

## HISTORIA

### ASPECTOS DE LA FÍSICA DURANTE LOS ÚLTIMOS CINCUENTA AÑOS

#### GUIDO BECK

Centro Atómico Bariloche. Argentina, 1976



Guido Beck (1903-1989) cuando recibió el título de Profesor Honorario de la Universidad Nacional de Córdoba

*En 1943 llegó a Córdoba el Doctor Guido Beck para incorporarse al Observatorio Astronómico. Con él se inició una nueva época para la Física Argentina. Enrique Gaviola (un verdadero político científico, entonces Director del Observatorio) y su discípulo Ricardo Platzeck habían realizado trabajos de primer nivel internacional en Física experimental, particularmente en la Óptica de grandes telescopios; pero la Física Teórica no estaba a la misma altura.*

*Inmediatamente después de la llegada de Beck, Gaviola (que soñaba con la creación del IMAF, lograda trece años después) invitó a físicos jóvenes a venir a Córdoba y acercarse a Beck, con un argumento tan simple como rotundo: "en el Observatorio está Guido Beck, físico teórico de primera línea; si usted quiere ser investigador en Física Teórica, venga a Córdoba y aproveche esta oportunidad, que no se da en nuestras universidades". Hoy en día ese argumento puede parecer desatinado; en aquella época no lo fue. Y vinimos Balseiro, Canals Frau y Bunge de La Plata, y yo de Buenos Aires; y también varios jóvenes brasileños. Beck se constituyó en maestro que no sólo irradiaba ciencia sino también criterios académicos que fueron guía para todos.*

*Gaviola había encontrado el hombre ideal para apoyarlo en su propósito de dar un fuerte impulso a la investigación en Física.*

*Beck se adaptó espléndidamente a la forma de vida argentina y particularmente a la cordobesa. Tomador de mate, le ofrecía a quien lo visitaba en su casa del Observatorio; y a quien aceptaba le daba otro mate, otra bombilla y el paquete de yerba, para que lo preparase uno mismo.*

*Los calores del verano cordobés le hicieron apreciar la Pampa de Achala: parte del verano la pasaba en el Hotel "El Cóndor", y hacía largas cabalgatas de bota y bombachas; y con poncho si se daba la ocasión, prenda que siempre lo acompañó.*

*Pero no se crea que allá abandonaba sus problemas físicos: sus papeles de trabajo y sus discípulos lo seguían a la Pampa de Achala. Y allí se realizaron*

las primeras reuniones de Física, que Gaviola siempre consideró la iniciación de la Asociación Física Argentina, formalmente fundada más tarde, en la Plata. Pero sin duda la semilla se sembró en el Observatorio y en "El Cóndor". Lamentablemente ha desaparecido el Libro de Visitas del Hotel, donde constaban estas reuniones.

Hacia 1950, Beck quiso pasar una temporada en Europa para reanudar sus contactos personales con otros físicos de primer nivel. Lo que en la Argentina de hoy es práctica científica común y no necesita de explicación en las instituciones científicas, en 1950 y en las oficinas del Ministerio de Educación no era nada claro. Los funcionarios de quienes dependía el Observatorio obstaculizaron el viaje. Resultado: Beck dejó su cargo en el Observatorio, y la Argentina, y viajó a Europa. Radicado después en Río de Janeiro mantuvo estrechas relaciones con físicos argentinos, y nos visitó varias veces; una de ellas en Bariloche donde en 1955 había sido creado el Instituto de Física bajo la dirección de Balseiro.

La muerte de su discípulo en 1962 dio ocasión a que Beck mostrara sus convicciones de formas de vivir: se radicó en Bariloche para asegurar la continuación de la obra de Balseiro, dirigiendo a los jóvenes que habían perdido su maestro.

Y aquí no resisto la tentación de contar un par de anécdotas, reveladores de uno de los aspectos cautivantes de Beck: su sentido del humor. El llamaba "pingüinos" a los estudiantes y graduados de Bariloche porque su Instituto de Física es el más austral del mundo. Cuando para discutir trabajos, quería reunir a sus discípulos (todos ellos docentes del Instituto), se acercaba a los pabellones donde debían estar, haciendo sonar un pito de réferi. Y así, iba "arreando a sus pingüinos" hasta su oficina.

Cuando tomaba exámenes a estudiantes, llevaba chokolatines para premiar al que sacaba diez.

Estas anécdotas pueden parecer ridículas si no se dice también que su permanente buen humor estaba acompañado de exigencias inexorables del más alto nivel académico y de una ética aleccionadora. Era un verdadero maestro.

Y así, esa relación afectuosa y exigente con colegas, discípulos y estudiantes fue transformando al Doctor Beck en Don Guido.

Su producción científica fue enorme y publicó sus

trabajos de investigación en las principales revistas de Física de todo el mundo. Pero para los argentinos y brasileños la fortuna de que él haya vivido entre nosotros tantos años fue tan importante o más que sus publicaciones, por la cantidad de físicos que, directa o indirectamente, se formaron con él.

