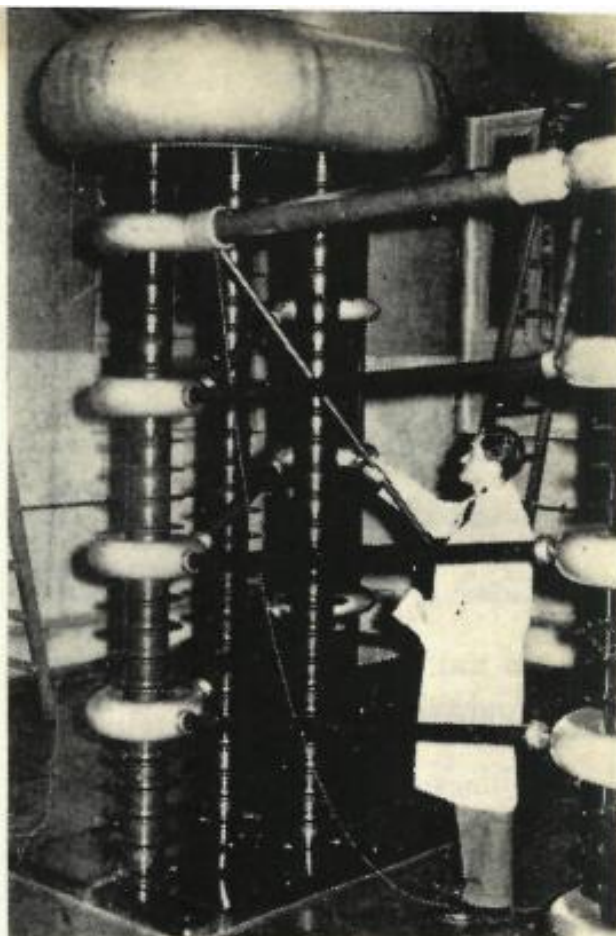


EXPERIENCIAS Y PERSPECTIVAS DEL INSTITUTO DE FISICA Y MATEMATICAS

En 1959 se cumplió una etapa importante en el proceso de formación de especialistas y de dotación de elementos para el trabajo de investigación, con la creación del Instituto de Física y Matemáticas en la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile. Se cumplía así con el propósito de continuar incorporando a la Universidad en el proceso dinámico del desarrollo de la ciencia moderna. Primero como Decano de la Facultad de Filosofía y Educación, y luego como Rector de la Universidad, don Juan Gómez Millas impulsó el desarrollo de la investigación científica y la creación de nuevos centros de investigación. Uno de los núcleos del actual Instituto de Física y Matemáticas, el de Cristalografía, nació así en 1951, bajo la dirección de Nahum Joel. En 1954 se creó en la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas el Laboratorio de Física Nuclear. Para este fin comenzaron a especializarse algunos egresados de la Escuela de Ingeniería, se contrató al físico holandés Dr. J. H. Spaa y se adquirió un acelerador de partículas ionizadas del tipo Cockcroft-Walton. Al grupo inicial, dirigido por el actual Director del Instituto de Investigaciones y Ensayos de Materiales, Sr. Arturo Arias, se integraron algunos físicos egresados de la Facultad de Filosofía que trabajan en ella en problemas de radiación cósmica bajo la dirección del Sr. Gabriel Alvial, y también algunos químicos y biólogos, iniciándose así lo que actualmente ya es una tradición en el Instituto: la integración de disciplinas básicas y la colaboración entre personas con formación en ciencias afines.

En un principio se prestó atención preferente a la formación y especialización de los futuros investigadores y a medida que sus actividades fueron avanzando en profundidad y extensión, fueron creándose nuevos laboratorios y formándose nuevos grupos de trabajo en Física Teórica, Difracción de electrones, Radio-biología, Matemáticas y otros temas afines.



