

la cuarta conferencia de ginebra

Del 6 al 16 de septiembre se celebró en Ginebra la cuarta Conferencia Internacional sobre la Utilización de la Energía Atómica con Fines Pacíficos. Convocada por el Secretario General de las Naciones Unidas, con el asesoramiento del Comité Científico Consultivo de las Naciones Unidas, con la colaboración con el Organismo Internacional de Energía Atómica y en consulta con los organismos especializados interesados del sistema de las Naciones Unidas, la Conferencia prestó especial atención a los intereses de las autoridades públicas, de los economistas y de los planificadores, así como de los tecnólogos.

El presente artículo reseña los puntos principales mencionados por los oradores en la apertura de la Conferencia y la recapitulación de sus trabajos efectuada en su sesión de clausura. Dentro de unos meses se publicarán in extenso las Actas de la Conferencia.

El programa de la Conferencia abarcaba la energía nucleoelectrica y sus usos especiales; los combustibles nucleares; los ciclos del combustible y los materiales; la salud, la seguridad y los aspectos jurídicos del empleo de la energía nuclear; el empleo de isótopos y radiaciones; los aspectos internacionales y administrativos del empleo de la energía nuclear, y las facetas de la tecnología nuclear de particular interés para los países en desarrollo.

En las 10 sesiones generales y 51 técnicas se presentaron 514 memorias; además, hubo dos grupos de expertos. Asistieron a la Conferencia alrededor de 1800 delegados y asesores en representación de 79 países y de varias organizaciones del sistema de las Naciones Unidas, así como más de 2000 observadores.

La Conferencia pasó revista al rendimiento de las centrales nucleares actuales y de sus combustibles, y estudió la demanda y los recursos mundiales de energía hasta el año 2000, así como la medida en que se espera que contribuya la energía nuclear a satisfacer esta demanda. Se prestó especial atención a los aspectos de seguridad y a los costos de las centrales nucleares, así como a su integración en las redes eléctricas de suministro y al influjo de dichas centrales sobre el medio ambiente. Otro de los temas principales de la Conferencia fue la influencia total que ha de tener la implantación de la energía nucleoelectrica en los países en desarrollo, así como el empleo de isótopos y radiaciones

en estas regiones. Se centró gran interés en el desarrollo de los reactores reproductores rápidos, que pueden muy bien resolver el problema del aprovechamiento máximo de los recursos mundiales de uranio y, mirando aún más lejos, varias memorias versaron sobre el estado actual y las perspectivas de las reacciones termonucleares controladas, es decir, la posibilidad de obtener energía eléctrica a partir de la fusión nuclear.

En diversas sesiones técnicas se trataron los aspectos de salud, seguridad y jurídicos que plantea la utilización de la energía nuclear y, cuando la Conferencia pasó a estudiar los aspectos internacionales y administrativos del empleo de esta forma de energía, se prestó una especial atención a los problemas que entraña la salvaguardia de los materiales nucleares a fin de evitar su desviación de los usos pacíficos propuestos.

En los debates generales de los dos grupos de expertos, eminentes científicos discutieron y contestaron preguntas relativas a los aspectos ecológicos y a la aceptación pública de la energía nucleoelectrónica, así como a la implantación de ésta en los países en desarrollo.

Durante la Conferencia se celebró en el Palais des Expositions una Exposición Científica Gubernamental bajo el lema «Átomos para el desarrollo», en la que participaron 19 países, así como una exhibición en la que se expusieron diversos aspectos de la labor del OIEA, montada en el Palacio de las Naciones, en el propio lugar de reunión de la Conferencia.

Valor positivo de la Conferencia

La Conferencia fue oficialmente inaugurada por su Presidente, Dr. Glenn T. Seaborg, que cesa en su cargo de Presidente de la Comisión de Energía Atómica de los Estados Unidos. En la sesión de apertura tomaron la palabra el Sr. Philippe de Seynes, Secretario General Adjunto de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas, en nombre del Secretario General, U Thant; el Dr. Seaborg; el Dr. Sigvard Eklund, Director General del OIEA, y el Profesor I.I. Rabi, uno de los Vice-presidentes de la Conferencia y miembro del Comité Científico Consultivo de las Naciones Unidas.

El Sr. de Seynes dijo que reuniones tales como la Conferencia de Ginebra son de gran valor para derribar las barreras artificiales que impiden el libre intercambio de información entre los científicos, objetivo que ha sido logrado en gran parte, mientras que no lo ha sido el de acelerar la transmisión de conocimientos científicos y técnicos a los países en desarrollo.

Aludió al inmenso valor de los trabajos de las Naciones Unidas al tratar de someter a control los aspectos peligrosos de la energía atómica, por lo que concierne a tratados relativos a la prohibición de las armas nucleares y a acuerdos de salvaguardia vinculados con el crecimiento y difusión de la energía nuclear. Sin embargo, estas consecuciones «no significan que todo marche bien y he de manifestar mi pesar de que prosigan los ensayos con armas. Confío sinceramente en que se llegue pronto a un acuerdo sobre la prohibición total de estos ensayos en la Conferencia del Comité de Desarme, actualmente reunida en Ginebra». La energía nuclear, sometida a las debidas salvaguardias y utilizada en condiciones de seguridad, puede reportar beneficios sin precedente a la humanidad; la misión de fomentar el desarrollo de este tipo de energía, de salvaguardarla y de emplearla en condiciones de seguridad recae en gran parte sobre aquellos que asisten a la cuarta Conferencia de Ginebra.