La Universidad Nacional de Córdoba reconoció su contribución académica designándolo Profesor Honorario en 1972.

Guido Beck nació en Reichenber (Liberec), Austria, el 29 de agosto de 1903.

Murió en Río de Janeiro el 21 de octubre de 1988, acompañado de sus hijos espirituales. No tenía familiares.

A pocos científicos la Argentina le debe tanto.

A continuación transcribimos, casi textualmente, un discurso de Don Guido porque en él se presenta a nosotros un trozo vívido de la historia de la Física contemporánea, presentada por un hombre fuera de lo común, cuya contribución a la formación de físicos en Argentina y en Brasil ha sido fundamental.

Con el discurso queremos transmitir a los jóvenes de hoy aunque sólo sea un atisbo de su personalidad, presente en las imágenes de lo vivido por él, en particular lo que surge de sus reminiscencias de quienes fueron sus discípulos.

Córdoba, agosto de 1994

Alberto P. Maiztegui  
Profesor Emérito  
Univ. Nac. de Córdoba

Mis queridos amigos:

Me han pedido que hable en este encuentro sobre cómo recuerdo el desenvolvimiento de la Física según yo lo he visto durante mi vida.

Hablar del desarrollo histórico no es tan fácil como puede parecer al principio. Muchas veces el presente ejerce su influencia sobre el pasado. Haré todo lo posible para evitar deformaciones, pero no estoy seguro de poder lograrlo siempre. Cuando pensé en la mejor forma de cumplir con el pedido, encontré que el tema era demasiado amplio para tratarlo en

una sola conferencia y decidí dividirlo en dos partes. La primera cubriendo mis experiencias después de mi arribo a Sudamérica en 1943, y otra parte que se refiere a los años entre 1921 y 1943.

Cuando pienso en los años pasados mis pensamientos, por supuesto, van primero hacia los discípulos que han trabajado conmigo. Cuando trato de hacer una lista de ellos encuentro unos 50 nombres. La mayoría han estado ligados a la Física trabajando en universidades y en institutos de investigación. Un cierto número de ellos ha tenido bastante éxito mejorando las condiciones de enseñanza e investigación en universidades de sus propios países. Aquí, sin embargo, me limitaré a mencionar los nombres de nueve de ellos, que encontraron una muerte temprana no pudiendo así dar todos los resultados que hubieran correspondido a sus capacidades.

El primero en desaparecer fue J. Dashevsky, un espléndido joven que ya en sus días de estudiante en Odessa, Rusia, tenía éxito realizando investigación. Fue brutalmente asesinado por una "patota" de nazis en las calles de Kiev, al poco tiempo de haber sido ocupada la ciudad por las tropas alemanas.

A. Kudin estuvo en Odessa hasta que estalló la guerra, y nadie volvió a verlo desde entonces.

F. Ludi, de Berna (Suiza), se especializó en diseños magnéticos y realizó un magnífico trabajo en los laboratorios de investigación Brown-Boveri, en Baden. Murió a los 60 años.

J. A. Balseiro murió a los 43 años, en 1962, en Argentina. Demostró ser un investigador muy capaz. Como un gran patriota sacrificó su carrera científica para fundar un Instituto de Investigación con una escuela para físicos en San Carlos de Bariloche, en el Sur de Argentina. Una considerable fracción de la generación joven de físicos argentinos viene de este instituto. Una plaza y un monumento en Córdoba, y el instituto en Bariloche llevan su nombre. Pienso que será recordado como uno de los pioneros de la Física en Argentina.

Paulo Sergio Macedo, en Río de Janeiro, fue un joven muy talentoso. Murió después de una larga enfermedad.

Walter Schützer, en San Pablo, dió una contribución importante al desarrollo del Departamento de Física de la Universidad. También murió muy joven.

Sergei Sevkor, de Odessa, se encontró en Alemania después de la guerra en el Instituto de Biofísica Max Planck. Su campo de trabajo fue la dosimetría de rayos X. Murió en Frankfurt a los 60 años.

J. A. Süßman, de San Pablo, realizó notables trabajos en Física del Estado Sólido, en Suiza, Francia e Israel. Murió en Francia después de una larga enfermedad.

Fernando de Sá, que trabajó conmigo mientras estuve en Portugal, murió en Oporto.

Cuando comencé mis estudios universitarios en Viena en 1921, las principales predicciones de la Teoría de la Relatividad de Einstein habían sido confirmadas experimentalmente y fue ampliamente admirada y comentada por la opinión pública. Los físicos estaban asombrados con la Ley de Planck y el concepto de fotón de Einstein.

Bohr y Sommerfeld habían establecido una teoría de la estructura atómica, y las series radioactivas y las Leyes de Decaimiento eran conocidas.

Mi primer contacto con esto lo tuve en mis días de escuela secundaria a través de un pequeño y popular folleto de Einstein, mientras estaba todavía en Zürich, donde, en ese tiempo, era más cercano el avance de la Física. Pero como mi familia se mudó a Viena tuve que realizar mis estudios allí.

