

01.81.11
(p. 91-100)

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CORDOBA
INSTITUTO DE MATEMATICA, ASTRONOMIA Y FISICA

C.N.E.A. Biblioteca	
ARCHIVO PUBLICACIONES	
1	AÑO 1981

I M A F

XXV

ANIVERSARIO

1956 - 15 de Noviembre - 1981



REPUBLICA ARGENTINA
CORDOBA

FORMACION DE FISICOS Y SU INCIDENCIA EN EL DESARROLLO
TECNOLOGICO DEL PAIS

Dr. Oscar José Bressan

Quiero comenzar esta charla haciendo llegar el saludo y las felicitaciones de la Comisión Nacional de Energía Atómica y del Instituto Balseiro al Instituto de Matemática, Astronomía y Física. Nuestros deseos de un feliz cumpleaños, y que la hermosa realidad que es hoy siga fructificando por siempre para beneficio del país, de Córdoba y de la comunidad científica.

En particular el IMAF y el IB compartieron y/o comparten docentes, alumnos e inclusive la filosofía en un esfuerzo similar. Uno de los fundadores de IMAF, el Dr. Gaviola, fue profesor del IB durante muchos años. Y el Dr. Maiztegui, uno de los primeros profesores del IB, fue director del IMAF. Los doctores Platzeck y Morey Terry, entre otros, también fueron profesores de las dos Instituciones.

IMAF: Salud!

El tema de esta charla es la "Formación de Físicos y su incidencia en el desarrollo tecnológico del país".

Mirando a pocos años atrás, se encuentra que la física ha sido convulsionada tanto en la cantidad de personas involucradas en su estudio, como en la producción de trabajos sobre el tema, y también su creciente importancia en la sociedad.

Su evolución a nivel mundial fue muy rápida. Hasta 1940 la física era una ciencia predominantemente individualista. Podríamos llamarla la física épica, y fue la que cimentó las bases de esta ciencia.

Desde 1940 a 1955 la física comienza a trabajar en equipo con fines específicos de aplicación práctica. El proyecto Manhattan es el prototipo de lo que puede hacer la física organizada, con la colaboración de expertos de otras disciplinas.

Desde 1960 a nuestros días se detecta una tercer etapa. La etapa explosiva de la física.

Entre 1935 a 1939 se publicaban en todo el mundo alrededor de 5000 trabajos por año sobre física.

Entre 1950 y 1959 se publicaban alrededor de 10.000 trabajos por año.

Desde 1960 en adelante este número se fue incrementando año a año para llegar en 1980 a más de 108.000 trabajos. En los 25 años que tiene el IMAF, el número de publicaciones mundiales aumentó en un factor 10. Y el número de publicaciones, si bien no es el óptimo, es buen termómetro de la actividad en la física.

Y correlativamente, el número de físicos en todo el mundo aumentó en un factor 15 en los últimos 40 años.

Desde 1960 hasta el presente tenemos al transistor como ejemplo y tal vez como disparador de lo que puede ocurrir cuando un desarrollo científico es llevado a la industria bajo las condiciones óptimas de mercado y ocasión.

Avances científicos como el transistor desarrollaron e impulsaron nuevas tecnologías y crearon nuevas industrias.

Los físicos fueron tomando posiciones en la industria mundial y hoy se los cuenta de a miles en posiciones claves, en lugares de investigación y desarrollo. E inclusive hay físicos en puestos de conducción de empresas. Para muchas industrias son imprescindibles. Un buen ejemplo es la electrónica y la computación donde la vida media de los desarrollos a veces es de sólo cuatro años y a veces es aún menor. Tales industrias, consecuentemente, quebrarían en pocos años si no mantuvieran un sólido plantel de investigación y desarrollo.

Un ejemplo es el mercado de los mini-calculadores y mini-computadoras.

Alrededor de 1970 ingresó al mercado la primera "regla de cálculo" electrónica de bolsillo. La calculadora HP 35 costaba U\$S 395.- Hacía operaciones científicas y tenía una memoria. Recalco: esto pasó hace 10 años solamente.

