

LABORATORIOS DE ACELERADORES: CENTROS DE DESARROLLO DE LA FISICA Y
TECNOLOGIAS EXPERIMENTALES EN MEXICO.

M. MAZARI

INSTITUTO DE FISICA, INSTITUTO DE INGENIERIA,
UNAM. MIEMBRO DE EL COLEGIO NACIONAL.

Hace tres años en este Centro Nuclear se expuso por el maestro Graef y el que escribe, el origen y desarrollo de la física experimental y nuevas tecnologías en nuestro país. Esto ocurrió alrededor de laboratorios que contaban con aceleradores de iones positivos. Se extrac^{ta} aquí la información tanto de los laboratorios que han permitido la formación profesional, como la productividad científica generada en cada grupo. Se agrega una proposición de como los grupos técnicos co^{noc}edores de tecnologías avanzadas, pueden contribuir importantemente a la preparación de calidad de jóvenes a niveles intermedios capaces de generar micro industrias limpias en sus propias localidades.

I. LA INVESTIGACION EXPERIMENTAL NUCLEAR

En la primera parte de esta plática se tratará, no de repetir, sino de condensar, lo que el maestro C. Graef y el que habla, expusieron hace tres años aquí mismo^(1,2). Aunque la información que se presenta en la Fig. 1, se refiere principalmente a la evolución de los físicos nucleares experimentales en el Instituto de Física durante su medio si^glo de existencia, obviamente el labora^{tor}io del acelerador Van de Graaff Tandem no puede quedar excluido por la estrecha relación que se mantenía entre ambos grupos.

Gráficamente se han representado las com^{pon}entes principales que integraban cada uno de los laboratorios (Fig. 2).

Los conceptos sobre principios de funcio^{nam}iento y manejo de partículas cargadas en aceleradores y su análisis experimental fue publicado por el maestro F. Alba para la OIEA en 1971⁽³⁾. En la investigación básica del núcleo, objetivo principal que motivó estas acciones, era indispensable desarrollar y entender las teorías que en base a la información ex^{per}imental, además de las propiedades físicas, permitieran finalmente formular los modelos de la "estructura nuclear"⁽⁴⁾. También se afirmó que del uso completo de las técnicas empleadas a lo largo de estas investigaciones, se heredaba un conocimiento tecnológico am^{pl}io y avanzado. Se repite la tabula^{ci}ón de las partes sobre la conformación de tecnologías presentada hace tres años (Tabla I).

Con más detalle en la Tabla II, se han resumido los parámet^{ros} principales⁽⁵⁾ indicando la actividad de cada grupo, así como el número de tesis de licencia

tura, maestría y doctorado y las referencias formales y en forma de artículos producidos en relación con el acelerador correspondiente en su propia época. Con todo y que los resultados no son despreciables, se ve que todavía somos muy pocos pensando en lo que el país requiere si se pretende un desarrollo amplio y moderno. El alto nivel por si solo no es la salvación, aunque sí indispensable; lo más importante ahora es contribuir al mejoramiento de la calidad de todos los niveles técnicos.

Debido al bajo impacto social y cultural que las nuevas tecnologías han mostrado en el desarrollo del país, para ayudar a subsanar esta carencia, se propondrán al^{gun}as ideas de como pequeños grupos de investigación pueden contribuir a redondear la preparación de técnicos, sobre todo de los niveles intermedios que tanta falta hacen en estos momentos.

REFERENCIAS.

- 1) C. Graef "Origen del desarrollo y uso de los aceleradores de partículas en México". Simposio sobre aceleradores de electrones en México 3 ININ (1986/89).
- 2) M. Mazari. "Aceleradores de iones positivos en México". Simposio sobre aceleradores de electrones en México. 13 ININ (1986/89).
- 3) F. Alba. "Aceleradores de partículas" OIEA (1971).
- 4) A. Mondragón y M. Moshinsky. Seminario permanente en INEN con el grupo teórico del IFUNAM (1967/75).
- 5) A. Dacal. "La física experimental en el IFUNAM". Reporte (1986).