Cuando entré a la Universidad habían transcurrido tres años desde que un nuevo orden fuera establecido en Europa a través de los tratados de paz que se firmaron en Versalles, cerca de París. Ciertamente la gente que trabajó en estos tratados de paz no pensó mucho en las universidades. Sin embargo sus decisiones tuvieron consecuencias muy importantes para la vida universitaria.

Antes de la guerra mundial la ciencia estaba principalmente concentrada en sistemas de universidades muy íntimamente interconectadas, en Alemania, Francia, la comunidad Británica, los Países Bajos, Escandinavia, Austria y Hungría. Los tratados de paz de 1918 hicieron desaparecer el sistema de universidades austro-húngaras.

De ningún modo fue una destrucción intencional: fue producto de una nueva orientación política. Los Estados Nacionales que siguieron a la monarquía Austro-Húngara quisieron establecer su propia cultura nacional. En primer lugar favorecieron sus

escuelas nacionales de leyes, literatura e historia. Muy poco se hizo por las Ciencias Naturales. La generación joven que estaba estudiando en las viejas universidades austro-húngaras, se encontró en una inesperada y nueva situación con posibilidades de trabajo muy reducidas y pocos trabajos convenientes disponibles. Las universidades, sin embargo, permanecieron intactas y mostraron una vigorosa vida universitaria. La "política" alemana fue en esa época muy liberal y aceptaba libremente colaboradores extranjeros. El resultado neto de esta situación fue que el sistema universitario alemán no sólo dispuso de una nueva generación, sino casi del doble de ella. Un análisis más detenido puede encontrar otras razones adicionales para que las veinte universidades alemanas se transformaran en las más exitosas y activas, pero una de las principales razones para esto fue, ciertamente, su casi duplicado potencial humano. Los numerosos extranjeros que estaban trabajando en las universidades alemanas devinieron luego, durante la depresión económica del 30, en un importante argumento para una violenta política nacionalista en Alemania. Después de 1933, tuvo lugar una nueva ola de migración científica, esta vez dirigida principalmente hacia los Estados Unidos, y la mayoría de los científicos que habían venido originalmente del sistema universitario austro-húngaro finalmente se encontraron en América con muchos de los académicos alemanes, que también habían emigrado.

En Viena seguí los cursos de Hans Thirring y pasé la mayor parte de mi tiempo estudiando el libro de Hermann Weyl, "Espacio, Tiempo y Materia". Finalmente escribí una tesis sobre "Campos Gravitacionales Axialmente Simétricos" y traté de formular el problema de las fuerzas de Coriolis inducidas debidas a masas en movimiento, un problema que había sido tratado por H. Thirring primero. Siguiendo su consejo, mandé el trabajo a "Annalen der Physik" y lo recibí de vuelta inmediatamente con una carta del editor diciendo que "Relatividad General" no era Física y que su revista era demasiado buena para tratar con semejante "stuff". El editor no era cualquiera, era en ese tiempo uno de los más brillantes físicos alemanes, Willy Wien, descubridor de la "ley de desplazamiento" y muy merecidamente uno de los primeros ganadores del Premio Nobel. El no podía creer que métodos especulativos pudieran traer algún adelanto a la Física. Alrededor de un año después tomó una posición rigurosa en contra de la Mecánica Cuántica, mientras adhería muy entusiastamente a la

Mecánica Ondulatoria de Schrödinger. Ustedes pueden ver con esto que en ese tiempo las ideas de la Física Moderna estaban lejos de ser generalmente aceptadas.

Mientras yo estudiaba en Viena aparecieron los trabajos de A. Compton y P. Debye, y Hans Thirring me encargó informar sobre ellos en el "colloquium". No lo hice muy bien, pienso, pero este fue mi primer contacto con la Teoría Cuántica y me interesé en el problema porque pensé que nos enseñaba algo sobre la interacción entre campo y materia. Cuando en 1926 obtuve mi primer trabajo en la Universidad de Berna, Suiza, traté de entender este fenómeno. Sin embargo lo que más me impresionó en Berna fue un pequeño seminario privado al que fui invitado por el matemático F. Gonseth de la universidad. Este seminario tuvo sólo tres miembros: F. Gonseth, M. Besso, de la Oficina de Patentes de Suiza, y yo. M. Besso había sido colega de Albert Einstein en la Oficina de Patentes durante el año 1905, y había observado y discutido el desarrollo de su trabajo sobre Relatividad. Fueron amigos personales casi toda la vida; su correspondencia fue publicada recientemente en Francia (Hermann 1972). Mientras estuve en Berna, Besso tuvo cartas frecuentes de Einstein de las cuales nos hablaba en nuestro seminario. Estudiamos los trabajos de E. Schrödinger sobre Mecánica Ondulatoria que se publicaron ese año. Einstein escribió que los consideraba muy importantes. Yo había leído casi un año antes el primer trabajo de W. Heisenberg. Traté, sólo como una contribución al seminario, de generalizar relativísticamente la Teoría de Schrödinger sobre el átomo de hidrógeno, partiendo de lo que ahora es llamada "ecuación de Klein-Gordon". Consideré correcta la solución, pero ella no reproducía la bien conocida fórmula de Sommerfeld. Un día, en julio de 1926, Einstein en camino a la Liga de las Naciones en Ginebra, se detuvo en Berna para visitar a su amigo Besso. Este lo llevó a mi casa y tuve una breve ocasión de discutir con él unos pocos problemas (efecto Compton, ondas de electrones, etc.). Tuve una impresión personal sobrecogedora... sentí miedo de él.