Hoy una calculadora equivalente y más pequeña en tamaño, pero de igual calidad de cálculo cuesta del orden de los U\$S 10.-

A fines de la década de 1950 la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UNBA compró una computadora extraordinaria en su época. Se llamaba Mercury y su lenguaje era el autocode. Ocupaba un salón. Hoy en día una máquina equivalente tiene el tamaño de una máquina de escribir. Su pre

cio es accesible aún como para llegar a ser un hobby hogareño y es muchísimo más confiable: no se le queman válvulas porque no tiene.

Si bien el desarrollo científico nuevo y brillante es fundamental, no hay que olvidar que no es suficiente. Es necesario que este se complemente con un mercado propicio y una ocasión adecuada. Excelentes iniciativas fracasaron cuando no se sumaron todos estos elementos como fueron los casos del Concord, el Hovercraft o el video - teléfono.

Pero es absolutamente válido el mensaje que hace cuatro años le envió la Royal Society of Canadá al primer Ministro, que decía:

"En ningún momento de nuestra historia nos hemos visto enfrentados con tantos problemas que necesitan soluciones basadas en la ciencia. Es muy difícil menospreciar la importancia de las decisiones que confronta Canadá en áreas tales como manejo de los recursos, opciones energéticas, cuidado de la salud, suministro de alimentos, contaminación, transporte, etc. Más aún, la sabiduría de las elecciones que nosotros, como Nación, hagamos en estas áreas dependerá de la madurez, conocimiento, versatilidad y altura de la ciencia y de la ingeniería Canadiense contemporánea".

Esto fue dicho en Canadá, pero es válido para cualquier Nación del globo, con el agravante que hay muchas naciones (la mayoría) donde los problemas son aún más graves que los que padece Canadá, y los recursos científicos y tecnológicos son más pobres que los que cuenta Canadá.

Los físicos no sólo están contribuyendo con la industria tradicional, sino que han abierto nuevas tecnologías, y nuevas aplicaciones, las cuales invaden todo campo.

En el editorial de Diciembre de 1978 de Physics Today, se expresa:

"Hay industria de física de frontera en espectroscopía laser, física de superficies e interfaces, semiconductores, aleaciones magnéticas, metales y polímeros. Estas fronteras son establecidas por los físicos, desde que los físicos mismos formulan y luego contestan las preguntas fundamentales que pueden llevar a nuevos y útiles productos. Por ejemplo, los laseres y memorias de burbuja magnéticas fueron inventadas por físicos trabajando en temas de frontera en procesos ópticos y en materias magnéticas".

"La industria de física de frontera difiere de las fronteras tra-

dicionales tanto como la física de partículas de alta energía difiere de la astrofísica. Mi punto de vista es que aquella es tan excitante, desafiante y recompensante como la física básica. Quizás aún más. Una de las razones para este punto de vista es que los físicos en la industria no solamente reciben la satisfacción de ver su investigación publicada en revistas científicas de frontera tal como Physical Review Letters, sino que frecuentemente ellas también se encuentran comprometidas en un producto de la compañía, el cual provee una inmediata sensación de satisfacción".

Hasta aquí editorial del Physics Today. Frank E. Jamerson, que firma esta editorial, es el Jefe del Laboratorio de Investigaciones del Departamento de Física de la General Motors. Nada más y nada menos.

Al respecto cabe agregar que en una encuesta llevada a cabo en 1979 por la APS (American Physical Society) sobre una muestra de 3400 doctores en física que trabajan en la industria norteamericana, los puntos favorables más importantes para desarrollar actividad en empresas industriales fueron:

- 1) El salario
- 2) El desafío profesional
- 3) La oportunidad de ver el uso de los propios resultados.

De todos modos el trabajo de físicos en la industria no debe ser causa de descuidar la investigación básica. Esta es quien nutre de ideas, forma y brinda nuevos conceptos. Aunque infinidad de veces en todo el mundo la investigación básica fue tratada como una forma de arte que hay que patronizar, tal como a los pintores o los músicos, más que un constituyente fundamental de la política de una Nación, lo que a su vez implica, una política industrial.

Con el agravante que no se puede apoyar la investigación básica durante 5 años, olvidarla durante otros cinco años y volverla a retomar. Aquí pasa algo semejante al cuento del césped inglés. La receta, dada por el Lord británico para tener un césped hermoso, es regarlo todos los días y cortarlo una vez por semana. A los 300 años uno tiene un césped perfecto.

