

LOS 40 AÑOS DEL CLAF Y SU FUTURO

Luis Masperi *

Centro Latinoamericano de Física, Av. Venceslau Braz, 71 Fundos
22290-140 Rio de Janeiro, Brasil
E-mail: masperi@cbpf.br

RESUMEN:

Tras una breve descripción histórica del Centro Latinoamericano de Física (CLAF), se presentan los programas en ejecución y los propuestos que se espera de realización próxima. Luego se da una fundamentación científica de aquéllos en los que el autor está personalmente involucrado y se concluye con una visión de lo que el CLAF podría ser en un futuro más distante.

1. *Origen y Desarrollo del CLAF*

El CLAF nació en las alturas. Esto es así porque su fundación el 26 de marzo de 1962 fue el resultado de una serie de hechos que se remontan a 1947 cuando un joven brasileño, César Lattes, confirmó a los 5.300m. de la montaña boliviana de Chacaltaya la existencia del denominado pion.

Esta partícula de corta vida resultó ser producida en el choque de los rayos cósmicos con la parte superior de la atmósfera, decayendo en otra un poco más liviana llamada muon que finalmente se desintegra dando el estable electrón. La aventura andinística del estudiante nacido en Curitiba le fue sugerida por su profesor Giuseppe Occhialini, quien había emigrado de Italia por causa del fascismo. Las placas obtenidas por Lattes que contenían la fotografía de los eventos sólo posibles de observar a gran altura fueron miradas en Brasil por dos teóricos, José Leite Lopes y el austríaco Guido Beck quien también diera gran impulso a la física en Argentina. El análisis de las emulsiones que permitió anunciar el descubrimiento fue realizado en el laboratorio en Bristol de Cecil Powell quien lo publicó junto a Lattes y Occhialini y recibió luego el premio Nobel.

Por qué tanto revuelo por una pequeña partícula de corta vida? Es que su existencia había sido propuesta por Hideki Yukawa como intermediaria de las interacciones nucleares fuertes. Su posterior producción en aceleradores marcó el comienzo de la física de partículas elementales que aparecieron luego en gran

* En comisión de servicio de Centro Atómico Bariloche, CNEA, Argentina

variedad de tipos hasta ser explicadas 20 años más tarde como estados ligados de constituyentes fundamentales denominados quarks.

Es notable que la repercusión científica del hallazgo del pion tuvo consecuencias impactantes en Latinoamérica. En Chacaltaya se instaló un laboratorio comenzando una colaboración boliviano-brasileño-japonesa que ha durado hasta hoy. En Rio de Janeiro se creó el Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF) en cuyas instalaciones funcionaría luego el CLAF.

Pero para que esto sucediera se requerirían ingredientes de otros países latinoamericanos. La física mexicana también recibió un impulso decisivo de los rayos cósmicos al predecir en 1933 Manuel Sandoval Vallarta el efecto geomagnético que, observado en la ciudad de México, confirmó que lo que llegaba sobre la tierra eran esencialmente protones y dio lugar a la fundación allí de la Facultad de Ciencias, surgiendo luego el destacado físico nuclear teórico Marcos Moshinsky. En Argentina la semilla vino también de lo alto pero no de los rayos cósmicos sino de la matemática, cuya estructura motivó a Juan José Giambiagi para comenzar a entender la unificación de las interacciones fundamentales.

Moshinsky, Leite Lopes y Giambiagi establecieron una fructífera colaboración que en ese orden los llevó a organizar a partir de 1959 la Escuela Latinoamericana de Física (ELAF) en México, Brasil y Argentina para actualizar los conocimientos de los no muchos físicos de la época en la región. Se dieron cuenta rápidamente que era necesario crear una institución más estable que estimulara la investigación con continuidad y así surgió la idea del CLAF.

El momento era apropiado por la fe en que la ciencia resolvería automáticamente los problemas de la humanidad y la convicción de la conveniencia de grandes laboratorios regionales que llevó a la creación del CERN de Ginebra en 1952 para los países europeos occidentales y a la del JINR de Dubna en 1956, curiosamente también el 26 de marzo, para los orientales.