Hacia el final de 1926, encontré un puesto en la Universidad de Viena como asistente de F. Ehrenhaft. Mis amigos cercanos en ese tiempo eran O. Halpern y G. Placzek. Escribí un trabajo sobre la teoría de efecto fotoeléctrico, basada en la Teoría de Schrödinger del átomo de hidrógeno, trabajo que, independientemente también fue publicado por G.

Wentzel. Si bien para un principiante esto era considerado como un resultado bastante bueno, yo no me sentí satisfecho. Me sentí asombrado por la teoría cuántica del proceso de emisión y absorción: yo había esperado aprender del efecto fotoeléctrico algo nuevo y relevante sobre aquel proceso; como no adelantó nada para mí, me sentí insatisfecho.

En 1927 F. Ehrenhaft fue invitado a la conferencia de Como, y, a su pedido, a G. Placzek y a mí se nos permitió asistir a la conferencia y escuchar las comunicaciones y discusiones. Para nosotros los jóvenes esa fue una oportunidad única, dado que los físicos más importantes estaban allí en Como. Personalmente mi mayor impresión fue ver a Sir Ernest Rutherford. Desde el punto de vista de la Física yo había estado principalmente interesado en la curva de defecto de masa, que después fue mostrada por primera vez por F. Aston. Pero, por supuesto, vimos suceder muchas otras cosas. Una tarde fue dedicada a la nueva Mecánica Cuántica. Niels Bohr habló de la "reducción de los paquetes de ondas". Entonces Sommerfeld mostró cómo la nueva estadística de Fermi para el gas de electrones evitaba las dificultades a tener en cuenta para el calor específico de los metales. En Como, W. Pauli a quien conocía de Viena, me presentó a W. Heisenberg; y éste me contó que aceptaría una invitación de la Universidad de Leipzig y me ofreció trabajo como asistente. Como resultado de la conferencia de Como, comencé a mirar las tablas de isótopos que pude conseguir y traté de obtener una clave para las irregularidades que presentaban. Como en esa época no se conocía el neutrón, traté de construir núcleos de protones y electrones, preguntándome acerca de las cargas negativas extras que entraban en los núcleos más pesados.

En 1928, acepté la invitación de Heisenberg y fui a Leipzig. En esa época Leipzig era ciertamente uno de los lugares más interesantes para la Física. El centro de eventos era el seminario de Heisenberg: G. Wentzel, F. Hund, F. Bloch, R. Peierls, L. Landau, E. Teller, participaban en períodos cortos o largos. Cuando llegué a Leipzig, justo había aparecido el trabajo de Dirac sobre teoría de electrones. Heisenberg estaba trabajando con Peierls en ferromagnetismo y en conductividad térmica y eléctrica. Hund desarrolló la teoría de las moléculas diatómicas y E. Teller estaba trabajando con él.

Si yo hubiera ido a Leipzig sólo para aprender cuáles eran los problemas verdaderos de la Física, probablemente hubiera participado tan entusias-

tamente como los otros. Sin embargo, yo había ido con el conocimiento previo, si bien muy incompleto, de unos pocos problemas básicos, y me sentía perplejo por ellos. Había aprendido cómo Einstein resolvía problemas básicos. Yo esperaba que en Leipzig las preguntas que me aguijoneaban serían respondidas; o, al menos, encontraría alguna ayuda para tratar de resolverlas. En cambio, me fue dicho que esas preguntas no debían hacerse. Me sentí cada vez más descontento. Habría estado satisfecho si hubiese encontrado que yo había cometido algunos errores básicos, pero yo tenía la sensación de que mi manera de mirar las cosas era completamente natural y que el problema debía hallarse en algún otro lugar, si bien yo no sabía donde estaba. Escribí un artículo sobre Relatividad General para el *Handbuch für Physik* y finalmente tuve éxito realizando un trabajo sobre scattering de partículas referido al efecto Ramsauer y al scattering anómalo de partículas  $\alpha$  por núcleos livianos.