El Dr. Seaborg, en su discurso de apertura, habló de las tres conferencias de Ginebra anteriores, celebradas en 1955, 1958 y 1964. En la primera, recordó el orador, el difunto Dr. Homi Bhabha profetizó certeramente que la energía nuclear sería de importancia no sólo para las naciones industrializadas sino también para los países en desarrollo. Sin embargo, la segunda Conferencia, presidida por el físico francés Francis Perrin, se caracterizó más bien por un ambiente de «relativo pesimismo», ya que el Dr. Perrin predijo que al principio la energía nuclear sería principalmente de utilidad en las naciones muy industrializadas. Esa fase se está aproximando a su fin: hacia 1980 es probable que estén en servicio centrales nucleares en 15 naciones actualmente clasificadas como países en desarrollo. Además, las dos primeras Conferencias habían revestido una especial importancia, ya que alzaron los velos del secreto de la energía nuclear y abrieron nuevos cauces de comunicación.

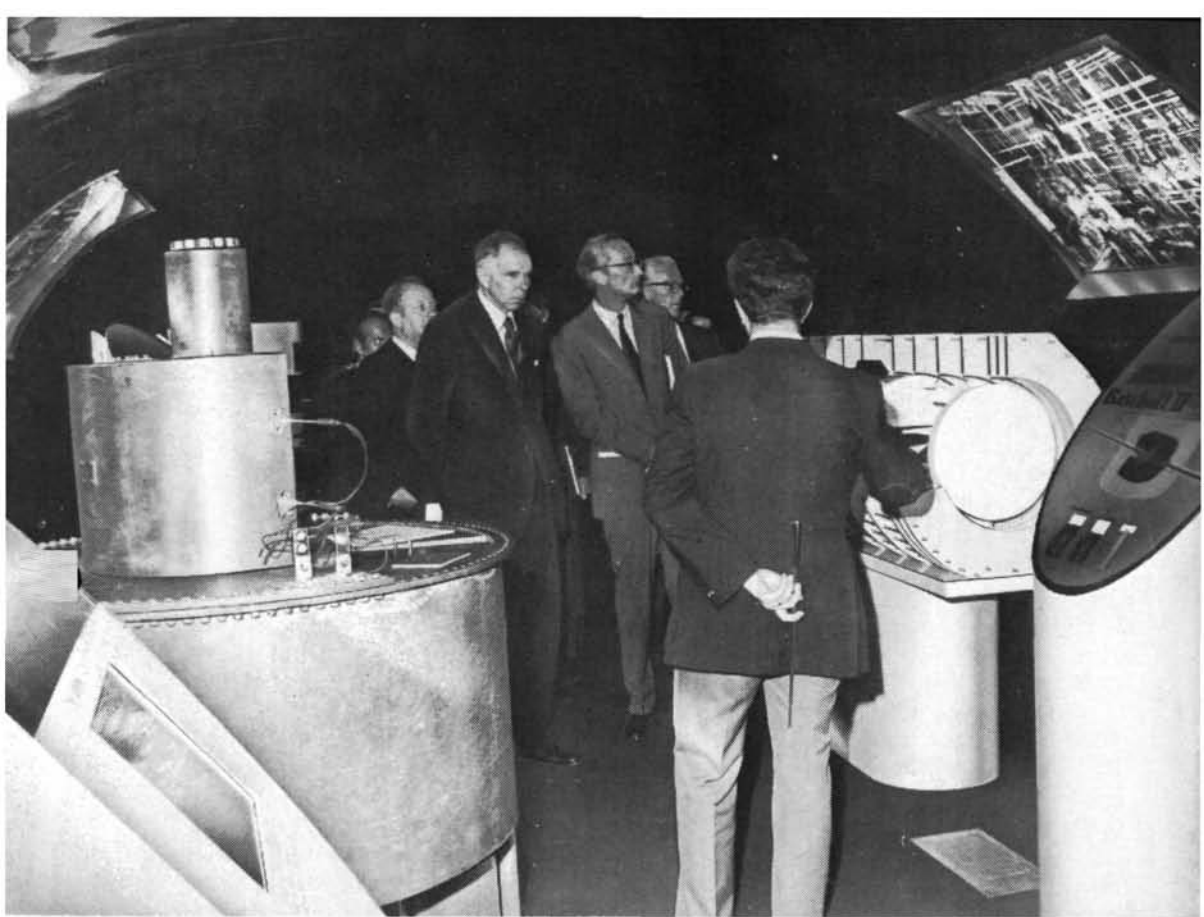
«La tercera Conferencia de Ginebra», prosiguió, «constituyó un hito histórico.» Vino a marcar claramente el comienzo de la era de la energía nucleoelectrónica económica. En la actualidad, con más de 150 millones de kilovatios de capacidad nuclear en explotación, en construcción o en fase de pedido en el mundo, no puede quedar duda alguna de que se ha conseguido romper la «barrera económica» en la tecnología de la energía nucleoelectrónica. El Dr. Seaborg subrayó que, en la esfera de las ciencias nucleares, los progresos no han «sucedido» simplemente, sino que han sido fruto de decisiones y actos conscientes de los Gobiernos y de los científicos. Las grandes tareas que quedan por resolver en la tecnología nuclear son las de liberar los recursos energéticos encerrados en el uranio-238 y en el torio-232, logrando un reactor reproductor económico; aprovechar la oportunidad sin precedente de la energía nucleoelectrónica para poner coto a la contaminación del medio ambiente por los combustibles y productos de combustión ordinarios; estudiar los plasmas y su comportamiento, con miras a explotarlos como fuente de energía eléctrica, y difundir el empleo de los radioisótopos, sobre todo en medicina y agricultura.

¿De la Tierra a Marte?

