

C.N.E.A. Biblioteca	
ARCHIVO PUBLICACIONES	
NO 1	AÑO 1958

Bol. Inf. CNEA, Vol. 2, N°3, 1958, p. 19-27.

- 19 -

COLABORACIONES

INFORME SOBRE LA EXPOSICION DE EMULSIONES NUCLEARES EN EL BEVATRON (BERKELEY)

por el Dr. Juan G. Roederer

En lugar de un informe especial, se transcribe integro el texto de una carta en la que el autor comenta los trabajos del epigrafe.

Berkeley, 9 de diciembre de 1957.

Encontré un rato de tiempo libre, escapándome de un seminario horriblemente aburrido sobre física del sólido, y he tomado la heroica decisión de mandarte un informecito, desordenado e incompleto, a pesar de estar a sólo tres se manas de mi regreso. Lo hago principalmente para dejar constancia por escrito del inimaginablemente formidable espíritu de colaboración que el Radiation Laboratory, y en especial el grupo que dirige y maneja los trabajos con el Bevatrón me ha brindado durante el pasado mes, en el cual tuvieron lugar los preparativos inmediatos y la exposición de nuestras emulsiones fotográficas nucleares. Antes de entraren forma telegráfica en los detalles de la misma, quiero adelantar desde ya que pocas veces esta máquina - hoy día solicitada como nunca, debido a la rotura del Cosmo trón de Brookhaven - ha estado dedicada con exclusividad por un intervalo tan largo (cinco días), a un sólo experimento con emulsiones, organizado por un grupo de gente ajeno al Radiation Laboratory. Si te gustan más las cifras: nuestras experiencias con el haz neutro (por supuesto, está incluido lo que hicimos para las Universidades de Chicago, Wisconsin y Johns Hopkins) le han costado al Rad. Lab. unos 50.000 USA.- Pero esto no significa que a la Comisión le corresponda solamente la alcuota parte, ya que las Universidades arriba mencionadas se "colaron" meramente a nuestras experiencias. No puedo menos que decir que se portaron may bien.

Trataré de resumirte lo más posible cuál fué la historia de la exposición, y cómo surgió el problema. Ya antes de venir aquí tenía en mente dos posibilidades: exponer a un haz doblemente focalizado de mesones K negativos, o a un haz de meso nes K neutros de vida media larga. El primer mes prácticamente lo pasé analizando estas dos posibilidades. Llegué a la siguiente conclusión: al K<sup>-</sup> exponen unos 15 grupos de todo el mundo; los problemas a tratar en el K<sup>-</sup> son hoy día puras "co sas raras": p.ej. modos leptónicos de desintegración de los hiperones (o sea en los que aparece un muón o un electrón, en vez del  $\pi$ ), "Q-value" del hiperón  $\Lambda$  (por enésima vez: cada vez que cambian las correcciones a la relación alcance-energía hay que medir de nuevo!), asimetrías para ver si la paridad sigue sin conservarse a esta altura del año, producción y modos no-mesónicos de desintegración de hiper fragmentos, etc., etc.,. Todo esto exige estadísticas impresionantes y hay cantida des impresionantes de gente que quiere participar. Por lo tanto he decidido des cartar los K<sup>-</sup>, máxime considerando que ya tenemos un stack de K<sup>-</sup> que, si bien no

COLABORACIONES

es doblemente focalizado (o sea por cada K hay unos 4000 mesones  $\mu$  y  $\pi$  que molestan) es de relativamente alta energía (160 Mev). Y aún hay pocos datos reunidos para toda clase de scatterings y absorción entre 80 y 160 Mev. De manera que hay material en potencia en cantidad suficiente en Bs. As., aunque temo que la poca intensidad de K's no nos permita llegar a buenas estadísticas. En resumen, hacia fines de septiembre quedaba prácticamente decidido como cosa más conveniente, una exposición a los  $K_2^0$ , tal como se designan actualmente los mesones K neutros de vida larga. Me puse a estudiar a fondo el problema, y luego me fui a Chicago, ya que allí se encontraba Levi Setti, y cerca de ahí, en Madison, Fry, quienes fueron los primeros en haber hecho ya una exposición semejante a principios de año. Además en Chicago estaba Telegdi, quien estaba muy interesado en el asunto justo en esa época.