Así un proyecto brasileño impulsado desde el CBPF por Leite Lopes fue aprobado por UNESCO que promovió un estudio conjunto científico-diplomático de 15 países que culminó con el Acuerdo del CLAF.

Una desafortunada coincidencia hizo que Argentina no estuviera inicialmente entre los firmantes por haber sido depuesto el presidente constitucional, ni que se pudiera completar la primera Asamblea del CLAF en 1966 en Buenos Aires por la simultaneidad con otro golpe de estado. Así el primer Consejo Directivo fue elegido en Montevideo en 1968.

Aunque el CLAF no hubiese completado aún todos los pasos legales, comenzó inmediatamente su actividad con autoridades provisorias en 1962 bajo la dirección de Gabriel Fialho con particular atención a la formación de jóvenes. Luego con la elección de Roberto Bastos da Costa se dio especial apoyo a la física del estado sólido impulsándose el SLAFES, que se convertiría en una de las más importantes conferencias regionales, y se completó la ratificación de los 13 actuales Estados Miembros: Argentina, Bolivia, Brasil, Colombia, Costa Rica, Cuba, Chile, Ecuador, México, Nicaragua, Perú, Uruguay y Venezuela. La siguiente dirección de Juan José Giambiagi a partir de 1985 se caracterizó por la búsqueda de vinculación de la física con actividades de producción y la problemática ambiental, y por la conformación del programa de becas doctorales y posdoctorales. La dirección de Carlos Aragão de Carvalho (1993-1997) tendió a la coordinación del uso de facilidades experimentales en la región y a actividades conjuntas con las redes científicas latinoamericanas.

2. Programas de Larga Duración

El CLAF distribuye actualmente apoyos a aproximadamente 60 conferencias y colaboraciones científicas latinoamericanas anuales, según las solicitudes que recibe. Pero además ha definido proyectos de larga duración, algunos de los cuales tomaron forma durante el Encuentro por el 40 Aniversario realizado de 22 a 27 de marzo de 2002, que a continuación se describen:

i) Estímulo a Países de Menor Desarrollo Relativo

Aunque se pueda prestar a discusiones, es internacionalmente reconocido que nos estamos refiriendo a países que no son Argentina, Brasil, Colombia, Chile, México y Venezuela. Este programa fue posible por un Memorandum de Entendimiento con el ICTP de Trieste iniciado en 1997 y renovado por otros 5 años a partir de 2002.

Naturalmente los países a apoyar son muy diferentes. Cuba tiene un considerable número de físicos bien formados, necesitando ayuda para realizar mediciones en otros centros para colaborar en las investigaciones, lo cual se ha concretado fundamentalmente en física nuclear y ciencia de materiales. Es igualmente simple la ayuda a Uruguay que tiene una pequeña pero activa comunidad de físicos de distintas áreas que requieren intercambios con países vecinos.

En cambio es más compleja la situación de Perú, con el que se está colaborando mucho, donde hay muchos jóvenes entusiastas pero sin condiciones de trabajo asegurado para la investigación ni un programa de formación de posgrado completo. Por lo tanto, complementando las numerosas becas para realizar doctorados en Brasil y México, se procura fortalecer los incipientes grupos de investigación mediante pasantías en otros países sobre todo en ciencia de materiales, óptica y teoría de interacciones fundamentales.

El reducido número de físicos bolivianos está focalizado hacia las observaciones cósmicas y atmosféricas a las que se apoya favoreciendo la introducción de equipos para las mediciones y la inserción en colaboraciones internacionales, tratando también de diversificar la temática formando jóvenes en materia condensada.

En otros países sólo se han podido tomar acciones aisladas como en ciencia de materiales en Ecuador y Paraguay, aquí también complementando la formación doctoral en el exterior.

El tema de Centroamérica es bastante especial y se tratará en el siguiente punto.

ii) **Formación de Posgrado**

A las becas que ya existen desde una década para hacer el doctorado en Brasil por convenio con el CNPq, se han agregado en los últimos años otras de tipo cooperativo entre instituciones latinoamericanas apoyadas por el ICTP y hasta para realizar los estudios en Dubna por acuerdo con el JINR. Estos programas son exitosos, pero la experiencia indica que raramente acceden a ellos jóvenes de ciertos países por no haber recibido una formación de licenciado o bachiller suficientemente sólida.

