

LA CONFERENCIA INTERNACIONAL SOBRE ESTRUCTURA NUCLEAR  
CELEBRADA EN EL INSTITUTO WEIZMANN, REHOVOTH, ISRAEL .

Marcos Moshinsky

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

Por iniciativa del Instituto Weizmann de Investigación Científica, y con el apoyo de la Unesco, la Unión Internacional de Física Pura y Aplicada, y la Comisión de Energía Atómica de Israel, se celebró una Conferencia Internacional sobre Estructura Nuclear en el Instituto Weizmann, Rehovoth, Israel, del 8 al 14 de Septiembre de 1957.

Uno de los objetivos de la Conferencia fue el de discutir los progresos en la comprensión de la estructura de los núcleos que se han logrado con ayuda de los diferentes modelos nucleares, así como la posibilidad de justificar estos modelos a partir de las fuerzas entre pares de nucleones. Otro objetivo importante fue el de examinar las consecuencias de la falla del principio de paridad (la no invariancia de los fenómenos físicos frente a las reflexiones espaciales) en fenómenos asociados con la estructura nuclear tales como la desintegración beta.

El progreso de nuestros conocimientos en el campo de la estructura nuclear es tan rápido, que conferencias como la presente son indispensables si se quiere tener una concepción coherente sobre la naturaleza del núcleo atómico.

Participaron en la Conferencia mas de 150 físicos provenientes de todas las partes del mundo, pero principalmente de Europa Occidental y los Estados Unidos.

La organización de la parte científica de la Conferencia estuvo a cargo de G. Racah (Presidente), A. de Shalit (Secretario), y de B. M. Bloch, S. G. Cohen , N. Rosen, S. Sambursky, K. Sitte e I. Talmi, todos ellos profesores e investigadores de diversas instituciones científicas de Israel.

Los trabajos que mas interesaron al autor de estas lineas se agruparán según los dos temas principales indicados arriba.

## MODELOS DEL NUCLEO: FUNDAMENTOS Y APLICACIONES

Uno de los problemas básicos relacionados con los modelos nucleares es el de la justificación de los mismos a partir de los conocimientos actuales sobre fuerzas nucleares. Eden (Universidad de Cambridge, Inglaterra), indicó que los métodos que Brueckner ha desarrollado para sistemas de partículas que interactúan fuertemente entre sí, puede extenderse de manera de dar una especie de teoría de perturbaciones aplicable a los estados de baja excitación de los núcleos. En el caso más sencillo de un núcleo de capas cerradas, se obtienen ecuaciones autoconsistentes que determinan el potencial común del modelo de capas a partir de las fuerzas entre pares de nucleones. Para núcleos en que hay nucleones fuera de capas cerradas, el método anterior no es fácil de aplicar en una forma unívoca por razones del gran número de estados presentes. Bajo ciertas suposiciones se puede sin embargo, hacer comparaciones entre los procedimientos basados en los métodos de Brueckner y los procedimientos heurísticos del modelo de capas.

Brueckner (Universidad de Pennsylvania, E.U.A.) agregó a la discusión anterior los últimos resultados sobre la energía de amarre en la materia nuclear, que

han sido deducidas a partir de las fuerzas entre pares de nucleones obtenidas de un análisis fenomenológico por Gammel, Christian y Thaler.

Talmi (Instituto Weizmann, Israel) indicó un razonamiento que hace muy plausible la eventual justificación de un modelo de capas del núcleo. Consideró que familias de núcleos asociados con capas definidas para protones y neutrones, deben tener aproximadamente las mismas funciones de onda, y sobre esta base calculó la energía de amarre de los estados base de los núcleos de la familia dejando las interacciones entre pares de nucleones como parámetros indeterminados. La determinación de estos parámetros por un método de mínimos cuadrados, da la energía de amarre de cada uno de los núcleos de la familia con gran precisión, lo que indica que la interacción entre pares de nucleones es razonablemente constante, por lo menos para los núcleos de una misma capa.