Quizás antes de seguir, conviene que te cuente (o trate al menos!) lo que son esos  $K^0$ , y para qué sirven. Recordarás que los mesones K (966 masas electrónicas) aparecen en tres estados de carga +, 0 y -, pero no forman un triplete de spin isotópico como los  $\pi$ , pues el  $K^+$  tiene propiedades esencialmente diferentes al  $K^-$  (p.ej., contrariamente al  $K^+$ , el  $K^-$  puede ser absorbido por un nucleón para dar un hiperón). Esto condujo al famoso concepto de strangeness, el nuevo "número cuántico" de Gell Mann, y se convino que si bien los tres estados de carga tienen igual masa, spin y paridad, tienen diferente "nuevo número cuántico", cuya conservación debe cumplirse en interacciones fuertes (para que se siga conservando la tercera componente del spin isotópico, "fuertemente" relacionado con la strangeness). El  $K^-$  tiene strangeness  $s = -1$ , el  $K^+$   $s = +1$ . Esto implicaba que también debe haber dos tipos de  $K^0$ : uno con  $s = +1$ , el otro con  $s = -1$ . El primero debía tener las mismas propiedades que el K positivo, el segundo las del negativo. Los K de s positivo son partículas, los de s negativo, antipartículas, en un sentido semejante a lo que sucede con electrones y positrones. Pocos meses después de la confirmación de que la idea de " $K$ " y anti- $K$  o " $\bar{K}$ " era correcta, el mismo Gell Mann (fines del 55) se avivó algo divertido para los K neutros: si bien el  $K^0$  era totalmente diferente al  $\bar{K}^0$  (por tener strangeness opuesta), existía la transición a través de un estado virtual  $K^0 \rightarrow \pi^+ + \pi^- \rightarrow \bar{K}^0$  cuando lo dejabas "solo" o sea, cuando no dejabas actuar interacciones fuertes. Entonces le "dabas tiempo" a las interacciones débiles, como la que figura arriba, las cuales por hipótesis no conservan la tercera componente del spin isotópico, y con ello, la strangeness. En otras palabras, si tienes un haz de  $K^0$  ( $s = +1$ ), que son los que se producen en forma más copiosa a energías bevatrónicas, ese haz se debía transformar a medida que las partículas corrían libremente, en una mezcla de  $K^0$  y  $\bar{K}^0$ . O sea, el  $K^0$  (y ergo el  $\bar{K}^0$ ) no es una partícula, si se lo deja libre (de interacciones fuertes). Por lo menos, no es lo que nosotros entendemos por "una partícula", ya que p.ej. no se puede hablar de "una" vida media del  $K^0$  (o del  $\bar{K}^0$ ) ya que sólo una parte decaerá mientras que otra se transformará en  $\bar{K}^0$  (o  $K^0$ ). Este es el aspecto "intuitivo", pero el argumen-