En 1930 obtuve una beca Rockefeller que me permitió pasar el invierno 1930/31 en el Cavendish Laboratory en Cambridge. Yo disfruté mucho la atmósfera del Cavendish, que estaba dominada por la personalidad de Sir Ernest, quien en ese tiempo llegó a ser Lord Rutherford. Aprendí mucho sobre fenómenos nucleares, en particular acerca del sorprendente espectro continuo del decaimiento  $\beta$  y encontré que mi trabajo sobre dispersión de partículas  $\alpha$  podía eventualmente tornarse útil en espectroscopía nuclear, para determinar momentos angulares de niveles nucleares. En 1931 me invitaron a la conferencia en Roma sobre Física Nuclear. Fue allí donde Niels Bohr tomó la decisión de dirigir los esfuerzos de su grupo hacia la estructura del núcleo y, en particular, a destacar que uno no puede suponer que existan electrones en su forma usual dentro del volumen nuclear.

W. Bothe informó en Roma sobre sus experimentos sobre excitación de rayos  $\gamma$  por bombardeos  $\alpha$ , y dijo que encontró una radiación particularmente fuerte en el caso de un blanco de berilio. Le dije que uno no podía suponer que se produjera radiación  $\gamma$  por la captura directa de una partícula  $\alpha$  y que el proceso debía ser más complicado. Bohr estuvo de acuerdo conmigo y expresó que él no sabía qué proceso era ese. Poco tiempo después J. Chadwick explicó qué era: era la liberación de un neutrón. También quisiera mencionar, que fue en esa ocasión en Roma cuando conocí a mi amigo Gleb Wataghin, a quien vería después en Sudamérica.

Cuando volví a Alemania en 1931, la situación política ya había cambiado mucho y era claro que debía buscar otro trabajo. Philipp Frank y R. Furth en Praga me consiguieron un cargo de profesor visitante en la Universidad Alemana de Praga donde enseñé por dos años, desde 1932 hasta 1934. Sin embargo, antes de ir a Praga en 1932, pude pasar unos pocos meses en el Instituto de Niels Bohr en Copenhague, y después obtuve permiso para asistir a los encuentros anuales que él Bohr y su grupo organizaban. Yo no podría decir que entendía totalmente lo que estaba pasando en Copenhague. Sin embargo, tuve la sensación de que podía seguir el razonamiento de Bohr mucho mejor que la forma en que lo hacía Heisenberg.

Mientras estuve en Praga, la Física estaba dominada por dos nuevos hechos importantes: el descubrimiento de Chadwick del neutrón y el desarrollo de la teoría del electrón de Dirac. El primero en encontrar en Radiación Cósmica, electrones con carga positiva fue C. Anderson en California. Yo lo aprendí del segundo informe sobre el tema, cuando Blacket y Occhialini publicaron su artículo en los "Proceedings of the Royal Society". La teoría del hueco del positrón fue una tremenda sorpresa para los físicos. Seis meses antes de que el positrón fuera hallado, todavía bromeábamos con los "agujeros" de Dirac y cuando, finalmente Niels Bohr en una reunión en Copenhague le preguntó: -"Díganos Dirac, ¿usted realmente cree en todo esto?". Dirac, que había seguido en silencio todo lo que se había dicho, replicó: -"No creo que alguien haya desarrollado un argumento concluyente en su contra".

Cuando el positrón fue conocido yo estaba en Viena de vacaciones. Fuí a ver a Hans Thirring y le pregunté si yo podía informar sobre el positrón en el Chemisch-Physikalische-Gesellschaft. Él pensó que el verano estaba muy avanzado ya y que nadie vendría. Finalmente me envió al próximo encuentro para ver cuanta gente asistía todavía. Eran unos cuarenta. Pensé que una semana después serían unos veinte y que valdría la pena una conferencia para ellos. Cuando entré a la sala de conferencias había trescientas personas y la atmósfera era tan vibrante como antes de un estreno en la ópera. Unos pocos años después V. Weisskopf vino a visitarme a Odessa y eligió el mismo tema para hablar allí. Fue otro gran suceso. Sin embargo no menciono esto para contarles qué "simpáticas" conferencias dí ocasionalmente, sino por el contrario, para mostrarles lo que vino después. Volví a Praga y lo primero que hice fue ir al coloquio para reportar el

descubrimiento del positrón. El resultado fue divertido: nadie me creyó y todos comenzaron a reír cuando hablé de la teoría de los "agujeros".

Praga, con Philipp Frank y Carnap, era entonces uno de los centros de la filosofía del círculo de Viena, siguiendo el positivismo de Ernst Mach. Aprendí de las diferentes reacciones de la gente, un punto muy importante: no era suficiente con ser capaz de hacer una gran "performance" digamos, como de Shakespeare o Dirac; al mismo tiempo uno tenía que conocer al público y saber qué era lo que éste esperaba. Hablando muy generalmente esto significa que la Física depende esencialmente de dos diferentes conjuntos de factores: los que permiten describir con precisión las mediciones que pueden hacerse y los que aseguran que la descripción dada responde a los requerimientos de la gente a quien va dirigida.

