

# Informe del Grupo Consultivo Internacional sobre Energía Nuclear

---

El presente informe se publica en la esperanza de que sea de utilidad en el debate cada vez más amplio sobre el futuro de la energía nucleoelectrica en el plano internacional, energía cuyo fomento ha constituido uno de los objetivos del Grupo Consultivo Internacional sobre Energía Nuclear. Existen problemas técnicos, económicos y políticos de cuya satisfactoria solución depende la aceptación general de una más amplia utilización de la energía nuclear. Este informe persigue como finalidad determinar las cuestiones que quedan por resolver, especialmente en el plano internacional, y definir las condiciones imprescindibles para resolverlas.

Este informe representa un consenso general entre los miembros del Grupo, cuyos nombres figuran a continuación. Procedentes de muy diversos países, tanto desarrollados como en desarrollo, tales miembros poseen historiales académicos y profesionales muy variados. Muchos de ellos, aunque no todos, desempeñan funciones a nivel profesional en la esfera de la energía nuclear. Algunos participan en la formulación de políticas, otros no. Lo que sí tienen en común es su experiencia y su interés por el tema de la energía en general y de la energía nuclear en particular.

Durante los dos años de actividades, el Grupo Consultivo Internacional sobre Energía Nuclear celebró siete sesiones plenarias y ha publicado ya siete documentos de trabajo, redactados por otros tantos autores, sobre determinados temas.

Todos los miembros del Grupo han contribuido a su labor a título personal, por lo que las opiniones que se expresan en este informe no deben considerarse como las de cualesquiera organizaciones con que cada uno de los participantes pueda hallarse vinculado. Tampoco representan las opiniones de los copatrocinadores del Grupo, la Rockefeller Foundation y el Royal Institute of International Affairs, que, en su calidad de órganos no oficiales, no adoptan postura alguna en cuestiones de formulación de políticas.

Ian Smart (Presidente)  
*Asesor sobre asuntos internacionales  
relativos a la energía*

Miguel Barandiarán Alcorta  
*Subdirector Técnico de Iberduero SA  
España*

Paulo Nogueira Batista  
*Embajador de Carrera  
Presidente de Nuclebras  
Brasil*

Karl Heinz Beckurts  
*Presidente del Consejo de Administración  
de la Kernforschungsanlage GmbH,  
de Jülich  
República Federal de Alemania*

Juan Eibenschutz  
*Director General de Energía de la  
Secretaría del Patrimonio y Fomento  
Industrial  
México*

Akbar Etemad  
*Expresidente de la Organización de  
Energía Atómica del  
Irán*

David Fischer  
*Subdirector General de Relaciones Exteriores  
Organismo Internacional de Energía Atómica*

Russel W. Fox  
*Embajador itinerante de Australia para las  
cuestiones relativas a la no proliferación  
nuclear y a las salvaguardias*

Bertrand Goldschmidt  
*Gobernador representante de Francia  
ante el Organismo Internacional  
de Energía Atómica*

Ryukichi Imai  
*Administrador General encargado de  
cuestiones de ingeniería de la  
Japan Atomic Power Company*

Jon Jennekens  
*Presidente del Atomic Energy  
Control Board  
Canadá*

Måns Lönnroth  
*Secretaría de Futurología  
Suecia*

Robert Press  
*Secretaría del Gobierno  
Reino Unido*

Mason Willrich  
*Vicepresidente encargado de planificación  
corporativa de la Pacific Gas and  
Electric Company  
Estados Unidos de América*

Myron Kratzer (Relator)  
*Asesor de la International  
Energy Associates Ltd.*

## LA ENERGIA EN GENERAL Y LA ENERGIA NUCLEOELECTRICA

Hoy día, todos nosotros, en tanto en que usuarios de energía, debemos hacer frente a responsabilidades e incertidumbres sin precedente. Durante los próximos decenios es sumamente probable que la producción mundial de petróleo alcance su límite y comience a disminuir, que el precio de los combustibles fósiles continúe aumentando y que el equilibrio entre la oferta y la demanda de energía sea todavía más precario. Uno de los efectos de tal situación será que el sistema energético mundial resulte cada vez más vulnerable a los errores, los accidentes y la desorganización deliberada. En ese futuro incierto y de frágil equilibrio, la supervivencia de nuestras sociedades, en la forma en que hoy las conocemos, puede depender de la capacidad de cada uno y de todos juntos para limitar el consumo energético y aumentar la producción de energía.

En el pasado, el crecimiento y desarrollo económicos han ido acompañados siempre de un creciente consumo de energía. No se conocen todavía plenamente las relaciones recíprocas entre ambos fenómenos, ni tampoco la medida en que la política estatal puede influir en dichas relaciones recíprocas. Ciertamente mucho puede hacerse para utilizar la energía de manera más eficaz. Pero aún serán necesarios mayores esfuerzos aunque solo sea porque la mayor parte de las medidas de conservación de la energía requieren grandes inversiones financieras, tardan mucho tiempo en producir resultados positivos e, incluso entonces, pueden tener solo un efecto limitado. Mientras tanto, el crecimiento demográfico y el natural deseo de disfrutar de un más alto nivel de vida — especialmente en los países menos desarrollados, donde más de tres cuartas partes de la población mundial consume menos de una quinta parte de la energía global — continuará forzando el aumento de la demanda en energía.

A pesar de la subida de precios y de la recesión económica general, el consumo anual mundial de energía primaria ha aumentado desde 1972 en más del 20%, cantidad equivalente a unas dos veces y media la producción anual actual de petróleo en Arabia Saudita. Pero la producción de petróleo no puede continuar aumentando con la suficiente rapidez para poder satisfacer por sí sola la creciente demanda. Además, como lo han

demostrado los últimos acontecimientos, la oferta de petróleo puede quedar afectada frecuentemente por circunstancias políticas imprevisibles. Por consiguiente, aunque se están desplegando grandes esfuerzos para utilizar la energía en forma más eficaz, debemos prever que los próximos decenios constituirán un período en que una proporción creciente de la demanda habrá de satisfacerse a base de fuentes energéticas distintas del petróleo, o no podrá satisfacerse en absoluto. A medida que el equilibrio entre la oferta y la demanda se hace más frágil, debemos también prever una competición internacional cada vez más implacable por el acceso a las fuentes de energía.