## COLABORACIONES

to decisivo lo trae el análisis del comportamiento de las funciones de onda de los  $K$  y  $\bar{K}$  frente a la operación "Conjugación de carga" (la que reemplaza partículas por antipartículas): resulta que ni el  $K^0$  ni el  $\bar{K}^0$  son autofunciones del operador  $C$ . Recién combinando las dos funciones de onda en forma simétrica y antisimétrica, se obtienen autofunciones de  $C$ . Son esas combinaciones por tanto, las que representan una "buena partícula", con "una" vida media dado que de una combinación ya no se puede pasar a la otra por interacciones débiles. Esa "buena partícula" debe ser diferente para la combinación simétrica (que representa la "partícula" denominada  $K_1^0$ , y que resulta ser la de vida corta, de  $10^{-10}$  seg), que para la antisimétrica ( $K_2^0$  de aprox.  $10^{-7}$  seg). Además, las dos combinaciones tienen diferentes modos de desintegración: p.ej. la simétrica decae en dos piones, la antisimétrica no puede hacerlo. En resumen: las dos verdaderas "partículas" (con un spin, masa, y una vida media) son combinaciones (superposiciones cuánticas) de 50%  $K^0$  y 50%  $\bar{K}^0$ , en diferente relación de fase (es exactamente como hablar de fotones circularmente polarizados a derecha y a izquierda, en términos de fotones linealmente polarizados perpendiculares entre sí, desfazados en  $\pm 90^\circ$ ). Al exigir "una" vida media, no se puede exigir simultáneamente una strangeness definida, ya que se excluyen interacciones fuertes cuando se habla de vida media. Si en cambio ahora analizo "fuerte" un haz de  $K^0$ , o sea, lo intercepto con un absorbente, p.ej. una emulsión nuclear, entonces nuevamente debo considerar la strangeness como buen número cuántico, y la "buena" función de onda (la "buena" partícula) volverá a ser la del  $K^0$  o  $\bar{K}^0$ , quedando sin interés o sentido la descripción en términos de  $K_1^0$  y  $K_2^0$  (Es semejante a lo que pasa cuando haces pasar fotones circularmente polarizados por un analizador: dentro del analizador debes describir esos fotones como superposición de fotones linealmente polarizados, porque el cristal sólo interactúa con éstos). Como ves, viejos conceptos cuánticos para novísimas partículas (nada de renormalizaciones, etc.) (por ahora!). Estas propiedades cuánticas traen un serie de lindos efectos: p.ej. el siguiente: suponte un haz de  $K^0$ , generados en el Bevatrón. Cuando salen del target, marchan por el vacío, no hay posibilidad de interacciones fuertes. Por lo tanto, debes recurrir a la descripción en términos de  $K_1^0$  y  $K_2^0$ : el  $K^0$  será una mezcla al 50% de estas dos. Ahora bien, los  $K_1^0$  decaen a los pocos centímetros de recorrido, sobreviviendo la componente de vida larga. Pero ésta, a su vez, se la puede considerar como una mezcla al 50% de  $K^0$  y  $\bar{K}^0$ . Si interpongo ahora un material, permito por lo tanto interacciones fuertes, y debo por lo tanto abandonar la descripción en términos de  $K_1^0$  y  $K_2^0$ . Observaré por lo tanto en el material las típicas interacciones de partículas de strangeness +1 ( $K^0$ ) y -1 ( $\bar{K}^0$ ) (pese a que del target salieron sólo partículas de  $s = +1$ ). Pero los  $K$  de strangeness -1 tienen una sección eficaz de interacción mucho más grande que los de  $s = +1$ , ya que pueden "fabricar" hiperones. Eso significa que en el material se absorbe mucho más fuertemente la componente  $\bar{K}^0$ , que la  $K^0$ . Las partículas sobrevivientes serán por lo tanto los  $K^0$ ; cuando salen del material se encuentran nuevamente solitos, y las "malas" interacciones débiles empiezan a cosquillar; debo nuevamente conside-

## COLABORACIONES

rarlos como una superposición al 50% de  $K_1$  y  $K_2$ . Qué quiere decir esto? Que poniendo un bloque de absorbente he regenerado nuevamente la componente de vida corta  $K_1$ ! Te imaginas que hay un millón de otras posibilidades, y que resulta divertido "jugar a los  $K^0$ "! (planeando diferentes experiencias).

Pero con el descubrimiento de la no-conservación de la paridad en interacciones débiles, y por lo tanto, de la conjugación de carga, vinieron días tristes para los  $K_1$  y  $K_2$ : su predicción fué hecha en base a este principio! Posiblemente la cosa habría quedado en el vacío, si es que no habría habido ya en esa época alguna evidencia experimental de dos vidas medias para los  $K^0$ . Después de algún tiempo de rompecabezas para los teóricos, encontraron que en realidad, era la "inversión del tiempo", la que en forma correcta debía predecir estas partículas! Y actualmente se cree que precisamente es ésta la que debe seguir funcionando en interacciones débiles (teorema "CPT"). Por lo tanto, la comprobación definitiva de la existencia de una forma de vida larga (la corta se conoce desde hace rato por cámara de niebla y de burbujas) para los K neutros, es otro paso fundamental para asegurar la invariancia de los fenómenos "débiles" frente a la inversión del tiempo. Experiencia: exponer emulsiones a un haz neutro a una distancia suficiente como para dejar decaer la componente corta. Buscar en esas emulsiones las interacciones típicas de mesones K de strangeness +1 y -1, mezclados al 50%. Dificultades: aún no se inventó el aparato que desvía partículas neutras según su impulso! Por lo tanto, por cada  $K^0$  que entra al stack, hay una lluvia de  $10^n$  neutrones. Y más de uno de éstos (los enérgicos, por supuesto) puede simular exactamente lo que hace un K. Practicamente toda la dificultad de la exposición (del planeo) consistió en encontrar una forma eficaz de hacer n mínimo, sin a la vez perder muchos  $K^0$ . Luego de largas deliberaciones en Chicago, hemos llegado al acuerdo de exponer a  $90^\circ$  del blanco respecto del haz interno del Bevatrón. Te parecerá trivial, pero había que calcular muy bien si es que a ese ángulo no disminuía también el flujo de  $K^0$  tanto, que en relación a los neutrones estaríamos en las mismas! Afortunadamente no parece ser así - el futuro lo confirmará! Otra manera de solucionar el problema, y que constituye el tema central de mi exposición es estudiar la absorción del haz de  $K^0$  dentro del bloque (por eso ordené un bloque tan largo de 30 cm). Los neutrones se comportan muy diferentemente en su absorción que los K. Además nada se sabe sobre la sección eficaz para absorción de los  $K_2$  (aunque se la pueda predecir a partir de los datos detenidos en los K cargados).