El generador de alta tensión para el acelerador Cockcroft-Walton

Esquema general del Instituto de Física y Matemáticas

La fundación del Instituto, bajo la dirección del prof. Carlos Martinoya, además de permitir la concentración y simplificación de los servicios administrativos y técnicos, hizo posible la iniciación de programas de trabajo irrealizables por pequeños grupos aislados y, además, reunió en una sola institución a científicos egresados de diversas Facultades de varias Universidades. Actualmente, el personal del Instituto incluye a graduados de las Facultades de Ciencias Físicas y Matemáticas, Medicina, Filosofía, Química y Farmacia y a graduados de las Universidades de Concepción, Católica de Santiago y Técnica del Estado. Esta convivencia e intercomunicación de científicos que trabajan en ciencias básicas afines, ha sido un factor de gran importancia en la actividad de la institución. El personal del Instituto está actualmente formado por 38 científicos bajo régimen de dedicación exclusiva, que trabajan tanto en la enseñanza como en la investigación, y por 17 técnicos que cumplen diversas funciones: ayudantes de la investigación, mantenimiento y reparación de equipos, mecánicos de preci-

sión, taller de vidrio, etc., más dos bibliotecarias. Además, doce miembros del Instituto están haciendo investigaciones y estudios especializados en Universidades de Europa y de los Estados Unidos. Estos estudios en el extranjero se realizan en conformidad con el plan de trabajos y los proyectos de desarrollo de las diversas secciones del Instituto.

La función esencial del Instituto es la investigación en las especialidades que abarcan sus diversas secciones, con la participación conjunta de físicos, matemáticos, químicos y biólogos. Como complemento necesario de las mismas tareas de investigación, imparte docencia en Física y Matemáticas en el propio Instituto y en otras escuelas universitarias; forma personal científico a nivel superior en esas ciencias; prepara a las personas que desean iniciarse en la investigación; desarrolla los recursos técnicos indispensables para el trabajo experimental; atiende a la investigación aplicada y a la prestación de servicios técnicos y bibliográficos, y, por último, se preocupa de la divulgación científica.

Una nueva fuente de iones que se está construyendo para los trabajos de física nuclear



Los resultados de las investigaciones realizadas por el personal del Instituto han sido publicados en revistas especializadas de circulación mundial¹ y en informes internos. Tanto las publicaciones como estos informes son canjeados con los de laboratorios y bibliotecas de diversos países.

El Instituto mantiene relaciones científicas con importantes instituciones nacionales y extranjeras y sus investigadores asisten con cierta frecuencia a reuniones científicas. Desgraciadamente, los fondos disponibles para asistir a estas reuniones y, en especial para hacer venir científicos extranjeros, son insuficientes. Estas relaciones, de indudable importancia para toda institución científica, deberían intensificarse, sobre todo teniendo en cuenta el aislamiento geográfico del país y nuestra escasa tradición científica en las ciencias físicas y matemáticas.

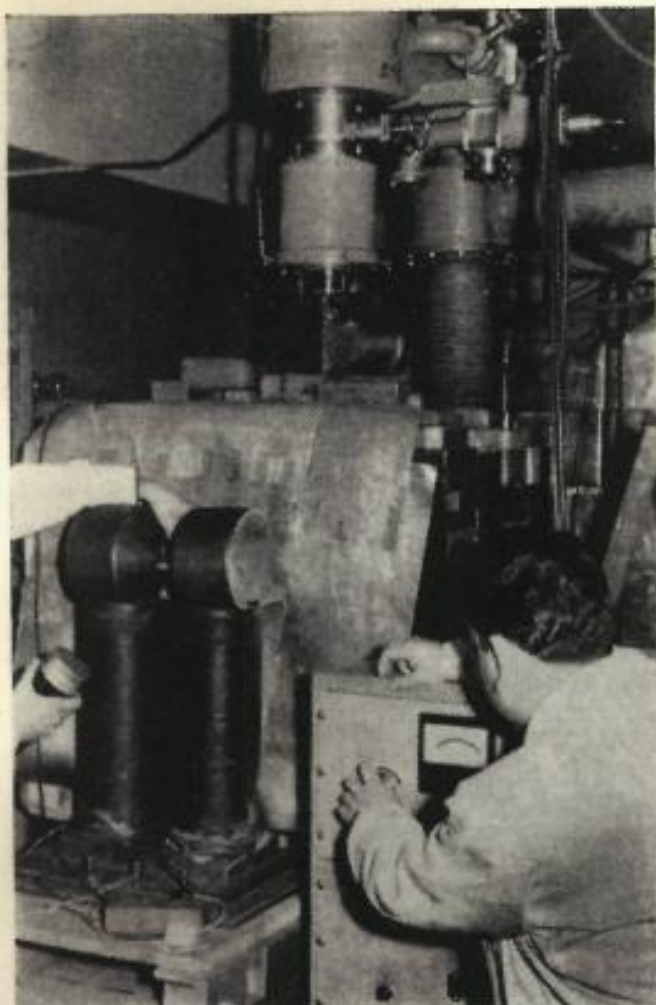
Otro aspecto de las actividades del Instituto son los servicios técnicos que sus laboratorios, talleres y biblioteca, prestan al resto de la Universidad, a las otras universidades del país y sobre todo a la industria. El desarrollo tecnológico moderno muestra la estrecha conexión que existe entre el trabajo de los institutos de investigación científica y el progreso industrial. La experiencia extranjera demuestra, en este aspecto, que el apoyo de las empresas industriales a la investigación científica ha producido un acelerado avance en aplicaciones prácticas de los resultados del trabajo científico.