Los peligros de una demanda no satisfecha de energía o de una competición acérrima por los recursos energéticos existentes se evidencian por sí mismos. Por supuesto, las consecuencias de tal situación variará para cada uno de los países sencillamente porque los países difieren entre sí en cuanto a sus posibilidades de acceso a las fuentes energéticas, a su dependencia de las mismas y a sus posibilidades de pagar sus productos. Sin embargo, la penuria de energía, acompañada inevitablemente de subidas bruscas del precio de la misma, obligará, por lo general, a reducir la producción industrial, aumentará el desempleo y rebajará el nivel de vida. Esos efectos serán particularmente duros en los países en desarrollo. Imposibilitados para asegurarse una parte mayor de los recursos mundiales que reclaman, dichos países se enfrentarán a la perspectiva de una escasez energética y de unos costos que elevarán nuevos obstáculos para sus programas de desarrollo, y que perpetuarán el desempleo, la pobreza el hambre. Pero también casi todos los países industriales desarrollados sufrirán verdaderas dificultades.

Al considerar la posibilidad de que sus necesidades energéticas queden insatisfechas, ciertos países, temiendo el deterioro de su bienestar y seguridad nacionales, podrían verse tentados a utilizar todos sus recursos en su exclusivo beneficio. Los que poseen grandes reservas de materias primas y combustible esenciales, muchos de los cuales forman parte del mundo en desarrollo, podrían sentirse inclinados a reservárselas o a aumentar su precio. Los que posean tecnologías adelantadas, incluidas las energéticas, cuya mayoría se encuentra en el mundo desarrollado, tenderían a considerar tal ventaja de la misma manera. Los que disponen de mayores recursos financieros se verían obligados a competir por los productos energéticos todavía disponibles, haciendo compras anticipadas de los suministros y forzando los precios. En tal atmósfera de implacable competición serían mínimas las posibilidades de establecer una relación razonable entre países en desarrollo poseedores de materias primas y países desarrollados poseedores de tecnología, ambos factores esenciales para el desarrollo de unos y otros. Por el contrario, se agravarían los sentimientos de inseguridad y aumentaría grandemente el riesgo de conflicto internacional, incluso de conflicto bélico.

El peligro de llegar a una situación conflictiva y de lanzarse a una competición internacional aún más implacable para poseer recursos energéticos, peligro provocado por el temor de no poder satisfacer las necesidades, constituye evidentemente una preocupación universal. Esto es ya en sí suficiente para destacar en qué medida la energía se ha convertido en un problema internacional insoslayable. La política de cada uno de los Estados, incluso cuando solo pretende afectar a la gestión de los recursos energéticos en el interior de sus propias fronteras, tiene repercusión internacional. Ante un futuro de creciente demanda de energía y de incertidumbres cada vez mayores con respecto al suministro y al precio de la energía, todos los Estados deben aceptar la noción de que la interdependencia energética en el plano mundial es una dura realidad.

Aunque debemos prever que la demanda de energía aumentará y que las materias necesarias para su producción serán cada vez más difíciles de obtener a un precio aceptable, no sabemos exactamente cuánta energía necesitará el mundo en el plazo de 20, 30 o 40 años, ni con qué rapidez podrá disponerse de suministros adicionales. En realidad, los datos sobre la cuantía

y coste de los suministros energéticos futuros son cada vez más difíciles de determinar. Como conclusión necesaria puede decirse que las políticas energéticas a largo plazo habrán de concebirse no solamente para equilibrar una oferta concreta con una demanda definida — puesto que no podemos estar seguros de una ni de otra — sino también para crear las condiciones necesarias para hacer frente a las incertidumbres. Por lo tanto, es importante preparar a tiempo una gama suficiente de opciones de suministros energéticos que permita efectuar una elección racional entre tales opciones a medida que se vaya concretando la configuración de la demanda futura.

Las opciones necesarias para hacer frente a las incertidumbres futuras deben comprender las mejores técnicas disponibles para producir, convertir y utilizar la energía. Las posibilidades a plazo más largo de la energía procedente de la fisión nuclear, que es una de las fuentes de suministro energético de la que ya disponemos, deben contemplarse en este contexto.

Hoy día, la energía procedente de la fisión nuclear, equivalente al 2% del suministro de energía primaria mundial, proporciona solamente un 7% aproximadamente de nuestra electricidad (aunque esa proporción sobrepasa el 25% en algunos países). Las previsiones del crecimiento futuro de la energía nucleoelectrica varían. Sin embargo, los programas ya elaborados indican que su contribución aumentará considerablemente durante el decenio de 1980. Una estimación bastante común sugiere que, para 1985, la energía nucleoelectrica representará más del 5% de la energía primaria y el 17% aproximadamente de la electricidad mundial. Hacia el año 2000, dadas sus considerables posibilidades de mayor expansión, la proporción de la energía nucleoelectrica será probablemente todavía mayor y, hacia el 2020 dicha energía podrá emplearse para satisfacer una quinta parte de todas las necesidades de energía primaria del mundo. Por tanto, hoy, ya representa una parte importante de la respuesta a la creciente demanda energética, mientras que a largo plazo — para un incierto futuro — su empleo creciente constituye una de las opciones importantes de abastecimiento energético, que puede y debe ponerse a disposición del mundo.

La posibilidad de aumentar el suministro de energía nucleoelectrica no podrá hacerse realidad a largo plazo a menos que el desarrollo de esta fuente energética se mantenga mientras tanto celosamente en progresión continua. En los últimos años, se han combinado varios factores — un crecimiento menor de la demanda de electricidad, una situación económica generalmente adversa y una serie de demoras y dificultades en la construcción, autorización y entrada en explotación de centrales nucleares — para obstaculizar los programas nucleoelectricos. Parece probable que las limitaciones económicas habrán de repercutir duramente sobre las inversiones nucleares en algunos países, especialmente por parte de las compañías privadas de electricidad, también durante los próximos años. El oportuno desarrollo de las opciones nucleares es particularmente difícil en un tal período. Por esta razón, precisamente, resulta aún más importante que los Gobiernos y las industrias adopten apropiadas medidas para mantener un equilibrio racional entre la investigación y la capacidad industrial y que se pueda disponer en todo momento de científicos experimentados y de técnicos capacitados, de modo que no se elimine la posibilidad de la futura expansión de la energía nucleoelectrica.