Por lo tanto ha parecido indispensable salvar esa dificultad mediante programas de posgrado de nivel de maestría. Así en agosto de 2002 comenzará un curso de Diploma, preparatorio de la maestría, en física teórica de partículas y materia condensada en el Instituto Balseiro de Argentina estando el CLAF encargado de la coordinación de becas para estudiantes de países de menor desarrollo a ser otorgadas con fondos del ICTP.

Por otra parte se está procurando implementar una Maestría Centroamericana a desarrollarse de forma cooperativa entre 9 universidades de 5 países. Su éxito puede determinar el comienzo de la investigación en física en países – salvo Costa Rica donde de todos modos hay muy pocos estudiantes de posgrado – demasiado pequeños para lograr un desarrollo independiente. Las dificultades no son despreciables ya que las distintas universidades deben reconocer la carrera y los estudios realizados en las demás, pero hay experiencias de que esto se ha logrado en otras regiones del mundo donde hay conflictos y aparentes divisiones ancestrales. También se tienen que obtener los recursos para el traslado de los estudiantes a los lugares donde se impartan los cursos y para los profesores de otros países que promuevan la investigación necesaria para las tesis, pero lo esencial es reunir a las personas comprometidas con el proyecto y lo demás se dará por añadidura!

iii) Física de Altas Energías y Cósmica

Está en marcha el acuerdo firmado con el CERN en 2001 para organizar en forma conjunta cada dos años una escuela latinoamericana. La primera ya tuvo lugar en Brasil ese mismo año con estudiantes de 8 países de nuestra región, y la segunda se realizará en 2003 en México. Simultáneamente se constituyó un comité europeo-latinoamericano para favorecer la colaboración con el CERN tanto en experimentos con aceleradores como en observaciones astrofísicas. A los miembros argentinos, brasileños y mexicanos se agrega ahora un colombiano, por la actividad experimental que existe y puede ampliarse, y uno boliviano, por las perspectivas en física cósmica.

En esta última actividad el CLAF ya ha participado en el intercambio de jóvenes latinoamericanos que trabajan en el proyecto Auger, cuyo observatorio en construcción en Argentina está destinado a detectar rayos cósmicos de la más alta energía. También se está colaborando con el laboratorio de Chacaltaya donde un grupo italiano ha instalado detectores que podrían aclarar la naturaleza de los eventos tipo Centauro visto por Lattes en los años 70, y donde sería factible explicar la llamada "rodilla" en el espectro de energía de los rayos cósmicos. Finalmente, aspectos del universo en su etapa inicial pueden revelarse de los observatorios astronómicos chilenos, por la pureza de su cielo, y se auspicia una mayor participación latinoamericana en su utilización.

iv) Física de Materia Condensada

Es un campo temático amplísimo que va desde la física teórica de muchos cuerpos hasta la ciencia de materiales, con utilización de refinadas técnicas ópticas y aplicaciones a la nanotecnología.

Este área está muy desarrollada en Latinoamérica aunque no en forma equilibrada en los distintos países. Por otra parte los laboratorios son más pequeños y menos caros que los de física de altas energías, y sus aplicaciones más inmediatas.

Por lo tanto parece apropiada la decisión que se ha tomado de establecer una red de laboratorios calificados por el CLAF que ofrezcan plazas temporarias para el intercambio de investigadores formados y pasantías para estudiantes de posgrado. De esa forma se intensificarán las colaboraciones latinoamericanas, se consolidarán los laboratorios de países menos desarrollados y en términos generales se limitará la emigración de científicos hacia otras regiones del mundo. Es claro que el CLAF necesitará de físicos de distintos países que coordinen este sistema.

v) Física Médica y Laboratorios de Radiaciones

La interfase entre física y biología es apasionante desde el punto de vista científico y de gran impacto social.

Además de recomendarse a los países la capacitación de técnicos para el uso de equipamiento hospitalario basado en tecnología moderna, el CLAF va a promover la organización de una escuela latinoamericana bianual sobre temas científicamente avanzados de física médica.