Kurath (Laboratorio Nacional de Argonne, E.U.A.) analizó el problema del tipo de acoplamiento entre nucleones que hay que utilizar en el modelo de capas de los núcleos ligeros. Es bien sabido que en núcleos ligeros, el ordenamiento experimental de niveles solo puede predecirse en el supuesto de un acoplamiento entre nucleones intermedio entre el LS y el JJ. Tomando como parámetro la intensidad del acoplamiento spin-órbita, el alcance de una función de onda en estado P y la interacción central entre pares de nucleones, se indicó que el acoplamiento spin-órbita crece al pasar de los núcleos más ligeros de la capa P a los más pesados de dicha capa. La predicción de ordenación de niveles se puede lograr muy razonablemente, así como algunas de las transiciones electromagnéticas. Sin embargo, las transiciones de cuadrupolo eléctrico siguen siendo mayores que las predichas, y requieren la introducción de efectos colectivos.

En lo referente al modelo colectivo del núcleo, después de una discusión general de Mottelson (Universidad de Copenhague, Dinamarca) sobre la validez y aplicaciones de este modelo, Willets (Laboratorio de los Alamos, E.U.A.) indicó la importancia de los efectos colectivos en la fisión nuclear. En particular, el hecho que a energías del neutrón cerca del umbral de fisión, los fragmentos de la fisión de un núcleo par-par aparezcan preferentemente en la dirección normal

a la incidencia del neutrón, puede explicarse en forma sencilla si se supone que en el instante de la fisión, la energía cinética se halla concentrada primordialmente en modos de rotación.

Peierls (Universidad de Birmingham, Inglaterra) analizó la posibilidad de justificar el modelo colectivo a partir del modelo de capas, y en particular el de derivar los momentos de inercia asociados a los niveles de rotación de los núcleos. El método que utilizó es el de introducir las coordenadas colectivas en el hamiltoniano sujetas a ciertas condiciones de restricción, en forma similar a como se trata el movimiento del centro de masa en el modelo de capas.

Racah (Universidad Hebrea de Jerusalem, Israel) hizo una exposición sobre la importancia del concepto de número de precedencia (seniority number) en el modelo de capas del núcleo. El corto alcance e intensidad de las fuerzas nucleares hace que la energía de apareamiento de los nucleones sea muy grande y que por lo tanto, el número de nucleones no apareados, que es precisamente el número de precedencia, sea aproximadamente una integral de movimiento. Como los nucleones apareados tienen su momento angular antiparalelo dando una resultante 0, la mayor parte de las propiedades de interés de los núcleos dependen de los nucleones no apareados, y por lo tanto del número de precedencia. De aquí la utilidad de este concepto.

Entre los trabajos relacionados con la aplicación de los modelos nucleares a las transiciones electromagnéticas, fue de particular interés el de A. de Shalit (Instituto Weizmann, Israel) relacionado con los efectos de la mezcla de configuraciones en dichas transiciones. Usualmente, el cálculo de los elementos de matriz asociadas a la probabilidad de transición electromagnética, se hace usando las funciones de onda del modelo de capas simple, esto es, aquel en que no se considera el potencial de interacción entre los nucleones. Si se toma en cuenta este potencial, habrá una mezcla de configuraciones, y de Shalit muestra que la contribución de las otras configuraciones puede ser del mismo orden que la contribución del modelo de capas simple. En esta forma, parte del incremento de intensidad en las transiciones cuadrupolares podría explicarse dentro del formalismo del modelo

de capas.

El autor de estas líneas tuvo la oportunidad de discutir el efecto de las fuerzas de corto alcance entre nucleones en el modelo de capas del núcleo. Los métodos usuales de analizar los efectos de interacción de las fuerzas entre pares de nucleones están tomados de la espectroscopía atómica y serían particularmente sencillos si las fuerzas fueran de largo alcance en comparación con el radio nuclear. Como la situación en el caso del núcleo es más bien la contraria, esto es, que las fuerzas son de corto alcance comparado con el radio nuclear, se desarrolló un método en que las fuerzas dependientes de la posición de alcance finito pueden expresarse como fuerzas dependientes de la velocidad de alcance cero, y se indicó como se pueden evaluar los elementos de matriz para este último tipo de fuerzas.

## EL PRINCIPIO DE PARIDAD Y LA DESINTEGRACION BETA

En el Congreso de Física Teórica, celebrado en Septiembre de 1956 en la Universidad de Washington, los físicos chinos Lee y Yang indicaron la posibilidad de que tuviera que abandonarse el principio de paridad en las interacciones débiles. Como una de las interacciones débiles es la desintegración beta de los núcleos, la falla del principio de paridad se reflejaría para un nucleón con spin orientado en dirección definida, en una asimetría en la emisión de los electrones (o positrones) con respecto al plano perpendicular al spin. Esta asimetría fue observada a principios del año en curso por Wu y otros investigadores, y quedó así establecida la existencia de fenómenos físicos que no son invariantes frente a la reflexión espacial.