Evidentemente también debe evitarse la expansión por la expansión, por razones equivocadas o en tiempo inoportuno; los planes para hacer frente a las incertidumbres energéticas exigen la libertad de seguir, así como de no seguir, cualquiera de las opciones disponibles. Sin embargo, es de prever un crecimiento de la demanda energética, aunque a un ritmo incierto, así como el recrudecimiento del peligro de una competición más implacable aún por el acceso a las fuentes de energía. Sin perder de vista tal perspectiva, creemos que el desarrollo continuo de la energía nucleoelectrica es necesario en tanto que importante contribución al mantenimiento de una capacidad suficiente para atender a las futuras necesidades energéticas del mundo.

## FORMULACION DE OPCIONES NUCLEARES

Los programas actuales darán como resultado mayor cantidad y variedad de reactores de fisión nuclear similares a los que ya están en servicio, alimentados con uranio natural o poco enriquecido, pero capaces de extraer escasamente el 1% de la energía potencial existente en el propio uranio. La decisión por parte de algunos países de instalar estos llamados reactores térmicos depende de un número de diversos factores: el costo relativo de la generación de electricidad por medios nucleares en comparación con otros sistemas, la existencia de una red de suministro eléctrico capaz de hacer uso de las centrales generadoras de la potencia pertinente; la capacidad tecnológica necesaria para hacer funcionar un programa nuclear; la disponibilidad de capital para inversiones; y el deseo de reducir la dependencia de combustibles escasos o que han de ser importados. Especialmente en el mundo en desarrollo, dichos factores limitan el número de países en los que es probable la utilización de la energía nucleoelectrica antes del fin del siglo actual.

A largo plazo, el número probable de reactores térmicos del tipo actual quedará generalmente limitado por el hecho de que el uranio económicamente extraíble es, como el petróleo, un producto que se agota. Los métodos perfeccionados para el enriquecimiento del uranio, para el diseño de los elementos combustibles y para el funcionamiento de los reactores podrán prolongar algo el período de utilización de los actuales tipos. A pesar de que sus ventajas económicas son objeto de debate, se puede contribuir a la conservación del uranio por medio del reciclado en los reactores térmicos de los tipos actualmente existentes del plutonio y del uranio extraídos del combustible agotado. Sin embargo, debido a su limitada eficacia intrínseca en el empleo del uranio, no se puede esperar que, ya entrados en el siglo XXI, estos reactores satisfagan una demanda indefinidamente creciente de energía nucleoelectrica. Por consiguiente, sería conveniente proceder al desarrollo de otros tipos de reactores térmicos alimentados con uranio que representasen una manera valiosa de prolongar la viabilidad del actual ciclo del combustible. Pero incluso esta solución solo sería provisional en lo que se refiere a limitar el consumo de uranio. A largo plazo, es preciso poner a punto tecnologías nuevas y más avanzadas para la conservación destinadas a economizar uranio.

Si las investigaciones que se efectúen dan resultados favorables, se podría lograr, a largo plazo, una economía importante de uranio mediante el empleo de torio en los reactores térmicos. Pero, finalmente, la manera de no depender en el siglo XXI de la disponibilidad de uranio podría consistir en el empleo de reactores reproductores rápidos, es decir, de reactores que "creen" más plutonio fisionable que la cantidad de uranio fisionable que consumen, extrayendo así, en efecto más energía del mismo uranio.

Dadas las inseguridades que existen acerca del futuro energético a largo plazo, no es posible predecir el ritmo de instalación de los reactores reproductores rápidos en las distintas partes del mundo. En todo caso, el número total que puede instalarse durante las primeras fases no influiría sobre el consumo mundial de uranio durante los próximos 30 a 40 años más considerablemente que una más eficaz utilización de reactores térmicos. No obstante, teniendo en cuenta el problema a largo plazo, estamos convencidos de la necesidad de facilitar la posibilidad que la industria nucleoelectrica disponga de reactores reproductores rápidos. También estamos convencidos de que esta posibilidad tan solo será factible si durante lo que queda del siglo actual se lleva a cabo un esfuerzo importante para hacerla realidad por medio de nuevas investigaciones, así como mediante la satisfactoria explotación de prototipos a escala industrial.

Dicho esfuerzo debe mantenerse e incluir un apoyo económico sustancial y un compromiso político por parte de los Gobiernos, principalmente de un limitado grupo de países — que incluye a los Estados Unidos de América, Francia, Japón, el Reino Unido, la República Federal de Alemania y la URSS — que se hallan en cabeza en lo que respecta a la tecnología

de los reactores reproductores rápidos. Sin embargo, teniendo en cuenta las dimensiones y la complejidad de la labor que aún es necesario llevar a cabo, pocos países podrían razonablemente soportar de manera totalmente independiente la carga financiera que representa el desarrollo de un programa de reactores reproductores rápidos, en especial si ello significa el abandono de los trabajos de desarrollo de otras fuentes posibles de energía. Por consiguiente, debería procurarse establecer una cooperación internacional más amplia que la que actualmente existe.

Como los reactores reproductores rápidos producen y consumen plutonio, la utilización de los mismos exige la reelaboración del combustible agotado, con el fin de extraer plutonio (y uranio agotado) para su utilización posterior. También existen otros argumentos en favor de la reelaboración civil, que tienen diferente peso según los distintos países y las circunstancias: concentrar los desechos nucleares de manera que resulte ecológicamente aceptable; impedir, a largo plazo, el acceso al plutonio; manipular un combustible agotado que es particularmente difícil de almacenar, tal como el de los reactores de gas-grafito; y separar el plutonio que ha de ser reciclado para su uso en reactores térmicos. Sin embargo, la futura utilización industrial de reactores reproductores rápidos y la necesidad de disponer de instalaciones capaces para separar plutonio con la prontitud necesaria para cubrir las necesidades de dichos reactores constituyen la razón general más convincente para el desarrollo del proceso de reelaboración como una etapa de rutina del ciclo del combustible nuclear.