La física en la Argentina tuvo características épicas hasta 1955. Hasta esta fecha se dictaba la carrera sólo en Buenos Aires y La Plata, y se habían recibido en total menos de 40 físicos en 40 años.

En 1955 la CNEA se planteó la necesidad de contar con un plantel de físicos y encontró como solución crear un instituto a través de un convenio con la Universidad Nacional de Cuyo. Así nació el hoy llamado Instituto Balseiro. Un año después nacía el IMAF. Y comenzaba la formación metódica de físicos. Una labor nada fácil por tres razones:

a) Se necesitan equipos experimentales para una formación integral de los alumnos y para mantener un equipo de docentes-investigadores alrededor de los alumnos. Siendo la física una ciencia cuyas bases están en el experimento y cuya fundamentación está en la prueba y el error, esto no puede soslayarse. Y conseguir equipos no fue generalmente fácil, por su costo, por los problemas de importación que muchas veces dilataron más de dos años el proceso de compra-recepción, presupuesto, por la burocracia, etc.

b) La segunda razón es aún más importante, y es contar con un plantel docente de alto nivel. Conseguirlo es difícil y para colmo es un problema con realimentación positiva. Es más fácil conseguir buenos docentes cuando ya se cuenta con buenos docentes. Un físico además no necesita revalidar su título para trabajar en el exterior, como le ocurre a un médico o un abogado. Esto implica una competencia, muchas veces imposible de manejar, con mercados externos de muy alto poder adquisitivo. Es probable que esto se acentúe inclusive en el futuro. Ya se está previendo una disminución de alrededor del 20 % en el número de jóvenes en edad universitaria en los próximos años en los Estados Unidos y Europa. También fue siempre difícil incorporar jóvenes talentosos que pudieran hacer buena carrera, a veces por problemas presupuestarios, a veces por problemas de plantel.

c) Y la tercera razón es la falta de continuidad que hemos sufrido en todos los órdenes. Desde 1955 hasta aquí hemos cambiado 14 presidentes. Y hubo vacas gordas y vacas flacas. Pero ninguna situación duró 7 años seguidos.

En los Estados Unidos se doctoran más de 1000 físicos por año. Si esperásemos que se mantuviera la proporción físicos a habitantes del país, tendrían que doctorarse aquí más de 100 físicos por año para estar al mismo nivel. En cambio con buena suerte se llegan a licenciar 75 por año y se llegan a doctorar 20 por año.

Sin embargo hay 11 universidades nacionales y una universidad privada que tienen la carrera de licenciatura y hay 6 universidades nacionales que tienen la carrera de doctorado. A todas luces un sobredimensionamiento. No hay docentes ni alumnos para tantas escuelas.

Los físicos han tenido muy poca interacción con la industria privada. Y en parte pudo haber sido por formar físicos demasiado teóricos, pero en parte es por la misma idiosincracia de las empresas del mercado argentino. De las 10 empresas privadas con más venta en 1979, 8 son empresas de origen extranjero que usan tecnología desarrollada casi exclusivamente en el exterior (Ford - Esso - Fiat - Shell - Renault - Safrar - Chrysler - Mercedes Benz). Y de las otras dos una es Nobleza - Piccardo y la otra es (o mejor dicho era) Sasetru.

Una industria dependiente en alto grado de la tecnología extranjera casi no usa investigación nacional. De este modo y considerando como ejemplo muy representativo a la industria automotriz la podemos considerar similar a una industria de una colonia.

En situación de crisis muy profunda con pérdidas anuales superiores al US\$ 1.000.000.000.-, la Crysler de Estados Unidos no cesó en la investigación y el desarrollo. Sabía que sólo a través de la investigación y el desarrollo podía superar la crisis. Aquí, y en este momento, la industria necesita muy poco de la investigación. Si nuevamente apelamos a la proporcionalidad entre los físicos trabajando en la industria y la población total, tendríamos que tener más de 500 físicos en empresas privadas para cubrir la misma relación que en los Estados Unidos. Lo que está lejísimo de toda posibilidad.

O sea que por un lado tenemos un fuerte ofrecimiento de capacitación a través de 12 universidades que incluyen la carrera de física en sus programas. Y por el otro lado, muy pocas posibilidades de uso profesional en la industria.