Dado a la gran importancia que estos resultados tienen para el desarrollo futuro de la Física, no podía faltar el tema referente al principio de paridad y la desintegración beta, en una conferencia sobre estructura nuclear.

Inició la discusión sobre este tema Konopinski (Universidad Indiana, E.U.A) poniendo énfasis sobre los resultados de los experimentos "clásicos", tales como la correlación angular entre electrón y neutrino, la que se puede obser-

var a partir del reculo del núcleo emisor. Estos experimentos clásicos no pueden distinguir entre interacciones ordinarias e interacciones en las que se viola el principio de paridad, pero si nos pueden indicar la proporción relativa de los acoplamientos de Fermi y Gamow-Teller en la desintegración beta, así como si predomina la interacción tensorial o pseudo-vectorial en el acoplamiento Gamow-Teller, y la escalar o vectorial en el acoplamiento de Fermi. Desgraciadamente, la medición de correlaciones angulares en  $\text{He}^6$ , no pueden conciliarse a la vez con las del neutrón y el  $\text{Ne}^{19}$  y con las de  $\text{A}^{35}$ . A menos de haber un error experimental, no parece haber manera, dentro del formalismo actualmente aceptado para la desintegración beta, de ajustar las diferentes interacciones escalar (S), vector (V), tensor (T), pseudo-vector (A) y pseudo-escalar (P), en forma de explicar los datos experimentales indicados arriba.

Posteriormente, Lee (Universidad de Columbia, E.U.A.) discutió las implicaciones teóricas de la violación de la paridad en la desintegración beta. En la teoría "clásica" de desintegración beta, en la que la paridad se conserva, y así mismo la invariancia frente a reflexiones en el tiempo y la conservación de leptones (la emisión de un electrón vendría acompañada de un antineutrino y la de un positrón de un neutrino), el número de constantes de acoplamiento sería cinco  $C_s, C_v, C_t, C_a, C_p$ , todas ellas reales. Si se abandona el principio de paridad, el número de constantes se duplica. Si se abandona el principio de invariancia frente a la reflexión en el tiempo, las constantes pueden ser complejas, lo que efectivamente vuelve a duplicar su número. Finalmente, si se abandona la ley de conservación de leptones, el número de constantes vuelve a duplicarse, y el caso mas general corresponde, por lo tanto, a 40 constantes. Indudablemente una teoría de esa complejidad choca a nuestro sentido de simplicidad, y por lo tanto se desearía encontrar principios físicos generales que reduzcan este número de constantes. Desde luego, los experimentos no parecen estar en contradicción con la ley de conservación de leptones, lo que reduciría las constantes por un factor de 2. Si resultara válida la teoría del neutrino de dos componentes propuesta originalmente por Pauli, y recientemente resucitada por Lee y Yang, se reduciría de

nuevo el número de constantes por un factor de 2 para dejarnos 10. Los experimentos también deberían indicar, en el futuro, si hay que abandonar realmente el principio de invariancia con respecto a la reflexión en el tiempo, y la relación que esto tendría con el teorema PCT.

Wu (Universidad de Columbia, E.U.A.) indicó que, si bien el número de constantes de acoplamiento aumenta, si es que se abandonan algunos de los principios de invariancia, se tiene que también surgen nuevos tipos de experimentos que permiten determinar estas constantes. Uno de ellos es el ya mencionado de la asimetría en la emisión beta de los núcleos orientados; otro es el de la asimetría en la polarización del spin de los núcleos residuales en una emisión beta, suponiendo que el núcleo inicial no estuviera orientado. Esta asimetría en la polarización del núcleo residual podría medirse por la correlación angular y la polarización del rayo gama que se emite frecuentemente después de una desintegración beta. Finalmente, otro experimento consiste en la asimetría en la polarización longitudinal del spin del electrón (o positrón) emitido en una desintegración beta. Esta asimetría puede medirse en la dispersión posterior del electrón polarizado por núcleos pesados, o bien en la polarización de la radiación de bremsstrahlung del electrón o en la polarización de la radiación de aniquilamiento del positrón. Todas estas asimetrías en la polarización solo se presentan en caso de fallar el principio de paridad, y por lo tanto nos darán información experimental sobre las nuevas constantes de acoplamiento.