Paralelamente con un programa destinado a desarrollar la opción de la utilización de escala industrial de los reactores reproductores rápidos deben continuar los trabajos encaminados a demostrar la viabilidad comercial de la reelaboración en gran escala de combustible agotado procedente tanto de los reactores térmicos como de los reproductores. Si bien se debe tener en cuenta el peso que puedan tener otros argumentos en especiales circunstancias nacionales, el ritmo de expansión real de la capacidad de reelaboración a escala industrial debería depender principalmente del ritmo que se considere necesario para la instalación de reactores reproductores rápidos. Creemos, sin embargo, que actualmente es necesario aplicar un decidido programa para desarrollar y demostrar la utilidad del proceso de reelaboración en gran escala, como parte de la preparación de las opciones nucleares para el futuro.

## LA SEGURIDAD NUCLEAR Y EL INTERES PUBLICO

Independientemente de las necesidades económicas o de lo que permita la tecnología, el futuro de la energía nucleoelectrica depende de la mayor o menor aceptación por parte del público que se logre obtener y mantener. Por lo tanto, especialmente, en la mayoría de los países occidentales industrializados, el futuro de la energía nucleoelectrica dependerá de que se consiga tranquilizar a la opinión pública en lo que respecta a la posibilidad de que ocurran accidentes nucleares, a la solución de los problemas que plantean los desechos nucleares y a los efectos sobre la salud de las radiaciones de bajo nivel. Por último, dependerá también de que se logre convencer al público de que un uso más general de la energía nucleoelectrica es compatible con el tipo de sociedad en la que desea vivir.

El problema no radica en saber si los usos civiles de la energía nucleoelectrica acarrearán peligros, puesto que así es. Cada etapa del ciclo del combustible nuclear, desde la extracción del uranio hasta la evacuación de los desechos, supone riesgos para quienes toman parte en esas operaciones y para la comunidad en general. Sin embargo, lo mismo ocurre con todas las demás actividades relacionadas con la producción de energía: por ejemplo, la minería, el transporte y la utilización del carbón, el transporte del gas natural líquido, la construcción de grandes represas hidroeléctricas, o la fabricación y construcción de instalaciones para la

obtención de energía solar. De ninguna de esas actividades se pueden eliminar los riesgos de accidentes, de daños, de enfermedades y de muertes, riesgos igualmente presentes al volar, al conducir un automóvil y al comer.

Aunque su importancia relativa varía de un país a otro, los verdaderos problemas que plantea la seguridad nuclear son bastante distintos. ¿Están concebidas y manipuladas las instalaciones nucleares de tal forma que se tenga en cuenta el interés del público? ¿Proporcionan las instituciones nacionales informaciones adecuadas sobre los peligros nucleares y otros tipos de riesgo y sobre los medios de aminorarlos? ¿Pueden evaluarse con suficiente exactitud los peligros nucleares y los que resultan del suministro de energía por otros medios, a fin de establecer una comparación imparcial entre ellos? ¿Cómo pueden ponderarse los peligros nucleares frente a los inconvenientes que resultarían de la penuria futura de energía si no se dispone de la de origen nuclear? De las soluciones de esas auténticas incógnitas, más bien que de la mera identificación de riesgos abstractos, debería depender el futuro de la energía nucleoelectrónica.

La producción de energía nucleoelectrónica se ofrece a veces como ejemplo notable de la complejidad técnica y la centralización institucional que, en ciertos países al menos, provocan un fuerte sentimiento de rechazo. Algunas personas, adoptando una postura extrema, han acusado incluso a la energía nucleoelectrónica de desembocar necesariamente en un control autoritario del Estado. No hay una respuesta simple para tales afirmaciones.

La energía nucleoelectrónica es una tecnología de gran escala, compleja y costosa, que requiere un control centralizado si se desea mantener normas severas. Sin embargo, será necesario demostrar en la práctica que un tal control central, imprescindible para proteger el interés del público, pueden ir acompañados de una gestión que tome en consideración la opinión pública y sea responsable ante ésta. Las instituciones competentes en materia de energía nucleoelectrónica deben por lo tanto realizar considerables esfuerzos por demostrar su receptividad frente a los temores y las opiniones bien fundadas del público, y por hacerse y mantener una reputación de hallarse dispuestas a una comunicación abierta y sincera con dicho público.

Se dice o se piensa que algunos de los peligros relacionados con la energía nucleoelectrónica son de un tipo especial. Ello se aplica en especial a la radiación, y las afirmaciones que sobre los posibles efectos a largo plazo de las mismas se han hecho han dado lugar a muy ampliamente difundidos temores. Sin embargo, el peligro que entraña la radiación es un hecho normal de la vida diaria, presente y real aunque no se hubiese descubierto nunca la fisión nuclear. Esa es, en parte, la razón que explica que el reconocimiento de tal peligro ha llevado menos tiempo que el de otros peligros a largo plazo contra la salud resultantes de otras muchas actividades, tales como la producción del carbón, del estaño, o del asbesto, o la manufactura de productos químicos tóxicos, el hábito del tabaco o el consumo de alcohol. La evaluación de los riesgos nucleares indica claramente que los relacionados con la radiación procedente de la generación de energía nucleoelectrónica pueden, en principio, restringirse a límites aceptables, especialmente cuando si se tienen en cuenta los riesgos resultantes de la utilización de otras fuentes posibles de energía.

Decir que los riesgos resultantes de la energía nucleoelectrónica pueden restringirse a límites aceptables no es suficientemente convincente. Lo que hay que demostrar al público es que las normas de seguridad profesional y del público que en teoría son posibles se harán cumplir y se mantendrán en la práctica. En general, la energía nucleoelectrónica tiene un historial de seguridad pública y profesional que se puede comparar favorablemente con el de otras industrias, incluidas otras industrias de producción energética.

No obstante, en algunos casos concretos, podrán mejorarse la aplicación y el cumplimiento de los requisitos de seguridad. Tal es, por ejemplo, la lección que nos proporcionó el accidente

ocurrido en 1979 en la central nuclear de Three Mile Island, cerca de Harrisburg, en los Estados Unidos; dicho accidente y sus consecuencias probaron, en ese caso concreto, la necesidad de mejorar la aplicación nacional de las normas de diseño y de operación de las centrales nucleares.