En cuanto al futuro, el Dr. Seaborg afirmó su creencia de que, mediante el empleo de la propulsión nuclear, se podrán examinar por medio de instrumentos otros planetas del sistema solar, tales como Júpiter, dentro de este mismo siglo, y de que es probable que el hombre visite Marte por el mismo medio. «Satélites terrestres gigantes, estacionados en el espacio con reactores nucleares de reducidas dimensiones a bordo, transmitirán directamente programas de televisión y mensajes de todo tipo a los receptores domésticos», afirmó. «Casi con toda certeza, surcarán los mares petroleros de propulsión nuclear y otros buques mercantes accionados por el mismo sistema. Los explosivos nucleares de carácter pacífico se emplearán en amplia escala para aumentar el rendimiento de los recursos naturales subterráneos y, posiblemente, para modificar la topografía, por ejemplo, mediante la construcción de puertos, canales y embalses.» Afirmó también que esperaba que se

Inauguración de la Exposición Científica Gubernamental: miembros de la comitiva oficial, visitando el pabellón de los Estados Unidos en el Palais des Expositions. Foto: Naciones Unidas

Vista general del pabellón de la Unión Soviética. Foto: Naciones Unidas



concertaran acuerdos internacionales que garanticen el transporte y la evacuación de los materiales radiactivos sin incurrir en ningún género de riesgos. El comercio nuclear será cosa absolutamente corriente, sin más requisitos que los oportunos arreglos de salvaguardia para garantizar sus fines pacíficos. La cooperación internacional seguirá prosperando, pero dependerá menos de los Gobiernos y más de los científicos y de la industria. En la frontera de la ciencia nuclear, se construirán aceleradores de mayores dimensiones bajo auspicios internacionales.

Creciente importancia de la energía nucleoelectrica

En su discurso, el Dr. Eklund, recordó a los delegados que la energía nucleoelectrica representa en la actualidad alrededor del 2% de la capacidad instalada de generación de electricidad, pero que para 1980 se espera llegue al 13% y, a finales de siglo, al 50% aproximadamente.

Los problemas a que hay que hacer frente hoy en día se refieren a las cuestiones prácticas que entraña la explotación de las centrales instaladas, la integración de la industria nuclear en las economías nacionales, la obtención del apropiado suministro de combustible nuclear, la supresión de las barreras comerciales, y la demostración de que el empleo de la energía nucleoelectrica no ejerce ningún efecto nocivo sobre el medio ambiente del usuario.

Dado que la energía nucleoelectrica ha alcanzado ya la mayoría de edad, dijo, los materiales nucleares han adquirido una importancia estratégica. Es de vital importancia adoptar ahora medidas internacionales con miras a su regulación y control. Los combustibles nucleares —sobre todo después de irradiados— han de manejarse como sustancias potencialmente peligrosas, lo que exige especial atención cuando se transporten a través de las fronteras nacionales.

El desarrollo de la energía nucleoelectrica depende en gran parte del aprovisionamiento de uranio y, además, de su enriquecimiento. Actuando en consecuencia, la Agencia Europea para la Energía Nuclear (AEEN) y el OIEA llevan a cabo conjuntamente estimaciones periódicas de las reservas mundiales de uranio y de torio, y han llegado a la conclusión de que debe encontrarse una cantidad considerablemente mayor de uranio en la década de los años ochenta para poder satisfacer la creciente demanda. El OIEA sigue también muy de cerca el desarrollo de nuevas instalaciones de enriquecimiento.

Por lo que concierne a las cuestiones relativas al medio ambiente, hay que enfocar las cosas bien: «de hecho, si prescindimos de la energía hidroelectrica, que plantea problemas ambientales especiales, la energía de origen nuclear constituye el medio para producir electricidad que menos contribuye a la contaminación del ambiente.»

El Dr. Eklund declaró que el Tratado sobre la no proliferación de las armas nucleares, que entró en vigor el 5 de marzo de 1970, debería influir —debidamente aplicado— tanto sobre el desarrollo pacifico de la energía nuclear como sobre el control de las armas nucleares. «El Organismo ha sido designado órgano de control del Tratado, en virtud del cual los Estados no poseedores de armas nucleares convienen en aceptar las salvaguardias del Organismo al objeto de verificar el cumplimiento de sus obligaciones... El Organismo está negociando actualmente acuerdos de salvaguardia con Estados no poseedores de armas nucleares Partes en el Tratado.» Hasta ahora han firmado el Tratado 98 Estados no poseedores de armas nucleares, 66 de los cuales lo han ratificado ya.

El Profesor Rabi desarrolló el tema de cómo la evolución de la energía atómica afecta a la humanidad. Aunque aún lejos de su madurez, la energía atómica no se encuentra ya en su infancia; constituye una gran empresa, tanto privada como estatal. Encuentra aplicación en casi todas las actividades importantes de la industria, la ciencia, la sanidad, la arqueología y hasta la astronomía.

«La explosión demográfica, junto con el deseo de alcanzar un nivel de vida más alto, ejercen presiones enormes sobre el medio ambiente... el proceso de agotamiento de los recursos minerales y de las materias primas como el carbón, el gas y el petróleo, prosigue a una velocidad eufórica. Seguimos adelante ciegamente, en la fe de que la ciencia ha de encontrar una solución al problema de la disminución de los recursos naturales.»

El Profesor Rabi añadió que las poblaciones humanas son en la actualidad tan densas y están tan esparcidas por el globo que pronto no se podrán encontrar nuevos dominios que explotar. «Debemos tener presente que la supresión de muchas especies vivientes, por acción o por negligencia del hombre, puede significar muy bien el preludio del exterminio de la propia humanidad.»

Respecto del que es «el peligro más inmediato de todos, el de una contienda nuclear», afirmó el Profesor Rabi que «esta amenaza sin sentido a la cultura humana y, de hecho, a la supervivencia del hombre no tiene precedente en la historia... Confiamos en que si los hombres sobreviven realmente para ver el futuro, se den perfecta cuenta de que su meta más noble es la de comprenderse dentro del universo, y de que esta meta debe superar todos los objetivos mezquinos y localistas que tanto perturban la paz y amenazan la futura existencia de la humanidad».

Recapitulación de los trabajos de la Conferencia

En la sesión de clausura de la Conferencia el Profesor Nikolai Bogoliubov, Miembro de la Academia de Ciencias de la URSS, inició su discurso de recapitulación de los trabajos de la Conferencia afirmando que, si bien acometía la misión con la mayor objetividad de que era capaz, como científico sólo podía referirse a lo que a su entender constituyen las consecuciones más importantes que se han expuesto.