En cuanto a las relaciones con la actividad docente universitaria, se puede anotar que además de los 21 científicos del Instituto que se desempeñan como profesores o ayudantes en la Escuela de Física y Matemáticas, 6 profesores y 9 profesores auxiliares o ayudantes actúan en las Escuelas de Ingeniería, Geología, de Química y Farmacia, Medicina e Instituto Pedagógico.

Actualmente, en las diversas secciones del Instituto se lleva a cabo una serie de investigaciones y trabajos que reseñamos en seguida. En cuanto a los trabajos ya terminados, los interesados pueden consultar las listas bibliográficas en el propio Instituto (Av. Blanco Encalada 2008, Casilla 2777, teléfono 94623).

La Sección de Física Nuclear

El equipo fundamental de que dispone esta Sección está compuesto por un acelerador en cascada de partículas ionizadas del tipo Cockcroft-Walton, con el cual se alcanzan tensiones de aceleración estables de 600.000 voltios; equipo auxiliar para la detección y determinación del flujo de neutrones, tanto rápidos como lentos (cámara de fisión, contadores de trifluoruro de boro), como también espectrómetros de cen-



Una parte del instrumental para investigar reacciones nucleares

telleo con cristales de diversas sensibilidades y características para el estudio de radiaciones producidas en las reacciones nucleares.

En este campo se están investigando principalmente reacciones de los tipos (n, p) , (n, α) , (n, γ) y (p, γ) , o sea, reacciones en que las partículas proyectiles son neutrones o protones y los productos son protones, partículas alfa o radiación gamma. Se han estudiado, por ejemplo, las funciones de excitación de las reacciones $Zn^{64}(n, p)Cu^{64}$ y $Ni^{58}(n, p)Co^{58}$ para neutrones monoenergéticos de 2,2 a 3,6 Mev. El montaje de cada uno de estos experimentos ha requerido una larga preparación y la solución de numerosos problemas referentes tanto a la preparación de los blancos empleados, como a la disposición de las técnicas de detección y contaje. Muchos de estos problemas constituyen un verdadero desafío a la capacidad e imaginación del investigador.

Entre 1957 y 1960, estos trabajos estuvieron dirigidos

por el físico holandés Dr. J. J. van Loef, cuya labor ha sido muy importante y fructífera para el Instituto; en la actualidad son proseguidos bajo la dirección de los señores Lincoyán González, Jacobo Rapaport y Alex Trier. Los laboratorios de esta sección están haciendo medidas absolutas de muestras radioactivas, para su empleo por médicos, bioquímicos y otros profesionales. Se ha participado en intercomparaciones internacionales, lográndose concordancia con los resultados obtenidos por los otros laboratorios participantes. Una buena parte del instrumental usado en estos trabajos ha sido construido en el mismo Instituto.

Una investigación de gran interés es la relacionada con la polarización de neutrones. El Sr. Mitrofanov, uno de los físicos de la sección, descubrió un nuevo efecto consistente en la variación de la transmisión de un haz de neutrones a través de un material ferromagnético saturado con hidrógeno (protones), al hacer el experimento con y sin campo magnético. La polarización de los neutrones está relacionada con la presencia de los protones disueltos intersticialmente en el material ferromagnético. El efecto es de naturaleza física complicada y los experimentos que se están realizando para estudiarlo han revelado varios fenómenos nuevos. Entre otros aspectos, se está estudiando la forma en que este efecto de polarización depende de la temperatura y de la energía de los neutrones.

Cabe hacer notar que en un trabajo como éste se ha hecho uso al máximo de los recursos del Instituto: el instrumental de física nuclear, talleres, técnicas físico-químicas de preparación, estudio de muestras por difracción de rayos X, y, también, la cooperación del Instituto de Investigaciones y Ensayo de Materiales y el Instituto de Investigaciones y Ensayos Eléctricos, dependientes de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas.