TABLA 1. AREAS TECNOLOGICAS EMPLEADAS EN EL DESARROLLO DE LABORATORIOS NACIONALES DEDICADOS A LA FISICA NUCLEAR		
AREA REQUERIDA	NECESIDADES	OTRAS APLICACIONES
Arquitectura Laboratorios	Diseño de espacios nuevos para protección radiológica, funcionalidad.	Hospitales Industrias que emplean radiactividad
Ingenierías (Instalaciones)	Civil, eléctrica, hidráulica, gases aislantes, vacíos, etc.	Cálculo estructural, de grúas, equipo científico, subestaciones, sistemas de altos vacíos.
Manejo de gases a presión y al vacío. (medidores)	Gases aislantes ($1 < p < 20$ atm) ($1 < p < 140$ atm) Altos vacíos ($1 \text{ atm} < p < 10^{-3}$ torr) ($10^{-3} < p < 10^{-7}$ torr)	Usos industriales, subestaciones compactas, desarrollo de ultra alto vacío (10^{-10} torr)
Campos eléctricos OPTICA DE IONES Campos magnéticos	Alto voltaje ($1 < V < 100V$) Aceleración Enfoque Transporte Campos magnéticos ($1 < B < 12$ K Gauss)	Fuentes de iones Espectrógrafos, deflectores, selectores, cuadrupolos, dipolos. Lentes, telescopios, espectr. de masas
Medición de campos magnéticos	Resonancia magnética nuclear Efecto Hall	Ingeniería eléctrica. Diseño transformadores, Alto Vacío.
Fuentes de iones + positivos - negativos	Arco, plasma, radiofrecuencia Duo plasmatrón Filamentos en vacío	Aceleradores de partículas Implantación iónica Tubos de rayos-X
Detectores de radiación	Estado Sólido, NaI, SiLi, Fotomultiplicadores, Geigers, de neutrones, métodos químicos.	Fluorescencia de rayos-X Dosimetría Hospitalares Dosimetría industrial
Bajas temperaturas	Producción y empleo de aire y nitrógeno líquido (Sistemas de vacío)	Introducción a la Criogenia. Técnicas de uso ya en nuestro país. Cinescopios
Diseño y construcción de equipo	Mecánica de alta precisión sistemas de alto vacío, soldaduras especiales en Al y acero inoxidable.	Instrumentación general. Equipo de laboratorio. Mecánica.
Experimentación	Empleo de electrónica rápida y cómputo, Adquisición y procesamiento de datos.	Electrónica de pulsos para control de procesos.
Análisis e interpretación usando Teorías Físicas	Mecánica clásica, teoría electromagnética, mecánica relativista, mecánica cuántica.	Entender los fenómenos que ocurren en el macro y microcosmos. Personal preferido por NASA.
Enseñanza	Entrenamiento y formación de profesionales y técnicos de alto nivel.	Física nuclear de alta energía, energía intermedia, baja energía (Física atómica) y aplicaciones.

TABLA II.- RESUMEN Y PRODUCTIVIDAD DE LA FISICA NUCLEAR EXPERIMENTAL.

Aceleradores relacionados con la FISICA NUCLEAR.	Adquisición o particip.	Desarrollo de equipo	Física	Prep. L M D	Prof. D	Art. publ.	
ESPECTROSCOPIA							
Van de Graaff 2 MeV IF (1954-61)	Acelerador MIT RICE	Lin. Neutr. Espec. I Espec. II	neutr Espec. isot. lig.	49	3	49	
Van de Graaff 0.5, 0.7MeV IF (1958,1973)	Acelerador RICE	V. de G. Cockcroft Sist.Deflec	Fis. atóm. PIXE (Ini.) Fis. Superf.	6		371 ^{et.} 452 ^{et.}	
Dinamitrón 3MeV (1mA) IF (1964-72)	Acelerador RICE Oak Ridge ININ Berkeley	Deflector Selector Est.Espec. Q. Absoluto Cám.Dob. Dis. Cam. Disp.	Ca (Dist. angulares)	27	1	53	
Van de Graaff Tandem 12 MeV INI (1966-)	Acelerador Oxford Heidelberg MIT Rutgers Notre Dame	Sist. Transp. Lin. neutr. Est. Esp. Esp. IV Q.Absoluto 2Cám. Disper.	Fis. neutr. ⁴⁰ Ca ⁴⁸ Ca 110,112 ^{Cd} Isob. Anal. ^{19,65} Cu PIXE	25	1	42	
APLICACIONES							
Van de Graaff 5.5 MeV IF (1987-)	Obsequio de Rice Univ. Deflector	Líneas expe- rimentales	PIXE RBS Reacc.Nucl.	1		2	
Implantación de Iones 150KeV IF (1984-)		Totalmente diseñado y construido	Energ. Solar Alumin.Telesc. Nitr. acer	6	1	1	31
OTROS LABORATORIOS							
Física Nuclear de alta energía	Oak Ridge Berkeley CERN Fermi Lab		Estructura Nuclear				
Acelerador de 150KV Acelerador de 150KV	IPN Centro de Est. Nucl.		Neutrones				
Física Atómica IFCuernavaca		4aceleradores	Neutrones Colisiones atómicas				
Aceleradores de electrones							