No cabe duda, dijo, de que el intercambio de ideas científicas y técnicas que ha tenido lugar y la demostración de los logros conseguidos en los distintos países ha de ejercer un efecto muy considerable sobre la futura evolución de la ciencia y de la ingeniería atómicas.

«A lo largo de los siete años transcurridos desde la tercera Conferencia de Ginebra se ha producido un intenso desarrollo de la ciencia y de la ingeniería nucleares prácticamente en todas las naciones del mundo... Si analizamos las memorias presentadas por científicos y expertos de numerosos países, podemos afirmar sin titubeos que la cuarta Conferencia de Ginebra ha venido a demostrar que la utilización práctica de la energía nuclear está avanzando a pasos agigantados.

«Mientras que antes de celebrarse la primera Conferencia de Ginebra en 1955 la producción de energía nucleoelectrica estaba representada tan sólo por una central atómica (la Central Nuclear de Obninsk, con una capacidad de 5 MW), al iniciarse la cuarta Conferencia el número de reactores de potencia en funcionamiento o en construcción supera

la cifra de 230. Según los datos aportados por el OIEA, al finalizar el mes de abril de 1971 se encontraban en funcionamiento 102 reactores y 131 reactores de potencia estaban en construcción.

«Las consecuciones logradas por la tecnología nuclear y su aplicación a fines pacíficos han atraído la atención, no sólo de científicos e ingenieros, sino también de los políticos.

«En el momento actual, un número elevado de países cuentan con planes quinquenales o programas nacionales a largo plazo para el desarrollo de la ciencia y de la ingeniería nucleares. La existencia de estos programas nacionales, junto con la cooperación dentro del marco del Organismo Internacional de Energía Atómica y otras organizaciones internacionales especializadas, hace posible resolver los problemas muy importantes que entraña la utilización de la energía nuclear en la forma más adecuada para este fin. Las memorias presentadas en esta Conferencia y los constructivos debates que se han celebrado en este Palacio de las Naciones, en la Exposición Científica Gubernamental y en diversos lugares de Ginebra han contribuido considerablemente a la eficaz solución del empleo de la energía nuclear con fines pacíficos.»

En vista del carácter internacional de los trabajos realizados con miras a la aplicación de la energía nuclear con fines pacíficos, el orador no quiso destacar el papel representado por ningún país concreto. Todos los logros conseguidos en este sentido constituyen una aportación al fondo común de las consecuciones internacionales.

El desarrollo de la Conferencia ha venido a confirmar las esperanzas inicialmente depositadas en ella y ha puesto claramente de manifiesto que se ha conseguido la finalidad apetecida. Las personas que han participado en la Conferencia y la naturaleza de las memorias presentadas señalan inequívocamente que la energía nuclear sigue consolidando su posición en una gama muy amplia de actividades humanas y que su esfera de aplicación más importante —la producción de energía eléctrica de origen nuclear— ha alcanzado una fase de vasto desarrollo a escala mundial.

Esta difusión de la producción de energía nucleoelectrónica en gran escala «hace resaltar una serie de importantes problemas que han podido escapar a la atención de muchas personas en el pasado», dijo el Académico Bogoliubov. «Esta afirmación se refiere en primer y principal lugar al efecto ejercido sobre el medio ambiente, a la seguridad de la población, a los problemas que supone la evacuación de los desechos radiactivos, a la explotación de las centrales nucleares dentro de las correspondientes redes eléctricas, a la selección de un ciclo del combustible óptimo para los distintos tipos de reactores, y al estudio de la resistencia de los materiales de construcción.

«Un estudio de la demanda mundial de energía y de los recursos energéticos demuestra que a finales del presente siglo la mitad de la energía eléctrica total producida en el mundo será generada por centrales nucleares... No se olvide que, según las predicciones hechas en esta Conferencia, la producción de energía nucleoelectrónica podrá alcanzar los tres millones de megavatios al finalizar el presente siglo. Del cálculo de las necesidades de energía previstas se desprende que en 1980 la capacidad de las centrales nucleares será de 300 000 MW(e) aproximadamente y que a lo largo de los 20 años siguientes, la producción de energía eléctrica en las centrales nucleares deberá multiplicarse por un factor de ocho a diez aproximadamente. Si afirmamos que se trata de un problema sumamente complejo y difícil, que exige la participación de científicos, ingenieros y planificadores industriales del mundo entero para su

solución, nos quedamos aún cortos. Se trata de una tarea que vaya en lo fantástico.

«Sin embargo, la solución de estos problemas ha comenzado ya mediante la amplia introducción de los reactores de potencia de neutrones térmicos y el desarrollo de los problemas de ingeniería que entrañan los reactores rápidos.»

Los reactores térmicos han sido objeto de estudio durante un considerable periodo y en la actualidad han sido ya aceptados por la industria. En su explotación se ha tropezado tanto con éxitos como con dificultades; resulta claro ahora que las dificultades se han superado en gran parte y que con la experiencia adquirida se pueden fijar las condiciones previas para el rápido desarrollo de la producción de energía nucleoelectrónica que ha comenzado ahora. La discusión de la experiencia adquirida en el desarrollo y explotación de estos reactores fue uno de los temas muy importantes que se trataron en esta Conferencia.

Garantizando la seguridad

El siguiente grupo de cuestiones científicas y técnicas que suscitó gran interés entre los participantes fue el de la explotación sin riesgos de las centrales nucleares. Este problema presenta varios aspectos: la apropiada construcción de los reactores y de sus sistemas de refrigeración; contar debidamente con los factores naturales y encontrar un emplazamiento correcto; la formulación de normas, reglas y procedimientos especiales que garanticen una explotación sin riesgos; la seguridad y el control de la calidad del equipo integrante de la central.

El encontrar soluciones correctas y exactas a estos problemas depende de la escala de difusión de estas centrales y de la necesidad de emplazarlas en regiones densamente pobladas y de atraer a este sector un gran número de personas, así como nuevas empresas de construcción e industriales de diversos tipos.