La Sección de Cristalografía

En esta sección se están haciendo investigaciones en tres campos relacionados entre sí: estudios de la estructura atómica y de algunas propiedades estructurales de sólidos cristalinos, mediante difracción de rayos X, bajo la dirección del Dr. Nahum Joel y la señora Isabel Garaycochea; estudios del crecimiento de películas metálicas delgadas mediante difracción de electrones, dirigidos por el Sr. Enrique Grünbaum, y estudios ópticos en películas dieléctricas delgadas, bajo la dirección del Sr. Luis Catalán.

En el primer grupo de trabajos cabe mencionar, entre otros temas, la investigación de la estructura atómica de dos cristales de interés para Chile: un mineral de cobre, la leightonita, y un cristal orgánico, el drime-

nol, que es una sustancia descubierta en una planta chilena. El interés de estos trabajos reside no solamente en el conocimiento de las configuraciones atómicas respectivas, sino también porque hay una relación estrecha entre las propiedades físicas de los sólidos y su estructura atómica y molecular.

El laboratorio de rayos X dedica una fracción apreciable de su tiempo a prestar servicios técnicos de diversa naturaleza, puesto que la difracción de rayos X tiene muchas aplicaciones industriales. Se han hecho identificaciones de minerales, de componentes de pinturas, de aleaciones y de materiales cerámicos, y determinaciones de texturas (orientaciones preferidas) en metales. Estos trabajos han sido solicitados tanto por laboratorios universitarios como por industrias nacionales. Las investigaciones mediante difracción de electrones incluyen principalmente estudios del crecimiento de películas delgadas de cobalto depositadas por evaporación en alto vacío. Una característica del trabajo es que la evaporación se hace directamente dentro de la cámara de difracción mientras se observa el espectro, lo que ha sido posible gracias a un accesorio especial, diseñado y construido en el Instituto. De este modo es posible estudiar la película de cobalto a medida que los átomos se van depositando. El estudio del crecimiento de estas películas y de sus propiedades es un problema muy importante, por cuanto la materia tiene en general diferentes propiedades cuando se encuentra en forma de películas delgadas, de las que tiene en estado masivo. En estos trabajos con cobalto interesan en especial sus propiedades magnéticas.

Como una extensión natural de este campo de estudio, se han emprendido algunas investigaciones ópticas. Se trata del estudio de sistemas interferenciales en base a películas delgadas de diversos dieléctricos, obtenidas por evaporación en alto vacío. El problema que se investiga actualmente se relaciona con la posibilidad de dividir un haz luminoso en dos partes, que estén en una razón dada y de tal naturaleza que no haya pérdidas por absorción. Hasta ahora se han obtenido resultados favorables para el caso de una división de la luz en dos partes de igual intensidad. Estos estudios encuentran numerosas aplicaciones en óptica instrumental, metrología, fotografía y televisión.

Cabe mencionar también en esta sección un trabajo del Sr. Oscar Wittke sobre simetría, y otros sobre óptica de cristales (con aplicaciones al estudio óptico de minerales) y sobre ondas elásticas en cristales (medición de constantes elásticas, reflexión y polarización de ondas elásticas).



El laboratorio de difracción de rayos X

Conversión termo-iónica de energía solar en energía eléctrica

Uno de los métodos modernos para convertir calor en electricidad es el de la conversión por medio de diodos termo-iónicos a plasma gaseoso. Aparte del interés puramente físico de este fenómeno, posee una aplicación inmediata muy importante para un país como Chile que tiene zonas áridas: la generación de energía eléctrica mediante el aprovechamiento directo de la energía solar.

El Sr. Ezio Ferrari está investigando diversas condiciones de funcionamiento del plasma, con el fin de obtener una mayor eficacia en la conversión. Se diseñaron dos sistemas originales, uno para la fabricación de los tubos termo-iónicos y otro para la medición de sus características. El rendimiento obtenido hasta ahora en el laboratorio en la conversión de energía es de un 30%, lo que se estima muy favorable. Estos trabajos cuentan con el apoyo del Centro Universitario de la Zona Norte de la Universidad.