En las discusiones aparecieron muchos otros aspectos interesantes: Fry decidió estudiar y detectar los  $K_2$  haciéndolos intercambiar de carga en carbono, y detectar los  $K^-$  y  $K^+$  que salen del bloque de grafito con emulsiones: Levi Setti y Pevsner decidieron tratar de medir la vida media de los  $K_2$ , exponiendo a un mismo haz ser dos bloques de emulsiones a 15m entre sí; Pevsner además se propuso estudiar la absorción (sección total) en grafito, exponiendo dos bloques, uno al haz directo, y

COLABORACIONES

otro demás de grafito. El problema siguiente una vez fijadas las condiciones de ángulo, blanco y sección del Bevatrón a utilizar, fué llegar a una exposición de flujo máximo aguantable (el límite está dado por la radiación de fondo). O sea, había que resolver un problema de shielding. Un problema nuevo, ya que no había experiencia previa en materia de ese tipo de haz neutro. Y en eso parece que "la pegué" rotundamente (no quiero cantar victoria definitiva, ya que las emulsiones aún no están listas, pero tengo los datos de las placas de prueba, y de Levi Setti, que ya ha echado una mirada a las placas aún mojadas): las exposiciones previas (muy rudimentarias) de Fry y Levi Setti habían sido a máximo  $5 \cdot 10^{12}$  protones sobre el blanco. Mi exposición fué de  $10^{14}$ ! También para las exposiciones de Levi Setti, Pevsner y Camerini, logramos flujos de  $5 \cdot 10^{13}$  (las emulsiones estaban mucho más cerca del blanco, y no podían tener tanto shielding como en mi experiencia). O sea, factores entre 10 y 20 veces lo que hasta ahora se pudo obtener. Otra "pegada" (de orden más bien diplomático) fué obtener la máquina por cuatro días de operación y uno de preparación previa. Y sin otras experiencias simultáneas, que siempre "chupan" parte del haz, cosa molesta, no sólo por el aumento general de la radiación de fondo, sino por la dificultad de medir exactamente el flujo de protones sobre el target, cosa que debíamos conocer exactamente, ya que pensamos hacer mediciones absolutas. (Aquí miden la intensidad del haz en su fase de aceleración por radio frecuencia, y no pueden determinar demasiado bien el valor absoluto, cuando lo parten en dos).

En las discusiones con Telegdi apareció otra posibilidad, que si bien es sumamente remota, no deja de ser interesante: se refiere al comportamiento de los  $K^0$  en campo magnético, si estos tuvieron momento magnético: imagínate un haz de  $K^0$ , (o sea, tal como salen del blanco). Suponte que tengan momento magnético (esto implica dos suposiciones: que tengan spin 2, y que exista una interacción fuerte con piones —ambas muy improbables, pero aún no descartadas), p.ej. spin y momento para arriba) no hace falta que estén polarizados, basta considerar una partícula individual). Cuando empiezan a volar por el espacio, nuevamente hay que aplicar lo de la descomposición en  $K_1$  y  $K_2$ ; la componente  $K_1$  decae rápidamente y queda la  $K_2$ , que es una mezcla de  $K^0$  y  $\bar{K}^0$ . Tanto el  $K^0$  como el  $\bar{K}^0$  tendrán por supuesto el spin para arriba, tal como el  $K^0$  original, pero el  $\bar{K}^0$  tendrá su momento magnético invertido respecto del  $K^0$  (por ser su antipartícula; es una propiedad típica). Si por lo tanto hago pasar por un campo magnético un haz de  $K_2$ , la componente  $K^0$  se comportará en forma diferente a la  $\bar{K}^0$ . Se desfasarán una de la otra (por ejemplo por precesión invertida); pero un desfase significa destruir la "pureza" del estado  $K_2$ : aparecerá a lo largo del imán, una componente  $K_1$ , de vida corta, que decae rápidamente. Efecto total de campo magnético, intenso sobre  $K_2$  con momento magnético: los "extingue", haciéndolos pasar a  $K_1$  que se desintegran rápidamente! O sea se podría "absorber" un haz de  $K_2$  con un campo magnético, si éstos tuvieran momento magnético. En otras palabras: se podría medir en forma directa el momento mag