Como indicaron tanto Wu, como posteriormente Frauenfelder (Universidad de Illinois, U.S.A.), Deutsch (M.I.T., E.U.A.) y Lipkin (Weizmann Institute, Israel), parece que los datos experimentales no están en desacuerdo con una completa polarización del electrón emitido, y esto indicaría que algunas de las constantes de acoplamiento serían cero.

Además de los temas principales que se indicaron arriba, se presentaron trabajos en el campo de correlaciones angulares de las radiaciones emitidas por el núcleo y los efectos extranucleares sobre las mismas, por Abragam, (Saclay, Francia); sobre la determinación de los momentos eléctricos y magnéticos de los

estados excitados de los núcleos por Frauenfelder; y sobre la violación del principio de paridad en interacciones fuertes, donde Wilkinson (Universidad de Cambridge, Inglaterra) indicó que no se había observado esta violación en las interacciones electromagnéticas y las reacciones nucleares dentro del margen de error experimental. También Devons (Universidad de Manchester, Inglaterra) indicó el desarrollo de las técnicas para la medición de tiempos muy pequeños (menores que  $10^{-10}$  seg.) y su utilización en la medida de vidas medias de estados nucleares de ese orden de magnitud.

### ACTIVIDADES SOCIALES

Los participantes de la Conferencia fueron objeto de múltiples atenciones que incluyeron dos banquetes en el Hotel Sharon, donde se alojaron la mayoría de los Congresistas, una recepción en el Instituto Weizmann, un viaje a Jerusalem y una recepción por el Presidente de Israel, Sr. Ben Zwi, y viajes al Negev y a Galilea, que incluyeron visitas a Haifa, Nazareth, Safad, y el lago de Tiberiades. La organización de todos estos eventos fue excelente, y dejó a los participantes muy complacidos.

El autor de estas líneas desea expresar su agradecimiento a la Comisión Nacional de la Energía Nuclear de México, gracias a cuya ayuda pudo participar en esta Conferencia.

COMUNICADO DE LA UNION INTERNACIONAL DE FISICA  
PURA Y APLICADA

La Unión Internacional de Física Pura y Aplicada, fundada en 1922, celebró su Novena Asamblea General en Roma del 17 al 20 de Septiembre de 1957. Las Comisiones Nacionales de la U. R. S. S., Austria y Bulgaria fueron formalmente admitidas a la Unión. La Comisión Nacional de la U. R. S. S. ya había sido aceptada provisionalmente por el Comité Ejecutivo en su reunión en 1956. El número de países adheridos hoy a la Unión es de 30.

Para el período 1957-1960, el Comité Ejecutivo de la Unión tiene los siguientes miembros:

Presidente	E. Amaldi (Roma)
Ex - Presidentes.	N.F. Mott (Cambridge, U.K.), M. Siegbahn (Estocolmo).
Vice-Presidentes	J. de Boer (Amsterdam), R.B. Brode (Berkeley), M. Kotani (Tokio), J.H. Van Vleck (Cambridge, Mass.), G. Herzberg (Ottawa), A. Joffe (Leningrado), E. Rasmussen (Copenhague), H. Staub (Zurich), F.C.A. Trendelenburg (Erlangen), J. Weyssenhoff (Cracovia).
Secretario Gral.	F. Fleury (Paris).

Fueron autorizadas ocho Comisiones especializadas para desarrollar la cooperación internacional en los siguientes campos. (Nombres de los Presidentes (P) y de los Secretarios (S) se indican abajo, con las direcciones postales de las secretarías).

**SIMBOLOS, UNIDADES Y NOMENCLATURAS:** (P): H.H. Nielsen (Columbus, Ohio) (S): J. de Boer, Finsenstraat 28, (Amsterdam, Holanda).

**TERMODINAMICA Y MECANICA ESTADÍSTICA:** (P): J. Yvon (Paris) (S): G. Careri, Università degli Studi, Roma.

**RAYOS COSMICOS:** (P): B. Rossi (Cambridge, Mass.) (S): C.F. Powell, H.H. Wills Physical Laboratory, Royal Fort, Bristol 8.