El laboratorio de difracción de electrones

Esta sección trabaja bajo la dirección del Dr. Igor Saavedra, y sus contribuciones principales han sido en el campo de la teoría de las partículas elementales. Estos estudios tienen una gran importancia en la descripción cuantitativa de la estructura fina de los núcleos atómicos y en la investigación de la dinámica de las reacciones nucleares: el mundo que podríamos llamar "clásico" de la física nuclear incluye como partículas elementales (nombre genérico con que se designa a las partículas subatómicas que se consideran los constituyentes fundamentales de la materia) el protón, neutrón, electrón y neutrino. Este ha sido reemplazado por un mundo mucho más complejo, en que aún el concepto mismo de "partícula elemental" no es bien claro, y en que el número de éstas alcanza hoy a 16 (a 30, si se cuentan también las llamadas "antipartículas", y a un número aún mayor, si se consideran los descubrimientos experimentales de los últimos meses). Los trabajos realizados por esta sección en este campo se refieren a la clasificación de las interacciones de algunas de estas partículas (las llamadas "leptones": electrón, muón y neutrino) usando conceptos de la disciplina matemática llamada teoría de grupos, y al estudio de las consecuencias de la invariancia de las leyes físicas bajo ciertas transformaciones definidas en teoría cuántica de campos. Además de trabajos sobre la teoría de partículas elementales se han realizado investigaciones sobre problemas de "scattering" en teoría cuántica no-relativística. El grupo de Matemáticas, de reciente creación, está dirigido por los Dres. Kurt Legrady y Arno Zaddach y ofrece cursos regulares de matemáticas, en los que se han especializado varios jóvenes que actualmente están profundizando su preparación en universidades de Europa y Estados Unidos. Su organización dentro del Instituto tiende a satisfacer las necesidades que plantean las relaciones cada vez más estrechas entre las matemáticas y la física y otras ciencias afines.

La Sección de Biofísica

La sección de Biofísica agrupa a médicos, químicos y físicos, quienes asocian sus conocimientos e inquietudes en investigaciones biológicas avanzadas. La creciente importancia y contribución de las ciencias exactas en la biología y medicina modernas han exigido esta asociación otrora considerada audaz. Dirige este grupo el Dr. George Hodgson. Se realiza investigación original en tres líneas fundamentales. Desde hace diez años un grupo ha estado realizando importantes contribuciones en el estudio del mecanismo de producción de los glóbulos rojos y de sus alteraciones espontáneas o inducidas por radia-

ción. Se ha avanzado en la purificación de una hormona que estimula la producción de glóbulos rojos y la síntesis de hemoglobina. Se considera esta hormona como un factor importante en los trastornos hematológicos humanos. Se induce anemia en conejos y ratas normales e irradiadas y de su plasma y orina se obtiene la hormona por un método de purificación química. La actividad biológica del preparado se mide mediante técnicas de isótopos radioactivos.

Otro grupo se preocupa de estudiar la influencia de este factor hormonal en la biosíntesis de ácidos nucleicos, que son los compuestos fundamentales en la multiplicación celular y los transmisores de los caracteres hereditarios.

Gracias a una donación de la Rockefeller Foundation, el Instituto cuenta con una fuente de Cesio (radiación gamma) que permite realizar estudios radiobiológicos.

En colaboración con la Sección Poliovirus del Instituto Bacteriológico, se hacen investigaciones que han permitido precisar la existencia de precursores proteicos en la síntesis del virus de la poliomielitis; se ha demostrado la acción antibiótica del cloramfenicol sobre la multiplicación de este virus y se ha descrito un mecanismo de fosforilación de aminoácidos, presentes también en otros sistemas biológicos.

El Instituto Nacional de la Salud de los Estados Unidos (USPHS), financia un programa de investigación en problemas de circulación de la sangre e intercambio de sus componentes con los tejidos. El análisis de los resultados de estos experimentos se hace en conjunto con el Centro de Computadores del Instituto de Investigaciones y Ensayos Eléctricos (IEEE) de la Universidad. La aplicación de modelos físicos en el estudio de sistemas biológicos se facilita con el uso de un computador análogo que permite representar gráficamente las formulaciones matemáticas.

La Sección de Electrónica

La necesidad de mantener el equipo electrónico en condiciones de trabajo adecuadas, hizo que algunos integrantes del Laboratorio de Física Nuclear se familiarizaran con las técnicas de la electrónica nuclear, ya que no había en Santiago talleres capaces de efectuar ese trabajo. Algún tiempo después se comenzó a construir algunos aparatos en el Instituto a un costo inferior al comercial y con la ventaja de que se adquiría una valiosa experiencia.