Otro sector que requiere continua atención es el de la gestión de desechos nucleares. Una gran parte de los actualmente existentes proviene de los programas militares. Sin embargo, a medida que aumente el volumen de electricidad generada por medios nucleares también crecerá la cantidad de combustible nuclear agotado, el cual contiene plutonio, uranio empobrecido y productos de fisión altamente radiactivos, materiales que exigirán una manipulación y un tratamiento cuidadosos.

Mientras que hoy se aplican ya satisfactoriamente procedimientos provisionales de almacenamiento del combustible agotado, las técnicas para la evacuación definitiva de los desechos de alta actividad procedentes de la reelaboración del combustible agotado, o de éste propiamente dicho cuando no es reelaborado, aún se hallan en proceso de estudio, ensayo o demostración. El hecho de que habrán de pasar algunos años antes de que sea necesario evacuar permanentemente una cantidad considerable de desechos nucleares, no implica la necesidad de retardar otras operaciones nucleares, tales como la construcción de reactores o la concesión de las correspondientes licencias. Pero sí entraña que los gobiernos, con el apoyo de la industria, deben acelerar el ensayo y la demostración de métodos efectivos y aceptables para la evacuación definitiva de desechos nucleares, tanto reelaborados como no reelaborados, a fin de que el público pueda sentir razonable confianza de que se dispondrá de medidas de seguridad cuando haya que eliminar cantidades considerables de desechos nucleares.

Al hacer frente a los verdaderos problemas de la seguridad nuclear es fácil perder el sentido de la proporción. Numerosas encuestas públicas sobre los programas nucleares han investigado los riesgos profesionales y del público resultantes de la energía nucleoelectrónica con una detallada intensidad que no tiene paralelo en el caso de otras industrias comparables. La conclusión general de dichas encuestas ha sido siempre que los riesgos resultantes de la energía nucleoelectrónica pueden reducirse prácticamente a un nivel universalmente aceptable en otros casos. Es posible que, inevitablemente, el público haya prestado a esas conclusiones menor atención que a la lista de los riesgos en sí. Sin embargo, no existe una forma de mantener e incrementar los suministros de energía, que no traiga consigo peligros. Las normas utilizadas para comparar los distintos procedimientos de generación energética deben, por lo tanto, ser imparciales, sin que el juicio final resulte deformado por haberse aplicado a la energía nucleoelectrónica criterios diferentes de los que han servido para evaluar otras fuentes de energía. Los Gobiernos tienen el deber de garantizar a sus ciudadanos una información adecuada e imparcial sobre los riesgos resultantes de todas las formas de producción de energía.

Los Gobiernos tienen asimismo una responsabilidad de orden internacional en lo que respecta a la seguridad nuclear. Un accidente nuclear de grandes proporciones puede causar daños más allá de las fronteras nacionales, y es probable que, de todas maneras, origine una mayor preocupación entre el público en otros países. Inversamente, cualquier trabajo relativo a la seguridad nuclear o a la gestión de desechos llevado a cabo en un país puede ser asimismo pertinente para otros países. Por lo tanto, es absolutamente necesario que directamente o a través de organismos internacionales, los gobiernos intensifiquen su cooperación en esas esferas, compartan las informaciones que poseen y puedan realizar ensayos libremente, y, en fin, realicen todos los esfuerzos posibles para ayudar a los países que poseen industrias nucleoelectrónicas menos desarrolladas a alcanzar altos niveles de seguridad. En caso de accidente nuclear deberán transmitirse rápidamente las informaciones pertinentes a los demás países y éstos deberán responder, dentro de lo posible, a las peticiones de ayuda bien

sea en forma bilateral o bajo los auspicios del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA).

Creemos que la inquietud del público en lo que respecta a la seguridad nuclear solo puede disiparse si se demuestra de manera convincente que los riesgos inherentes a la producción de energía nucleoelectrónica son muy reducidos y, que en todo caso, no son mayores que los riesgos resultantes de la producción de otros tipos de energía y que las autoridades competentes en materia de energía nucleoelectrónica están firmemente decididos a proteger la seguridad del público y son capaces de hacerlo así. Los gobiernos y las industrias tienen el común deber de proporcionar tal demostración. Al mismo tiempo, la medida en que la energía nucleoelectrónica sea aceptada por el público dependerá de un conjunto más amplio de consideraciones políticas y sociales que las que hemos presentado en el presente informe. Una evaluación racional del tal conjunto más amplio implica deberes no solo para las industrias y los gobiernos sino también para todos los grupos que influyen en las actitudes del público o contribuyen a las mismas.

## EL COMERCIO EN LA ESFERA NUCLEAR Y LA PROLIFERACION DE LAS ARMAS NUCLEARES

El principal impedimento del comercio y la colaboración internacionales en la esfera nuclear es el temor a la proliferación de las armas atómicas. Son muchos los que consideran que el casi inimaginable poder destructivo de las armas ya puestas a punto constituye un riesgo aún más grave para la seguridad internacional en general. Sin embargo, el temor de que se produzca una mayor proliferación es lo que, concretamente, ha llegado a obstaculizar las relaciones pacíficas entre los Estados en la esfera nuclear. Los Gobiernos pueden no estar de acuerdo en cuanto a la solución de este problema. No obstante, está muy extendida la idea, en el plano internacional, de que un mundo en el que un mayor número de Estados posean armas atómicas o en el que se instalen más armas de ese tipo, sería un mundo todavía más peligroso.

La proliferación de tales armas no es resultado inevitable, ni siquiera probable resultado del aumento del empleo de la energía nuclear con fines pacíficos. En realidad, hasta ahora ningún arsenal nuclear ha dependido del previo desarrollo civil de la energía nucleoelectrónica. Un país que se dote de armamento nuclear podría tal vez llegar a la conclusión de que una industria nucleoelectrónica autónoma con fines pacíficos serviría para abreviar el proceso de producción de los materiales necesarios para las armas; pero probablemente hallaría más fácil y económico crear directamente las instalaciones destinadas a usos militares. Además, la posesión de una industria nucleoelectrónica importante que dependa de suministros internacionales puede hacer que un Gobierno prefiera no arriesgar su abastecimiento energético iniciando un programa de fabricación de armas nucleares en desafío de sus suministradores.

