien habló sobre las fuentes de energía en las estrellas. Indicó que las reacciones directas entre protones son probablemente las responsables de la mayor parte de la energía proveniente del Sol, aunque el ciclo del carbón es quizás el más importante en otras estrellas. La abundancia cósmica de los elementos se estiman en 10% de He, $\frac{1}{2}$ % del grupo del C al Ne y $\frac{1}{2}$ % en el grupo de Fe, siendo el resto hidrógeno.

Quizás el punto de mayor interés del trabajo de Salpeter fué su discusión de las fuentes de energía de las supernovas. Si se rompe el equilibrio entre la energía gravitatoria y la energía asociada a la presión de radiación, el colapso de la estrella lleva a un aumento enorme en su temperatura. A las temperaturas obtenidas se pueden iniciar varias reacciones (p, γ) entre el hidrógeno presente y los núcleos

de Li, C, O, Ne y Na. La radiación γ producida lo es tan abundantemente, que dá la fuente de energía para la explosión inicial de la estrella, así como para la emisión de una gran cantidad de radiación. A la temperatura producida en el material en expansión de la estrella, muchas reacciones con producción de neutrones son posibles. La absorción de los neutrones en el material del grupo del hierro puede iniciar una construcción en cadena de los diferentes isótopos que puede llegar hasta el Cf^{254} . Este último isótopo sufre fisión espontánea con una vida media de 55 días, liberando cerca de 200 Mev. Es posiblemente esta la causa de que ciertas supernovas tengan un decaimiento del logaritmo de su luminosidad con una pendiente de 55 días.

Después de las numerosas observaciones a las que dió lugar el trabajo de Salpeter, habló el Prof. Morrison (Universidad de Cornell), sobre el origen de la Radiación Cósmica y sobre los campos electromagnéticos en el espacio interplanetario. El tema, uno de los más fascinantes de la Física, necesita utilizar ideas que van desde las propiedades del campo magnético de la tierra, hasta la teoría de las reacciones nucleares. Tenemos en primer lugar que aceptar en lo grande una homogeneidad e independencia del tiempo de la radiación cósmica. Las alteraciones locales por intensas que sean no pasan de regiones relativamente reducidas comparadas con las dimensiones de la galaxia. Si tomamos como unidad la energía total presente en forma de radiación cósmica, la energía presente en forma de radiación luminosa es también del orden de 1, pero la energía en forma de turbulencia en la materia interestelar va de 1 a 10, y la energía en forma de rotación de las estrellas mismas es del orden de 1000.

¿Cuales son las razones de que la radiación cósmica tenga la abundancia y homogeneidad con las que se observa? Posiblemente haya campos magnéticos que hacen la función de homogeneizar a la radiación. La fuente de la radiación quizás no debe ser tan intensa como en el caso de la radiación luminosa, por la posibilidad de un mecanismo de almacenamiento de partículas cargadas en regiones de la galaxia. El proceso de aceleración probablemente tiene lugar en los campos intragalácticos, y el problema principal reside en la inyección de partículas con suficiente energía, así como en la transformación eficiente de la energía almacenada en los

campos electromagnéticos en energía cinética de las partículas.

Uno de los problemas graves del origen de la radiación cósmica residía en la explicación de los rayos cósmicos de muy alta energía. Para la intensidad media de los campos intragalácticos, se necesitaba un radio de las dimensiones de la galaxia misma para acelerar a los protones a la energía observada. Sin embargo, por la forma de lenteja de la galaxia, sólo se podría acelerar protones a esas energías, si estos se movieran en el plano de la galaxia, y esto reduciría considerablemente el número de partículas de alta energía. Afortunadamente, los estudios de radio astronomía muestran que a las frecuencias de ondas electromagnéticas, nuestra galaxia está mucho más cerca de una forma globular que de la forma de lenteja que dá la observación visual.

VI. ACTIVIDADES SOCIALES

Los participantes del Congreso fueron objeto de múltiples atenciones, tanto de parte de la Universidad de Washington como de otras organizaciones en Seattle. Dos banquetes, uno en el Rainier Club, y otro en el Washington Athletic Club, fueron ofrecidos a los participantes. Un viaje en barco por el Puget Sound, así como una visita al Parque Nacional de Mount Rainier, contribuyeron a que todos nos llevásemos un grato recuerdo de nuestra estancia. Gracias al Dr. William L. Phillips, coordinador del Congreso, la organización, tanto de los eventos científicos como de los sociales, no dejó nada que desear.

El autor de estas líneas desea expresar su agradecimiento a la Comisión Nacional de la Energía Nuclear de México y a la Universidad de Washington, por la ayuda que le permitió participar en este Congreso.