Los servicios prestados por esta sección, dirigida por el Sr. Mallén Gajardo, comprenden la reparación y mantención del instrumental electrónico empleado en investigaciones y aplicaciones nucleares, y el diseño y cons-

trucción de los equipos que puedan hacerse en nuestro país.

El Instituto ha podido atender las necesidades de reparticiones de la Universidad, tales como el Instituto de Investigaciones y Ensayos de Materiales, Facultades de Química y Farmacia, de Filosofía, Odontología, Medicina, Hospital J. J. Aguirre, y también a la Universidad Católica de Santiago y Hospital de San Juan de Dios.

Los talleres de instrumentación

El Instituto cuenta con sus propios talleres de instrumentación, dirigidos por el Sr. Egbert Hesse. Los dos más importantes son el de Mecánica de precisión y el del Vidrio.

El taller de mecánica se ocupa de la mantención de los equipos experimentales y de la construcción de instrumental y sus accesorios. Los trabajos son de muy variada índole: desde trabajos sencillos, hasta la fabricación de piezas metálicas que requieren técnicas bastante elaboradas de mecánica de precisión. Un taller de carpintería complementa sus instalaciones.

El taller del vidrio, además de realizar trabajos para el Instituto mismo, está recibiendo, en la actualidad, pedidos de trabajos de otros institutos, laboratorios y clínicas de las Universidades de Chile, Católica y Federico Santa María y de establecimientos industriales. Gran parte de sus labores se realiza a mano por técnicos de experiencia en soplado de vidrio. La materia prima empleada son tubos de vidrio "pyrex", de diferentes diámetros y espesores. Sólo para trabajar caños de vidrio muy grandes, se recurre a la ayuda de tornos especiales. De la mano del artífice nacen, de esta manera, los complicados equipos de vidrio como refrigerantes, destiladores, separadores, todas herramientas básicas para trabajos en física, química, biología, medicina, farmacología, etc.

Por último, para los trabajos fotográficos indispensables en un laboratorio de investigaciones, el Instituto posee el taller correspondiente.

Servicios bibliotecarios

La biblioteca del Instituto posee, actualmente, alrededor de 3.300 libros de Física General, Técnicas de Laboratorio, Física Nuclear, Cristalografía, Matemáticas, Química y Biología. Se reciben, periódicamente, alrededor de 200 revistas especializadas sobre dichos temas y algunos de interés científico general. Estas revistas provienen de más de 20 países diferentes. La biblioteca es depositaria de la Colección Átomos para la Paz, donada por el Gobierno de los Estados Unidos, colección que incluye todos los informes de trabajos realizados en los Estados Unidos, bajo los auspicios



Un rincón del laboratorio de biofísica

de la Comisión de Energía Atómica; en la actualidad hay ya cerca de 40.000 trabajos publicados en esa colección, la mitad en forma de microcard y el resto en su forma original. Se reciben también los informes de las Comisiones de Energía Atómica de Inglaterra, Francia, Suecia, Dinamarca, México, Argentina, España, Polonia, Yugoslavia, mediante canje por publicaciones del Instituto.

La biblioteca atiende al personal del Instituto de Física y Matemáticas y de otros institutos afines de la Facultad, como también a investigadores, profesores y alumnos de escuelas, institutos y facultades de varias universidades. Se realizan préstamos interbibliotecarios, y se atienden pedidos de cualquiera institución o persona particular que los solicite. El Instituto ofrece también servicios de microfilm y fotocopias, y tiene para uso de sus lectores equipos lectores de microfilm y microcard.

El énfasis principal de la biblioteca está, naturalmente, en los aspectos contemporáneos de la Física y las Matemáticas, y en dichos campos sus colecciones de revistas constituyen la biblioteca más completa que hay en el país en la actualidad. A pesar de ello, es muy grave la escasez de fondos para mantenerla al día y completarla.