En la Conferencia se ha tratado también del desarrollo y construcción de tipos perfeccionados de reactores, caracterizados por un mayor rendimiento de su ciclo termodinámico o por parámetros más convenientes del ciclo del combustible. Dentro de este mismo contexto general se ha prestado atención también a los reactores de gas de alta temperatura, a los reactores de agua pesada de los distintos tipos, a los reactores de grafito con sistemas de refrigeración de agua hirviendo, a los reactores de sales fundidas y a los reactores de gases que se disocian.

Los reactores reproductores rápidos han abierto la posibilidad de mejorar el aprovechamiento de los recursos de materiales básicos para los combustibles nucleares destinados a la generación de potencia. En las naciones adelantadas se está concediendo la máxima atención al desarrollo de estos reactores.

Los reactores rápidos experimentales llevan varios años en funcionamiento en los Estados Unidos, la Unión Soviética, el Reino Unido y Francia. Además, se están construyendo reactores de este tipo en Italia, Japón y la República Federal de Alemania. Han demostrado ya poseer estabilidad de funcionamiento y confiabilidad, y están facilitando experiencia para el diseño de reactores comerciales. En la actualidad, han quedado establecidas las tendencias generales y las características básicas de estos reactores: refrigeración con sodio, combustible cerámico en vainas de acero inoxidable, y circuitos triples con turbinas de vapor. Sin embargo, queda aún un largo camino por recorrer antes de que se puedan resolver todos los problemas tecnológicos relacionados con la



El Académico Sr. Bogoliubov, en un momento de su recapitulación de los trabajos de la Conferencia. Detrás de él, el Dr. Glenn T. Seaborg, Presidente de la Conferencia. Foto: Naciones Unidas

construcción de reactores comerciales grandes y la labor inmediata es la construcción de prototipos.

Los reactores rápidos y el ciclo de combustible

En la Unión Soviética, el Reino Unido y Francia se encuentran en sus fases finales de construcción y montaje grandes reactores de potencia de neutrones rápidos. En la República Federal de Alemania y en los Estados Unidos se ha terminado el diseño de prototipos de reactores de demostración; otros proyectos se encuentran en fase de desarrollo en Italia y en el Japón.

En muchos países se están llevando a cabo intensos trabajos en relación con el ensayo de los elementos combustibles y del equipo. Estas cuestiones, tratadas en la Conferencia, han caracterizado la situación en lo que respecta al dominio de la tecnología de los reactores reproductores.

«El punto focal de los problemas que plantean los reactores rápidos se está desplazando a los problemas tecnológicos que supone la consecución de la fiabilidad en los diversos tipos de equipo y de sistemas de control en las condiciones reales de funcionamiento», dijo el Académico Bogoliubov. «Puede esperarse que estos problemas queden resueltos con éxito dentro de pocos años y que después de 1980 se inicie la construcción de reactores rápidos para su utilización comercial. Este hito marcará el comienzo de una nueva época en la ingeniería de la energía: la de los reactores reproductores que producen energía eléctrica y combustible para el futuro desarrollo.

«El rápido crecimiento de la generación de energía nucleoelectrónica exige, por supuesto, el correspondiente desarrollo de todos los eslabones

que integran el ciclo del combustible. Es innecesario insistir en la importancia de asegurar el aprovisionamiento de combustible. Según una estimación hecha en uno de los estudios generales, las reservas comprobadas de mineral de las que puede extraerse uranio a un costo de hasta 10 dólares por libra representan aproximadamente 1 millón de toneladas. Esta cantidad es suficiente para satisfacer las necesidades de uranio únicamente hasta finales de la década de los años setenta. En este sentido, se ha subrayado durante la Conferencia la importancia de intensificar en el mundo entero la exploración de nuevos yacimientos de uranio, así como la importancia de perfeccionar los métodos de tratamiento de las menas, sobre todo de aquellas de baja ley.

«Personalmente, me parece imposible exagerar la importancia de elaborar nuevos métodos para la producción de combustibles nucleares por todos los medios posibles, comprendida la extracción del uranio del agua del mar, teniendo presente el hecho de que el uranio se encuentra en el mar en cantidades del orden de 4000 millones de toneladas.»

En vista de que en la mayor parte de los reactores ya en servicio o en proyecto se utiliza uranio enriquecido, es muy natural que durante la Conferencia se haya demostrado un gran interés por los problemas relacionados con el enriquecimiento isotópico del uranio y por el perfeccionamiento de los métodos y de la tecnología de este enriquecimiento.

A lo largo del período comprendido entre la tercera y la cuarta Conferencia de Ginebra, se han efectuado grandes progresos en la producción de combustibles y en su reelaboración después de utilizados en los reactores. Pero aún queda mucho por hacer: por ejemplo, el desarrollo de métodos para reelaborar los combustibles de los reactores rápidos y perfeccionar la reelaboración de los combustibles que contienen torio. «A mi parecer», dijo el orador «a menos que se resuelva el problema de los reactores rápidos, será imposible solucionar el problema de la producción de energía nucleoelectrica en gran escala.»

De la fisión a la fusión

Por último, el próximo paso en el desarrollo de la ingeniería de la energía nucleoelectrica ha de ser la introducción en el ciclo del combustible de un nuevo tipo de combustible nuclear: un plasma de deuterio a alta temperatura. «Tal como sucedía hace 20 años, el fundamento de los trabajos más adelantados sobre la producción de un plasma de densidad y temperatura suficientemente altas, reside en la idea de su aislamiento térmico magnético. Desearía subrayar aquí que, gracias a la iniciativa de un eminente científico soviético, el fallecido Académico Kurchatov, en 1955 se levantó el velo del secreto en torno a los trabajos sobre fusión termonuclear controlada; este hecho ha tenido un efecto sumamente beneficioso sobre el desarrollo global de este importante campo.