El riesgo de la proliferación continuará existiendo aun en los casos en que no interviniese la energía nucleoelectrónica. Determinadas etapas del desarrollo nuclear con fines pacíficos emprendidas en circunstancias especiales pueden, no obstante, aumentar los temores de que en el futuro, se produzca una proliferación de armamentos. Esas etapas en cuestión son, especialmente, las referentes a las instalaciones de enriquecimiento o reelaboración, capaces de producir uranio muy enriquecido o de separar el plutonio utilizables en las armas. En la medida en que esas instalaciones se consideran necesarias para finalidades pacíficas, no puede estimarse, en términos razonables y siempre que estén sometidas a salvaguardias internacionales, que constituyan un paso deliberado para la adquisición de armas. Sin embargo, es posible que surjan temores de que pueda darse un paso de tal naturaleza en los casos en que la finalidad exclusivamente civil de dichas instalaciones no quede inmediatamente fuera de toda duda.

Es de prever que los países en que funcionan o tienen en proyecto reactores nucleares que requieren combustible de uranio poco enriquecido desearán asegurarse los servicios de enriquecimiento en términos equitativos. En su conjunto, las plantas de enriquecimiento que ya están funcionando, o cuya entrada en servicio está ya programada, poseen amplia capacidad para satisfacer las necesidades mundiales hasta casi el final del siglo. Así pues, el equilibrio entre la demanda y la oferta totales, aunque no debe constituir la única consideración que se deba tomar en cuenta, no supone ninguna urgencia para que más países emprendan tareas de enriquecimiento, especialmente en vista de sus dificultades técnicas y de su costo. Sin embargo, esto solo será pertinente si todos los países que necesitan uranio enriquecido tienen razones poderosas para estimar que dispondrán realmente de los servicios de enriquecimiento, en condiciones aceptables, a nivel internacional.

En el pasado se ha perdido confianza en esta posibilidad, dadas las modificaciones introducidas unilateralmente en las condiciones para la prestación de servicios de enriquecimiento por los Estados Unidos. Parte de tal efecto se ha quedado contrarrestada por la posterior aparición de nuevos suministradores en Europa occidental y la URSS, dado que la diversificación de las fuentes de abastecimiento implica en sí misma una forma de seguridad de abastecimiento. La confianza internacional solo se restablecerá plenamente, sin embargo, si todos los suministradores de servicios de enriquecimiento dan pruebas fehacientes de que todos los contratos internacionales se cumplen en las condiciones originalmente pactadas.

Una seguridad totalmente fidedigna de suministro internacional debilitará los argumentos en favor del aumento del número de países que establezcan plantas civiles de enriquecimiento. No obstante, algunos pudieran considerar la conveniencia de ejercer su derecho soberano de hacerlo así, por razones de desarrollo tecnológico, seguridad de suministros o ventajas económicas. Sin embargo, puesto que el uranio muy enriquecido es probablemente el medio más breve de llegar a la producción de armas, esos países tendrían que tener en cuenta el hecho de que la necesidad internacional de una demostración convincente de su finalidad exclusivamente pacífica sería mayor si dejase de tener validez el evidente argumento de la necesidad de asegurarse el suministro energético mediante el enriquecimiento independiente.

El plutonio separado del combustible agotado en una planta de reelaboración brinda otra posible oportunidad para la fabricación de armas atómicas. Sin embargo, una diferencia importante entre los casos de plantas de enriquecimiento y de reelaboración es que ésta no es tampoco inmediatamente esencial para la mayor parte de los reactores de potencia actuales cuyo combustible agotado puede, por el contrario, mantenerse en almacenamiento. No obstante, con vistas al futuro, ciertos países desean estar seguros de poder ejercer, en caso necesario, la reelaboración comercial. Su deseo de asegurar esta posibilidad mediante la construcción de sus propias plantas de reelaboración será más fuerte si consideran que existe cualquier razón para temer que no se disponga en el plano internacional de servicios adecuados de reelaboración en condiciones aceptables, cuando los necesiten. Por lo tanto, la confianza en el suministro internacional es potencialmente tan importante en el caso de la reelaboración como lo es inmediatamente en el caso del enriquecimiento.

Puesto que el plutonio separado, como el uranio muy enriquecido, es potencialmente utilizable en la fabricación de armas y por lo tanto "material delicado", todos los países que se ocupan de su producción con fines civiles tienen motivos para cerciorarse de que ha sido separado, mantenido y utilizado en circunstancias que reduzcan al mínimo los temores de su desviación para su utilización en un programa militar. Las salvaguardias internacionales representan la primera y más importante medida en esa dirección. Pero la carga que recaiga sobre un sistema de salvaguardias será tanto más grande cuanto mayor sea el número de plantas de reelaboración en el mundo. Para los países interesados constituye también una carga demostrar que todas esas plantas tienen una finalidad exclusivamente pacífica.

Por lo tanto, como en el caso del enriquecimiento de uranio, la disminución de los temores de una posible proliferación es un argumento en favor de ajustar el número de instalaciones de separación o manipulación del plutonio sometidas a salvaguardias a la escala de necesidades para la producción nucleoelectrónica, incluida la necesidad de que todos los países tengan un acceso asegurado a los servicios y materiales necesarios para dicha producción de energía.

Aunque los problemas de proliferación horizontal y vertical tienen existencia independiente, los temores de proliferación aumentarán a medida que la expansión de la producción nucleoelectrónica signifique la aparición de nuevos países interesados en el enriquecimiento o la reelaboración. Esos temores solo pueden evitarse o reducirse facilitando pruebas convincentes en dos aspectos: que los programas nucleares civiles que impliquen instalaciones o materiales "delicados" permanezcan exclusivamente destinados a fines pacíficos, y que el abastecimiento internacional de materiales, servicios y tecnología nucleares se mantenga en las condiciones acordadas y previsibles. Para disipar los temores y riesgos de que el creciente empleo de la energía nuclear pueda conducir a la proliferación no hay que contar con inventos técnicos o restricciones unilaterales, que habrían de ser insuficientes o antiproductivos, sino con la creación de ese sistema de confianza internacional.

La confianza en el suministro nuclear a nivel internacional no puede basarse exclusivamente en palabras. Solo puede crearse mediante la actuación coherente de los suministradores, complementada — y no contrarrestada — por la legislación nacional aplicable a éstos y reforzada, en la medida necesaria, por garantías formales, pero de demostrada eficacia sobre todo en la práctica.