La Escuela de Física y Matemáticas

El extraordinario desarrollo de la ciencia y la tecnología en el mundo contemporáneo, y su impacto sobre las sociedades modernas, tiene como consecuencia el que también Chile deba cultivar la ciencia y aplicarla a su desarrollo económico. En materia de investigación científica desempeñan un papel fundamental las universidades, pero es indispensable que también la agricultura, la minería, las industrias particulares, participen en este proceso, investigando y aplicando los resul-

tados. Es fácil prever que en el campo de las ciencias físicas se requiera en el futuro, y se requiere ya, un numeroso personal especializado. Hasta 1958 habían sido el Instituto Pedagógico y la Escuela de Ingeniería las únicas fuentes productoras de este indispensable contingente en lo que a Física se refiere; pero saltaba a la vista que no eran estas escuelas, que tienen otros importantes fines específicos, el método más económico y eficiente para formar dicho personal científico. La solución obvia era crear una nueva escuela universitaria destinada explícitamente a la formación de físicos y matemáticos. Fue así como en 1959, con el estimulante apoyo del Rector Gómez Millas, el Instituto de Física y Matemáticas puso en funciones la Escuela de Física y Matemáticas. Aunque en un comienzo esta escuela reclutó su alumnado de entre los alumnos ya aprobados en los dos primeros años de la Escuela de Ingeniería y del Instituto Pedagógico, a partir de 1960 comenzó a aceptar alumnos directamente del bachillerato.

La Escuela de Física y Matemáticas, que funciona bajo la dirección del Sr. Darío Moreno, ocupa en cierto sentido un lugar especial en la docencia universitaria. Su principal característica consiste en que, por estar adjunta a un instituto de investigación, su personal dedica todo su tiempo a la ciencia que enseña. Por otra parte, el reducido número de postulantes que son aceptados mediante una estricta selección, permite a la escuela prestar a sus alumnos una atención y cuidado difíciles de conseguir en escuelas enfrentadas a la tarea de educar en masa. Finalmente, el Instituto no sólo ha aportado personal docente a la Escuela de Física y Matemáticas sino que también, al poner sus laboratorios, talleres y bibliotecas al servicio de los alumnos, ha permitido introducir numerosas innovaciones en el régimen de estudio y en el trabajo experimental de los estudiantes, y ofrece a éstos la oportunidad de familiarizarse desde muy temprano con los métodos que serán sus herramientas de trabajo.

Es interesante hacer notar que estas mejoras en la enseñanza de la física y la innovación en el trabajo experimental no sólo han beneficiado a los alumnos de la Escuela de Física y Matemáticas, sino que la influencia del trabajo de ésta se ha hecho sentir en otras escuelas universitarias, en las cuales enseñan física algunos de los miembros del Instituto.

El plan de estudio de la Escuela abarca cinco años. Después de un año común, se abre a los alumnos una doble vía: la física y las matemáticas, pudiendo éstos, de acuerdo con sus inclinaciones y capacidades, dedicarse especialmente a una u otra ciencia. A continuación, a medida que se avanza en los estudios, el plan tiende

a hacerse más flexible, a fin de satisfacer las particulares inclinaciones de cada estudiante y también para permitir a los futuros graduados la posibilidad de dedicarse a diversas especialidades nuevas en física o matemáticas. A través de todos los años de estudio, se da especial importancia al trabajo en laboratorios y talleres.

En cuanto a actividades para postgraduados, tanto a través de sus actividades de investigación, como a través de la Escuela de Física y Matemáticas, el Instituto está en condiciones de acoger a los graduados que deseen profundizar algún tema relacionado con los trabajos de la institución. En este sentido, el Instituto puede contribuir al perfeccionamiento del personal para la docencia universitaria y para labores auxiliares de la docencia. Es de esperar que con el tiempo los beneficios de la Escuela de Física y Matemáticas lleguen a repercutir en la enseñanza secundaria de dichas disciplinas.

La investigación científica en nuestro país

El Instituto ha podido efectuar trabajos de investigación original en física, a pesar de los medios relativamente modestos de que dispone. Estos trabajos se están prosiguiendo con esfuerzo y entusiasmo, y como se trata de un campo de investigación relativamente nuevo en Chile, ésta viene a ser obra de pioneros.

Al mismo tiempo, se ha formado en él un personal científico y técnico que no sólo está sirviendo al propio Instituto, sino también a otros laboratorios de la Universidad y a la industria. Cabe destacar que en los países tecnológicamente avanzados, el trabajo de los físicos ocupa un lugar de gran importancia en el desarrollo económico. En Inglaterra, por ejemplo, trabajan más de 15 mil físicos repartidos en tres partes aproximadamente iguales, entre: los establecimientos educacionales (universidades, institutos tecnológicos, escuelas industriales), la industria manufacturera privada, y los laboratorios y servicios estatales e industrias nacionalizadas. Las industrias eléctricas y electrónicas inglesas emplean, además de ingenieros eléctricos, alrededor de 4 mil físicos. Cada año se gradúan en ese país unos 860 físicos.