Frente a este panorama sombrío, existe un aspecto altamente positivo que habla con optimismo por sí mismo.

Los físicos argentinos tienen labor destacada en diversas instituciones oficiales, donde contribuyen con su conocimiento a diferentes aplicaciones de la física y al desarrollo de nuevas tecnologías.

En particular la Comisión Nacional de Energía Atómica no sólo aprove-

cha el potencial de profesionales argentinos, físicos, ingenieros nucleares, matemáticos, ingenieros electrónicos, químicos, biólogos, etc., sino que inclusive colabora en su formación tanto a través del IB (físicos e ingenieros nucleares) sino también a través de convenios con otras universidades. En la Comisión trabajan 90 doctores en física y 120 licenciados en física sobre un total de 1900 universitarios.

Todos estos esfuerzos están focalizados a desarrollar el plan nuclear argentino cuyos objetivos primarios son:

- Utilizar la energía nuclear, en lugar de las de otros orígenes, toda vez que sea más conveniente para el país.
- Lograr el autoabastecimiento integral en materia nuclear.
- Desarrollar todas las formas de aprovechamiento de la tecnología nuclear: electricidad, propulsión, medicina, aplicaciones industriales.
- Asegurar al país la protección de la población y del ambiente de los posibles efectos nocivos de origen nuclear.

El Plan Nuclear asegura una serie de centrales con fechas precisas de ejecución a fin de ofrecerle a la industria y a la ingeniería argentina un futuro en el cual puedan hacer sus cálculos de inversiones redituables. Esto implica la construcción de cuatro centrales atómicas cuyas fechas de entrada en producción son 1987, 1991, 1994 y 1997. Estas centrales se suman a Atucha I, que opera desde 1974 y a la Central Nuclear Embalse que se espera entre a funcionar en el segundo semestre de 1982.

Además el Plan Nuclear prevé la instalación de las plantas que suministrarán los elementos necesarios para el funcionamiento de las centrales, o sea los elementos combustibles y el agua pesada.

Para abordar todo este plan la CNEA ejerce el control de la actividad nuclear en todo el país, contando con un plantel total de más de 5000 personas.

La estructura de personal y recursos presupuestarios está distribuida en seis programas principales:

- Instalación de centrales nucleares.
- Suministros a centrales nucleares.
- Radioisótopos y radiaciones.
- Protección radiológica y seguridad.
- Investigación y desarrollo.

-Dirección, capacitación y apoyo.

Veamos algunos logros todos estrechamente vinculados con la tecnología nuclear.

Atucha I es la 1ª central nuclear de América Latina, con 340 Megavatios. Su combustible fue un hito en la política nuclear: Uranio natural y agua pesada como moderador. Todas las centrales siguientes usarán el mismo combustible y moderador.

En los alrededores de Atucha I se encuentra un centro de capacitación de recursos humanos para profesionales y técnicos en operación y mantenimiento de centrales, que también han sido ofrecido a la Comisión Interamericana de Energía Nuclear.

Atucha I se ha distinguido por su desempeño, siendo ubicada entre las diez primeras centrales nucleares del mundo. Su operación está totalmente a cargo de profesionales de la CNEA.

El 40% de su construcción fue hecho con tecnología argentina.

La 2ª central es Embalse. La potencia es aproximadamente el doble de Atucha I. Su diseño es del tipo CANDU, donde en vez de un recipiente de presión se cuenta con un sistema tipo modular y la presión se produce en tubos que alojan a los elementos combustibles.

La participación argentina aquí asciende al 50%.

La tercer central es Atucha II con una potencia de 700 MW y del mismo tipo que Atucha I (recipiente de presión).

Atucha II va a ser dirigida por ENACE (Empresa Nuclear Argentina de Centrales Eléctricas) una empresa de ingeniería que tendrá a su cargo la arquitectura industrial, el diseño y la construcción, establecerá los paquetes de licitaciones, seguimiento de compras, control de calidad y responde ante CNEA como cliente. ENACE pertenece a la CNEA en un 75% y el 25% a KWU (Kraftewek Union) de Alemania. La participación alemana decrecerá con el tiempo.

Para el funcionamiento de una central se necesita el combustible y el agua pesada.