En cuanto a la confianza en la finalidad exclusivamente civil de los programas nucleoelectrónicos, los medios primordiales de crearla son — y deben seguir siendo — la aplicación imparcial de salvaguardias bajo la égida del OIEA. A medida que aumente el empleo de la energía nucleoelectrónica habrá de desarrollarse aún más y aplicarse más ampliamente ese sistema de salvaguardias, el cual también puede reforzarse útilmente mediante compromisos y garantías formales de no proliferación. Sin embargo, el proceso debe necesariamente ser voluntario. Los países que ya han aceptado las salvaguardias del OIEA o han firmado el Tratado sobre la no proliferación, u otros tratados pertinentes, lo han hecho libremente, considerando que serían así sus intereses nacionales. Los Estados contraerán y mantendrán igualmente esos compromisos en el futuro, no como resultado de una presión internacional, sino porque estén convencidos de que su seguridad nacional quedará garantizada de la forma más eficaz al hacerlo así.

Un medio de reforzar aún más la confianza tanto en el suministro internacional como en las finalidades pacíficas pudiera consistir en concluir arreglos para llevar a cabo los procesos "delicados" o mantener los materiales "delicados" no solamente sometidos a salvaguardias sino también bajo un sistema multinacional. El OIEA se ha situado a la cabeza de los estudios sobre los posibles arreglos multinacionales sobre el ciclo del combustible nuclear, cuya ejecución puede aquietar los temores de la proliferación y de las restricciones unilaterales en el comercio internacional. Sus esfuerzos para explorar la viabilidad de estos arreglos merecen respaldo general. En particular, siempre que se definan y estipulen con toda claridad los requisitos que rijan el depósito y devolución, el compromiso de depositar bajo custodia internacional el plutonio separado que no sea necesario para su uso civil inmediato podría ayudar a calmar los temores suscitados por la construcción de nuevas plantas de reelaboración.

Los arreglos multinacionales nunca serán fáciles de establecer o aplicar y solamente desempeñarán una función útil si los países que persiguen la no proliferación, por un lado, y se interesan por el desarrollo de la energía nucleoelectrónica, por otro, deciden, mediante negociación, apoyar ambas políticas. Esos arreglos merecen urgentemente un mayor apoyo internacional en tanto que posible medio de aliviar parte de los temores originados por la expansión de la energía nucleoelectrónica.

Cuanto se haga por combatir los peligros de la proliferación debe realizarse con un espíritu de cooperación internacional, no de confrontación. Aparte de los más graves daños que puede provocar en las relaciones internacionales la confrontación, es probable que resulte contraproducente y sirva solamente para estimular a otros países a que desarrollen industrias nacionales autónomas del ciclo del combustible nuclear, a pesar de su elevado coste. A su vez, la cooperación debe fundarse en limitaciones recíprocas. Todo intento de extorsión política o económica mediante la explotación de una determinada ventaja — tanto si tal ventaja se debe a la posesión de recursos como al dominio de tecnologías o a la capacidad para alterar la estabilidad internacional — resultará decididamente contraproducente. Por el contrario, a condición de que exista una recíproca moderación, estamos convencidos de que la cooperación internacional puede crear obstáculos más numerosos y fuertes contra la proliferación nuclear que la competición, la confrontación o los conflictos internacionales, y que la meta inmediata a alcanzar debiera, por lo tanto, consistir en crear la "mutua confianza" de que hemos hablado.

### CONDICIONES QUE DEBERAN TENERSE EN CUENTA PARA EL FUTURO

Resumiendo las conclusiones más importantes a que hemos llegado en nuestro trabajo conjunto, creemos que para que la energía nucleoelectrica pueda utilizarse para hacer frente de manera creciente a las futuras necesidades mundiales de energía, deberán satisfacerse, por lo menos, las cinco condiciones siguientes.

*Primera: la energía nucleoelectrica, a pesar de la dificultad que supone el que se la considere hoy como solución a corto plazo, debe continuar desarrollándose de manera sistemática, sin interrupción y sin indebidos retrasos.*

La posibilidad de que no se llegue a satisfacer la demanda de energía, y el peligro que representa la intensa competencia por los suministros energéticos que tendría lugar constituyen serios peligros para la seguridad, el desarrollo y el bienestar. La energía nucleoelectrica puede representar un importante papel para evitar esos peligros ayudando a satisfacer la creciente demanda de energía. Los Gobiernos y las industrias deben asegurar que esa fuente de energía se conserve y prepare para su utilización, en tanto que posibilidad de importantes suministros energéticos, no solo durante los próximos decenios sino también para un futuro a largo plazo.

*Segunda: la energía nucleoelectrica debe obtener y conservar la aceptación por parte del público.*

Los aspectos políticos y sociales relacionados con la aceptación de la energía nucleoelectrica se extienden más allá de la problemática de la energética nuclear. Sin embargo, dentro de dicha esfera, el aspecto de la seguridad nuclear es particularmente pertinente. De nuevo, Gobierno e industria comparten el deber de demostrar que el peligro que la energía nuclear representa para el público y para los trabajadores profesionalmente expuestos es aceptablemente pequeño, comparado con los riesgos que entrañan otras soluciones posibles; que los responsables de la producción de energía nucleoelectrica están firmemente decididos a proteger la seguridad pública; y que las normas de efectiva seguridad aplicables en teoría se mantendrán igualmente en la práctica. A este respecto, deben acelerarse los trabajos de ensayo y demostración de métodos eficaces y viables de evacuación definitiva de desechos radiactivos; además, es preciso intensificar la colaboración internacional, tanto en lo que se refiere a la gestión de los desechos como a la seguridad nuclear.