Relacionado con estudios de materiales biológicos, y también con amplios campos de la materia condensada y aplicaciones ingenieriles, está el uso de la radiación de sincrotron del moderno laboratorio LNLS de Campinas. El número de sus usuarios supera 200, de los cuales un 10% son argentinos, apoyando el CLAF la presencia de experimentadores de otros países latinoamericanos. También se favorece, mediante un acuerdo firmado en marzo de 2002, la participación de estudiantes latinoamericanos en la escuela europea JUAS sobre todo tipo de aceleradores y la inserción en el grupo español para el uso del laboratorio de radiación de sincrotron de Grenoble.

Finalmente aplicaciones médicas y caracterización de materiales surgirán del proyectado laboratorio regional de La Habana basado en el acelerador Microtron de 25 MeV construido en Dubna, si se concreta el apoyo solicitado a UNESCO, que sería coordinado por el CLAF según acuerdo firmado en Cuba en 2001.

vi) **Energía, Medio Ambiente y Cultura**

Desde la época de Giambiagi el CLAF comenzó a organizar talleres sobre la aplicación de la ciencia a la industria del petróleo, que reunieron fundamentalmente a argentinos y brasileños. Ahora pueden continuar estos encuentros, con participantes de todos los países latinoamericanos productores de petróleo y gas, e incluyendo prioritariamente la muy actual problemática del impacto ambiental.

En un ámbito muy diferente como es el del patrimonio cultural que es en particular relevante por los antiguos habitantes de nuestras regiones, los físicos pueden colaborar con los arqueólogos en la llamada arqueometría que el CLAF ya ha comenzado a estimular y que es factible apoyar más en el futuro.

3. *Las Partículas Elementales y la Astrofísica*

Ha habido un enorme progreso en la comprensión de las partículas elementales y sus interacciones en los últimos 35 años. Ahora se sabe que los constituyentes fundamentales de la materia son del tipo de electrones, neutrinos y quarks que en sus interacciones intercambian fotones y otras partículas análogas que resultaron ser responsables de las atracciones nucleares fuertes y de

las desintegraciones débiles.

Falta encontrar experimentalmente sólo un ingrediente, la llamada partícula de Higgs, relacionada con el mecanismo que genera las masas de todas las partículas anteriores. El acelerador LHC del CERN actualmente en construcción estará en condiciones de producir esta partícula dentro de unos 5 años.

Por otra parte hay indicios teóricos de que la interacción electromagnética y las mencionadas fuertes y débiles se unificarían a altísimas energías para las cuales los electrones se podrían transformar en quarks y viceversa mediante el intercambio de partículas también análogas al foton designada por X pero con una masa del orden de 10^{13} veces mayor que la esperada para la partícula de Higgs! No hay por lo tanto ninguna posibilidad de fabricar un acelerador sobre la tierra capaz de producir dicha partícula X.

Pero aquí puede aparecer la ayuda de algo mucho más grande, el universo, a través de observaciones astrofísicas. Ocurre que nuevamente los rayos cósmicos parecen presentar un misterio de difícil explicación: se han detectado algunos eventos de partículas que llegan a la atmósfera con una energía sólo 1000 veces menor que la masa de la hipotética partícula X. No existen en nuestra galaxia mecanismos conocidos que permitan acelerar partículas hasta esas energías, ni por su dirección parecen provenir de objetos extragalácticos próximos. Por lo tanto esos rayos cósmicos ultraenergéticos deberían tener su origen muy lejos de nuestra galaxia pero eso tampoco es posible si son partículas cargadas ya que en su largo camino la interacción con la radiación de fondo de microondas degradaría su energía hasta debajo de la observada.

Una posibilidad es que, en lugar de ser acelerados, esos rayos cósmicos provengan de la desintegración de las partículas X que podrían estar almacenadas en el halo galáctico dentro de objetos microscópicos generados en la primera fracción de segundo del universo cuando su temperatura era enormemente alta. Si esto es así, u otras son las explicaciones, surgirá del observatorio Auger dentro de algunos años al tenerse una estadística de eventos mucho mayor que la actual.