## COLABORACIONES

---

nético! Y eso es lo que he tratado: he cortado mi stack por la mitad, en dos stacks largos y angostos (1,4 x 2,5 x 11 pulgadas) -lo que me llevó unas seis horas de horrible trabajo. He expuesto cada uno de estos "tubos" en igualdad de más condiciones, una vez con un fuerte campo en un electroimán analizador, y otra, con el imán desenchufado. Para evitar toda clase de "bias" psicológicos, he decidido no enterarme cuál de los dos stacks fué expuesto con campo: Pevsner y Camerini (éste está en Wisconsin con Fry) tienen el testimonio anotado en un lugar "secreto" !.

Bueno, ahora un poco sobre la exposición misma. Puedo decir, en resumen, que nunca en mi vida he trabajado tan intensamente física y mentalmente como esos cinco días!. Durante el día; intenso trabajo con placas de test, camaritas de ionización, cambios en el shielding; de noche, entre las 0.45 y 8 de la mañana, los cambios grandes para pasar de un experimento al otro. Si bien hemos sido 4 (Camerini, Pevsner, Anderson y yo), éramos pocos, demasiado pocos. Hemos transportado a mano 10 toneladas de plomo, la mayoría, agachados en un canal en el shielding general, de 2 pies de alto. Pero ha sido magnífico; magnífico, por experimentar esa increíble cooperación de los ingenieros y técnicos del Bevatron. Y ese fantástico sincronismo en el trabajo: una mirada bastaba para que te hagan levantar un bloque de 20 toneladas de cemento "Livermore", o para que te larguen los chorros de  $5 \cdot 10^{10}$  protones sobre el blanco. Y siempre contentos, chistosos!. El mismo ingeniero en jefe nos ayudó a las 3 de la mañana a hacernos un colimador adicional de plomo, cuando descubrimos una nociva radiación marginal, que nos envenenaba las placas.

El trabajo se desarrolló más o menos así: unas dos semanas tarde en hacer un plan "ideal", pensado en forma tal de coordinar las distintas experiencias en forma de gastar un mínimo de "bevatron time"; durante la última semana antes del "día D" tenía dos ingenieros que me hacían los colimadores prefabricados, que se encargaban de los electroimanes, etc. El lunes 18 de noviembre se comenzó con el arreglo principal del shielding y con la alineación, previa colocación del blanco. La alineación nos llevó unas cinco horas trabajando con teodolitos: debíamos estar seguros al milímetro, de encontrarnos en la línea del blanco, hasta a 20 m del blanco. Además, el primer colimador tenía una altura de sólo 1" (casi la misma del blanco) y el blanco sólo era visible a través de una ventana en la parte superior del Bevatron. Me vinieron muy bien los tiempos en que estudiaba ingeniería!. Ese lunes quedaba todo listo para mi experiencia salvo uno de los electroimanes. El miércoles 20 comenzó la tarea: empezamos con las exposiciones de prueba (con placas de sólo 50 micrones de espesor), las cuales en realidad habrían de determinar la evolución futura de la exposición, ya que a priori nada se sabía sobre la radiación de fondo, el flujo de partículas cargadas, efectos del "sweeping magnet" (que elimina las partículas cargadas) etc. Esas placas se exponen, se revelan en 1 hora y se revisan en otro tanto. Hay que coordinar a la perfección!. Había olvidado: el martes (ya se encontraban en ésta Camerini y Anderson) construimos a