II. CREACION DE LA MICROINDUSTRIA AVANZADA Y LIMPIA EN LOS PUEBLOS, APROVECHANDO TECNOLOGIAS NUCLEARES.

Recientemente el Presidente de la República ha manifestado su interés en apoyar Ciencia y Tecnología, reconociendo la importancia de éstas como un ingrediente indispensable para el desarrollo actualizado y competitivo del país.

Invitó a un consejo de asesores en cuatro áreas, en la que el maestro Alba y de el que habla forman parte. La responsabilidad es analizar y orientar en una de ellas, en el comité de tecnología y diseño.

No es sorprendente observar como se mostró antes, lo reducido que es aún el personal de alto nivel como para pensar en el desarrollo de un programa de tecnología de volumen nacional. Se reconoce sin embargo que existen grupos con gran potencial, poseedores de conocimiento importante. Si quisiera basarse en el personal existente una acción de esa magnitud seguramente se destruiría la infraestructura conseguida hasta ahora, que sí dispone de la capacidad de formar cuadros técnicos con la calidad necesaria que se demande. Ya se ha solicitado reforzar los cuadros básicos formativos. Habrá entonces que estructurar y apoyar la formación de nuevos cuadros abriendo oportunidades a los jóvenes "bien preparados". Al analizar los niveles intermedios, profesional y sobre todo de técnicos intermedios de alta calidad, el panorama se presenta verdaderamente raquítico. No solo en ciencias, también en el área de humanidades se sufre del mismo fenómeno.

Pregunta: ¿Pueden instituciones como las nuestras contribuir de manera efectiva en una acción de este tipo?

La respuesta es: No nadamás pueden, deben!! Es una responsabilidad social. Para que este esfuerzo resulte significativo, enfatizar más la calidad que la cantidad. De funcionar bien el proceso sugerido, seguramente se automultiplicaría estructuradamente con el tiempo.

Cómo hacerlo?

MECANISMO PARA LA GENERACION DE MICRO INDUSTRIAS.

- ESTABLECIMIENTO FORMAL (En base a objetivos definidos. CONACyT, Estado).
- ORGANIZACION. (Posible Cooperativa, con mínima administración).
- SELECCION DE GENTE JOVEN (Entrenamiento inicial CONALEP, entrenamiento intermedio en instituciones de in-

vestigación o tecnológicas, entrenamiento final en la propia industria).

- POSIBLES LUGARES (Especialidades en función de la posibilidad regional y de los asesores).
- PROYECTO Y CONSTRUCCION (Con la participación de los propios miembros técnicos. Talleres y campamento).
- GARANTIA DE UN LUGAR DE TRABAJO (Dependiendo del nivel, conocimiento y/o preparación. Conservable por su motivación, comportamiento, disciplina,...).
- MANTENIMIENTO DEL CONTACTO CON SU ASESORIA (profesores, instructores técnicos...).
- CONSERVAR VISITAS DE PROFESORES A TODOS LOS NIVELES (Visitas científicas, culturales, remuneradas...).
- PROCURAR LA INDEPENDENCIA ECONOMICA EN EL MINIMO TIEMPO (Estudio económico, auditorias regulares, reglamento de operación....).

TABLA III. SUGERENCIA DE GRUPOS EXPERIMENTALES.