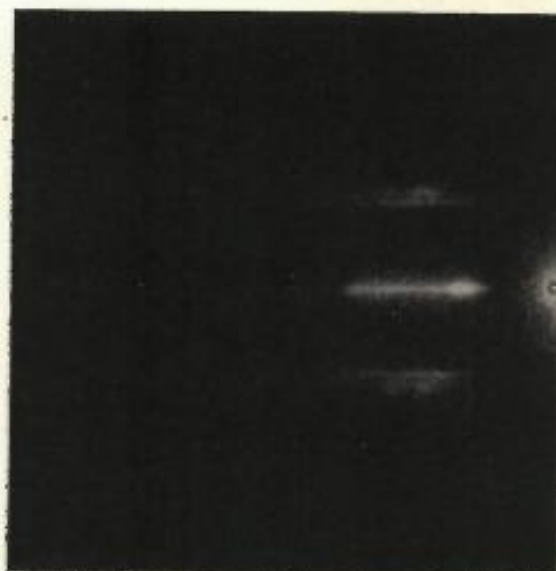
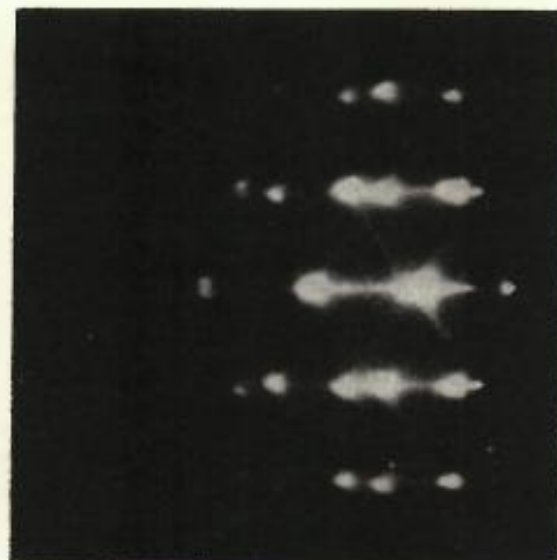
Naturalmente, hay que guardar las debidas proporciones. Pero, aun después de tomar en cuenta el número de habitantes del país y su situación cultural y económica en el mundo contemporáneo, resulta que el esfuerzo que Chile, como nación, hace actualmente en materia de investigaciones físicas, no es suficiente. En

esta materia, los desarrollos son tan rápidos que mientras más esperemos, más difícil y más caro nos costará. Es importante recalcar que si en nuestro país se desea hacer progresar la industria, es indispensable realizar investigaciones tecnológicas y científicas. No sólo para realizar en forma eficiente y económica procesos conocidos y encontrar además nuevos procesos y nuevos fenómenos, sino que, con más urgencia por el momento, para tener gente preparada que pueda aplicar juiciosamente y con conocimiento, los procesos y fenómenos que se están descubriendo en otras partes.

En relación con todo esto, el Instituto espera que, aparte de la colaboración directa a la solución de los problemas planteados, los jóvenes que se gradúen en la Escuela de Física y Matemáticas puedan asumir con eficiencia la responsabilidad de ser los futuros físicos y matemáticos de Chile.

(1) Han aparecido hasta ahora trabajos en las siguientes revistas:

Acta Crystallographica,
American Journal of Physics,
Biochimica et Biophysica Acta,
Blood,
Bulletin de la Société Française de Cristallographie,
Comptes Rendus de l'Académie des Sciences,
Journal de Chimie Physique,
Mineralogical Magazine,
Nature,
Nuclear Instruments & Methods,
Nuclear Physics,
Nuovo Cimento,
Philosophical Magazine,
Physical Review,
Proceedings of the Cambridge Philosophical Society,
Proceedings of the Physical Society,
Proceedings of the Royal Society,
Proceedings of the Society of Experimental Biology and Medicine,
Publicaciones del Departamento de Cristalografía de Madrid.



Diagramas de difracción de electrones que muestran tres etapas sucesivas del crecimiento de una película de cobalto sobre una base de plata (de un trabajo que se está haciendo en el Instituto)