Después de la teoría de Dirac sobre el positrón, comprendí que la producción de pares podría explicar los espectros continuos de decaimiento  $\beta$  que yo había observado en Cambridge, y entonces calculé con de Sitte los espectros  $\beta$ . Para ese tiempo ya éramos capaces de calcular el orden de magnitud del tiempo de vida de un neutrón, que sólo se midió en Canadá más de veinte años después. E. Fermi publicó, cerca de un año después, una versión mejorada de nuestra teoría del decaimiento  $\beta$ . Reemplazó una de las dos partículas involucradas, por un neutrino de masa cero propuesto por W. Pauli y escribió el término de interacción entre el núcleo y las partículas emitidas en una forma invariante relativista. Inmediatamente la versión de Fermi de la teoría fue generalmente aceptada y mis amigos creyeron que yo me sentiría desilusionado.

En realidad esto no fue así. Sentí que había hallado unos pocos hechos de un fenómeno que permitía la descripción parcial del mismo, pero había esperado ser capaz de entender el mecanismo del proceso de emisión. Sentí que no había podido entender el proceso de emisión de un electrón  $\beta$ , así como no podía entender el proceso de emisión de un fotón.

En 1934 fuí invitado como profesor visitante a la Universidad de Kansas y tuve oportunidad de dar conferencias en un gran número de lugares de los Estados Unidos. Yo había estado trabajando durante el año 1934/35 con dos estudiantes, R. L. Dolecek en decaimiento  $\beta$  y L. H. Horsley en estructuras de núcleos livianos. Este último trabajo estaba relacionado con mi previo trabajo en "scattering" por

partículas nucleares. Yo quería saber cuáles serían los niveles de los que podría esperarse "influyeran" en "scattering" de baja energía. No me atreví, sin embargo, a aplicar este cuadro a núcleos más pesados. Fue el primer intento para llegar a lo que después se llamaría el modelo nuclear de capas. En 1935 se conocía sin embargo muy poco sobre espines y momentos magnéticos del núcleo como para describir su comportamiento sistemático.

En 1935 partí para la URSS, pasando por Japón. En Osaka conocí al joven H. Yukawa que me contó sobre su trabajo en lo que él llamaba "cuantos pesados". Cuando llegué a Moscú me enteré que estas partículas ya habían sido encontradas en California. Ig. Tamm me mostró en esta oportunidad su trabajo sobre el "efecto Cerenkov" y Cerenkov me mostró sus aparatos. Mis ojos no fueron suficientemente sensibles como para ver algo de esto. La primera vez que fui capaz de ver radiación de Cerenkov, fue mucho después, en un reactor de piletas.

Junto con Marcel G. Schein acepté una invitación de la Universidad de Odessa. Me quedé allí por dos años, desde 1935 a 1937. La vida en la Unión Soviética no era entonces confortable pero sí muy interesante. Lo que más me impresionaba era el tremendo entusiasmo de los estudiantes, algo que no había visto en otra parte. Cuando visité Moscú en 1972, me dijeron que parte de este entusiasmo todavía existía, pero no era el mismo que yo había visto.

Contrariamente a lo que pasaba en Europa Occidental, en ese momento el gobierno soviético favorecía el desarrollo de la ciencia y la enseñanza, porque comprendía cuánto se necesitaba la tecnología moderna. Todavía mis impresiones son que la iniciativa del desarrollo de la ciencia por parte del gobierno en Rusia fue debida al entusiasmo de la juventud y que el gobierno sólo siguió esa iniciativa.

Trabajé muy duro mientras estuve en la URSS, y cuando partí, estaba exhausto. Tenía un gran número de estudiantes y tuve éxito encontrando temas de trabajo adecuados para cada uno, pero en estas condiciones no podía yo hacer mi propio trabajo de investigación. Un día fuimos llamados a Kiev para discutir los programas de enseñanza de las Universidades Ucranianas. L. Landau, a quien yo conocía ya de Leipzig, estaba allí y propuso un esquema para la enseñanza de la Física Moderna. Me gustó mucho, pero le pregunté si uno podía poner en

práctica tal programa con los profesores disponibles en esa época. Respondió riendo: "ciertamente no", "yo sólo quise mostrar cómo debería enseñarse la Física hoy". El se fue y yo tuve que probar un programa más ortodoxo y al mismo tiempo más conveniente. Pero aún así, la propuesta de conocimientos de Landau era muy buena. Fue el programa que desarrolló junto con Lifshitz en sus libros de texto ahora usados en todo el mundo.

Hay otra cosa que recuerdo de entonces. Había muchísimas dificultades relacionadas con la organización de la enseñanza, el buen mantenimiento de la biblioteca, etc.; yo hacía mucho "barullo" cuando iba al Ministerio (llamado entonces "comisariato del pueblo") en Kiev. Pero me trataban con simpatía cuando llegaba a Odessa: no encontraba a nadie en la oficina salvo una secretaria que me extendía un sobre con una entrada a la ópera de Kiev que era realmente muy buena. Al día siguiente, después de haber escuchado a Tchaikovsky o a Rimsky Korsakow, ellos esperaban que yo estaría más tratable.