mano un tremento colimador de plomo a la salida del Bevatrón, entre las 0.45 y las 4 de la mañana. El mismo miércoles "fabriqué" mis "stacks" de emulsiones cortando las 72 láminas de emulsión por la mitad, y montando los dos stacks resultantes sobre los "stack holders", previa impresión fotográfica en cada una de las 144 láminas, de un sistema de coordenadas, para facilitar la persecución de trazas, durante el análisis al microscopio. Es curioso que, una vez montado un stack lo puedes exponer tranquilamente a la luz, incluso al sol!. Pero en realidad es lógico, ya que la emulsión nuclear es opaca a la luz, y sólo se ennegrece en el borde. Los stacks se guardan en la "mina", que es un túnel de unos 40m dentro de la montaña, libre de radiaciones. En esos cinco días he andado más de 100 millas con el auto, solamente del Bevatrón a la mina ida y vuelta (también las placas de prueba se guardan allí). El miércoles a la noche vino el test crucial que iba a decidir el orden de flujos que iban a ser posibles en la exposición. Teníamos asignados a aquella altura del tiempo unos 2-3 días de exposición, pero había ya la promesa formal, si el "background" lo permitía, de disponer de más tiempo. Y esa exposición de test, cuyas placas las analizamos el jueves a la madrugada, nos decía que podíamos elevar los flujos sobre el target a  $5 \cdot 10^{13}$  y hasta unos  $2 \cdot 10^{14}$  protones ( $10^{14}$  protones requieren un mínimo de 6 horas de exposición, cuando la máquina anda a todo vapor (de protones)). O sea, prácticamente podíamos duplicar los tiempos previstos. Había que reorganizar todo el programa, cosa que se hizo el mismo jueves por la mañana, durante la cual (por suerte) había inconvenientes con el "sweeping magnet" (tenía una pérdida de agua de refrigeración). El jueves por la tarde alineamos los electroimanes en forma definitiva (¡ no es fácil colocar esos bichos de 17 toneladas al décimo de milímetro en la posición que uno quiere! ), y a la noche, a las 21.04 hs. se largó mi primer experimento con campo magnético. Esa exposición continuó el día siguiente, pasando a la experiencia sin campo magnético, la cual finalizó ese viernes a las 14.35 hs. Aquella misma mañana revelamos las placas de prueba "ultradefinitivas", o sea, aquellas expuestas junto con el stack. Una veloz pero precisa revisión y medición nos hizo decidir exponer a no más de  $10^{14}$  protones, (originalmente había pensado en  $2 \cdot 10^{14}$ ). Esta es una de las tantas excitantes características de una exposición en el Bevatrón: en pocas experiencias sabes a qué flujo vas a exponer: ello lo tienes que decidir a medida que progresa el experimento. Y comprenderás lo horriblemente excitante que es estar sentado al microscopio, contar durante media hora esas estúpidas trazas, y saber que mientras tanto tu stack está siendo bombardeado. † Quizás ya muy por encima de lo tolerado!. El viernes a la tarde se hicieron nuevamente grandes cambios en el shielding y colimadores, para pasar a las experiencias de vida media, y absorción e intercambio de carga en grafito. Por suerte estábamos tan bien coordinados, habiéndonos prefabricado el máximo de cosas, que en sólo 6 horas estábamos listos para seguir. Cuando uno tiene presente, que cada hora del Bevatrón, esté anadando o no, significa una inversión para el Rad. Lab. de unos 1.000 dólares entonces te garantizo que realizas esfuerzos musculares y mentales sobrehumanos!. Como para el nuevo shielding no había exposiciones de prueba previas, y como no disponíamos de tiempo para hacer una, había que hacer los tests durante las verdaderas exposiciones. Y para ir más seguros, decidimos partir ca-

C O L A B O R A C I O N E S

da tipo de experimento, y alternarlos entre sí, para dar tiempo al revelado y medición de las emulsiones de prueba para cada caso!. Y cada alternación significaba mover unas 2 toneladas de plomo! Pero la máquina andaba a las mil maravillas, y pudimos hacer todo lo que queríamos, sin mayor dificultad hasta el domingo a la noche (0.45). No sé si será casualidad o qué, pero en todo nuestro "run", el bicho daba por pulsos  $5 \cdot 10^{10}$  protones, cuando el régimen normal "bueno" suele ser de  $3 \cdot 10^{10}$ . Ni antes de ese "run", ni después, daba ese alto flujo durante tanto tiempo. Pero creo que había un factor psicológico: el Bevatrón se lo guía, haciendo pequeñas modificaciones en el computador que compone la "timing curve" para la radiofrecuencia. De la exactitud y dedicación con la cual los operadores corrigen esa curva en base al perfil del haz, depende la intensidad máxima que se consigue. Ahora bien, todo el "crew" de técnicos e ingenieros nos confesó que nunca habían tenido un grupo de físicos "tan divertidos" y que, a pesar de todo el trabajo que tenían, siempre charlaban con ellos,