El país cuenta con reservas de uranio calculadas en unas 450.000 toneladas, pero se han podido medir con precisión del orden de 27.000 toneladas, suficientes para alimentar más de 8 centrales de 600 MW durante los 30 años de vida útil. El yacimiento de Sierra Pintada cuenta con más del 50% de las reservas medidas (cuenta con 14.000 toneladas de uranio).

De la extracción se pasa a la concentración para obtener un producto con un contenido del orden del 70% de U. Luego la purificación, que aumenta el contenido de uranio al 95%.

Y finalmente se pasan a fabricar los elementos combustibles, que ya se hacen en el país. Ya se está pasando, además, de la escala piloto a planta industrial el proceso de obtención de zirconio metálico dehafniado.

En nuestras centrales sólo se utiliza el 0,7% del combustible, o sea el U_{235} . El U_{238} que constituye el 99,3% no fisiona, aunque una parte se transforma en plutonio 239.

Este plutonio tiene dos posibilidades: ser utilizado en baja proporción con el uranio natural o ser usado en reactores rápidos, cuyo combustible es plutonio. De una u otra forma el plutonio tiene interés económico y lo va a aumentar en el futuro.

La separación del plutonio generado en el reactor se hace en una planta de reprocesamiento.

La CNEA ha iniciado la construcción de una planta experimental de re-procesamiento y va a funcionar en 1982. Es una de las tecnologías más sofisticadas en todo el proceso nuclear y toda fue desarrollada en el país. No podía ser de otro modo.

Otro suministro crítico es el agua pesada. Se encaró a través de dos caminos. Uno a través de un desarrollo propio, y con un diseño realizado por la CNEA y el Instituto de Desarrollo Tecnológico para la Industria Química, dependiente de la Universidad Nacional del Litoral. Esta planta está siendo construída por un consorcio argentino cerca de Atucha.

El otro camino fue la contratación de una planta de agua pesada por una empresa suiza (Suizer) en Arroyito (Neuquén). Entrará en producción en 1983.

También los radioisótopos son una aplicación moderna y muy importante de la tecnología nuclear. El radioisótopo permite marcar moléculas a través de la inoculación de los llamados radiofármacos. Dado que el radioisótopo es indistinguible desde el punto de vista químico del isótopo estable, se pueden marcar moléculas que tienen afinidad con el órgano humano que se desea estudiar. Al fijarse el radiofármaco en el órgano se puede seguir a través de placas el estado del órgano. Un caso concreto: con iodo radioactivo puede determinarse el estado de la glándula tiroides enferma. Pero el método es general y permite el diagnóstico en casi todos los órganos.

La CNEA tiene un reactor y la planta de producción de radioisótopos en Ezeiza.

Pero la actividad de la CNEA no concluye en la tecnología nuclear, si no que contempla y fomenta la investigación básica.

En Bariloche la CNEA tiene un Centro Atómico, donde se investigan diversas ramas de la física (resonancias magnéticas, bajas temperaturas, metales, colisiones atómicas, neutrones, etc.) y en pocos meses más entrará en funcionamiento el RA6, reactor para enseñanza e investigación de 500 KW térmicos.

En Buenos Aires el excelente grupo de físicos nucleares formados alre dedor de partículas y el ciclotrón van a contar con el proyecto Tandar en poco tiempo más (finalizará aproximadamente en 1982).

Además y cerca del Tandar la CNEA tiene grupos de trabajo en Centro de Cómputos y en materiales.

Elegí hablar de la CNEA porque es un buen ejemplo de qué se puede hacer. Puede en el sentido positivo. Puede en el sentido de capacidad, de voluntad y de decisión. Y no lo que se podría hacer, que en nosotros, es una pa labra un poco frustrante.

Para llegar a esto se necesita (pasado - presente y futuro) trabajar coordinadamente el Estado, en la formación básica universitaria, con la institución, con la conducción y con las empresas que van aprendiendo y aplicando nuevas tecnologías. Y en fin, es un esfuerzo de todo el país.

Resumiendo, con casi 30 años de cuidarlo con mucho cariño, también se puede tener un jardín aceptable. Hasta tiene rododendros en flor, que se gún el Dr. Enrique Gaviola es la máxima expresión de un jardín inglés. En muchos aspectos es indistinguible de un buen jardín inglés.