**MUY BAJAS TEMPERATURAS:** (P): C.J. Gorter (Leiden) (S): D. Shoenberg, Cavendish Laboratory, Cambridge, Gran Bretaña.

**PUBLICACIONES:** (P): J.H. Awbery (Londres) (S): G.A. Boutry, 292 rue Saint-Martin, Paris 3°.

**ACUSTICA:** (P): W. Fuerrer (Berna) (S): C.W. Kosten, Mijnbouwplein 11, Delft, Holanda.

**FISICA DEL ESTADO SOLIDO:** Esta Comisión está compuesta de tres sub-grupos.

A. (Estudio General) (P): J.C. Slater (Cambridge, Mass.) (S): C. Kittel, Department of Physics, University of California, Berkeley 4, California, U.S.A.

B. (Semiconductores) (P): A. Joffe, (Leningrado) (S): R.A. Smith, Royal Radar Establishment, Malvern, Gran Bretaña.

C. (Magnetismo) (P): L. Neel (Grenoble) (S): L.F. Bates, Department of Physics, University of Nottingham.

**FISICA DE ALTAS ENERGÍAS:** (P): C.J. Bakker (Cern, Ginebra) (S): R. E. Marshak, University of Rochester, U.S.A.

La formación de una Comisión para Física Nuclear de bajas Energías y de una Comisión para Electrónica, están siendo consideradas.

Además, la Comisión Internacional de Optica está afiliada a IUPAP y sus

directores son los siguientes:

(P): Profesor S. S. Ballard (E.U.A.)

(S): W.D. Wright, Department of Physics, Imperial College, London S.W.7.

La Unión también está representada ante el International Council of Scientific Unions y ante las Comisiones Conjuntas de este Consejo, en Espectroscopía, Radioactividad Aplicada y la Ionósfera..

Se decidió que la Unión promueva las siguientes reuniones para 1958. Los nombres y las direcciones entre paréntesis son aquellos de personas u organizaciones capaces de dar informes sobre estas reuniones.

Las reuniones sobre Magnetismo, planeadas para Nueva Delhi en Enero de 1958 se pospuso.

1. 6-9 Mayo 1958, Bruselas "Óptica en Metrología" (Comité Belge d'Optique, 128 rue du Sport, Gante).
2. 19-26 Mayo, Leningrado "Propiedades Mecánicas de Sólidos no metálicos". (Profesor M.V. Volkenstein, Director del Laboratorio del Instituto de Polímeros de la Academia de Leningrado).
3. 2-7 Junio, Bruselas "Física del Estado Sólido y sus Aplicaciones a la Electrónica y Telecomunicaciones". (Société Belge de Physique, Loverval, Bélgica).
4. 23-28 Junio, Leiden "Temperaturas Muy Bajas". (Profesor C.J. Gorter, Nieuwsteeg, Leiden, Holanda).
5. 30 Junio 5 Julio, Ginebra (Suiza) "Física Nuclear de Altas Energías". (CERN, Aeroport de Cointre-Clessin, Ginebra).
6. 2-5 Julio, Grenoble "Ferro y Antiferromagnetismo". (Profesor L. Neel, Institut Fourier, Place du Doyen Gosse, Grenoble).
7. 7-12 Julio, Paris "Radioactividad y Física Nuclear" (título provisional). (M.F. Netter, C.E.N., B.P. No. 2, Gif-sur Yvette, Seine et Oise, Francia).
8. 25-29 Julio, Paris "Discriminaciones Cromáticas" en cooperación con las Uniones de Biología (organizadores de la conferencia), de Fisiología y Bioquímica. (Profesor H. Piéron, College de France, Place M. Berthelot, París Ve.).

9. 18-22 Agosto, Rochester, (N.Y.) "Semiconductores (Estudios Básicos)".  
(Dr. Malcolm H. Hebb, General Electric Research Laboratory P.O. Box 1088, Schenectady, N.Y., U.S.A.).

10. 25-29 Agosto, Ginebra, (N.Y.) "Propiedades Electrónicas de los metales a Bajas Temperaturas".  
(M.D. Fiske, Planning Committee, P.O. Box 1088, Schenectady, N.Y.).

La Asamblea General discutió el papel de la Unión con respecto al progreso de la física en países poco desarrollados. La cuestión está bajo estudio. También reconoció la gran importancia de Escuelas Internacionales de Verano en Física.

Para mayor información, pueden hacerse solicitudes a las Secretarías de las mencionadas conferencias. Para informes sobre las actividades generales de la Unión, dirigirse a la Secretaría General: 3 Boulevard Pasteur, Paris XVe.