«En la actualidad, el programa total de investigaciones termonucleares prevé experimentos en tres direcciones principales: experimentos para obtener un plasma caliente en sistemas magnéticos cerrados (Tokamak y estelerador) y en trampas magnéticas adiabáticas, y experimentos en campos magnéticos pulsados. Los detallados estudios realizados sobre las propiedades de los plasmas a alta temperatura y el excepcional espíritu inventivo de los físicos dedicados a este problema han hecho posible determinar las condiciones óptimas para el aislamiento térmico del plasma y, con ello, para aumentar sus parámetros físicos fundamentales.

Desde la tercera Conferencia de Ginebra ha resultado posible igualmente aumentar los parámetros del plasma casi en un orden de magnitud en las unidades de espejos magnéticos. Se han efectuado claros progresos en los métodos más avanzados de calentamiento rápido de los plasmas en campos magnéticos pulsados.

«Aparte de los mencionados sectores del programa termonuclear, que han pasado a ser corrientes, en los últimos años se han producido novedades en direcciones relativamente nuevas. Comprenden éstas experimentos con unidades que hacen posible generar un haz muy denso de plasma a alta temperatura —'foco plasmático'— en un volumen muy pequeño. Es cierto que aún no están totalmente claras las perspectivas de este método, ya que las condiciones experimentales no nos permiten todavía comprender la mecánica de la irradiación neutrónica del foco plasmático y su dependencia de diversos parámetros físicos.

«Muy recientemente han empezado a desarrollarse considerablemente estudios relacionados con la posibilidad de calentar la materia con un intenso haz de láser. El especial atractivo de este método radica en la idea de que, en principio, puede prescindirse de un aislamiento térmico magnético del plasma. En los experimentos basados en este método, la intensidad de la irradiación neutrónica es actualmente de 10^4 neutrones por impulso. Sin embargo, el progreso inusitadamente rápido que tiene lugar en el aumento de la reserva de energía contenida en el haz de láser y el rendimiento del láser propiamente dicho, de los que dependen principalmente las perspectivas de desarrollo en esta dirección, pueden convertir en un futuro muy próximo el método del calentamiento por medio de un láser en uno de los más prometedores de todo el programa termonuclear. Se han dado también pasos iniciales hacia el desarrollo de métodos muy atractivos desde el punto de vista de la física: los métodos de calentamiento muy rápido de la materia con un haz de electrones de alta intensidad.

«El análisis del estado actual del problema de la fusión termonuclear pone de relieve que, pese a la aparición de tendencias fundamentalmente nuevas, no se ha pasado todavía de la etapa de desarrollar los principios físicos para obtener parámetros del plasma que hagan posible utilizar las reacciones que tienen lugar en el plasma para la resolución técnica del problema de construir un reactor termonuclear. Confiemos en que la resolución de las tareas pendientes prosigan con tanta rapidez como hasta ahora.»

Las salvaguardias, los desechos radiactivos y la industria

El Académico Bogoliubov hizo observar que el desarrollo de la energía nucleoelectrónica en años futuros dará lugar a la acumulación de cantidades cada vez mayores de materiales nucleares. En este sentido, la Conferencia concedió gran interés a los problemas que plantean las salvaguardias y el control de los materiales nucleares, con arreglo a lo dispuesto en el Tratado sobre la no proliferación de las armas nucleares. El éxito conseguido por el OIEA en la elaboración de un acuerdo modelo sobre salvaguardias, y los progresos realizados en el desarrollo de modalidades y medios técnicos para someter a salvaguardia a los materiales nucleares, fundamentan la convicción de que se podrá dar satisfactorio cumpli-

Vista general de la nave principal de la Exposición.

Al fondo, una bomba de sodio fabricada en Francia

para su empleo en un reactor refrigerado con metal líquido. Foto: Naciones Unidas



DIMENSIONS REELLES
ACTUAL SIZE



miento a los objetivos de las salvaguardias establecidos en el TNP, con un costo moderado y sin detrimento de la utilización de la energía atómica con fines pacíficos.

La Conferencia estudió minuciosamente el perfeccionamiento de los métodos de tratamiento y eliminación de los desechos radiactivos. La evacuación satisfactoria queda asegurada por los métodos actualmente en desarrollo o ya utilizados, entre los que figuran el bombeo de los desechos dentro del terreno, la solidificación de dichos desechos y su enterramiento en formaciones salinas. «Sin embargo, a mi juicio, es un error descargar los desechos radiactivos en los mares y océanos», afirmó el orador, «en vista de la posible contaminación de la hidrosfera.»

Es digno también de mención el profundo cambio que se ha operado desde la tercera Conferencia de Ginebra en la evolución de las investigaciones en torno a la química aplicada de las radiaciones y a la aplicación de los resultados a los procesos industriales.

«En algunos países se ha acometido la fabricación industrial de diversos materiales y productos que presentan propiedades especiales y se han aplicado los procesos de la radiosíntesis, basándose en los métodos en que se utilizan las radiaciones para modificar los polímeros», dijo. «Debe mencionarse que en los países en desarrollo están en marcha intensas investigaciones en la esfera de la química aplicada de las radiaciones, con miras al empleo de las radiaciones en los procesos industriales.»

Por otra parte, el funcionamiento seguro de las centrales nucleares y la seguridad del hombre no pueden garantizarse si no se progresa en la fabricación de instrumentos nucleares. En la actualidad, se han diseñado ya y están pasando a manos de la industria centenares de tipos de instrumentos utilizados en radiometría, dosimetría y en el control tecnológico de diversas reacciones nucleares. Esto es muy alentador e induce a creer que en un futuro muy próximo se crearán complejos sistemas automatizados basados en las consecuciones más recientes de la microelectrónica, por medio de los cuales se podrán controlar y explotar con un elevado grado de fiabilidad las centrales nucleoelectricas.