*Tercera: debe procederse lo antes posible a desarrollar y poner a prueba la tecnología necesaria para una utilización más eficaz del uranio, teniendo en cuenta las necesidades tanto los próximos decenios como el siglo XXI.*

En primer lugar, esto significa que se ha de proporcionar los medios para hacer mejor uso del uranio en los reactores térmicos existentes y en los tipos que lleguen a perfeccionarse. A pesar de que no se puede determinar aún con exactitud cuándo se podrá disponer de reactores reproductores rápidos, debe igualmente demostrarse la viabilidad comercial de los mismos como posible opción a largo plazo, así como la del proceso de reelaboración a escala comercial que será necesario en caso de explotarse esta posibilidad. Las futuras decisiones sobre la conveniencia y el momento de introducir a escala industrial nuevas tecnologías basadas en la conservación del uranio deberán tomarse a la luz de las circunstancias cambiantes y especiales que se produzcan, si bien no debe aplazarse el desarrollo de esas opciones.

*Cuarta: debe hacerse todo lo necesario por disipar el temor de que se produzca una proliferación de armas atómicas como resultado de la expansión de la energía nucleoelectrica.*

Se precisa una demostración convincente de que las actividades del ciclo del combustible, incluyendo en particular las operaciones de enriquecimiento y de reelaboración, se ajustarán a las necesidades de energía nucleoelectrica y tendrán exclusivamente finalidades pacíficas. Esto no podrá lograrse mediante artilugios técnicos ni por acción unilateral basada en la fuerza, sino tan solo mediante autodominio y por la aplicación voluntaria del sistema evolutivo de salvaguardias del OIEA, reforzado por el compromiso oficial de no realizar actividades que puedan tener como resultado la proliferación, así como posiblemente, por medio de nuevos arreglos internacionales.

*Quinta (íntimamente relacionada con la anterior): los países que para tener asegurado el suministro de energía dependen de otros en cuanto a tecnología, servicios o materiales nucleares deben tener el convencimiento de que tendrán internacionalmente acceso a tales elementos de manera continuada, bajo las debidas salvaguardias, en términos aceptables.*

A menos de que estén convencidos de ello, la necesidad de asegurarse el suministro de energía llevará a un número creciente de países a conseguir, a un costo excesivo, un grado de autosuficiencia nuclear lo que puede agravar el temor a la proliferación. La certidumbre del suministro internacional puede reforzarse por medio de arreglos multinacionales, que se podrían ciertamente fortalecer por medio de garantías fidedignas. Pero esa certidumbre, en sí, solo se puede conseguir mediante experiencia práctica en la realización seria, en el plano internacional, tanto de las operaciones comerciales como de la colaboración en la esfera nuclear.

Los aspectos internacionales de la energía nucleoelectrica nos han preocupado más que ninguna otra cosa. Debe repararse la reciente pérdida de confianza en las relaciones internacionales en la esfera nuclear. En realidad, debe volverse a crear un sentido de responsabilidad global que recaiga sobre todos los Estados y que sea lo bastante fuerte para servir de fundamento a los arreglos prácticos destinados a compartir internacionalmente, en términos mutuamente aceptables, tanto los recursos nucleares como la tecnología correspondiente. La única manera de lograrlo es crear una nueva "mutua confianza", basada en garantías dignas de crédito sobre los fines pacíficos del uso de la energía nuclear que tengan como contrapartida la firme certeza de tener acceso a los servicios, materiales y tecnología nucleares. La posibilidad de crear ese clima de confianza depende de que se resuelvan, por medio de soluciones de compromiso, los desacuerdos en la actualidad existentes. Con tal espíritu hemos suscrito el presente Informe.

## GRUPO CONSULTIVO INTERNACIONAL SOBRE ENERGIA NUCLEAR

**Miembros desde el 1 de noviembre de 1977**

\*Sr. Miguel Barandiarán Alcorta  
Subdirector Técnico de Iberduero SA  
España

\*Sr. Paulo Nogueira Batista  
Embajador de Carrera  
Presidente de Nuclebras  
Brasil

\*Profesor Dr. Karl-Heinz Beckurts  
*Presidente del Consejo de Administración  
de la Kernforschungsanlage GmbH,  
de Jülich*

*República Federal de Alemania*

\*Contralmirante Carlos Castro Madero  
*Presidente de la Comisión Nacional  
de Energía Atómica*  
*Argentina*

\*Ing. Juan Eibenschutz  
*Director General de Energía de la  
Secretaría del Patrimonio y  
Fomento Industrial*  
*México*

\*Dr. Akbar Etemad  
*Expresidente de la Organización  
de Energía Atómica*  
*Irán*

\*Sr. David Fischer  
*Subdirector General de Relaciones Exteriores  
Organismo Internacional de Energía Atómica*

Lord Flowers, FRS  
*Rector del Imperial College of Science and  
Technology*  
*Reino Unido*

\*S.E. el Hon. Sr. Magistrado Russel W. Fox  
*Embajador itinerante de Australia para las  
cuestiones relativas a la no proliferación  
y a las salvaguardias*

\*Dr. Bertrand Goldschmidt  
*Gobernador representante de Francia  
ante el Organismo Internacional de  
Energía Atómica*

\*Dr. Ryukichi Imai  
*Administrador General encargado de  
cuestiones de ingeniería de la  
Japan Atomic Power Company*  
*Japón*

\*Sr. Jon Jennekens  
*Presidente del Atomic Energy Control Board*  
*Canadá*

\*Sr. Munir Ahmad Khan  
*Presidente de la Pakistan Atomic  
Energy Commission*

\*S.E. el Embajador Edvard Kljun  
*Yugoslavia*

\*Sr. Måns Lönnroth  
*Secretaría de Futurología*  
*Suecia*

\*Dr. Robert Press, CB CBE  
*Secretaría del Gobierno*  
*Reino Unido*

Dr. Homi Sethna  
*Gobierno de la India*  
*Comisión de Energía Atómica*

\*Sr. Ian Smart  
*Asesor sobre asuntos internacionales  
relativos a la energía*  
*Reino Unido*

\*Dr. Mason Willrich  
*Vicepresidente encargado de planificación  
corporativa de la Pacific Gas and  
Electric Company*  
*Estados Unidos de América*

#### Secretaría

Sr. Myron B. Kratzer (Relator)  
*Asesor de la International Energy  
Associates Ltd.*  
*Estados Unidos de América*

Dr. Richard K. Lester (Investigador adjunto)  
*Departamento de Energía Nuclear del  
Massachusetts Institute of Technology*  
*Estados Unidos de América*

Sr. William Walker  
*Secretario del Royal Institute of  
International Affairs*  
*Reino Unido*