Otra información que puede obtenerse de las observaciones astrofísicas antes que de los aceleradores se refiere a la transición de fase que debería haberse producido en el universo antes del primer segundo de vida y que transformó los quarks casi libres en estados fuertemente ligados del tipo de los nucleones. Restos de la fase de alta temperatura de materia de quarks podrían haber quedado atrapados en la fase de baja temperatura de la actual materia nucleónica y tal vez tener suficiente estabilidad para llegar hasta la parte superior de la atmósfera y ser detectados en Chacaltaya, pudiendo haber sido el evento Centauro uno de ellos.

También la altura de Chacaltaya y su proximidad del comienzo de los chubascos atmosféricos producidos por los rayos cósmicos podría aclarar el fenómeno de la rodilla para una energía 5 órdenes de magnitud inferior a los ultraenergéticos. Puesto que el aumento de la pendiente en el espectro se produce a la energía a la cual ya no es posible la detección directa de los rayos cósmicos en globos, no se sabe si el efecto es debido a una incompleta interpretación de la reconstrucción del evento a través del chubasco, de la incapacidad del campo magnético galáctico de contener a los protones produciendo así una mayor masa promedio de las partículas primarias, un cambio en el tipo de supernovas respecto de las que originan energías menores, o es necesaria una explicación más exótica.

4. *Visión del Futuro*

Vamos a hacer un esfuerzo de imaginación para pensar cómo puede ser el CLAF dentro de algunos años.

La idea inicial de hacer un gran laboratorio regional siguiendo el ejemplo europeo del CERN no se concretó debido a la diferente realidad latinoamericana, correspondiendo una de sus causas a los frecuentes golpes de estado – el primero de los cuales precisamente en Brasil ya en 1964 – que caracterizaron los años 60 y 70 y conspiraron contra la colaboración entre diferentes países. Ahora ya es difícil materializarla debido a que la globalización tiende más a redes de laboratorios que a unos pocos centralizados.

Pero el sueño que diseñamos es que el CLAF tiene una estructura científica mayor que la actual con al menos un especialista que coordine cada área en la que exista un proyecto definido. El fin de la era de gobiernos militares antagónicos unos a otros, lleva al conocimiento mutuo de los países latinoamericanos y a la convicción de que la colaboración es indispensable por lo que se permite la libre circulación de los ciudadanos en la región. Así el CLAF organiza el intercambio de visitas a los centros que más convenga desde el punto de vista científico sin ninguna traba burocrática y los estudiantes reciben becas para realizar sus trabajos de posgrado en diferentes países con reconocimiento de todas las universidades latinoamericanas tal como se está tratando de hacer hoy en Europa. Las comunidades de físicos de cada país reconocen al CLAF, como organismo intergubernamental, el rol de coordinador de las colaboraciones latinoamericanas y propician que sus exponentes más representativos integren los cuerpos directivos y de asesores del mismo. Cada uno de los países destina a Ciencia y Tecnología una fracción significativa de su Producto Interno Bruto y de esto un porcentaje al CLAF para sus actividades de colaboración. UNESCO y centros internacionales colaboran en la realización de grandes proyectos de investigación que requieren la participación de diferentes regiones del mundo. En cada una de nuestras subregiones los países con más investigadores formados - en el norte de Latinoamérica México y Cuba, en el centro Colombia y Venezuela, en el sur Brasil, Argentina y Chile – actúan como promotores de la

ciencia en sus vecinos siendo el CLAF el instrumento de esta acción en la física. La Asamblea del CLAF se integra con representantes de los organismos de ciencia y tecnología de los Estados Miembros compenetrados de la relevancia de la física y acuerdan la estrategia de los proyectos a seguir en conjunto con otras disciplinas, cuando la colaboración puede más que los esfuerzos individuales, correspondientes a generación de conocimiento científico universal, comprensión de los mecanismos de la vida y de técnicas de curación de enfermedades, nuevos materiales y nanotecnología, información cuántica, diversificación de fuentes de energía y racionalización de su uso, cuidado del medio ambiente en el marco de una acción mundial.

Es realizable lo anterior? Siempre hay que tener utopías y tratar de avanzar hacia ellas!