Las radiaciones y la medicina

«El período que precedió a la tercera Conferencia de Ginebra se caracterizó por un considerable progreso en el empleo de los isótopos radiactivos y de las radiaciones en diversas ramas de la medicina», prosiguió el Académico Bogoliubov. «Se han desarrollado ampliamente los métodos de investigación con radioisótopos al objeto de diagnosticar diversas enfermedades humanas en la práctica terapéutica, en cirugía y en oncología. Las memorias presentadas en la cuarta Conferencia de Ginebra reflejan las siguientes tendencias principales en la moderna radioterapia: — una ampliación de la gama de las radiaciones nucleares empleadas en la práctica radioterapéutica (rayos gamma, irradiación con betatrones y aceleradores lineales, terapia con protones y neutrones); — el perfeccionamiento de los parámetros físicos de las radiaciones y de los fundamentos clínicos y metodológicos de la radioterapia, la optimación de los programas radioterapéuticos con miras a su planificación individual, basándose en la aplicación de la tecnología de las computadoras.

Vista parcial del pabellón del Canadá. En la fotografía, sección vertical de la instalación «Slowpoke»; este nombre es una adaptación de su nombre en inglés: Safe Low Power Critical Experiment (se trata de un dispositivo crítico experimental que funciona a baja potencia y en condiciones de seguridad). Foto: Naciones Unidas

«Para poder seguir perfeccionando los métodos radioisotópicos de diagnóstico y radioterapia tiene también una considerable importancia la creación de grandes centros radiológicos y la capacitación de personal especializado.

«Las memorias expuestas ante la Conferencia reflejan la atención concedida al estudio de los efectos biológicos de los distintos tipos de radiaciones, el estudio de los mecanismos que dan lugar a radiolesiones y de las medidas que se pueden adoptar para ponerlas remedio a nivel celular y molecular, y las posibilidades de utilizar medios de protección.

«La radiobiología está contribuyendo a la solución de un importante problema: el abastecimiento de alimentos en cantidad suficiente y en perfectas condiciones de comestibilidad para la población mundial. Ello se está consiguiendo mediante el empleo de variedades de cereales de alto rendimiento obtenidas por el método de la radioselección y mediante los perfeccionamientos logrados por radioesterilización. Las radiaciones se utilizan cada vez más para inducir mutaciones favorables en los microorganismos.»

La energía nuclear y el medio ambiente

El Académico Bogoliubov señaló que en las memorias presentadas en la Conferencia se presta especial atención a los problemas del medio ambiente: Se están realizando investigaciones en gran escala en torno a la manera en que la radiactividad llega al medio ambiente externo y a la penetración de los productos radiactivos en la biosfera y las influencias recíprocas entre ambos. En todas las memorias presentadas que tratan de este tema se afirma que la cuestión del efecto de las sustancias radiactivas sobre el hombre y la biosfera en conjunto es uno de los problemas más complicados de la utilización de la energía nuclear con fines pacíficos. Las memorias demuestran claramente que están recibiendo gran atención, a escala mundial, la seguridad de funcionamiento de las centrales nucleares y la contaminación del medio ambiente.

«Resulta interesante la evaluación comparativa, efectuada en la Conferencia, de las consecuencias de la explotación de las centrales ordinarias y de las centrales nucleares», afirmó el orador. «Las centrales clásicas requieren varios miles de veces más aire que las centrales nucleares para diluir las sustancias tóxicas hasta un nivel admisible. Además, el empleo de la energía nuclear no implica el consumo de energía ni da lugar a la acumulación de dióxido de carbono en la atmósfera.

«Se ha manifestado en las memorias un gran interés por el problema de la reacción del público ante el desarrollo de la industria de la energía nucleoelectrónica. Este tema es sin duda merecedor de la mayor atención y de los trabajos más intensos.

«En el transcurso de la Conferencia, se desarrolló un interesante debate sobre problemas ecológicos, tema en torno del cual los representantes de diez países cambiaron impresiones y contestaron las docenas de preguntas que se les hicieron. En este debate se insistió en que el científico debe contribuir con investigaciones de carácter objetivo a moldear una opinión pública favorable a la energía atómica.

«Las memorias presentadas en la Conferencia han arrojado nueva luz sobre la importancia de la tecnología nuclear para los países en desarrollo; se han abarcado prácticamente todos los aspectos del empleo de la energía atómica y se ha efectuado un análisis de la manera en que la tecnología nuclear puede contribuir en escala creciente al progreso económico.»

La energía nuclear brinda una forma de satisfacer la demanda rápidamente creciente de energía que existe en todos los países; sin embargo, ha tenido siempre que competir con sistemas más tradicionales de generación de energía eléctrica. Probablemente, es conveniente fundamentar sobre una base regional el aprovisionamiento de combustible para la industria nuclear de los países en desarrollo, aprovechando al máximo los propios recursos de uranio de los países, debiéndose intensificar la prospección de estos recursos, en tanto que debería recurrirse a la experiencia de otros países para el enriquecimiento del uranio de los países en desarrollo.

Los centros nucleares creados en los países en desarrollo están contribuyendo a la capacitación de expertos. A la vez hacen posible el desarrollo de investigaciones en los sectores de mayor importancia práctica para la economía. Los aceleradores de partículas con carga y los reactores de investigación construidos en estos centros constituyen fuentes de radiación que pueden utilizarse para las investigaciones y como base para la capacitación de personal; sin duda alguna, el personal es uno de los factores más importantes en el empleo de la energía atómica en esos países. La energía nuclear sólo acaba de comenzar a contribuir al progreso económico de una serie de países y todas las perspectivas señalan que la tecnología nuclear y sus numerosas aplicaciones económicas han de fomentar el desarrollo económico, científico y tecnológico de muchos países con una creciente eficacia.

Cooperación en el adiestramiento de personal

Se ha dedicado un lugar especial en las memorias presentadas en la Conferencia a la cooperación internacional en la esfera de la capacitación de personal. Muchos países adelantados están prestando asistencia técnica para la formación de personal procedente de países en desarrollo. El OIEA desempeña un importante papel con miras a alcanzar esta cooperación, sobre todo de carácter multilateral, y trata de conseguir que la capacitación de los expertos se lleve a cabo teniendo debidamente en cuenta las necesidades y posibilidades específicas de los países en desarrollo.