La aventura rusa terminó en 1937, después de los juicios políticos del tiempo de Stalin. La situación se volvió extremadamente tensa y los extranjeros se volvieron sospechosos. Si bien Schein y yo no estábamos involucrados en política y éramos muy bien tratados, Schein no quiso permanecer más allí, y yo no quise quedarme solo, si bien me agradaba el trabajo. Creo que tuve suerte cuando partí en 1937. Pienso que no estaría aquí ahora si hubiese permanecido en Odessa durante la invasión alemana y durante la guerra.

M. Schein, vino finalmente a Chicago y fue el sucesor de A. Compton en el Departamento de Física. Después de una breve estadía de Copenhague fui a París, donde P. Langevin había encontrado para mí una especie de posición temporaria. Finalmente después de una carta de N. Bohr, J. Thibaud me dio un cargo más estable en su instituto de Lyon en 1938.

A principios de 1939, recibí una carta de mi madre desde Praga que incluía un recorte de periódico. No era muy claro lo que significaba, pero decía que Fermi había dicho en Nueva York que el núcleo de uranio se podía romper en dos partes liberando una energía de 200MeV. Fui a la biblioteca para mirar la "Aston's mass defect curve" y como los números coincidían fui a ver a J. Thibaud para contarle. Se excitó mucho y me dijo que trataría inmediatamente

de irradiar uranio con neutrones, y añadió "si sabe cualquier cosa como ésta, dígame siempre". Al otro día ya estaba él estudiando la "fisión del uranio". J. Thibaud, como muchos otros experimentadores lo hicieron en ese tiempo, había traído con él de París un joven refugiado austríaco, Peter Havas, y me pidió que trabajara con él. Al día siguiente yo ya estaba trabajando con Peter Havas sobre productos de fisión. P. Havas fue después a Nueva York donde Fermi consiguió para él trabajo como asistente. Se quedó en los EEUU desde entonces; ahora está en la Universidad de Filadelfia.

Cuando estalló la guerra, Havas, yo y otro refugiado del Instituto Thibaud fuimos internados en un campo de concentración cerca de Grenoble. Más tarde yo fui enviado a Montpellier, y finalmente después de la rendición de Francia, a un campo en los Pirineos en una pequeña villa llamada Rivel. A Peter Havas se le permitió regresar al Instituto en Lyon. Después de todas las tensiones del último año, la internación me pareció un alivio. Primero trabajé en la administración del campo, después en Rivel comencé a pensar otra vez en Física. Salí del campo y alquilé un dpto. en la villa. Pero como nuestro capitán era muy eficiente y la comida en el campo era muy buena, iba dos veces allí en el día a comer. La única dificultad que tenía era evitar que el sargento me viera, quien estaba en contra de mi estadía ilegal fuera del campo. Evidentemente no tenía biblioteca a mi alcance pero calculé una gran cantidad de soluciones hipercomplejas para las Ecuaciones de Dirac.

Entonces, repentinamente, en Rivel, entendí por qué me había sentido tan insatisfecho respecto a la Física, por qué la Física Cuántica era tan diferente de la Física que yo había aprendido del trabajo de Einstein. Entendí qué era lo que yo había esperado que fuese la Física y por qué estaba "defraudado". En lo que yo había estado interesado era en la descripción física a ser asociada a cierta teoría. Una descripción física debía tener las mismas características que cualquier descripción. Sería un buen cuadro si su estilo era puro. Si el artista que lo realizó tuvo éxito expresando su idea con un mínimo de elementos indispensables. Los fenómenos físicos eran mediciones, el resultado de las cuales podía ser expresado en centímetro, gramo y segundo. Una descripción física de estilo puro por lo tanto no puede contener más de tres elementos independientes, es decir, tres constantes universales independientes. Las descripciones usadas por Einstein eran para explicar fenómenos físicos de estilo puro, visualizables, ellas podían ser entendidas. La Teoría

Cuántica en cambio, no tenía una descripción única, ella usaba cuatro constantes independientes  $e$ ,  $m$ ,  $h$ ,  $c$ ; esto es, usaba una constante "redundante". Sólo en partes de la teoría, en dominios donde tres combinaciones de las cuatro constantes fueran relevantes, podía aparecer una descripción. Si mi punto de vista era correcto yo podía entender por qué en Teoría Cuántica tenían que ser introducidas descripciones complementarias.

Por supuesto lo que yo había encontrado no solucionaba las dificultades ligadas a la Mecánica Cuántica. Sin embargo, sentí un alivio. Yo me decía que había esperado encontrar en Mecánica Cuántica, una única descripción de estilo puro, y que en el presente estado de desarrollo, la Teoría Cuántica no podía proveer tal descripción. Sólo si uno lograba eliminar uno de los conceptos redundantes, que estaban en la base de la Teoría, se podía esperar restablecer la descripción única de la Física. Esto implicaba una teoría que pudiera dar cuenta del valor numérico de la constante de estructura fina  $e/hc$ . Fue fácil encontrar en la historia de la Física una situación que ilustrara mi punto de vista. La Termodinámica Fenomenológica contenía un concepto redundante, el concepto de la temperatura. La Fenomenología Termodinámica no era "visualizable", no conducía a una descripción de estilo puro. Cuando uno eliminaba el concepto redundante reemplazando la temperatura por la energía cinética media de un grado de libertad, la estadística se volvía visualizable, y aparecía una descripción. Si mi punto de vista era correcto, no había diferencia esencial entre la física macroscópica y la microscópica. No había nada de inadecuado en la mente humana para entender fenómenos atómicos. Todo lo que ocurría era una situación de transición en la cual la forma adecuada para describir aquellos fenómenos todavía no había sido encontrada, por cierto, esto no significa que la Física habría de volver a los antiguos conceptos de la teoría macroscópica. Más tarde reexaminando la situación, encontré que era más útil comparar una teoría física con la representación de una obra en el escenario de un teatro.