Estado	Pueblo	Entrenam. Complem.	Equipo por desarrollar
Morelos	Tepoztlán	IIE IF Cuerna vaca	Altos Vacíos Unidades de Rayos-X (Transf. Control). Energía Solar. Litotripsia
Puebla	Tonantzintla	INAOE U. de Puebla	Microelectrónica Optica Laseres Control Cómputo
México	Acazulco Tepezo <u>y</u> ca	ININ	PSSC Detectores de radiación Nitruración iónica. Química
Guanajuato	León	U. de Guanajuato CFE	Cerámica Gases aislantes SF ₆ CO ₂ , N ₂ Optica Telescopios

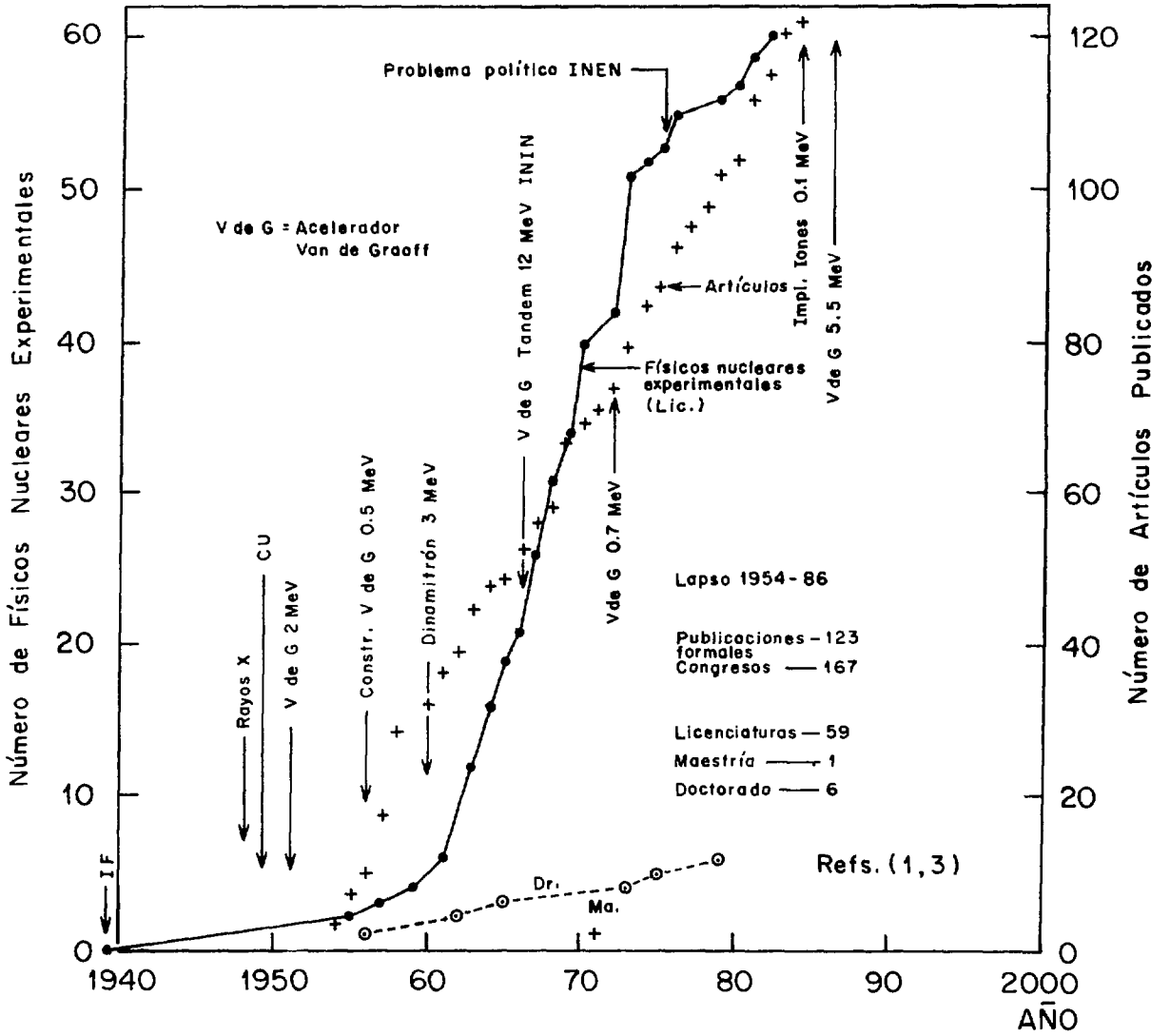


Fig.1 PRODUCTIVIDAD DEL INSTITUTO DE FISICA