«En este sentido, la cuarta Conferencia Internacional sobre la Utilización de la Energía Atómica con Fines Pacíficos ha aportado una importante contribución a la cooperación en el plano internacional», dijo el Académico Bogoliubov. «Han de ser de gran utilidad estas dos semanas en las que hemos presenciado un intercambio de experiencia en torno a los aspectos científicos, técnicos y económicos, y a los aspectos jurídicos y políticos, y un intercambio de información y de capacitación de personal especializado.

«En los mensajes que han transmitido a la Conferencia, las autoridades de una serie de Estados participantes han recalcado la necesidad de ampliar la cooperación internacional en la utilización de la energía atómica con fines pacíficos y la aportación positiva de dicha cooperación para aliviar las tensiones internacionales y robustecer la paz en el mundo entero; han subrayado también la necesidad de proseguir los esfuerzos por detener la carrera de armamentos con artefactos nucleares.

«En este sentido, se ha señalado una vez más la importancia del Tratado sobre la no proliferación de las armas nucleares... El hecho de que el Tratado haya sido firmado por 98 Estados y haya sido ratificado por tres Estados poseedores de armas nucleares y 66 Estados no poseedores de estas armas testimonia que se ha reconocido a escala in-

ternacional la importancia del Tratado. El éxito alcanzado por el OIEA en la elaboración de un acuerdo modelo de salvaguardias permite abrigar la convicción de que se cumplirán satisfactoriamente los objetivos de las salvaguardias, tal como se establecen en el Tratado.»

Las aplicaciones de la ciencia nuclear

«Esta conferencia se ha dedicado a problemas puramente prácticos de vital importancia», dijo el Académico Bogolubov. «Se ha proyectado de manera que sea de utilidad directa no solamente para científicos e ingenieros, sino también para los dirigentes industriales, administradores y economistas.

«Sin embargo, debo insistir en este punto en la importancia fundamental del papel representado por la ciencia pura y, ya que se me ha dado la oportunidad de pasar revista a los trabajos de la cuarta Conferencia, desearía subrayar la importancia de la función desempeñada por la investigación en ciencia pura, que nunca parece ser de utilidad, ni siquiera para los científicos especializados en ramas conexas. Sólo a posteriori resulta que lo que parecía investigación pura, totalmente teórica, tiene muchas veces el efecto secundario de desembocar en la creación de nuevas ramas de la tecnología. En este sentido, podemos recordar que, en los años treinta, la investigación del núcleo atómico era considerada por muchas personas tan abstracta, tan ajena a la vida, que se manifestaron dudas en cuanto a la procedencia de financiarla, aunque fuera en escala modesta.

«Igualmente, mucho antes incluso de que surgiera en escena la idea de una reacción termonuclear controlada, se desarrolló con éxito un enfoque puramente abstracto y teórico del estudio del plasma, enfoque basado, por decir así, en el interés intrínseco del tema. Ahora parece que estas investigaciones han conducido al fin a un amplio campo de aplicación en relación con el problema de la fusión termonuclear controlada.

«No procede dar aquí una larga lista de estos ejemplos. Permítaseme decir tan sólo que en el momento actual nos hallamos evidentemente ante una situación semejante en la física de las altas energías, es decir, en la física de las partículas elementales. Todavía no hay signo alguno de que ello pueda conducir a amplias aplicaciones, pero tengo la profunda convicción de que la penetración que de esta forma está teniendo lugar en los secretos de la estructura íntima de la materia, en las leyes que rigen las interacciones entre sus microconstituyentes básicos, las partículas elementales, debe desembocar sin duda en importantes aplicaciones prácticas, quizá totalmente inesperadas.

«Por supuesto, todo el mundo está interesado por los frutos de la ciencia, pero, a la vez, se debe prestar también atención a las raíces profundas del árbol que puede dar tales frutos.

«¿Qué puede decirse en conclusión acerca de las perspectivas que están abriendo actualmente ante nosotros los éxitos ya conseguidos en la esfera de la ciencia y de la tecnología atómicas?

«Como se desprende de las memorias presentadas en esta Conferencia, tales perspectivas son muy amplias: comprenden aplicaciones en la medicina, la biología en general y la agricultura.

«Los trabajos desarrollados por la Conferencia justifican la conclusión de que el desarrollo de la energía nucleoelectrónica permite mantener el medio ambiente suficientemente puro; es más, la sustitución de la energía obtenida de los combustibles tradicionales por la energía nucleoelectrónica.

eléctrica ha de disminuir considerablemente la polución del ambiente por sustancias tóxicas y mejorar las condiciones del medio de los seres vivientes.

«Entre las aplicaciones consumidoras de energía, debe subrayarse especialmente la desalación del agua. No debe olvidarse que el problema de obtener agua dulce puede agudizarse sumamente en un futuro no muy lejano. En vista del gran consumo de energía necesario para resolver este problema, la tecnología nuclear está llamada a desempeñar un papel decisivo.

«Se plantea también el problema del diseño y perfeccionamiento de los motores nucleares. Ya existen buques dotados de estos motores y cuando llegue el momento de efectuar vuelos a planetas lejanos, no cabe duda de que para ello se diseñarán motores nucleares, contribuyendo así a la conquista humana del espacio.»

En su declaración de clausura de la reunión, el Sr. Guy Gresford, Director de Ciencia y Tecnología de las Naciones Unidas, hizo observar que en estos últimos años la comunidad internacional había venido mostrando una creciente inquietud por los problemas del medio humano; esta preocupación se centrará en una conferencia convocada por las Naciones Unidas para junio de 1972 en Estocolmo. «En cierto modo», afirmó, «la presente Conferencia sobre energía atómica puede considerarse como uno de los preliminares de la reunión de Estocolmo, ya que en ella se ha puesto de realce cómo puede contribuir la tecnología nuclear a facilitar al hombre energía sin que haya contaminación y con una perturbación mínima del medio ambiente.»