En resumen, la exposición en sí fué tan bien como nunca lo hubiéramos esperado!. Además de haber adquirido una tremenda experiencia, especialmente a lo que a shielding y a organización de exposiciones se refiere, he podido ver demostrado muchas cosas que me fueron manifestadas por personas con más experiencia, pero que en su tiempo fueron tomadas con cierto recelo en la CNEA: p.ej. resulta imprescindible estar aquí personalmente. Puedes darte cuenta, a través de lo expuesto aquí, que a veces es necesario tomar una decisión decisiva para todo el experimento en el momento menos esperado. Y comprendes que el Rad. Lab. no quiere tener esta responsabilidad. Yo mismo conozco ahora ese "feeling" cuando tuve que decidir cosas para Chicago, etc., sin poder consultarlos en el momento. Además puedes darte cuenta que esos dos meses antes de la exposición son un período mínimo para prepararla (por supuesto, cuando se trata de algo nuevo esto no se aplica, cuando te acoplas a una experiencia ya planeada por otros). Asimismo podemos afirmar que hemos sido pocos para hacer nuestras experiencias: no pudimos turnarnos en ningún momento. Está bien, hemos hechos las cosas igual, pero francamente, yo no me aprestaría a hacerlo otra vez en tal forma! Desde el viernes hasta el domingo, con excepción del sábado a la noche, no he comido, salvo algún medio sandwich. El único alimento eran litros de Coca-Cola radioactiva (ya que la máquina está en el área experimental). Y durante cinco días dormí nunca más de 4 horas por día. No digo esto quejándome por cuestiones de comodidad: La "boleadura" que infaliblemente te viene a los cuatro días de ese régimen puede ser fatal para el éxito de tus trabajos! Por último, me calificaron de muy imprudente cuando se dieron cuenta que no tenía varios bloques de emulsiones de "reposito". Claro: basta una pequeña falla en el revelado, o en cualquier otra fase de la exposición, para mandar al tacho todo el trabajo. Y qué son esos "miseros" 1000 dólares que cuesta un

## COLABORACIONES

stack frente a los \$ 50.000 que puso el Rad. Lab.

Con el revelado de las emulsiones se habían presentado serias dificultades por cuestiones de "phase shift" en los trabajos en el Bevatrón, no había lugar aquí en Berkeley en ninguno de los laboratorios que tienen máquinas para ello. Fueron unos días de pánico! Al fin conseguí posibilidad en Chicago, pero simultáneamente en Livermore dependencia del Rad.Lab., a 40 millas de aquí. Si bien esto último era menos conveniente, por la tremenda "secreticidad" del lugar, había allí un sistema excelente de revelado (una planta impresionante, la más grande del mundo). Además me salía totalmente gratis. Una segunda dificultad surgió cuando la Ilford me despachó equivocadamente por barco las placas de vidrio, sobre las cuales había que pegar las emulsiones previo al revelado. Tuve que encargar otro set por avión, que espero no nos lo cobren extra. Todo esto trajo un retardo de una semana entre la exposición y el revelado (pero que hubiera ocurrido de cualquier manera, ya que estaban haciendo unas modificaciones en la máquina de Livermore. En resumen, las emulsiones recién estarán listas para Navidad (en realidad después, ya que cierran del 23 al 29). Para mí no tiene mayor sentido esperar hasta el final, ya que la última etapa larga es el secado, en el cual difícilmente puedan ocurrir cosas raras. Pero debo quedar aquí hasta el comienzo de tal etapa (aprox. el 21 para el último set), ya que los livermorianos no quieren tener responsabilidad para decidir tal o cual cosa, en casos de emergencia. Por lo tanto debo velar "por teléfono" por el revelado, fijado y lavado hasta alrededor del 21 o 22. De aquí debo pasar nuevamente por Chicago, donde tendremos un pequeño meeting sobre los métodos de scanning que hemos de aplicar en nuestros stacks.

Mientras tanto, el Dr. Roederer se encuentra de nuevo entre nosotros, y nos comunica que el día 19 de enero le llegaron las emulsiones en perfecto estado. Parece efectivamente que la exposición ha tenido éxito, aunque insiste que ello sólo se podrá juzgar a través de los trabajos que ahora habrán de comenzar con dichas emulsiones.