En ambos casos tratamos con descripciones de ciertos eventos. La única diferencia es que en Física estos eventos no pueden ser libremente inventados o modificados por el autor, pero tienen dentro de ciertos límites de precisión, que reproducir cuantitativamente los resultados de mediciones experimentales. Las teorías de Maxwell y de Einstein representan el comportamiento de campos electromagnéticos y campos gravitacionales. Ya era

conocido en el siglo XII que una representación sobre un escenario tenía que reunir ciertos requerimientos para ser considerada satisfactoria por la audiencia. Ya más de cien años antes de Einstein estos requerimientos habían sido formulados, en una forma perfectamente invariante relativista por G. E. Lessing. Las "Leyes de Lessing" requieren

unidad de tiempo  
 unidad de espacio  
 unidad de acción

debemos considerar estas reglas como las condiciones para satisfacer los deseos del público que asisten a una representación. Este quiere sentir el alivio que se siente cuando se entiende la acción de la representación.

Como una teoría física significa una descripción de eventos, las reglas de Lessing pueden aplicarse a una teoría física. Para aplicarlas a hechos físicos ésta tiene que satisfacer las leyes naturales

conservación de energía  
 conservación de momento  
 conservación de carga

pero si debe, simultáneamente, asegurar la comprensión del fenómeno, tiene que satisfacer también las reglas de Lessing

Creo que ésta es la gran lección dada a nosotros por la Física de Einstein. Para la Teoría Cuántica significa una condición que tendrá que ser satisfecha en el futuro.

Volví al Instituto de Lyon, porque tenía serios problemas con uno de mis ojos y me lo podía tratar allí. Mientras tanto Lyon se llenó de refugiados. Repentinamente la Universidad de Lyon estaba llena de famosos científicos y los coloquios semanales eran muy semejantes a París en tiempos de paz, yo aunque era un refugiado me sentía en Lyon como en casa.

Si uno de los físicos necesitaba documentos, yo iba a la prefectura; y si alguno tenía los documentos listos para partir, arreglaba todo para ir a la estación con un grupo de alumnos haciéndose cargo de las valijas. Durante este tiempo estuve trabajando con

Jean Pireme, quien está ahora enseñando en la Universidad de Lieja, sobre la estructura fina de lo que ahora es llamado positronium.

Mientras tanto la situación en la zona libre de Francia se tornó más y más amenazadora. Mis amigos en la universidad me ofrecieron toda clase de ayuda por si quería quedarme, pero pensé que no tenía sentido permanecer ya que no era una ayuda para nadie allí. Había obtenido casi inesperadamente una visa portuguesa para ir al Dpto. de Física de la Universidad de Coimbra. Dejé Lyon en los últimos días de 1941 y cuando crucé la frontera portuguesa estaba otra vez en el mundo libre.

Estuve más de un año en Portugal, enseñando alternadamente en Lisboa, Coimbra y Oporto, y trabajando con dos estudiantes en fuerzas nucleares y Teoría de Dirac.

Mientras tanto los EEUU habían entrado en la guerra y no había ya esperanzas para mí por mucho tiempo de viajar a Norteamérica. Un día escribí una carta al Dpto. de Física de la Universidad de La Plata y meses después tuve una respuesta negativa. Pero una quincena antes recibí una carta desde Córdoba donde E. Gaviola me ofrecía una posición en el Observatorio de Córdoba. Pensé que había una conexión entre las dos cartas pero poco después me enteré que Gaviola nada sabía de mi carta a Argentina. El había recibido una carta de J. Frank con mi dirección, donde le pedía que, si podía, me consiguiera un trabajo.

En mayo de 1943 desembarqué después de cuarenta y tres días de viaje en el puerto de Buenos Aires, con un dólar y cincuenta escudos en mis bolsillos.

Comenzaba un nuevo período de mi vida con nuevos problemas para resolver.

Yo he querido mostrar a ustedes que el período sobre el cual he informado, fue un período donde el desarrollo de la Física fue extremadamente importante, y al mismo tiempo fue un período de destrucción de dos sistemas universitarios históricamente desarrollados, seguido por la reconstrucción de nuevos sistemas universitarios, en USA, en la Unión Soviética, en Japón, y uno incipiente en Sud América.